



Ocena programowa
Profil ogólnoakademicki
Raport Samooceny

Nazwa i siedziba uczelni prowadzącej oceniany kierunek studiów:

Politechnika Warszawska
Wydział Matematyki i Nauk
Informacyjnych

Nazwa ocenianego kierunku studiów:	Informatyka i Systemy Informacyjne
1. Poziomy studiów:	studia pierwszego i drugiego stopnia
2. Forma studiów:	studia stacjonarne
3. Nazwa dyscypliny, do której został przyporządkowany kierunek	Informatyka techniczna i telekomunikacja – 100%

W przypadku przyporządkowania kierunku studiów do więcej niż 1 dyscypliny: NIE DOTYCZY

Efekty uczenia się zakładane dla ocenianego kierunku, poziomu i profilu studiów

Efekty uczenia się dla studiów pierwszego stopnia na kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne – Załącznik nr 56 do Uchwały nr 385/XLIX/2019 Senatu PW z dnia 18 września 2019 r.

Efekty uczenia się dla studiów drugiego stopnia na kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne – Załącznik nr 2 do Uchwały nr 98/L/2021 Senatu PW z dnia 21 kwietnia 2021 r.

Skład zespołu przygotowującego raport samooceny

Imię i nazwisko	Tytuł lub stopień naukowy/stanowisko/funkcja pełniona w uczelni
Wojciech Domitrz	dr hab. inż./ prof. uczelni (bad.-dyd.) / dziekan
Krzysztof Kaczmarski	dr inż./ adiunkt (bad.-dyd.) / prodziekan ds. nauczania
Bogusława Karpińska	dr hab./ prof. uczeni (bad.-dyd.) / prodziekan ds. studenckich
Janina Kotus	prof. dr hab./ profesor (bad.-dyd.) / prodziekan ds. nauki
Przemysław Bieчек	dr hab. inż./ prof. uczeni (bad.-dyd.) / prodziekan ds. rozwoju
Joanna Porter-Sobieraj	dr inż./ Członek Komisji Programowej dla Kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne
Łukasz Błaszczuk	dr inż./ Pełnomocnik Dziekana ds. praktyk studenckich
Magdalena Bogucka	prac. adm./ pracownik niebędący nauczycielem akademickim
Małgorzata Nowak	prac. adm./ pracownik niebędący nauczycielem akademickim
Jakub Jung	Przewodniczący Wydziałowej Rady Studentów

Spis treści

Efekty uczenia się zakładane dla ocenianego kierunku, poziomu i profilu studiów.....	2
Skład zespołu przygotowującego raport samooceny.....	2
Spis treści.....	3
Prezentacja uczelni.....	7
Kryterium 1. Konstrukcja programu studiów: koncepcja, cele kształcenia i efekty uczenia się.....	9
1.1. Koncepcja kształcenia.....	9
1.1.1. Związek z misją i strategią Politechniki Warszawskiej i Wydziału	9
1.1.2. Kluczowe aspekty koncepcji kształcenia na kierunku ISI	10
1.1.3. Oczekiwania wobec kandydatów	11
1.1.4. Sylwetki absolwentów poszczególnych studiów pierwszego i drugiego stopnia	12
1.1.5. Zgodność koncepcji kształcenia z potrzebami otoczenia społeczno-gospodarczego oraz rynku pracy	13
1.1.6. Uczestnictwo interesariuszy w procesie kształtowania koncepcji kształcenia	15
1.1.7. Cechy wyróżniające kierunek Informatyka i Systemy Informacyjne	16
1.2. Badania naukowe w dziedzinie nauki związane z kierunkiem studiów	17
1.2.1. Związek kształcenia z prowadzoną w uczelni działalnością naukową, w tym głównymi kierunkami działalności naukowej związanej z kierunkiem	17
1.2.2. Najważniejsze osiągnięcia naukowe Wydziału będące wynikiem badań prowadzonych w jednostce związanych z kierunkiem studiów Informatyka i Systemy Informacyjne	31
1.2.3. Sposób wykorzystania wyników działalności naukowej w opracowaniu, realizacji i doskonaleniu programu studiów	35
1.3. Efekty uczenia się	37
1.3.1. Kluczowe efekty uczenia się	37
1.3.2. Efekty uczenia się prowadzące do uzyskania kompetencji inżynierskich	41
1.3.3. Spełnienie wymagań zawartych w standardach kształcenia	55
Kryterium 2. Realizacja programu studiów: treści programowe, harmonogram realizacji programu studiów oraz formy i organizacja zajęć, metody kształcenia, praktyki zawodowe, organizacja procesu nauczania i uczenia się	56
2.1. Kluczowe treści kształcenia.....	56
2.1.1. Studia pierwszego stopnia.....	56
2.1.2. Studia drugiego stopnia.....	61
2.2. Metody kształcenia	64
2.3. Kształcenie na odległość	65
2.4. Dostosowanie procesu uczenia się do zróżnicowanych potrzeb.....	66
2.5. Możliwość realizowania indywidualnych ścieżek kształcenia.....	66
2.6. Harmonogram realizacji studiów	66
2.6.1. Studia pierwszego stopnia w języku polskim	67
2.6.2. Studia pierwszego stopnia w języku angielskim	68
2.6.3. Studia drugiego stopnia w języku polskim	69
2.6.4. Studia drugiego stopnia w języku angielskim	71
2.7. Języki obce	72
2.8. Formy zajęć i liczebność grup studenckich	73

2.9. Program i organizacja praktyk	73
2.10. Kształcenie prowadzące do uzyskania kompetencji inżynierskich	74
Studia pierwszego stopnia	74
Studia drugiego stopnia	78
Kryterium 3. Przyjęcie na studia, weryfikacja osiągnięcia przez studentów efektów uczenia się, zaliczanie poszczególnych semestrów i lat oraz dyplomowanie	80
3.1. Przyjęcie na studia	80
3.1.1. Rekrutacja na studia pierwszego stopnia w języku polskim	80
3.1.2. Rekrutacja na studia drugiego stopnia dla obywateli polskich	82
3.1.3. Rekrutacja obcokrajowców	83
3.2. Zasady uznawania efektów uczenia się	85
3.3. Zasady uznawania efektów uczenia się uzyskanych poza systemem studiów	85
3.3.1. Zasady dyplomowania	86
3.4. Monitorowanie i ocena postępów studentów	87
3.4.1. Zasady sprawdzania i oceniania stopnia osiągania efektów uczenia się	88
3.4.2. Metody sprawdzania i oceniania efektów uczenia się	88
3.4.3. Metody sprawdzania efektów uczenia się prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich	89
3.5. Rodzaje, tematyka i metodyka prac etapowych i egzaminacyjnych oraz projektów	90
3.6. Rodzaje, tematyka i metodyka prac dyplomowych	90
3.7. Dokumentowanie efektów uczenia się osiągniętych przez studentów	92
3.8. Monitoring losów absolwentów	93
Kryterium 4. Kompetencje, doświadczenie, kwalifikacje i liczebność kadry prowadzącej kształcenie oraz rozwój i doskonalenie kadry	94
4.1. Kwalifikacje i dorobek kadry	94
4.2. Obsada zajęć dydaktycznych	100
4.3. Łączenie działalności badawczej i dydaktycznej	101
4.4. Polityka kadrowa	104
4.5. System wspierania rozwoju i podnoszenia kompetencji kadry	105
4.6. Dodatkowe informacje, które uczelnia uznaje za ważne dla oceny kryterium 4:	107
Kryterium 5. Infrastruktura i zasoby edukacyjne wykorzystywane w realizacji programu studiów oraz ich doskonalenie	109
5.1. Baza lokalowa	109
5.2. Infrastruktura komputerowa	110
5.3. Monitorowanie i doskonalenie infrastruktury informatycznej	110
5.4. Platforma komunikacyjno-informacyjna oraz pracy zdalnej	112
5.5. Udogodnienia dla studentów	112
5.6. Studenci z niepełnosprawnościami	113
5.7. System biblioteczno-informacyjny uczelni	113

5.8. Dodatkowe informacje, które uczelnia uznaje za ważne dla oceny kryterium 5:.....	113
Kryterium 6. Współpraca z otoczeniem społeczno-gospodarczym w konstruowaniu, realizacji i doskonaleniu programu studiów oraz jej wpływ na rozwój kierunku	116
6.1. Formy współpracy z instytucjami otoczenia społeczno-gospodarczego	116
6.2. Monitorowanie i doskonalenie współpracy.....	121
6.3. Dodatkowe informacje, które uczelnia uznaje za ważne dla oceny kryterium 6:.....	122
Kryterium 7. Warunki i sposoby podnoszenia stopnia umiędzynarodowienia procesu kształcenia na kierunku	123
7.1. Rola umiędzynarodowienia procesu kształcenia	123
Konsorcjum ENHANCE.....	124
Porozumienia bilateralne z uczelniami zagranicznymi.....	125
Studenci z zagranicy	126
7.2. Aspekty programu studiów sprzyjające umiędzynarodowieniu kształcenia	126
7.3. Stopień przygotowania studentów do uczenia się w językach obcych i sposoby weryfikacji osiągnięcia przez studentów wymaganych kompetencji językowych.....	127
7.4. Skala i zasięg mobilności i wymiany międzynarodowej studentów i kadry.....	127
7.5. Udział wykładowców z zagranicy w prowadzeniu zajęć na ocenianym kierunku.....	137
7.6. Monitorowanie i umiędzynarodowienia procesu kształcenia	137
7.7. Dodatkowe informacje, które uczelnia uznaje za ważne dla oceny kryterium 7:.....	138
Kryterium 8. Wsparcie studentów w uczeniu się, rozwoju społecznym, naukowym lub zawodowym i wejściu na rynek pracy oraz rozwój i doskonalenie form wsparcia	138
8.1. Systemy wspierania różnych grup studentów, w tym studentów z niepełnosprawnością	138
8.2. Zakres i formy wspierania studentów w procesie uczenia się	139
8.3. Formy wspierania mobilności studentów, prowadzenia działalności naukowej i wspierania we wchodzeniu na rynek pracy	139
8.4. System motywowania studentów do osiągnięcia lepszych wyników w nauce oraz działalności naukowej.....	143
8.5. Sposoby informowania studentów o systemie wsparcia.....	143
8.6. Rozstrzyganie skarg i rozpatrywanie wniosków zgłoszonych przez studentów	144
8.7. Zakres, poziom i skuteczność systemu obsługi administracyjnej studentów, w tym kwalifikacje kadry wspierającej proces kształcenia	144
8.8. Działania dotyczące bezpieczeństwa studentów oraz przeciwdziałanie dyskryminacji i przemocy.....	145
8.9. Współpraca z samorządem studentów i organizacjami studenckimi	145
8.10. Monitorowanie, ocena i doskonalenie systemu wsparcia.....	145
8.11. Dodatkowe informacje, które uczelnia uznaje za ważne dla oceny kryterium 8:.....	146
Kryterium 9. Publiczny dostęp do informacji o programie studiów, warunkach jego realizacji i osiągniętych rezultatach	147

9.1. Informacje dla kandydatów na studia.....	147
9.2. Dostęp do informacji dla studentów	147
9.3. Kanały komunikacji z interesariuszami zewnętrznymi.....	148
Kryterium 10. Polityka jakości, projektowanie, zatwierdzanie, monitorowanie, przegląd i doskonalenie programu studiów	149
10.1. Polityka jakości.....	149
10.2. Projektowanie, zmiany i zatwierdzanie programu studiów.....	149
10.3. Monitorowanie programu i jakości procesu kształcenia	150
10.4. Ocenianie osiągnięcia efektów uczenia się.....	151
10.5. Wpływ interesariuszy wewnętrznych i zewnętrznych na doskonalenie i realizację programu studiów	152
10.6. Wykorzystanie informacji dotyczących jakości kształcenia	153
10.7. Procedury dotyczące procesu studiowania	153
Część II. Perspektywy rozwoju kierunku studiów	156
Część III. Załączniki	158

Prezentacja uczelni

Politechnika Warszawska jest publiczną autonomiczną akademicką szkołą wyższą mającą osobowość prawną. Tradycja Uczelni sięga 1826 roku. Od 1915 roku Uczelnia działa pod obecną nazwą — Politechnika Warszawska. Podstawą prawną działania Uczelni jest *Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce oraz Statut*. Politechnika Warszawska nadaje tytuły zawodowe magistra inżyniera, magistra inżyniera architekta, magistra, inżyniera, inżyniera architekta oraz licencjata w zakresie prowadzonych kierunków studiów, nadaje stopnie naukowe doktora i doktora habilitowanego. Politechnika Warszawska znajduje się w wykazie Europejskiej Federacji Narodowych Stowarzyszeń Inżynierskich – FEANI INDEX.

Konsorcjum ENHANCE składa się z 7 czołowych europejskich uczelni technicznych: Politechniki w Berlinie, RWTH w Aachen, Uniwersytetu Technicznego Chalmersa w Göteborgu, Norweskiego Uniwersytetu Naukowo-Technicznego w Trondheim, Politechniki w Mediolanie, Politechniki w Walencji i Politechniki Warszawskiej. Na uczelniach konsorcjum kształci się łącznie 245 000 studentów. Zatrudniają one ponad 41 300 pracowników. W ciągu ostatnich 5 lat w różnych programach wymiany między uczelniami ENHANCE wzięło udział 4400 pracowników i studentów tych uczelni. Partnerzy uzyskali łącznie ponad 4 050 patentów.

Celem projektu jest systemowa, strukturalna i trwała współpraca między uczelniami konsorcjum, która doprowadzi do wypracowania nowych rozwiązań wykraczających poza dotychczasowe modele współpracy.

Cele szczegółowe, które przyjęły uczelnie ENHANCE, obejmują: wprowadzenie na szeroką skalę innowacyjnych metod kształcenia, ułatwienie studentom wyboru przedmiotów z oferty uczelni partnerskich, stworzenie systemu ułatwiającego mobilność społeczności akademickiej i ograniczenie barier biurokratycznych.

Uczelnie biorące udział w projekcie podejmą współpracę z partnerami stowarzyszonymi – przedsiębiorstwami, urzędami miast, organizacjami studenckimi, sieciami badawczymi, fundacjami i organizacjami non-profit.

Więcej informacji: <https://enhanceuniversity.eu/>

Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych Politechniki Warszawskiej powstał 1 września 1999 roku w wyniku podziału Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej Politechniki Warszawskiej istniejącego od 1975 roku. Tradycja kształcenia studentów na kierunku Matematyka sięga 1966 roku.

Wydział prowadzi studia na czterech następujących kierunkach o profilu ogólnoakademickim:

I. Matematyka (od 1966 r.):

- stacjonarne pierwszego stopnia – licencjackie (6 semestrów)
- stacjonarne drugiego stopnia – magisterskie (4 semestry) na czterech specjalnościach:
 - Statystyka matematyczna i analiza danych (SMAD)
 - Matematyka w ubezpieczeniach i finansach (MUF)
 - Matematyka w naukach technicznych (MNT)
 - Matematyka w cyberbezpieczeństwie (MCB) – specjalność uruchomiona od 2021 roku

II. Informatyka i Systemy Informacyjne (od 2020) / dawniej Informatyka (od 1988 do 2019):

- stacjonarne pierwszego stopnia – inżynierskie (7 semestrów) w języku polskim
- stacjonarne pierwszego stopnia – inżynierskie (7 semestrów) w języku angielskim
- stacjonarne drugiego stopnia – magisterskie (3 albo 4 semestry) w języku polskim na dwóch specjalnościach:
 - Metody sztucznej inteligencji (MSI)

- Projektowanie systemów CAD/CAM (CC)
- stacjonarne studia drugiego stopnia – magisterskie (3 albo 4 semestry) w języku angielskim na specjalności:
 - Artificial Intelligence (AI)

III. Inżynieria i Analiza Danych (od 2017 r.):

- stacjonarne studia pierwszego stopnia – inżynierskie (7 semestrów)
- stacjonarne studia drugiego stopnia – magisterskie (3 albo 4 semestry) w języku angielskim.

IV. Matematyka i Analiza Danych (od 2019 r.)

- stacjonarne pierwszego stopnia – licencjackie (6 semestrów)
- stacjonarne drugiego stopnia – magisterskie (4 semestry) – uruchomione od 2022 roku
 - Statystyka matematyczna i analiza danych (SMAD)
 - Probabilistyka i Modelowanie (PRIMO)

Ponadto pracownicy Wydziału MiNI są opiekunami naukowymi uczestników Szkoły Doktorskiej w dyscyplinie matematyka oraz w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.

Prowadzone na Wydziale kierunki studiów pierwszego stopnia przyciągają na Politechnikę Warszawską najlepszych kandydatów. Kierunek Informatyka i Systemy Informacyjne, podobnie jak uruchomiony w roku 2017 roku kierunek Inżynieria i Analiza Danych corocznie znajdują się wśród kierunków o najwyższych progach punktowych spośród wszystkich kierunków oferowanych przez uczelnię.

Pracownicy Wydziału MiNI prowadzą badania naukowe w czterech dyscyplinach naukowych: matematyka, informatyka techniczna i telekomunikacja, inżynieria biomedyczna oraz automatyka, elektronika i elektrotechnika. Główne dyscypliny: Matematyka oraz Informatyka Techniczna i Telekomunikacja uzyskały w ostatniej ocenie kategorię A.

Wydział MiNI zatrudnia 153 nauczycieli akademickich, w tym 75 na stanowiskach badawczo-dydaktycznych, 2 na stanowiskach badawczych i 76 na stanowiskach dydaktycznych. Na stanowiskach badawczo-dydaktycznych oraz badawczych pracuje: 17 profesorów z tytułem naukowym, 19 doktorów habilitowanych (w tym 18 na stanowisku profesora uczelni), 30 doktorów i 11 magistrów. Wydział MiNI odpowiada za prowadzenie zajęć z przedmiotów matematycznych na 17 wydziałach Politechniki Warszawskiej.

Wydział intensywnie współpracuje z otoczeniem społeczno-gospodarczym, w tym w ramach Ośrodka Badań dla Biznesu, a także realizuje liczne projekty krajowe i międzynarodowe finansowane przez NCN, NCBiR, FNP i EU.

Wydział dysponuje nowoczesnym, bogato wyposażonym gmachem o całkowitej powierzchni 11.100 m² oddanym do użytku w 2012 r.

Kryterium 1. Konstrukcja programu studiów: koncepcja, cele kształcenia i efekty uczenia się

1.1. Koncepcja kształcenia.

1.1.1. Związek z misją i strategią Politechniki Warszawskiej i Wydziału

„Politechnika Warszawska podąża szlakiem myśli Stanisława Staszica, starając się w równym stopniu kształcić umysł, co kształtować postawy członków całej swojej społeczności. Prowadzone na Uczelni badania oraz nauczanie podejmowane są zawsze w zamiarze tworzenia nowych, użytecznych społecznie wartości. Odnosi się to zarówno do materialnych efektów działalności, norm współdziałania, jak i osobistych cech wszystkich osób z nią związanych. Efekty działalności naukowej i dydaktycznej Politechniki Warszawskiej są propagowane w otoczeniu. Myśl tworzona na Uczelni służyć ma wewnątrz i na zewnątrz, z poszanowaniem praw autorów, ale i z otwartością na potrzeby społeczeństwa. Politechnika Warszawska, nie zapominając o chlubnej przeszłości i tradycji, jako swoją misję postrzega kreatywny udział w kształtowaniu przyszłości – poprzez badania, tworzące nową wiedzę i technologie przyszłości i poprzez kształtowanie następnych pokoleń. Działając w poczuciu społecznej odpowiedzialności zamierzamy koncentrować badania na sferach związanych z największymi wyzwaniami cywilizacyjnymi, takimi jak zagrożenia klimatyczne, zanieczyszczenie środowiska, wyczerpywanie się surowców nieodnawialnych, choroby cywilizacyjne, zagrożenia epidemiologiczne, czy problem starzejącego się społeczeństwa. Priorytety te wpisują się w przyjętą przez kraje ONZ w 2015 roku listę Celów Zrównoważonego Rozwoju 2030. Kształcąc nowe pokolenia chcemy nie tylko dawać wiedzę i umiejętności na najwyższym poziomie, ale przede wszystkim kształtować ludzi światłych, myślących kreatywnie i krytycznie, intelektualnie niezależnych, śmiało głoszących poglądy. Chcemy wyzwalać w nich twórczą ciekawość świata i zawodowe pasje, wpajać nawyk stałego kształcenia, budować poczucie społecznej odpowiedzialności i świadomość wpływu na losy świata.”

Misja Politechniki Warszawskiej

Przyjęta przez Wydział koncepcja kształcenia na kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne (ISI) (ang. Computer Science and Information Systems -- CSIS) jest realizacją postanowień zawartych w Misji Politechniki Warszawskiej w zakresie kształcenia wysokiej klasy specjalistów, myślących kreatywnie i krytycznie, z jednoczesnym uwzględnieniem istniejących potrzeb ze strony społeczeństwa. Stanowi także realizację strategicznych celów w obszarze kształcenia sformułowanych:

- w dokumencie „Strategia Rozwoju Politechniki Warszawskiej do roku 2020”, w szczególności celu „CO K1.2. Dostosowanie kompetencji absolwentów do potrzeb gospodarczych i społecznych oraz kształtowanie tych potrzeb”
- w dokumencie „Strategia Rozwoju Politechniki Warszawskiej do roku 2030”, w szczególności celu „Z1.1 Organizacja dydaktyki zgodna z potrzebami uniwersytetu badawczego”.

Koncepcja kształcenia na kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne wpisuje się jednocześnie w Strategię Wydziału MiNI. Koncepcja ta jest wynikiem dążenia do wykształcenia elitarnego grona specjalistów projektowania i programowania unikalnych systemów komputerowych, którzy odpowiadają na aktualne i przyszłe potrzeby gospodarcze i społeczne. Celem koncepcji kształcenia kierunku ISI jest zapewnienie dogłębnego przygotowania informatycznego z solidnymi podstawami matematycznymi zapewniającymi możliwość wykorzystania i dalszego rozwoju nawet najbardziej zaawansowanych metod tworzenia i wdrażania systemów informatycznych. Ważnym aspektem kształcenia na kierunku jest również zapewnienie przygotowania do realizacji potrzeb społecznych i gospodarczych poprzez dedykowane dla kierunku przedmioty poświęcone pracy grupowej.

Bardzo ważnym założeniem kierunku ISI jest również zapewnienie przygotowania absolwentów do podejmowania studiów doktoranckich i pracy naukowej, zgodnie z zadaniami stawianymi przed uczelniami badawczymi. Służy temu m.in. poszerzony w stosunku do klasycznych kierunków informatycznych program nauczania w zakresie m.in. matematyki, teorii języków, algorytmów, programowania, metod sztucznej inteligencji, modelowania matematycznego, zaawansowanych technik grafiki komputerowej, modelowania geometrycznego oraz technologii rzeczywistości wirtualnej (VR) i rozszerzonej (AR). Tak zdefiniowany program studiów zapewnia tym samym rozległe przygotowanie w zakresie tych obszarów informatyki technicznej, w których prowadzone są szczególnie intensywne badania zarówno przez zespoły naukowe PW, jak i wiele wiodących ośrodków światowych. W przypadku Politechniki Warszawskiej studia na kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne w sposób szczególny przygotowują do pracy badawczej w ramach dwóch Priorytetowych Obszarów Badawczych PW: *Cyberbezpieczeństwo i analiza danych oraz Sztuczna inteligencja i robotyka*.

1.1.2. Kluczowe aspekty koncepcji kształcenia na kierunku ISI

Zgodnie z koncepcją kierunku studiów, studia pierwszego stopnia oferują poszerzoną wiedzę i umiejętności w tych obszarach informatyki, które mają szczególne znaczenie z perspektywy tworzenia i rozumienia algorytmów oraz ich złożoności obliczeniowej i pamięciowej oraz projektowania optymalnych rozwiązań informatycznych zaspokajających oczekiwania klienta w szerokim spektrum biznesu IT, od baz i hurtowni danych, przez grafikę komputerową, do sztucznej inteligencji i systemów wbudowanych. Koncepcja programu studiów opiera się więc na trzech filarach:

1. podstawach teoretycznych kształtowanych przez przedmioty matematyczne w tym analizę, algebrę i matematykę dyskretną, algorytmikę, struktury danych i teorię obliczeń;
2. wszechstronnym przygotowaniu programistycznym obejmującym języki programowania, projektowanie obiektowe, inżynierię oprogramowania;
3. poszerzeniu horyzontów na kluczowe aspekty współczesnej informatyki w zakresie: programowania systemów operacyjnych i systemów wbudowanych, grafiki komputerowej, systemów wielowarstwowych i webowych, baz danych oraz metod sztucznej inteligencji.

We wszystkich trzech punktach realizowane są kompetencje inżynierskie, co szczegółowo opisane jest w dalszych rozdziałach raportu.

Koncepcja kształcenia na kierunku studiów Informatyka i Systemy Informacyjne jest zgodna z przyjętą na Wydziale polityką zapewnienia jakości kształcenia. W szczególności kształcenie na tym kierunku uwzględnia:

- a) potrzeby rynku pracy (czemu służą m.in. regularne konsultacje w gronie pracodawców z różnych sektorów gospodarki i nauki)
- b) zwiększenie stopnia umiędzynarodowienia studiów poprzez m.in. wprowadzenie studiów magisterskich realizowanych wyłącznie w języku angielskim
- c) korzystanie z wzorców i doświadczeń krajowych oraz międzynarodowych, w tym założeń Polskiej Ramy Kwalifikacji
- d) monitoring osiągania założonych efektów uczenia się
- e) zapewnienie możliwości podejmowania przez absolwentów ról wiodących programistów
- f) zapewnienie możliwości podejmowania przez absolwentów rozwoju naukowego, jak również możliwości podejmowania zatrudnienia w wiodących komercyjnych centrach badawczo-rozwojowych.

Celem edukacyjnym programów kształcenia na kierunku ISI jest wykształcenie absolwentów posiadających gruntowne przygotowanie z zakresu teoretycznych podstaw informatyki i matematyki, które umożliwia im poszerzenie wiedzy w szybko zmieniającej się rzeczywistości informatycznej, a także

potrafiących samodzielnie rozwiązywać problemy oraz praktycznie stosować informatykę w różnych dziedzinach technologicznych i społecznych.

Absolwenci studiów pierwszego stopnia mają uporządkowaną wiedzę informatyczną i matematyczną, potrafią programować w różnych językach, na różne platformy, posługiwać się różnorodnymi technikami i narzędziami informatycznymi. Potrafią projektować, implementować i weryfikować złożone rozwiązania informatyczne, w szczególności aplikacje wielowarstwowe, mobilne, graficzne i systemy zarządzania bazami danych. Umieją pracować samodzielnie i w zespołach realizujących projekty informatyczne i weryfikujących komponenty systemów informatycznych zgodnie z ich specyfikacją, a także administrować systemami informatycznymi średniej wielkości i sieciami komputerowymi.

Absolwenci studiów drugiego stopnia, w zależności od wybranej specjalności, uzyskują rozszerzoną wiedzę w zakresie zaawansowanych metod sztucznej inteligencji oraz projektowania systemów CAD/CAM. Potrafią rozwiązywać złożone problemy informatyczne, kierować zespołem i prezentować wyniki realizacji projektów IT oraz poprowadzić dyskusję jej dotyczącą.

Założone dla kierunku ISI cele i efekty uczenia się implikują: 1) strukturę przewidzianych w planie studiów przedmiotów umożliwiających ich osiągnięcie; 2) treści kształcenia przedmiotów; 3) efekty uczenia się osiągane w wyniku zaliczenia przedmiotu.

Za zdefiniowanie, w jaki sposób przedmiot przyczyni się do nabycia przez studenta określonych efektów uczenia się, odpowiada koordynator przedmiotu. Ustala on cel i treści kształcenia, jakie zostaną przekazane w ramach danej formy prowadzonych zajęć. Dokonuje też okresowej oceny ich aktualności (w tym względem stanu wiedzy) oraz adekwatności wobec planowanych efektów uczenia się nabywanych w wyniku realizacji danego przedmiotu.

Prowadzone na Wydziale badania naukowe znajdują odzwierciedlenie w przedmiotach obowiązkowych, a także w przedmiotach obieralnych, zgłaszanych przez pracowników i akceptowanych przez Komisję Programową kierunku Informatyka, sprawującą nadzór nad programami kształcenia.

Kolejnym ważnym efektem przyjętej koncepcji kształcenia jest zainteresowanie najlepszych absolwentów studiów drugiego stopnia pracą naukową i dalszym rozwojem podejmowanym na studiach doktoranckich.

Angażowanie studentów kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne w prace naukowo-badawcze następuje już w trakcie studiów pierwszego stopnia. Efektem są m.in. wspólne publikacje studentów i pracowników Wydziału w czasopiśmie i materiałach konferencyjnych o międzynarodowym zasięgu. W ciągu ostatnich 5 lat było to aż **41 publikacji** (w tym za 200 i 140 punktów MEiN). Ich pełna lista została zebrana w Załączniku 3.1.

Ponadto studenci kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne otrzymują za swoje osiągnięcia naukowe, jak również wyniki uzyskiwane w konkursach programistycznych, liczne nagrody, wyróżnienia i stypendia zewnętrzne. Szczegółowe omówienie nagród zawiera opis Kryterium 8.

1.1.3. Oczekiwania wobec kandydatów

Kluczowym oczekiwaniem stawianym kandydatom na studia na kierunku ISI jest:

- w przypadku kandydatów na studia pierwszego stopnia: doskonałe przygotowanie z matematyki i gotowość do dalszego rozwoju w dziedzinie informatyki. Studia nie zakładają znajomości informatyki przed ich podjęciem.
- w przypadku kandydatów na studia drugiego stopnia: wyniki studiów pierwszego stopnia i ich zgodność tematyczna z kierunkiem *Informatyka i Systemy Informacyjne*, zapewniające odpowiednie przygotowanie do podejmowania studiów drugiego stopnia, jak również chęć rozwoju w dziedzinie zaawansowanych zagadnieniach informatyki. O wynikach rekrutacji decydują również wyniki uzyskane w postępowaniu kwalifikacyjnym. Studia drugiego stopnia kierunku ISI są dostępne dla trzech grup kandydatów:

- absolwenci studiów pierwszego stopnia kierunku Informatyka i Systemy Informatyczne
- absolwenci studiów inżynierskich innych kierunków inżynierskich i licencjackich informatycznych o zbliżonym profilu kształcenia

Komisja Programowa Kierunku ISI opracowała wykaz zagadnień oczekiwanych od absolwentów studiów pierwszego stopnia, które określają profil kandydata na studia drugiego stopnia. Na podstawie zgodności profilu kandydata z wymogami kierunku podejmowana jest decyzja o możliwości zrekrutowania kandydata, a w przypadku decyzji pozytywnej o skierowaniu na program standardowy (trzysemestralny) lub wydłużony (czterosemestralny) umożliwiający uzupełnienie efektów uczenia się, w tym np. efektów koniecznych do uzyskania kompetencji inżynierskich. Szczegółowe rozwiązania w tym zakresie zawarto w opisie dla kryterium nr 3 w dalszej części niniejszego raportu.

Należy podkreślić, iż Wydział rekrutuje na studia na kierunku ISI najlepszych kandydatów, od których oczekuje otwartości umysłu, ciekawości poznania oraz pasji, jak również gotowości do rozwoju kompetencji informatycznych, matematycznych i analitycznych. Przyciągnięciu najlepszych kandydatów na studia służą m.in.:

- uruchomiony w roku akademickim 2022/2023 program StudiaID dla laureatów olimpiad przedmiotowych, którzy otrzymują stypendium, opiekuna naukowego i możliwość realizowania studiów w systemie Indywidualnego Programu Studiowania
- działania popularyzatorskie, takie jak MiNI Akademia, Internetowy Konkurs dla Szkół Średnich – Matematyka, Dzień Popularyzacji Matematyki, Edukacja w Wirtualnej Rzeczywistości, pomagające przyszłym studentom odkryć te wartości
- wykorzystanie wniosków z analizy innych programów kształcenia w obszarze informatyki
- konsultacje z przedstawicielami przemysłu celem doskonalenia programu studiów i włączanie aktualnych kierunków nieustannie rozwijanej informatyki (jak np. technologie VR).

Od wielu lat studia na kierunku ISI są podejmowane przez elitarne grono studentów o czym świadczy najwyższy w skali Politechniki Warszawskiej próg punktowy rekrutacji spośród wszystkich kierunków studiów oferowanych przez uczelnię, który obowiązywał dla studiów pierwszego stopnia.

1.1.4. Sylwetki absolwentów poszczególnych studiów pierwszego i drugiego stopnia

W ramach studiów pierwszego stopnia nie jest stosowany podział na specjalności, przy czym studia w języku polskim i w języku angielskim mają oddzielne, lekko różne programy dostosowane do specyfiki różnych kandydatów (przede wszystkim obcokrajowców), które jednak pokrywają te same efekty uczenia się. Na drugim stopniu oferowane są trzy specjalności:

- Metody sztucznej inteligencji (w języku polskim)
- Projektowanie systemów CAD/CAM (w języku polskim)
- Artificial Intelligence (w języku angielskim)

W przypadku zarówno studiów pierwszego stopnia, jak i studiów drugiego stopnia w miejsce podziału na specjalności wprowadzono znaczną liczbę zajęć obieralnych, które umożliwiają rozwój indywidualnych zainteresowań studentów i pozyskanie wiedzy oraz umiejętności właściwych dla poszczególnych przedmiotów obieralnych.

Sylwetka absolwenta studiów pierwszego stopnia kierunku ISI.

Absolwent posiada gruntowne przygotowanie z zakresu matematyki i teoretycznych podstaw informatyki, umożliwiające uzupełnienie wiedzy w szybko zmieniającej się rzeczywistości informatycznej. Cechuje go umiejętność samodzielnego rozwiązywania problemów oraz umiejętność praktycznych zastosowań informatyki w różnych dziedzinach. Potrafi posługiwać się narzędziami informatycznymi, programować w różnych językach, obsługiwać sprzęt informatyczny i oprogramowanie. Jest przygotowany do pracy w zespołach realizujących projekty informatyczne, weryfikujących komponenty

systemów informatycznych zgodnie z ich specyfikacją. Może administrować systemami informatycznymi średniej wielkości i sieciami komputerowymi.

Sylwetka absolwenta studiów drugiego stopnia kierunku ISI specjalność Metody Sztucznej Inteligencji oraz Artificial Intelligence.

Absolwent posiada wszechstronną ogólną wiedzę informatyczną i gruntowne przygotowanie z zakresu matematyki, umożliwiające uzupełnianie wiedzy w szybko zmieniającej się rzeczywistości informatycznej. Cechuje go umiejętność samodzielnego rozwiązywania problemów i praktycznego stosowania informatyki w wybranych dziedzinach technologicznych i społecznych. Dysponuje wiedzą z zakresu zagadnień ogólnospołecznych, ułatwiającą komunikację interpersonalną. Posiada pogłębioną znajomość teoretyczną i praktyczną metod sztucznej inteligencji, metod inteligencji obliczeniowej, metod reprezentacji wiedzy oraz metod zarządzania przedsięwzięciami informatycznymi. Może znaleźć zatrudnienie jako kierownik zespołu programistycznego, projektant i twórca oprogramowania, administrator systemów informatycznych. Jest przygotowany do pracy w firmach o różnym profilu działalności, wykorzystujących nowoczesne rozwiązania informatyczne, w szczególności w firmach tworzących oprogramowanie, w firmach doradztwa informatycznego, w sektorze nowoczesnych technologii, instytucjach sektora finansowego, a także do pracy naukowej w instytutach badawczych i wyższych uczelniach.

Sylwetka absolwenta studiów drugiego stopnia kierunku ISI specjalność Projektowanie Systemów CAD/CAM.

Absolwent posiada wszechstronną ogólną wiedzę informatyczną i gruntowne przygotowanie z zakresu matematyki, umożliwiające uzupełnianie wiedzy w szybko zmieniającej się rzeczywistości informatycznej. Cechuje go umiejętność samodzielnego rozwiązywania problemów i praktycznego stosowania informatyki w wybranych dziedzinach technologicznych i społecznych. Dysponuje wiedzą z zakresu zagadnień ogólnospołecznych, ułatwiającą komunikację interpersonalną. Sprawnie posługuje się metodami modelowania matematycznego, grafiki komputerowej i projektowania środowiska wirtualnego, nowoczesnymi systemami baz danych CAD/CAM, metodami numerycznymi oraz metodami zarządzania przedsięwzięciami informatycznymi. Może znaleźć zatrudnienie jako kierownik zespołu programistycznego, projektant i twórca oprogramowania, przede wszystkim gier komputerowych i systemów CAD/CAM, administrator systemów informatycznych. Jest przygotowany do pracy w firmach o różnym profilu działalności, wykorzystujących nowoczesne rozwiązania informatyczne, w szczególności w firmach tworzących oprogramowanie, w firmach doradztwa informatycznego, w sektorze nowoczesnych technologii, a także do pracy naukowej w instytutach badawczych i wyższych uczelniach.

1.1.5. Zgodność koncepcji kształcenia z potrzebami otoczenia społeczno-gospodarczego oraz rynku pracy

Koncepcja kształcenia na kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne jest zgodna z potrzebami otoczenia gospodarczego, co znajduje swoje najbardziej wyraziste odzwierciedlenie w fakcie, że większość studentów znajduje stałe zatrudnienie w sektorze IT jeszcze przed obroną pracy inżynierskiej. Firmy komercyjne nieustannie zabiegają o możliwość zareklamowania się wśród studentów Wydziału i z tego powodu istnieją bardzo żywe kontakty zarówno z Wydziałową Radą Samorządu, która organizuje prelekcje i szkolenia, jak i Władzami Wydziału. Podjęcie pracy przez studentów nie jest sytuacją korzystną, ale w większości przypadków nie da się jej zapobiec przede wszystkim z powodów ekonomicznych.

Sytuacja na rynku IT jest dobrze zbadana, a potrzeby pracodawców są dość dobrze określone. Kierunek ISI pozycjonuje się w tym obszarze zapewniając absolwentom unikalną jakość edukacji teoretycznej i praktycznej w zakresie programowania i innych aspektów pracy informatyka.

Przykładowo, Projekt Sektorowych Ram Kwalifikacji dla Sektora Informatycznego¹ na poziomie 6 i 7 PRK definiuje między innymi następujące efekty uczenia się:

- zna i rozumie zaawansowane teorie stanowiące podstawę działania oprogramowania, wykonywania obliczeń i przetwarzania danych za pomocą komputerów
- zna i rozumie zaawansowane sposoby posługiwania się wybranymi językami programowania
- zna i rozumie problematykę cyklu życia systemów informatycznych
- zna i rozumie zaawansowane zagadnienia z matematyki, fizyki oraz nauk technicznych i społecznych, niezbędne do analizowania i przewidywania rozwoju i zmian w zasadach działania oprogramowania, wykonywania obliczeń i przetwarzania danych za pomocą komputerów
- umie zaprojektować i wdrożyć rozwiązanie na podstawie otrzymanej, sformalizowanej analizy potrzeb lub przeprowadzić taką analizę z wykorzystaniem niezbędnych narzędzi
- posiada umiejętności związane z zaprojektowaniem, wykonaniem i wdrożeniem oprogramowania systemu informatycznego, wykorzystującego różnorodne komponenty i przetwarzanie rozproszone; w szczególności potrafi:
 - o wykorzystać wiedzę matematyczną i informatyczną do opisu i symulacji procesów, tworzenia modeli, zapisu algorytmów oraz innych podobnych działań;
 - o pełnić rolę eksperta w zakresie wybranych języków i narzędzi programowania;
 - o posługiwać się odpowiednimi narzędziami: analizy, ewaluacji i walidacji do oceny systemów, technologii i zadań informatycznych;
 - o ocenić złożoność obliczeniową i wykonać plan testów;
 - o modelować i wykorzystywać wielowarstwowe systemy rozproszone

Efekty te są w pełni zgodne z Kierunkowymi Efektami Uczenia się dla kierunku ISI.

Raport przygotowany na zamówienie Ministerstwa Rozwoju i wydany przez Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości² przewiduje, że konieczne będzie dalsza informatyzacja głównych sektorów gospodarki w celu uzyskania wzrostu ich efektywności. Można więc powiedzieć, że postęp w tej dziedzinie warunkowany jest stałym dopływem specjalistów branży IT. Jednocześnie MCKinsey w raporcie „Polska 2025” postuluje między innymi konieczność przeznaczenia większych środków wydawanych w ramach zamówień publicznych na projekty badawczo-rozwojowe, a nawet celowe finansowanie programów badawczych przez środki krajowe. Stworzy to doskonały grunt do rozwoju firm prowadzących projekty B+R, a w których zatrudnienie znajdują przede wszystkim specjaliści posiadający najlepszą wiedzę i umiejętności. Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych poprzez swoje zasoby kadrowe (kategoria A w ewaluacji) jest w stanie zagwarantować taki poziom wykształcenia absolwentów, który sprosta tym oczekiwaniom.

Światowa gospodarka nieustannie rozwija się w sektorach ICT (Information-Communication-Technology). Według danych ONZ każdego roku przybywa na świecie kilkadziesiąt milionów użytkowników sieci internetowej. Lawinowy rozwój społeczeństwa informacyjnego pociąga za sobą ogólnoswiatową potrzebę rozwijania usług IT. W powyższym raporcie specjaliści twierdzą, że kluczowymi trendami w sektorze ICT będą technologie w chmurze, Big Data, internet rzeczy oraz cyberbezpieczeństwo. Prognozowany jest jednocześnie wzrost zatrudnienia w sektorze ICT w Polsce o 100.000 osób od roku 2022 do roku 2026.

¹ Sektorowa Rama Kwalifikacji dla SEKTORA INFORMATYCZNEGO (SRK IT). Zespół redakcyjny: Andrzej Żurawski, Mateusz Panowicz, Emilia Danowska-Florczyk, Magdalena Kochańska. Instytut Badań Edukacyjnych 2018

² PERSPEKTYWY ROZWOJU POLSKIEJ BRANŻY ICT DO ROKU 2025. Raport przygotowany przez INVESTIN na zlecenie Ministerstwa Rozwoju. Patronat: Polska Izba Informatyki i Telekomunikacji (PIIT). Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości. 2017. ISBN: 978-83-7633-327-4

19 lutego 2020 roku Komisja Europejska opublikowała Europejską Strategię Danych (ang. European Data Strategy), która zakłada budowę jednolitego rynku danych i wspólnych, europejskich przestrzeni danych w kluczowych sektorach. Strategia widzi w danych źródło rozwoju gospodarki, zapewniające wzrost wydajności i efektywności gospodarowania zasobami różnego rodzaju. Rozwój informatyki jest wobec tego niezbędny dla rozwoju nowoczesnych dziedzin o strategicznym znaczeniu takich jak sztuczna inteligencja i robotyka, ale również rozwoju małych i średnich przedsiębiorstw, czy też budowania rozwiązań tzw. Przemysłu 4.0.

W przypadku dokumentów opracowanych na poziomie krajowym, Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.) – przyjęta przez Radę Ministrów 14 lutego 2017 r. będąca aktualizacją średniookresowej strategii rozwoju kraju w części poświęconej cyfryzacji wskazuje na kluczową rolę danych jako podstawowego materiału dla tworzenia innowacyjnych usług i produktów w gospodarce cyfrowej. W szczególności, podkreśla znaczenie analityki danych, w tym analityki Big Data i analityki wielokryterialnej w Przemysłu 4.0 i usługach Smart Cities.

Program studiów, zarówno pierwszego, jak i drugiego stopnia podlega sukcesywnemu rozwojowi, wyznaczanemu m.in. przez analizę światowych trendów oraz współpracy z przedstawicielami otoczenia społeczno-gospodarczego, w tym z przedstawicielami pracodawców m.in. obecnymi w Radzie Pracodawców Wydziału, pozyskiwane w trakcie konferencji tematycznych i spotkań projektowych.

Ważnym wyznacznikiem potrzeb kształcenia były również doświadczenia projektów badawczo-rozwojowych i naukowych realizowanych w gronie krajowym i międzynarodowym (np. projekt H2020 VaVeL realizowany m.in. wspólnie z Instytutem Fraunhofera (Niemcy), Technion (Izrael), Orange Polska).

Przygotowanie kształcenia na kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne odpowiada na zapotrzebowanie na specjalistów w tym obszarze zidentyfikowane w skali światowej i europejskiej. O wadze kształcenia w obszarze metod analizy danych i sztucznej inteligencji świadczy inauguracja przez Ministerstwo Cyfryzacji w listopadzie 2019 roku inicjatywy AI Tech, w ramach której rozpoczęto prace nad stworzeniem systemowego kształcenia najwyższej klasy specjalistów sztucznej inteligencji, uczenia maszynowego i cyberbezpieczeństwa.

Studia zarówno pierwszego, jak i drugiego stopnia kierunku ISI zapewniają kształcenie wysokiej klasy specjalistów odpowiadających na potrzeby związane z transformacją cyfrową, koniecznych dla rozwoju nowoczesnych, konkurencyjnych przedsiębiorstw, a jednocześnie przygotowanych do dalszego rozwoju, w tym rozwoju naukowego, jak również osób gotowych w przyszłości podejmować kształcenie kolejnych ekspertów w omawianej dziedzinie.

1.1.6. Uczestnictwo interesariuszy w procesie kształtowania koncepcji kształcenia

1.1.6.1. Uczestnictwo wewnętrznych interesariuszy

Na potrzeby rozwoju programu studiów kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne, Rada Wydziału Matematyki i Nauk Informacyjnych Politechniki Warszawskiej powołała Komisję Programową Kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne, w której skład wchodzi pracownicy Wydziału oraz przedstawiciele pracodawców i studentów, w tym studentów kierunku i doktorantów. Należy podkreślić, iż proponowane zmiany są zawsze poddawane dyskusji z udziałem przedstawicieli wszystkich interesariuszy, w tym z udziałem studentów kierunku ISI.

Współpraca z interesariuszami wewnętrznymi jest skupiona na dążeniu do stałego doskonalenia programu studiów oraz zasad kształcenia, w tym wprowadzania nowych rozwiązań organizacyjnych dedykowanych dla kierunku. Przykłady rozwiązań wypracowanych ze studentami to wycofanie przedmiotu Elementy konstrukcji sprzętu cyfrowego i wprowadzenie na jego miejsce bardziej odpowiadającego kierunkowi studiów przedmiotu Architektura komputerów albo zamiana przedmiotu Równania różniczkowe na bardziej praktyczny przedmiot nastawiony na pokazanie zastosowań równań różniczkowych i przygotowanie do studiów drugiego stopnia: Modelowanie matematyczne.

1.1.6.2. Uczestnictwo zewnętrznych interesariuszy

Oferta studiów kierunku powstawała i jest rozwijana w ramach stałej współpracy z interesariuszami zewnętrznymi. Przede wszystkim, rozwiązania składające się na ofertę studiów pierwszego i drugiego stopnia były poddawane bieżącej dyskusji z udziałem przedstawicieli pracodawców obecnych w Komisji Programowej Kierunku, reprezentujących sektor przedsiębiorstw technologicznych (NVIDIA Polska oraz Globema). Przedstawiciele ci zaopiniowali zdecydowanie pozytywnie program studiów zarówno w języku polskim, jak i program studiów w języku angielskim.

Kolejnym źródłem wiedzy na temat oczekiwań rynku pracy i angażowania zewnętrznych interesariuszy były m.in. współorganizowane przez Wydział konferencje technologiczne jak np. Ya!vaConf, The Hack Summit, MS Tech Summit, Warszawskie Dni Informatyki, Data Science Summit, Data Science Summit Machine Learning Edition oraz spotkania z pracodawcami prowadzonymi w ramach w/w konferencji szeroko zakrojone działania rekrutacyjne ukierunkowane na pozyskanie specjalistów w dziedzinie informatyki. Więcej informacji na ten temat zawiera opis Kryterium 6.

Otwartość Wydziału na współpracę z firmami doprowadziła do uruchomienia kilku przedmiotów obieralnych prowadzonych przez specjalistów z przemysłu, pracowników firm Leancode, Google, Amazon, Netcompany, PKO BP oraz C.H. Robinson: *Programowanie aplikacji mobilnych w technologii Flutter*, *Architektura aplikacji chmurowych*, *Programowanie aplikacji wielowarstwowych i mobilnych w oparciu o React*, *Architektura nowoczesnych systemów IT*, *Praktyczne aspekty cyberbezpieczeństwa* oraz *Tworzenie aplikacji webowych z wykorzystaniem .NET Framework*. Przedmioty te pozwalają studentom na uzyskanie wiedzy i umiejętności związanych bezpośrednio z technologiami poszukiwanymi na rynku pracy, a które bardzo trudno jest zapewnić w ramach zajęć prowadzonych przez pracowników naukowych na uczelni.

Jednym z wyznaczników do prowadzenia studiów na kierunku ISI w języku angielskim jest również zapewnienie oferty studiów, które mają międzynarodowy charakter, światowy poziom i czerpią szeroko ze wzorców światowych. Wykorzystują one zatem także doświadczenia zdobywane m.in. w ramach współpracy międzynarodowej z interesariuszami z takich ośrodków badawczych jak Institute Polytechnique de Paris, Technion, Ghent University, Hasselt University, Deakin University, Melbourne University, Aalborg University oraz Porto University.

Wydział regularnie współpracuje w procesie dydaktycznym z interesariuszami z branży IT, którzy postrzegają absolwentów kierunku jako potencjalnych (współ)pracowników. Dotyczy to firm z branży IT: Orange Polska, Samsung, NVIDIA Polska, IBM, Intel, CD Projekt RED, 11 bit studios, Netcompany, Leancode, AMD i wielu innych.

Ważnym elementem współpracy z interesariuszami zewnętrznymi jest również współpraca z jednostkami badawczymi krajowymi i zagranicznymi, z których część to przyszli pracodawcy tych studentów, którzy decydują się na podjęcie studiów doktoranckich i kariery naukowej. W tym gronie wymienić należy szczególnie Instytut Badań Systemowych, Instytut Podstaw Informatyki oraz Instytut Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk. Elementem rozwoju współpracy jest opracowanie autorskich przedmiotów i prowadzenie zajęć dydaktycznych na kierunku przez pracowników Wydziału i zarazem przedstawicieli w/w i innych jednostek naukowych. Osoby te uczestnicząc w procesie nauczania wprowadzają zarazem studentów kierunku w świat badań naukowych, podejmując rolę mentora i reprezentując nurty badań obecne w czołowych jednostkach naukowych.

1.1.7. Cechy wyróżniające kierunek Informatyka i Systemy Informacyjne

Studia na kierunku Informatyka i Systemy informacyjne wyróżniają się na tle innych tego typu programów pogłębionym przygotowaniem studentów w dziedzinie informatyki teoretycznej w zakresie algorytmów, teorii automatów i języków formalnych oraz teorii obliczeń. Ponadto studenci wyposażeni są w gruntowną wiedzę z matematyki wyższej obejmującej analizę, algebrę, teorię mnogości i prawdopodobieństwo. Daje to znakomitą podstawę do budowania kompetencji inżynierskich oraz

programistycznych bez ograniczającego ukierunkowania na wybrane aspekty technologiczne, które mogą szybko się zmieniać i dezaktualizować. Dzięki temu absolwenci studiów pierwszego stopnia mogą bez trudu kontynuować studia na drugim stopniu zarówno na programach związanych bezpośrednio z informatyką, jak np. specjalności oferowane na Wydziale w ramach tego samego kierunku studiów lub na kierunkach bardziej zbliżonych do analizy danych, jak np. oferowany na Wydziale kierunek Data Science. Elastyczność absolwentów jest również doceniana przez pracodawców, którzy nieustannie szukają bezpośredniego kontaktu ze studentami jeszcze podczas studiów, aby zachęcić ich do przyjęcia oferty zatrudnienia.

Drugim aspektem wyróżniającym program ISI jest znaczna liczba przedmiotów związanych z programowaniem, zarówno nauką od podstaw, jak i doskonaleniu tej umiejętności. Studenci realizują również dużą liczbę projektów programistycznych i prac zespołowych. Dzięki temu nabywają umiejętności i doświadczenie doceniane w firmach komercyjnych. Wielu pracodawców pozwala absolwentom kierunku ISI na rekrutację, nie od pierwszego, ale od ostatniego jej etapu, zakładając, że wszystkie zadania programistyczne i tak rozwiążą na bardzo dobrym poziomie.

Kolejną cechą wyróżniającą kierunek ISI jest ożywiona współpraca z przemysłem realizowana poprzez projekty B+R z udziałem studentów realizowane na zlecenie firm, poprzez prace dyplomowe i wdrożenia opracowanych przez studentów rozwiązań. Szczegółową listę tych działań zawiera opis kryterium 6. Warto zaznaczyć, że w ostatnich 3 latach akademickich studenci kierunku ISI wykonali we współpracy z przemysłem 27 prac magisterskich i 14 inżynierskich (Załącznik 3.2 do niniejszego raportu).

Warto podkreślić również otwartość studiów drugiego stopnia na kandydatów z innych uczelni. Dzięki programom 3 i 4-semestralnym mogą rekrutować się zarówno absolwenci 7 jak i 6-semestralnych studiów pierwszego stopnia.

1.2. Badania naukowe w dziedzinie nauki związane z kierunkiem studiów

1.2.1. Związek kształcenia z prowadzoną w uczelni działalnością naukową, w tym głównymi kierunkami działalności naukowej związanej z kierunkiem

Do dyscypliny naukowej *Informatyka techniczna i telekomunikacja* należy ponad 150 pracowników Politechniki Warszawskiej. Opracowanie kierunku zostało zrealizowane przez pracowników Wydziału Matematyki i Nauk Informacyjnych, którzy prowadzą aktywną działalność naukową i opiekują się dyplomantami kierunku ISI. Wobec powyższego dalszy opis koncentruje się na gronie pracowników Wydziału przynależnym do dyscypliny ITT i zaangażowanych w badania związane z kierunkiem ISI.

Jednym z kluczowych czynników, wysokiej jakości kierunku ISI jest potencjał naukowy Wydziału Matematyki i Nauk Informacyjnych Politechniki Warszawskiej i jego związek z obszarem informatyki. Zespół pracowników Wydziału związany jest przede wszystkim z dyscyplinami *Matematyka* oraz *Informatyka techniczna i telekomunikacja*. Zainteresowania naukowe szczególnie licznego grona pracowników Wydziału, w tym zdecydowanej większości pracowników badawczo-dydaktycznych i badawczych przypisanych do dyscypliny naukowej *Informatyka techniczna i telekomunikacja* są związane z różnymi nurtami metod numerycznych, metod sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego, przetwarzania strumieni danych, sieci neuronowych, modelowania geometrycznego, wirtualnej rzeczywistości, baz danych, a nawet gier komputerowych.

Wobec istotnej roli obszaru umiejętności matematycznych i statystycznych we wszechstronnym przygotowaniu inżynierów, bardzo istotne znaczenie ma również potencjał naukowy Wydziału i jego zespołów badawczych pracujących w dyscyplinie matematyka. Przedstawiciele tych zespołów uczestniczą w procesie kształcenia, przyjmując wielokrotnie rolę koordynatorów i autorów wykładów w takich obszarach o krytycznie istotnej roli jak np. algorytmy i struktury danych, matematyka dyskretna czy statystyka.

W zakresie Informatyki na Wydziale MiNI PW działa aż 11 zespołów badawczych, których liderami są pracownicy Wydziału (w kolejności alfabetycznej liderów):

1. *Godna zaufania sztuczna inteligencja*

Lider zespołu: dr hab. inż. Przemysław Biecek, prof. uczelni

Badania zespołu dotyczą wyjaśnialności i weryfikowalności modeli predykcyjnych (modeli uczenia maszynowego) i koncentrują się wokół następujących zagadnień:

- konstrukcja nowych metod eksploracji lokalnej i globalnej złożonych modeli predykcyjnych
- konstrukcja nowych metod automatyzacji trenowania modeli predykcyjnych z wykorzystaniem portfolio konfiguracji hiperparametrów dla modeli predykcyjnych
- empiryczna weryfikacja skuteczności wyjaśnień z użyciem badań fokusowych
- adaptacja opracowanych rozwiązań do następujących modalności danych: dane tabelaryczne, dane obrazowe, dane tekstowe, dane audio
- przeprowadzanie kontrolowanych ataków na wyjaśniania złożonych modeli, analiza ewolucji polityk związanych ze sztuczną inteligencją
- opracowanie narzędzi informatycznych dla języków R i Python implementujących wyżej wymienione metody.

W skład zespołu wchodzi: dr Elżbieta Sienkiewicz, mgr Katarzyna Woźnica (doktorantka), mgr Weronika Hryniewska (doktorantka), dr inż. Tomasz Stanisławek, mgr Barbara Rychalska (doktorantka). Z zespołem współpracuje dr hab. Julian Sienkiewicz z Wydziału Fizyki, dr hab. Bartosz Pielniński z Wydziału Nauk Politycznych UW.

Wybrane najważniejsze publikacje z ostatnich 5 lat:

- 1) M Krzyżiński, M Spytek, H Baniecki, P Biecek. SurvSHAP(t): Time-dependent explanations of machine learning survival models. Knowledge-Based Systems (2023), 110234 (200 pkt MNiSW)
- 2) A. Gosiewska, K. Woźnica, P. Biecek. Interpretable meta-score for model performance (2022). Nature Machine Intelligence 4, p. 792–800
- 3) W. Hryniewska, A. Grudzień, P. Biecek. LIMECraft: handcrafted superpixel selection and inspection for Visual eXplanations (2022). Machine Learning (140 pkt MNiSW)
- 4) P. Biecek, T. Burzykowski, Explanatory Model Analysis Explore, Explain, and Examine Predictive Models, CRC Press 2021 (200 pkt MNiSW)
- 5) W. Hryniewska, P. Bombiński, P. Szatkowski, P. Tomaszewska, A. Przelaskowski, P. Biecek Checklist for responsible deep learning modeling of medical images based on COVID-19 detection studies. (2021). Pattern Recognition 118, 108035 (140 pkt MNiSW)
- 6) A. Gosiewska, A. Kozak, P. Biecek, Simpler is better: Lifting interpretability-performance trade-off via automated feature engineering (2021). Decision Support Systems, 113556 (140 pkt MNiSW)
- 7) H. Baniecki, W. Kretowicz, P. Piatyszek, J. Wisniewski, P. Biecek, dalex: Responsible Machine Learning with Interactive Explainability and Fairness in Python (2021). The Journal of Machine Learning Research 21 (140 pkt MNiSW)
- 8) R. Cylwa, K. Kiełczewski, M. Machnik, U. Oleksiewicz, P. Biecek, KRAB ZNF explorer—the online tool for the exploration of the transcriptomic profiles of KRAB-ZNF factors in The Cancer Genome Atlas (2020). Bioinformatics 36 (3), 980-981 (200 pkt MNiSW)
- 9) AG. Dobrakowski, A. Mykowiecka, M. Marciniak, W. Jaworski, P. Biecek, Interpretable segmentation of medical free-text records based on word embeddings (2021). Journal of Intelligent Information Systems, 1-19 (70 pkt MNiSW)
- 10) P. Biecek, DALEX: explainers for complex predictive models in R (2018). The Journal of Machine Learning Research 19 (1), 3245-3249 (140 pkt MNiSW)

- 11) DH. Caro, P. Biecek, intsvy: An R package for analyzing international large-scale assessment data (2017). Journal of Statistical Software 81 (1), 1-44 (200 pkt MNiSW).

2. *Methods for Analysing of Data: Algorithms and Modelling*

Lider zespołu: dr hab. inż. Marek Gągolewski, prof. uczelni

Badania zespołu dotyczą algorytmów analizy i modelowania danych i są skupione wokół następujących zagadnień:

- agregacja i fuzja danych
- sieci złożone oraz modele agentowe
- algorytmy uczenia maszynowego
- modelowanie danych interdyscyplinarnych (ekonomia, nauki społeczne, sport, itd)

W skład zespołu wchodzi: dr Anna Cena, dr inż. Maciej Bartoszek, dr inż. Grzegorz Siudem z Wydziału Fizyki PW, mgr Barbara Żogała-Siudem z Instytutu Badań Systemowych PAN.

Wybrane najważniejsze publikacje z ostatnich 5 lat:

- 1) M. Gągolewski, M. Bartoszek, A. Cena, Are cluster validity measures (in)valid?, Information Sciences 581, 620–636, 2021, doi:10.1016/j.ins.2021.10.004 (200 pkt MNiSW)
- 2) G. Siudem, B. Żogała-Siudem, A. Cena, M. Gągolewski, Three dimensions of scientific impact, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS) 117, 13896–13900, 2020, doi:10.1073/pnas.2001064117 (200 pkt MNiSW)
- 3) R. Pérez-Fernández, B. De Baets, M. Gągolewski, A taxonomy of monotonicity properties for the aggregation of multidimensional data, Information Fusion 52, 2019, pp. 322-334. doi:10.1016/j.inffus.2019.05.006 (200 pkt MNiSW)
- 4) M. Gągolewski, S. James, G. Beliakov, Supervised learning to aggregate data with the Sugeno integral, IEEE Transactions on Fuzzy Systems 27(4), 2019, pp. 810-815. doi:10.1109/TFUZZ.2019.2895565 (200 pkt MNiSW)
- 5) M. Gągolewski, M. Bartoszek, A. Cena, Genie: A new, fast, and outlier-resistant hierarchical clustering algorithm, Information Sciences 363, 2016, pp. 8-23. doi:10.1016/j.ins.2016.05.003 (200 pkt MNiSW)
- 6) B. Żogała-Siudem, G. Siudem, A. Cena, M. Gągolewski, Agent-based model for the h-index Exact solution, European Physical Journal B 89:21, 2016. doi:10.1140/epjb/e2015-60757-1 (40pkt MNiSW).

Granty:

- Narodowe Centrum Nauki (NCN), projekt badawczy 2014/13/D/HS4/01700, Konstrukcja i analiza narzędzi zarządzania jakością producentów zasobów informacyjnych, Instytut Badań Systemowych, 2015 – 2017, Kierownik: dr hab. inż. M. Gągolewski
- Projekt badawczy „Trzy Uniwersalne parametry: Redukcja Liczby wymiarów danych informetrycznych”, IDUB-POB-CyberiADa-1, Wydział Fizyki PW, 2019-2021, kierownik: dr inż. Grzegorz Siudem.

3. *Statystyka obliczeniowa i analiza danych*

Lider zespołu: prof. dr hab. Przemysław Grzegorzewski

Badania zespołu dotyczą statystyki matematycznej i obliczeniowej, szeroko pojętej analizy danych, uczenia maszynowego oraz inteligencji obliczeniowej. Koncentrują się one wokół następujących zagadnień:

- analiza nieprecyzyjnych danych (zwłaszcza przedziałowych i rozmytych)

- analiza danych funkcjonalnych w kontekście analizy przeżycia, ze szczególnym uwzględnieniem funkcji cenzurowanych
- klasyfikacja wieloetykietowa
- modelowanie przyczynowości, ze szczególnym uwzględnieniem modeli regresyjnych
- analiza skupień
- operatory agregacji
- modelowanie probabilistyczne poziomu ekspresji genów na podstawie przestrzennego sekwencjonowania RNA.

W skład zespołu wchodzi: dr Paweł Teisseyre, mgr Agnieszka Geras (doktorantka), mgr Krzysztof Rudaś (doktorant).

Badania prowadzone są wspólnie z naukowcami z University of Oviedo (Hiszpania), University of Ostrava (Czechy), Slovak University of Technology (Słowacja), University of Urbino (Italia), Sejong University I Gachon University (Korea Południowa), Islamic Azad University oraz University of Science and Culture (Iran), University of Oradea (Rumunia), University of Edmonton (Kanada).

Wybrane najważniejsze publikacje z ostatnich 5 lat:

- 1) B. Pekala, K. Dyczkowski, P. Grzegorzewski, U. Bentkowska, Inclusion and similarity measures for interval-valued fuzzy sets based on aggregation and uncertainty assessment, *Information Sciences*, 547 (2021), 1182-1200 (200 pkt MNiSW)
- 2) E. Strzałkowska-Kominiak, J. Romo, Censored functional data for incomplete follow-up studies, *Statistics in Medicine*, 40 (2021), 2821-2838. (100 pkt MNiSW)
- 3) P. Teisseyre, Classifier chains for positive unlabeled multi-label learning, *Knowledge Based Systems*, 213 (2021), 1 – 16 (200 pkt MNiSW)
- 4) K. Rudaś, S. Jaroszewicz, Linear regression for uplift modeling, *Data Mining and Knowledge Discovery*, 32 (2018), 1275–1305 (140 pkt MNiSW)
- 5) M. Baczyski, P. Grzegorzewski, R. Mesiar, P. Helbin, W. Niemyska, Fuzzy implications based on semicopulas, *Fuzzy Sets and Systems* 323 (2017), 138-151. (140 pkt MNiSW)
- 6) A. Kołacz, P. Grzegorzewski, Measures of dispersion for multidimensional data, *European Journal of Operational Research* 251 (2016), 930-937 (140 pkt MNiSW)
- 7) A.B. Ramos-Guajardo, P. Grzegorzewski, Distance-based linear discriminant analysis for interval-valued data, *Information Sciences* 372 (2016) 591-607 (200 pkt MNiSW).

4. Systemy przetwarzania informacji

Lider zespołu: dr hab. inż. Maciej Grzenda, prof. uczelni

Badania zespołu Systemów Przetwarzania Informacji dotyczą metod pozyskiwania, przetwarzania i analizy strumieni danych (ang. stream mining) i koncentrują się wokół następujących zagadnień:

- wzorce architektoniczne dedykowane dla systemów pozyskiwania, przetwarzania i analizy danych wielkiej skali (ang. Big Data), w tym szczególnie dla przetwarzania danych tzw. inteligentnych miast z uwzględnieniem udostępniania otwartych danych (ang. open data)
- wykorzystanie środowisk klastrowych i platform GPU w przetwarzaniu i analizie danych
- analizowanie i projektowanie algorytmów równoległych i rozproszonych na platformy heterogeniczne oraz ich optymalizowanie
- zagadnienia przetwarzania danych sensorycznych, w tym danych geolokalizacyjnych
- zagadnienia opóźnionej oceny modeli uczenia maszynowego (ang. verification latency)

- metody generowania i wykorzystania wielokrotnych prognoz tworzonych przez modele klasyfikacyjne i regresyjne aktualizowane w trybie przyrostowym w warunkach występowania tzw. opóźnionych etykiet (ang. delayed labels)
- metody uczenia maszynowego dedykowane dla tzw. zmienności pojęć (ang. concept drift)
- metody uczenia maszynowego i wstępnej transformacji danych dedykowane dla zagadnień przemysłowych, w tym. min. rozwój i wykorzystanie metod częściowo-nadzorowanych do modelowania procesów produkcyjnych
- metody przetwarzania strumieni danych w warunkach występowania braków w danych, opóźnionej dostępności i zmiennej rozdzielczości czasowej danych sensorycznych.

W skład zespołu wchodzi: dr inż. Marcin Luckner, dr inż. Krzysztof Kaczmarek, mgr inż. Przemysław Wrona. Zespół współpracuje m.in. z prof. A. Bifet (Telecom ParisTech, Francja), dr. H. M. Gomesem (Univ. of Waikato, Nowa Zelandia), dr. A. Bustillo (Univ. de Burgos, Hiszpania), dr inż. J. Legierskim (Centrum Badawczo-Rozwojowe Orange Polska) oraz dr Piotrem Przymusem (Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu).

Wybrane najważniejsze publikacje z ostatnich 5 lat

- 1) M. Grzenda, A. Bustillo, Semi-supervised roughness prediction with partly unlabeled vibration data streams, w: Journal of Intelligent Manufacturing, Springer, 2019, vol. 30, no. 2, str. 933-945, (JCR, 140 pkt MEiN)
- 2) M. Grzenda, K. Kwasiborska, T. Zaremba, Hybrid Short Term Prediction to Address Limited Timeliness of Public Transport Data Streams, w: Neurocomputing, Elsevier, vol. 391, 2020, str. 305-317, (JCR, 140 pkt MEiN)
- 3) M. Grzenda, H. M. Gomes, A. Bifet, Delayed Labelling Evaluation for Data Streams, w: Data Mining and Knowledge Discovery, 34, Springer, 2020, str. 1237-1266 (JCR, 140 pkt MEiN)
- 4) M. Luckner, M. Grzenda, R. Kunicki, J. Legierski, IoT Architecture for Urban Data-Centric Services and Applications, w: ACM Transactions on Internet Technology, 2020, vol. 20, no. 3 (JCR, 140 pkt MEiN)
- 5) M. Grzenda, H. M. Gomes and A. Bifet, Performance measures for evolving predictions under delayed labelling classification, 2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), Glasgow, Wielka Brytania, 2020, str. 1-8 (140 pkt MEiN)
- 6) H. Murilo Gomes, M. Grzenda, R. Mello, J. Read, M. H. Le Nguyen, A. Bifet, A Survey on Semi-Supervised Learning for Delayed Partially Labelled Data Streams, ACM Computing Surveys, vol. 55, issue4, 2022, str. 1-42 (JCR, 200 pkt MEiN)
- 7) M. Luckner, I. Krzemińska, P. Wawrzyniak and J. Legierski, Estimating Population Density Without Contravening Citizen's Privacy: Warsaw Use Case, w IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, doi: 10.1109/TSMC.2021.3096754, vol. 52, issue:7, 2022, str. 4494-4506 (JCR, 200 pkt MEiN)
- 8) M. Grzenda, Quantifying Changes in Predictions of Classification Models for Data Streams. w: Bouadi, T., Fromont, E., Hüllermeier, E. (eds) Advances in Intelligent Data Analysis XX. IDA 2022. Lecture Notes in Computer Science, vol 13205. Springer, Cham, 2022, str. 115-127 (140 pkt MEiN)
- 9) K. Kaczmarek, A. Wolant: GPU R-Trie: Dictionary with ultra fast lookup. Concurr. Comput. Pract. Exp. 31(19) 2019 (JCR, 100 pkt MEiN)

5. Inteligentne technologie obliczeniowe

Lider zespołu: prof. dr hab. inż. Władysław Homenda

Badania zespołu dotyczą zagadnień badawczych z informatyki z zakresu technologii obliczeniowych i koncentrują się wokół następujących zagadnień:

- przetwarzanie danych nieustrukturalizowanych i częściowo ustrukturalizowanych, odkrywanie lokalnych zależności i związków między nimi
- mapy poznawcze i ich zastosowania, w szczególności zastosowania map poznawczych w procesie interpretowalności zależności w przestrzeniach danych
- przetwarzania sekwencji temporalnych, w tym stosowania istniejących i proponowania nowych metod w zadaniach prognozowania i klasyfikacji
- zagadnienia klasyfikacji z identyfikacją elementów obcych i zastosowania tego zagadnienia w procesie przetwarzania sekwencji temporalnych
- metod przyjaznych człowiekowi ze szczególnym uwzględnieniem interpretowalności rozwiązań automatycznych.

W skład zespołu wchodzi: dr hab. inż. Agnieszka Jastrzębska, dr inż. Janusz Rafałko. Z zespołem współpracują: mgr. inż. Katarzyna Stępień z Wydziału Fizyki PW i student Wydziału MiNI PW Jakub Bilski.

Podręcznik akademicki:

- Homenda W., Pedrycz W., Automata Theory and Formal Languages, De Gruyter, pp. 1-231, 2022

Wybrane najważniejsze publikacje z ostatnich 2 lat:

- 1) Jastrzebska A., Napoles G., Wang Y., Homenda W., Vanhoof K., Fuzzy Cognitive Map-Driven Comprehensive Time-Series Classification, IEEE Transactions on Cybernetics, 2021, pp. 1-12 (Early Access), DOI: 10.1109/TCYB.2021.3133597 (200 pkt MEiN)
- 2) Wang Y., Yu F., Homenda W., Pedrycz W., Jastrzebska A., Wang X., Training Novel Adaptive Fuzzy Cognitive Map by Knowledge-guidance Learning Mechanism for Large-scale Time Series Forecasting, IEEE Transactions on Cybernetics, 2021, pp. 1-12 (Early Access), DOI: 10.1109/TCYB.2021.3132704 (200 pkt MEiN)
- 3) Wang Y., Yu F., Homenda W., Pedrycz W., Tang Y., Jastrzebska A., Li F., The Trend-Fuzzy-Granulation-Based Adaptive Fuzzy Cognitive Map for Long-term Time Series Forecasting, IEEE Transactions on Fuzzy Systems, December 2022, Volume: 30, Issue: 12, pp. 5166-5180, ISSN: 1063-6706, DOI: 10.1109/TFUZZ.2022.3169624 (200 pkt MEiN)
- 4) Homenda W., Jastrzebska A., Time Series Classification using Fuzzy Cognitive Maps, IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Volume: 28, No. 7, pp. 1383-1394, July 2020, Digital Object Identifier 10.1109/TFUZZ.2019.2917126 (200 pkt MEiN)
- 5) Homenda W., Jastrzebska A., Pedrycz W., Unsupervised Mode of Rejection of Foreign Patterns, Applied Soft Computing 57 (2017) 615–626 (200 pkt MEiN)
- 6) Pedrycz W., Homenda W., Jastrzębska A., Yu F. Information Granules and Granular Models: Selected Design Investigations. Proceedings of FUZZ-IEEE 2020 (140 pkt MEiN)
- 7) Jastrzebska, A. & Homenda, W. (2022). Supervised Identification of Writer's Native Language Based on Their English Word Usage. In R. A. Buchmann, G. C. Silaghi, D. Bufnea, V. Niculescu, G. Czibula, C. Barry, M. Lang, H. Linger, & C. Schneider (Eds.), Information Systems Development: Artificial Intelligence for Information Systems Development and Operations (ISD2022 Proceedings). Cluj-Napoca, Romania
- 8) Homenda, W., Jastrzebska, A., & Wrzesien, M. (2022). Time Series Classification Using Images. In R. A. Buchmann, G. C. Silaghi, D. Bufnea, V. Niculescu, G. Czibula, C. Barry, M. Lang, H. Linger, & C. Schneider (Eds.), Information Systems Development: Artificial Intelligence for Information Systems Development and Operations (ISD2022 Proceedings). Cluj-Napoca, Romania (140 pkt MEiN)
- 9) Wrzesień M., Homenda, (2022). Time Series Processing with Cognitive Maps. The Case of General Forecast Modeling for Time Series of Similar Nature In: IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), Padua, Italy, 18-23 July 2022 (140 pkt MEiN)
- 10) Matusiewicz Z., Homenda W., (2022) Balanced Relations Equations in IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), Padua, Italy, 18-23 July 2022 (140 pkt MEiN)

- 11) Jastrzebska A., Homenda W., Pedrycz W., ARIMA Feature-Based Approach to Time Series Classification, D. Groen et al. (Eds.): ICCS 2022, LNCS 13351, pp. 192–199, 2022, Springer Nature Switzerland AG, https://doi.org/10.1007/978-3-031-08754-7_26 (140 pkt MEiN)
- 12) Jastrzebska A., Homenda W., Text-Based Delay Prediction in a Public Transport Monitoring System, ACM SIGSPATIAL 2021, November 2-5, 2021, Beijing, China, <https://doi.org/10.1145/3474717.3483630> (140 pkt MEiN)

6. Zespół sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego

Lider zespołu: prof. dr hab. inż. Jacek Mańdziuk

Główne obszary działalności naukowej zespołu uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji dotyczą:

- efektywnych metod reprezentacji wiedzy w systemach autonomicznych
- metod populacyjnych
- metod uczenia i rozwiązywania problemów wzorowanych na podejściach stosowanych przez ludzi
- metod uczenia głębokiego.

W skład zespołu wchodzi: dr inż. Michał Okulewicz, mgr inż. Jan Karwowski, mgr inż. Stanisław Kaźmierczak oraz 7 doktorantów. Z zespołem współpracuje dr hab. inż. Maria Ganzha, prof. uczelni (MiNI PW) oraz dr inż. Maciej Świechowski (QED Software).

Zespół realizuje również badania aplikacyjne, wykorzystujące ww. metody do rozwiązywania praktycznych zagadnień w różnych domenach. W szczególności badania dotyczą:

- wykorzystania metod silnej sztucznej inteligencji (Artificial General Intelligence) w dynamicznych środowiskach wieloagentowych
- zastosowań samoadaptujących się algorytmów meta-heurystycznych do rozwiązywania NP-zupełnych problemów optymalizacyjnych
- wykorzystania metod uczenia niewymagających posiadania wiedzy wstępnej (knowledge-free learning) w zagadnieniu General Game Playing oraz w zagadnieniach analizy i przetwarzania obrazów, w szczególności maszynowych metod rozumowania abstrakcyjnego.

Zespół sztucznej inteligencji posiada znaczący dorobek publikacyjny, a uzyskane wyniki badań prezentowane są corocznie na prestiżowych konferencjach naukowych.

Działalność badawcza finansowana jest zarówno ze środków Politechniki Warszawskiej (granty statutowe i dziekańskie) jak i źródeł zewnętrznych (granty NCN, grant MPD FNP). Badania prowadzone są wspólnie z naukowcami z renomowanych ośrodków naukowych (Harvard University w USA, Nanyang Technological University w Singapurze, Instytut Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk, University of Alberta w Kanadzie, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, University of New South Wales w Australii, i in.).

Wybrane najważniejsze publikacje z ostatnich 3 lat (10 pozycji):

- 1) M. Małkiński, J. Mańdziuk, (2023), *A Review of Emerging Research Directions in Abstract Visual Reasoning*, Information Fusion, 91, 713-736, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2022.11.011> (200 pkt MEiN)
- 2) J. Karwowski, J. Mańdziuk, A. Żychowski (2023), *Sequential Stackelberg Games with Bounded Rationality*, Applied Soft Computing, vol. 132, 109846, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2022.109846> (200 pkt MEiN)
- 3) M. Zaborski, M. Woźniak, J. Mańdziuk, (2022), *Multidimensional Red Fox meta-heuristic for complex optimization*, Applied Soft Computing, vol. 131, 109774, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2022.109774> (200 pkt MEiN)

- 4) M. Okulewicz, M. Zaborski, J. Mańdziuk, (2022), Self-Adapting Particle Swarm Optimization for continuous black box optimization, *Applied Soft Computing*, vol. 131, 109722, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2022.109722> (200 pkt MEiN)
- 5) M. Małkiński, J. Mańdziuk, (2022, online), *Multi-Label Contrastive Learning for Abstract Visual Reasoning*, *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, DOI: <https://doi.org/10.1109/TNNLS.2022.3185949> (200 pkt MEiN)
- 6) M. Białas, J. Mańdziuk, (2022), *Spike-timing-dependent plasticity with activation-dependent scaling for receptive field development*, *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 33(10), 5215-5228, DOI: <https://doi.org/10.1109/TNNLS.2021.3069683> (200 pkt MEiN)
- 7) A. Żychowski, J. Mańdziuk, E. Bondi, A. Venugopal, M. Tambe, B. Ravindran, (2022), *Evolutionary Approach to Security Games with Signaling*, 31st International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI'2022), Vienna, Austria, 620-627 (200 pkt MEiN)
- 8) A. Żychowski, J. Mańdziuk, (2021), *Evolution of Strategies in Sequential Security Games*, International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS'2021), London, Great Britain (virtual), 1434-1442 (200 pkt MEiN)
- 9) A. Żychowski, J. Mańdziuk, (2021), *Duo-LDL method for Label Distribution Learning based on pairwise class dependencies*, *Applied Soft Computing*, vol. 110, October 2021, 107585, Elsevier (200 pkt MEiN)
- 10) J. Karwowski, J. Mańdziuk, (2020), *Double-oracle sampling method for Stackelberg Equilibrium approximation in general-sum extensive-form games*, Thirty-Fourth AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI'2020), New York, NY, USA, 2054-2061 (200 pkt MEiN).

7. *Wnioskowanie i modelowanie statystyczne w problemach regresyjnych*

Lider zespołu: prof. dr hab. Jan Mielniczuk

Badania zespołu dotyczą wykrywania zależności regresyjnych metodami statystycznymi i uczenia maszynowego i koncentrują się wokół następujących zagadnień:

- selekcja zmiennych dla problemów wysokowymiarowych w przypadku odpowiedzi ilościowej i jakościowej
- modelowanie różnicowe i pomiar efektu wpływu (uplift modelling)
- testowanie warunkowej niezależności metodami teorii informacji i ich wykorzystanie w selekcji zmiennych
- klasyfikacja wieloetykietowa
- wnioskowanie dla danych z częściową obserwowalnością typu PU
- wnioskowanie dla silnie zależnych szeregów czasowych
- wykrywanie zależności przyczynowych
- metody głębokiego uczenia.

W skład zespołu wchodzi: prof. dr hab. inż. Szymon Jaroszewicz i dr Paweł Teisseyre. Zespół otacza opieką naukową dwójkę doktorantów MiNI PW.

Wybrane najważniejsze publikacje z ostatnich 5 lat:

- 1) M. Kubkowski, J. Mielniczuk, P. Teisseyre (2021) How to gain on power: novel conditional independence tests based on short expansion of Conditional Mutual Information, *Journal of Machine Learning Research*, 22, 1-57 (140 pkt MEiN)
- 2) P. Teisseyre, J. Mielniczuk, M. Łazęcka, Different strategies of fitting logistic regression for positive and unlabeled data (2020), *Proceedings of the International Conference on Computational Science ICCS'20* (ranking CORE A, 140 pkt MEiN)
- 3) J. Mielniczuk, P. Teisseyre (2019) Stopping rules for mutual information-based feature selection, *Neurocomputing*, 358, 255-274 (140 pkt MEiN)

- 4) K. Rudaś, S. Jaroszewicz (2018) Linear regression for uplift modeling. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 32,1275-1305 (140 pkt MEiN)
- 5) P. Teisseire, Classifier Chains For Positive Unlabelled Multi-Label Learning, *Knowledge-Based Systems*, 213 (2021), Str. 1 – 16 (200 pkt MEiN)
- 6) B. Żogała-Siudem, S. Jaroszewicz. (2021) Fast stepwise regression based on multidimensional indexes. *Information Sciences*, 549, 288-309 (200pkt MNiSW).

8. *Laboratorium Bioinformatyki i Genomiki Obliczeniowej*

Lider zespołu: prof. dr hab. Dariusz Plewczyński

Badania zespołu dotyczą bioinformatyki i genomiki obliczeniowej w zastosowaniu do badania zmienności genomu ludzkiego i koncentrują się wokół następujących zagadnień:

- GENOMIKA STRUKTURALNA (wykonujemy badania teoretyczne i eksperymentalne w celu analizy i przewidywania struktury 3D genomu ludzkiego)
- GENOMIKA FUNKCJONALNA (badamy zależność poziomów ekspresji wybranych genów od ich lokalizacji w przestrzeni 3D)
- UCZENIE STATYSTYCZNE (eksploracja danych, biostatystyka. Aby zrozumieć złożone dane biologiczne, stosujemy techniki uczenia maszynowego w celu wyodrębnienia wielowymiarowych zależności między wieloskalowymi cechami genomowymi w tym genotypem, oraz fenotypem).

Używana metodologia obejmuje:

- statystyczną analizę danych (analiza skupień, redukcja wymiarowości, selekcja i określanie rankingu cech, uczenie maszynowe i głębokie metodologie obliczeniowe)
- genomikę obliczeniową w zastosowaniu do badania zmienności sekwencji genomu ludzkiego w skali populacyjnej z wykorzystaniem różnych źródeł danych doświadczalnych (badania GWAS, EWAS, TWAS, sekwencjonowanie nowej generacji: krótkie i długie odczyty, mikromacierze aCGH)
- bioinformatykę (analiza sekwencji i struktury białek, RNA, DNA, przewidywanie struktury trójwymiarowej biomolekuł)
- połączenie metod uczenia głębokiego oraz biofizycznej teorii biopolimerów, w tym symulacje komputerowe struktury trójwymiarowej chromatyny (organizacja wyższego rzędu, epigenetyka, domeny związane topologicznie, chromatynowe domeny kontaktowe, pętle chromatynowe, nukleosomy, kompartmentalizacja genomu ssaków) w celu mechanistycznego powiązania sekwencji DNA, struktury przestrzennej oraz funkcji biologicznej genomów
- wysokoprzepustowa analiza sekwencji DNA, identyfikacja wariantów strukturalnych i mutacji pojedynczych nukleotydów SNP, danych z doświadczeń epigenomiki, transkrypcji i bioobrazowania super-rozdzielczego
- badanie zmienności przestrzennej i czasowej jądra komórkowego, lepsze zrozumienie funkcji wybranych rejonów DNA, opisanie zróżnicowania struktury genomu oraz transkryptomu w populacjach komórek
- identyfikacja przestrzennych więzów wymuszających naturalną selekcję na poziomie molekularnym w trakcie zmian ewolucyjnych, ich wpływ na proces różnicowania się komórek ssaków, obserwowaną zmienność między osobnikami tego samego gatunku
- zastosowania w zrozumieniu podstaw molekularnych powstawania i rozwoju chorób nowotworowych i autoimmunologicznych, oraz neurodegeneracyjnych.

Wyposażenie Laboratorium Bioinformatyki i Genomiki Obliczeniowej:

- profesjonalny pakiet gSuite na potrzeby pracy zespołowej (firma Google)
- trzy super-komputery DGX A100 NVIDIA, adam-1 (2TB RAM), adam-2/3 (1 TB RAM)
- 1PB ultra-wydajna macierz dyskowa DDN eva

- klaster dobrze wyposażonych graficznych workstacji developerskich.

W skład zespołu wchodzi: mgr Michał Kadlof, mgr inż. Michał Denkiewicz, mgr inż. Michał Własnowolski, mgr inż. Mateusz Chiliński (doktorant), mgr Sebastian Korsak (doktorant), mgr Krzysztof Banecki (doktorant), mgr Zofia Tojek (doktorantka). Z laboratorium współpracuje dr Michał Łaźniewski, dr Karolina Jodkowska oraz dr Teresa Szczepińska z Centrum Zaawansowanych Materiałów i Technologii CeZaMaT PW, oraz zespół biologów z Laboratorium Genomiki Funkcjonalnej i Strukturalnej CeNT UW.

Wybrane najważniejsze publikacje z ostatnich 5 lat:

- 1) Sadowski M., Kraft A., Szalaj P., Własnowolski M., Tang Z., Ruan Y., Plewczyński D.: Spatial chromatin architecture alteration by structural variations in human genomes at the population scale, *Genome Biology*, BioMed Central, vol. 20, 2019, (200 pkt, IF-10,806)
- 2) Trzaskoma P., Ruszczycki B., Lee B., Pels K., Krawczyk K., Bokota G., Szczepankiewicz A., Aaron J., Walczak A., Plewczyński D.: Ultrastructural visualization of 3D chromatin folding using volume electron microscopy and DNA in situ hybridization, *Nature Communications*, vol. 11, 2020, s. 1-9, (200 pkt, IF-12,121)
- 3) Własnowolski M., Sadowski M., Czarnota T., Jodkowska K., Szalaj P., Tang Z., Ruan Y., Plewczyński D.: 3D-GNOME 2.0: a three-dimensional genome modeling engine for predicting structural variation-driven alterations of chromatin spatial structure in the human genome, *Nucleic Acids Research*, Oxford University Press, vol. 48, nr W1, 2020, W170-W176, (200 pkt, IF-11,501)
- 4) Wang P., Tang Z., Lee B., Zhu JJ, Cai L., Szalaj P., Tian SZ, Zheng M., Plewczyński D., Ruan X., Liu ET, Wei CL, Ruan Y., Chromatin topology reorganization and transcription repression by PML-RAR α in acute promyeloid leukemia, *Genome Biology* 2020 May 11;21(1):110 (200 pkt MNiSW)
- 5) Sadowski M., Kraft A., Szalaj P., Własnowolski M., Tang Z., Ruan Y., Plewczyński D., Spatial chromatin architecture alteration by structural variations in human genomes at the population scale, *Genome Biology* 2019 Jul 30;20(1):148 (200pkt MNiSW)
- 6) Al Bkhetan Z., Kadlof M., Kraft A., Plewczyński D., Machine learning polymer models of three-dimensional chromatin organization in human lymphoblastoid cells, *Methods* 2019 Mar 7. pii: S1046-2023(18)30334-7 (200pkt MNiSW)
- 7) Al Bkhetan Z., Plewczyński D. Three-dimensional Epigenome Statistical Model: Genome-wide Chromatin Looping Prediction” *Scientific Reports* Volume: 8 Article Number: 5217 Published: MAR 26, 2018 (140 pkt MNiSW)
- 8) Szalaj P., Plewczyński D., Three-dimensional organization and dynamics of the genome, *Cell Biology and Toxicology* Volume: 34 Issue: 5 Pages: 381-404, 2018 (100 pkt MNiSW)
- 9) Dekker J., Belmont AS, Guttman M., Leshyk VO, Lis JT, Lomvardas S., Mirny LA, O'Shea CC, Park PJ, Ren B., Politz JCR, Shendure J., Zhong S.; The 4D nucleome project, *Nature* 549 Issue: 7671, Pages: 219-226 Published: SEP 14, 2017, (200 pkt, IF-44.959)
- 10) Szalaj P., Tang Z., Michalski P., Pietal MJ, Luo OJ, Sadowski M., Li X., Radew K., Ruan Y., Plewczyński D. An integrated 3-Dimensional Genome Modeling Engine for data-driven simulation of spatial genome organization, *Genome Research* Volume: 26 Issue: 12 Pages: 1697-1709 Published: DEC 2016, (200 pkt, IF- 13.796).

Wybrane granty badawcze z ostatnich 5 lat:

- 1) Dariusz Plewczyński uzyskał w roku 2020 finansowanie Ministerialne w wysokości prawie 2.5 mln PLN na zakup klastra nowoczesnych superkomputerów NVIDIA A100 o mocy 5 PFLOPS każdy na potrzeby Laboratorium Bioinformatyki i Genomiki Obliczeniowej Wydziału Matematyki i Nauk Informacyjnych

Politechniki Warszawskiej w celu analizy i interpretacji sekwencji DNA genomu ludzkiego. Zakup został przeprowadzony w ramach środków finansowych na realizację inwestycji związanej z działalnością naukową pt. „System sztucznej inteligencji do interpretacji sekwencji DNA genomu ludzkiego”. Superkomputer integruje w sobie osiem najnowszych procesorów graficznych NVIDIA A100 Tensor Cores oddając do dyspozycji pierwszy system SI z akceleracją GPU w Polsce o wydajności 5 PFLOPS i jednocześnie pierwszą w historii infrastrukturę, która może służyć zarówno przygotowaniu danych i analityki, jak też głębokiemu uczeniu i wnioskowaniu, oraz symulacjom biofizycznym. Dzięki projektowi powstanie na Politechnice Warszawskiej unikalna, uniwersalna, szybka, skalowalna i łatwa do wdrożenia infrastruktura dla sztucznej inteligencji do interpretacji sekwencji DNA genomu ludzkiego w skali populacyjnej.

- 2) Z kolei grant TEAM Dariusza Plewczyńskiego realizowany aktualnie w Laboratorium Genomiki Funkcjonalnej i Strukturalnej Centrum Nowych Technologii Uniwersytet Warszawski, przyznany przez Fundację na Rzecz Nauki Polskiej (FNP) został przyznany na badanie relacji pomiędzy strukturą trójwymiarową genomu a występowaniem i charakterem zmian sekwencji jednowymiarowej ludzkiej nici DNA. Zespół prof. Plewczyńskiego stworzył algorytm komputerowy, który w przyszłości – w ramach procedur medycyny spersonalizowanej – będzie mógł być powszechnie wykorzystywany w gabinetach diagnostycznych. Lekarz po zsekwencjonowaniu genomu pacjenta, dzięki zaproponowanemu algorytmowi, będzie mógł zwizualizować przestrzeny, mechanistyczny i dynamiczny model jego genomu. Następnie może zidentyfikować niepokojące rearanżacje i mutacje sekwencyjne oraz odpowiadające im zmiany strukturalne, jak również wykonać analizę funkcjonalną zaobserwowanych u pacjenta jednowymiarowych zmian genomicznych.
- 3) Badania w ramach grantu PRELUDIUM BIS „Przestrzeny model sieciowy zróżnicowania sekwencji i struktury genomu ludzkiego w skali populacyjnej” realizowanego na Politechnice Warszawskiej, które są realizowane na klastrze superkomputerów NVIDIA przyczynią się do zaproponowania nowatorskich terapii i leków, które będą aktywnie zmieniały strukturę trójwymiarową genomu ludzkiego przeprowadzając komórkę ze stanu chorego do stanu zdrowego. Taki mechanistyczny trójwymiarowy model tworzony w oparciu o indywidualną sekwencję genomiczną pacjenta może stanowić unikalny wkład badań prowadzonych przez Prof. dr hab. Dariusza Plewczyńskiego w medycynę precyzyjną. Dodatkowo, dane eksperymentalne uzyskane w kierowanych przez badacza projektach pozwolą na lepsze zrozumienie czynników molekularnych wpływających na organizację genomu oraz mechanizmy biofizyczne za nią odpowiedzialne, dzięki czemu możliwe będzie pogłębienie wiedzy o rodzinnej i populacyjnej różnorodności genomu ludzkiego.

9. Komputerowe Wspomaganie Medycyny i Projektowanie Systemów CAD/CAM

Lider zespołu: prof. dr hab. inż. Artur Przelaskowski

Badania zespołu w ramach komputerowego wspomaganie medycyny dotyczą szeroko pojętej teorii informacji, metod formalizacji wiedzy dziedzinowej oraz modelowania zjawisk w zakresie semantyczno-poznawczym. Celem użytkowym jest uformowanie skutecznej reprezentacji istoty przedmiotu badań. W szczególności, aktywność koncentruje się wokół następujących zagadnień:

- rozumienie, rozpoznawanie i interpretacja danych
- modelowanie semantyki danych
- przetwarzanie i analiza obrazów
- rzadkie reprezentacje sygnałów
- ocena jakości i wiarygodności danych
- subiektywne testy oceny wiarygodności danych

- doskonalenie (rekonstrukcje, pomiary rzadkie, fantomy etc.) systemów obrazowania medycznego (CT, radiografia, USG, med. nuklearna, podczerwień, tomosynteza)
- wspomaganie obrazowej diagnostyki medycznej w zakresie detekcji i interpretacji symptomów raka sutka, prostaty, oskrzeli, płuc, trzustki etc., udaru mózgu, wodogłowia, sarkoidozy, kurczliwości serca etc.
- wspomaganie decyzji klinicznych, np. dot. trombolizy, koniecznej biopsji, wyboru ścieżki terapeutycznej
- konstrukcja medycznych systemów informacyjnych, telemedycznych (telediagnostyka)
- modele wiedzy (ontologie raka sutka, udaru mózgu)
- inteligencja wzmocniona (rozszerzona)
- przetwarzanie, prezentacja i kompresja multimedialnych.

Główne obszary działalności naukowej zespołu w zakresie projektowania systemów CAD/CAM obejmują zaawansowane metody modelowania geometrycznego i grafiki komputerowej, projektowanie i przetwarzanie środowiska wirtualnego z użyciem dedykowanego sprzętu VR/AR, programowanie równoległe ze szczególnym uwzględnieniem struktury kart graficznych, metody numeryczne oraz nowoczesne systemy baz danych CAD/CAM. Tematyka badań dotyczy między innymi:

- algorytmów i struktur danych do modelowania, przetwarzania i symulacji środowiska wirtualnego oraz projektowania w systemach CAD/CAM powierzchni i brył części maszyn i urządzeń
- metod i algorytmów grafiki komputerowej, ze szczególnym uwzględnieniem wizualizacji kształtu złożonych obiektów, efektów symulacji komputerowych oraz różnych aspektów generowania obrazów w czasie rzeczywistym
- konstrukcji efektywnych, adaptacyjnych i dokładnych metod wspomagania projektowania interakcji w obecności ograniczeń na scenie składającej się z brył sztywnych i łańcuchów kinematycznych, ze szczególnym uwzględnieniem planowania i weryfikacji trajektorii ruchu w wielowymiarowych przestrzeniach konfiguracji
- języków, metod, algorytmów i struktur danych do programowania i weryfikacji zadań dla obrabiarek sterowanych numerycznie, drukarek 3D i różnego typu robotów z naciskiem położonym na wykorzystanie metodyki obliczeń odłożonych
- metod i algorytmów do automatycznego tworzenia modeli geometrycznych, a także kontroli dokładności wykonania na bazie pomiarów, rejestrowanych przy użyciu maszyn sterowanych numerycznie lub innych urządzeń wejściowych i systemów akwizycji danych.

W skład zespołu wchodzi: dr inż. Magdalena Jasionowska-Skop, dr inż. Grzegorz Ostrek, dr inż. Joanna Porter-Sobieraj, dr inż. Łukasz Błaszczuk, mgr inż. Kamil Opalach (doktorant).

Zespół ma doświadczenie w wieloletniej współpracy z ośrodkami medycznymi (Kliniki, Szpitale, Ośrodki Zdrowia, Centra itp.) oraz firmami krajowymi i zagranicznymi. Integruje wiedzę i umiejętności z obszaru informatyki, elektroniki oraz inżynierii biomedycznej koncentrując się na interdyscyplinarnej inżynierii wspomagającej człowieka (humancentric engineering).

Wybrane najważniejsze publikacje z ostatnich 5 lat:

- 1) Opalach K., Porter-Sobieraj J., Zdroik P., Stacking optimization of 3D printed continuous fiber layer designs, *Advances in Engineering Software*, vol. 164, 103077_1-103077_15, DOI:10.1016/j.advengsoft.2021.103077, 2022 (140 pkt MEiN)
- 2) Błaszczuk Ł., Snopek K., On the Octonion Cross Wigner Distribution of 3-D Signals, *Applied Sciences-Basel, MDPI*, vol. 12, nr 11, 5358, s. 1-22, DOI:10.3390/app12115358, 2022 (100 pkt MEiN)
- 3) Lamecki A., Kaczmarek K., Porter-Sobieraj J., Hierarchical data structures in rendering scenes containing a massive number of light sources, *Annals of Computer Science and Information Systems*, vol. 30, Polskie Towarzystwo Informatyczne, 535-544, DOI:10.15439/2022f92, 2022 (70 pkt MEiN)

- 4) Hryniewska W., Bombiński P., Szatkowski P., Tomaszewska P., Przelaskowski A., Biecek P., Checklist for responsible deep learning modeling of medical images based on COVID- 19 detection studies. *Pattern Recognition* 18:1080351, 2021 (140 pkt MEiN)
- 5) Sobecki P., Jóźwiak R., Sklinda K., Przelaskowski A., Effect of domain knowledge encoding in CNN model architecture – a prostate cancer study using mpMRI images, *PeerJ* 9:e11006, 2021 (100 pkt MEiN)
- 6) Nowisz J., Kopania M., Przelaskowski A., Realtime flicker removal for fast video streaming and detection of moving objects. *Multimedia Tools and Applications* 80, pages 14941–60, 2021 (70 pkt MEiN)
- 7) Słodkowski M., Setniewski D., Aszklar P., Porter-Sobieraj J., Modeling the Dynamics of Heavy-Ion Collisions with a Hydrodynamic Model Using a Graphics Processor, *Symmetry-Basel*, vol. 13, nr 3, 507, s. 1-15, DOI:10.3390/sym13030507, 2021 (70 pkt MEiN)
- 8) Koczkodaj W., Liu F., Marek V.W., Mazurek J., Mazurek M., Mikhailov L., Özel C., Pedrycz W., Przelaskowski A., Schumann A., Smarzewski R., Strzalka D., Szybowski J., Yayli Y., On the use of group theory to generalize elements of pairwise comparisons matrix: A cautionary note, *International Journal of Approximate Reasoning* 124, 59–65, 2020 (140 pkt MEiN)
- 9) Jasionowska M., Przelaskowski A., Waveletlike selective representations of multidirectional structures: a mammography case, *Pattern Analysis and Applications*, 22:1399–1408, 2019 (70 pkt MEiN)
- 10) Porter-Sobieraj J., Słodkowski M., Kikoła D., Sikorski J., Aszklar P., A MUSTA-FORCE Algorithm for Solving Partial Differential Equations of Relativistic Hydrodynamics, *International Journal of Nonlinear Sciences and Numerical Simulation*, vol. 19, nr 1, s. 25-35, DOI:10.1515/ijnsns-2016-0131, 2018 (70 pkt MEiN)
- 11) Cizek B., Jóźwiak R., Sobieszczuk E., Przelaskowski A., Skadorwa T., Stroke Bricks – spatial brain regions to assess ischemic stroke location, *Folia morphologica*, 76(4):568-573, 2017 (70 pkt MEiN).

10. *Zastosowanie sztucznej inteligencji w bezpieczeństwie żywności*

Lider zespołu: prof. dr hab. inż. Radosław Pytlak

Badania zespołu koncentrują się na wykorzystaniu metod sztucznej inteligencji, w tym technik języka naturalnego (technik NLP) do zarządzania procesami związanymi z bezpieczeństwem żywności. Badania obejmują następujące zagadnienia:

- zastosowanie metod sztucznej inteligencji do automatyzacji procesu systematycznego przeglądu literatury – SLR (Systematic Literature Reviews)
- Wykorzystanie ontologii w dziedzinie bezpieczeństwa żywności do semantycznej analizy danych tekstowych
- zastosowanie metod aktywnego uczenia maszynowego do klasyfikacji dokumentów poddanych analizie semantycznej
- wykorzystanie warunkowych pól losowych do tworzenia modeli CRF realizujących rozpoznawanie wyrażen (modele NER) w dokumentach z dziedziny bezpieczeństwa żywności
- opracowanie procedur optymalizacji realizujących metody zmiennej metryki o ograniczonej pamięci do uczenia modeli realizujących CRF oraz do rozwiązywania zadań dualnych modeli SVM stosowanych w klasyfikacji dokumentów
- klasyfikacja dokumentów z wykorzystaniem ‘embeddings’ uzyskanych za pomocą modeli sieci neuronowych typu BERT
- budowa modeli epidemii chorób przenoszonych drogą pokarmową w oparciu o metodykę System Dynamics.

Członkowie zespołu: dr inż. Anna Wróblewska (Wydział MINI), dr inż. Paweł Cichosz, dr inż. Zbigniew Wawrzyniak (Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych), dr inż. Bartłomiej Fajdek, mgr inż. Damian Suski (Wydział Mechatroniki). Aktualnie prace w zespole badawczym prowadzone są w ramach projektu międzynarodowego „Machine Learning-based systems for the automation of systematic literature reviews in food safety domain” finansowanego z funduszy norweskich. Projekt jest realizowany przez konsorcjum międzynarodowe. Jego liderem jest Politechnika Warszawska a kierownikiem prof. dr hab. inż. Radosław Pytlak. Całkowity budżet grantu 5 650 000 zł.

11. Układy hybrydowe – symulacja i sterowanie optymalne

Lider zespołu: prof. dr hab. inż. Radosław Pytlak

Badania zespołu dotyczą opracowania teorii wrażliwości układów hybrydowych (układów dynamicznych, które posiadają zarówno stany dyskretnie wskazujące na równanie różniczkowe opisujące układ jak i stany ciągłe, które są wynikiem rozwiązania tych układów). Badania koncentrują się na następujących zagadnieniach:

- badania własności opisu układów hybrydowych za pomocą równań różniczkowo – algebraicznych z uwzględnieniem opisu ruchu ślizgowego przedstawianego poprzez uogólnione równania Filipowa
- opracowanie i implementacja procedur numerycznych do całkowania układów hybrydowych uwzględniających dokładne określenia czasów przełączenia stanów dyskretnych
- badanie wrażliwości układów hybrydowych w oparciu o równania zlinearyzowane i równania sprzężone
- opracowanie i implementacja algorytmów do rozwiązywania zadań sterowania optymalnego z układami hybrydowymi uwzględniającymi ruch ślizgowy
- opracowanie języka do modelowania, symulacji i optymalizacji układów hybrydowych – rozszerzenie funkcjonalności języka DOML (Dynamic Optimization Modeling Language) opracowanego na Politechnice Warszawskiej
- zastosowanie sterowania optymalnego do planowania procesów hemodializy, których są opisywane za pomocą układów hybrydowych.

Członkowie zespołu: dr inż. Bartłomiej Fajdek, mgr inż. Damian Suski (wydział Mechatroniki PW), dr inż. Wojciech Stecz (Wojskowa Akademia Techniczna), prof. dr hab. Stanisław Niemczyk, dr Aleksandra Rymarz (Wojskowy Instytut Medyczny).

Wybrane najważniejsze publikacje z ostatnich 5 lat:

- 1) Łatuszko, M., Pytlak, R. Methods for solving the mean query execution time minimization problem. European Journal of Operational Research, Vol. 246, ss. 582-596, 2015 (140 pkt)
- 2) Pytlak, R., Suski, D. On solving hybrid optimal control problems with higher index DAEs, Optimization Methods & Software, 2017, Vol. 32, ss. 940-962 (70 pkt)
- 3) Stecz, W., Pytlak, R., Rymarz, A., Niemczyk, S., Application of dynamic optimisation for planning a haemodialysis process, BMC Nephrology, 2019, Vol. 20, ss. 1-11 (100 pkt)
- 4) Pytlak, R., Suski, D. Planning a haemodialysis process by minimum time control of hybrid systems with sliding motion, 2021, Proceedings of the 60th IEEE CDC, 13-17.12.2021 Austin, USA, ss. 1-8 (140 pkt).

1.2.2. Najważniejsze osiągnięcia naukowe Wydziału będące wynikiem badań prowadzonych w jednostce związanych z kierunkiem studiów Informatyka i Systemy Informacyjne

1.2.2.1 Kategoria naukowa i publikacje

Wydział MiNI PW ma ugruntowaną pozycję naukową, o czym świadczy fakt, że od 2005 r. nieprzerwanie posiada kategorię A w ocenie parametrycznej jednostek naukowych przeprowadzanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Ministerstwo Edukacji i Nauki.

W latach 2005-2016 Wydział był oceniany w grupie wydziałów matematyczno-informatycznych (SI1M1) zajmując coraz wyższą pozycję w rankingu w swojej Grupie Wspólnej Oceny (GWO) w kolejnych ewaluacjach. Np. w przedostatniej ewaluacji, obejmującej okres od 01.01.2013 r. do 31.12.2016 r., Wydział zajął wysoką trzecią pozycję. Wyprzedzony został jedynie przez jednostki kategorii A+ (Wydział Matematyki i Informatyki Uniwersytetu Jagiellońskiego oraz Wydział Matematyki, Informatyki Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego). Bardzo wysoki wynik uzyskany w pierwszym kryterium sprawił, że Wydział MiNI był jednym z pięciu jednostek spośród 16 zaliczonych do GWO, który spełniał warunek konieczny do otrzymania kategorii A+.

W ostatniej ewaluacji obejmującej okres od 1.01.2017 r. do 31.12.2021 r. pracownicy Wydziału byli oceniani w dwóch dyscyplinach: Informatyka Techniczna i Telekomunikacja PW oraz Matematyka PW. Obie dyscypliny otrzymały kategorię A, przy czym Matematyka PW uzyskała najwyższy możliwy wynik 100 pkt, natomiast Informatyka Techniczna i Telekomunikacja PW otrzymała 37 pkt.

Dyscyplina Matematyka PW (reprezentowana wyłącznie przez pracowników Wydziału) była jedną z pięciu jednostek spośród 28 zaliczonych do GWO, który spełniały warunek konieczny do otrzymania kategorii A+. W przeciwieństwie do matematyki, dyscyplina Informatyka Techniczna i Telekomunikacja PW jest reprezentowana przez pracowników z co najmniej pięciu wydziałów Politechniki Warszawskiej, przy czym najwięcej spośród nich jest zatrudnionych na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych, Wydziale Matematyki i Nauk Informacyjnych oraz na Wydziale Elektrycznym. O ile wynik uzyskany przez dyscyplinę Informatyka Techniczna i Telekomunikacja PW w I kryterium był na poziomie kat. A, tak wynik uzyskany tylko przez pracowników Wydziału MiNI zaliczanych do tej dyscypliny był na poziomie kat. A+ w I kryterium.

Wyniki ostatniej ewaluacji kolejny raz pokazały, że dorobek publikacyjny pracowników Wydziału MiNI stoi na bardzo wysokim poziomie. W Politechnice Warszawskiej, zarówno *Rada Naukowa Dyscypliny Matematyka*, jak i *Rada Naukowa Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja* posiadają uprawnienia do nadawania stopnia doktora i doktora habilitowanego w swoich dyscyplinach.

Działalność naukowa przedstawicieli dyscypliny *Informatyka techniczna i telekomunikacja* obecnych na Politechnice Warszawskiej znalazła również odzwierciedlenie w powołaniu przez uczelnię dwóch Priorytetowych Obszarów Badawczych (POB) w ramach działań uczelni badawczej: *Cyberbezpieczeństwo i Analiza Danych* oraz *Sztuczna Inteligencja i Robotyka*. W szczególności, zespoły badawcze związane z kierunkiem ISI otrzymały w wyniku procedur konkursowych granty badawcze finansowane ze środków finansowych dedykowanych dla obu w/w POB.

Wymiernym wyrazem aktywności naukowej pracowników Wydziału są m.in. publikacje naukowe, których sumaryczne zestawienie w ostatnich pięciu latach zawarto w Tabeli 1.1, w tym liczne publikacje w prestiżowych czasopismach z listy JCR i materiałach konferencyjnych.

Liczna grupa spośród w/w publikacji to publikacje w czasopismach listy JCR i w materiałach prestiżowych konferencji międzynarodowych. Publikacje bezpośrednio związane z kierunkiem ISI ukazują w takich czasopismach za 200 punktów MEiN jak między innymi: *Information Sciences*, *Journal of the ACM*, *SIAM Journal of Computing*, *Knowledge Based Systems*, *Applied Soft Computing*, *Association for Computing Machinery*, czy *International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems*.

Tabela 1.1. Publikacje pracowników Wydziału - dane sumaryczne. () Dane za rok 2022 niepełne.*

Kategoria	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Prace za 200 pkt.	7	5	6	14	17	21
Prace za 140 pkt.	20	17	24	41	40	62
Prace za 100 pkt.	31	27	26	25	33	32
Prace za 70 pkt.	36	31	39	29	23	18
Prace za 40 pkt.	15	7	9	11	7	5
Prace za 20 pkt.	8	8	5	4	3	3
Pozostałe prace naukowe	24	30	22	6	12	15
Monografie, podręczniki akademickie (ang.)	0	1	0	2	1	1
Monografie, podręczniki akademickie (pol.)	0	1	0	0	0	1
Redakcja monografii/podręcznika akademickiego (ang.)	2	1	1	1	0	1
Rozdział w monografii/podręczniku akademickim (ang.)	1	2	2	11	1	8
Rozdział w monografii/podręczniku akademickim (pol.)	0	0	0	2	0	1
Inne publikacje naukowe	8	5	2	1	1	0
Inne publikacje	8	5	0	0	0	0
Razem	160	140	136	147	138	167*
Prace na zlecenie biznesu (dane zbierane od 2020 r.)	0	0	0	13	16	14
W tym prace o statusie "Wydana"	0	0	0	5	11	9

1.2.2.2 Granty

Badania w dyscyplinie *Informatyka techniczna i telekomunikacja* były realizowane m.in. w ramach grantów NCN, NCBiR oraz grantów międzynarodowych. Poniżej przedstawiono granty, których liderem lub jednym z partnerów była Politechnika Warszawska, a kierownikiem grantu lub zespołu ze strony Politechniki Warszawskiej był przedstawiciel Wydziału przypisany do dziedziny nauk inżynieryjno-technicznych. Wybrano tylko granty, których tematyka była związana z kierunkiem Informatyka i Systemy Informacyjne.

Granty Narodowego Centrum Nauki:

1. 2022-2025 Uogólnienia problemu kolorowania w grafach z zabronionymi strukturami (PRELUDIUM; edycja 20)
2. 2020-2025, HOMER: Uczenie maszynowe zorientowane na człowieka (SONATA BIS; edycja 9)
3. 2020-2024, Przestrzenny model sieciowy zróżnicowania sekwencji i struktury genomu ludzkiego w skali populacyjnej (PRELUDIUM BIS; edycja 1)
4. 2018-2021, DALEX: Lokalne, brzegowe i globalne objaśnienia złożonych modeli uczenia maszyn (OPUS; edycja 14)
5. 2018-2020 Metody symulacyjne w wielokrokowych Grach Obronnych Stackelberga w kontekście zagadnień bezpieczeństwa publicznego (OPUS; edycja 13)

6. 2017-2020, *MLGenSig (Machine Learning Genetic Signatures) Metody uczenia maszynowego w budowie zintegrowanych sygnatur genetycznych (OPUS; edycja 11)*
7. 2013-2017, *Nowe algorytmy i struktury dla procesorów GPU wykonujące masowe operacje na danych (SONATA, edycja 4)*
8. 2013-2017, *Autonomiczne, samoadaptujące się metody metaheurystyczne w środowiskach dynamicznych (OPUS, edycja 5).*

Z kierunkiem bezpośrednio związane są również wieloletnie granty Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, skoncentrowane na analizie danych, w których uczestniczyły zespoły badawcze związane z kierunkiem ISI. Granty te angażowały zarówno pracowników Wydziału, jak i studentów Wydziału.

Granty Narodowego Centrum Badań i Rozwoju:

1. 2022-2023, NCBiR, POIR 2014-2020, *INKUB - Inwentaryzacja stanu technicznego Nieruchomości KUBaturowych oparta o wykorzystanie BSL i SI*
2. 2020-2022, NCBiR, Polnor201- *Machine Learning-based systems for the automation of systematic literature reviews in food safety domain.*
3. 2019-2020, NCBiR, TANGO, *System wydajnego tworzenia szeregów czasowych z danych tekstowych*
4. 2020-2023, NCBiR, CyberSecIdent *Cyberbezpieczeństwo i e-Tożsamość, Eksperymentalna platforma do automatycznej weryfikacji i walidacji algorytmów i protokołów kryptograficznych*
5. 2021-2025, NCBiR, Infostrateg I, *Godna zaufania sztuczna inteligencja wspierająca identyfikację zmian chorobowych w płucach na bazie danych obrazowych*
6. 2014-2016, NCBiR PBS, LOKKOM, *Kompleksowe metody wyznaczania lokalizacji terminala sieci telefonii komórkowej przemieszczającego się w terenie otwartym i budynkach.*

Ponadto pracownicy Wydziału realizują granty badawcze przyznane w ramach programów wewnętrznych Politechniki Warszawskiej takich jak specjalne granty MEiN, Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza (IDUB), Granty Rektorskie oraz Granty Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja.

Zestawienie liczbowe wszystkich rodzajów grantów w podziale na ich rodzaje realizowane w roku 2022:

- Narodowe Centrum Nauki – 6 grantów
- Narodowe Centrum Badań i Rozwoju – 5 grantów
- Rady Naukowej Dyscypliny ITT – 1 grant
- Rektorski – 1 grant
- MEiN w ramach ustanowionych programów – 3 granty
- IDUB PW – 16 grantów
- IDUB against COVID-19 – 1 grant

Ważnym elementem dorobku Wydziału są również granty konsorcjalne realizowane wspólnie z partnerami zagranicznymi (m.in. Instytut Fraunhofera, IBM Irlandia, Technion (Izrael), Uniw. W Atenach), w tym szczególnie granty VaVeL oraz CoMobility, których wnioski uzyskały najwyższą ocenę w konkursach grantowych.

Granty finansowane ze środków zagranicznych:

1. 2021-2024, IdeaLab 2020: Iceland, Liechtenstein, Norway Grants. *CoMobility. Co-designing Inclusive Mobility*
2. 2020-2023, POLNOR, *Machine Learning-based systems for the automation of systematic literature reviews in food safety domain*
3. 2016-2018, Horizon 2020, ICT-16 Big Data. *VaVeL: Variety, Veracity, VaLue: Handling the Multiplicity of Urban Sensors.*

Ważną rolę w wykorzystaniu kompetencji pracowników Wydziału i wyników badań związanych z kierunkiem, a zatem pozyskiwaniu nowych doświadczeń, oprócz w/w grantów odgrywały również prace

badawczo-rozwojowe realizowane na zlecenie przedsiębiorstw, które bezpośrednio odnoszą się do zagadnień analizy danych i wykorzystywały m.in. metody uczenia maszynowego i innych obszarów sztucznej inteligencji.

Prace badawczo-rozwojowe na zlecenie biznesu:

1. 2021-2022, Akademicki Ośrodek Diagnostyki Patomorfologicznej i Genetyczno-Molekularnej sp. z o.o., wykonanie usługi sekwencjonowania pełnego genomu SARS-CoV-2 celem uzyskania sekwencji konsensus
2. 2018-2020, MARCEL S.A., podwykonawca w projekcie „Budowa prototypu przedanalizacyjnego Rejestratora Opisu Materiały Biopsyjnego (ROMB) ze standaryzowanym opisem materiału, wspomagany automatyczną analizą obrazu”
3. 2016-2017, Barlinek S.A, Opracowanie narzędzia do optymalizacji struktury surowca
4. 2014-2017, EO Networks S.A, Narzędzie analityczne do wykrywania Web Spam
5. 2016, Orange Labs Polska, Wykrywanie aktywności botnetów na podstawie cech niskopoziomowych
6. 2015-2016, Orange Labs Polska, Analiza jakości ruchu sieciowego

1.2.2.3 Nagrody

Laureatami kolejnej edycji konkursu Best Paper na najlepsze artykuły naukowe opublikowane w roku 2020 (konkurs na prace z 2021 roku został ogłoszony późną jesienią 2022 roku i jeszcze nie został rozstrzygnięty) przez autorów z afiliacją Politechniki Warszawskiej zostało 6 pracowników Wydziału związanych z nauczaniem informatyki:

- prof. dr hab. **Dariusz Plewczyński**, mgr inż. **Michał Własnowolski** (3D-GNOME 2.0: a three-dimensional genome modeling engine for predicting structural variation-driven alterations of chromatin spatial structure in the human genome, *Nucleic Acids Research*, 2020, vol. 48, nr W1, s.W170-W176)
- dr **Anna Cena**, dr hab. inż. **Marek Gągolewski**, **prof. uczelni** (Three dimensions of scientific impact, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2020, vol. 117, nr 25, s.13896-13900)
- dr hab. inż. **Agnieszka Jastrzębska**, prof. dr hab. inż. **Władysław Homenda** (Deterministic learning of hybrid Fuzzy Cognitive Maps and network reduction approaches, *Neural Networks*, 2020, vol. 124, s.258-268)
- prof. dr hab. inż. **Władysław Homenda**, dr hab. inż. **Agnieszka Jastrzębska** (Time Series Classification using Fuzzy Cognitive Maps, *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 2020, vol. 28, nr 7, s.1383 – 1394)
- dr hab. inż. **Przemysław Biecek**, **prof. uczelni** (KRAB ZNF explorer—the online tool for the exploration of the transcriptomic profiles of KRAB-ZNF factors in The Cancer Genome Atlas, *Bioinformatics*, 2020, vol. 36, nr 3, s.980-981)
- dr **Anna Cena**, dr hab. inż. **Marek Gągolewski**, **prof. uczelni** (Genie+OWA: Robustifying hierarchical clustering with OWA-based linkages, *Information Sciences*, 2020, vol. 520, s.324-336)

Konkurs jest finansowany ze środków projektu „Inicjatywa doskonałości – Uczelnia Badawcza” realizowanego na Politechnice Warszawskiej.

1.2.2.4 Awanse naukowe

Pracownicy Wydziału systematycznie podnoszą swoje kompetencje, co ma odzwierciedlenie w awansach naukowych. Tabela 1.2 przedstawia podsumowanie liczby awansów naukowych w ostatnich

latach. Na uwagę zasługują dwa tytuły profesora i dwa stopnie doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych nadane pracownikom Wydziału w okresie 2017-2021 oraz łącznie osiem stopni doktora.

Tabela 1.2 Awanse naukowe pracowników Wydziału

Dziedzina nauk inżynieryjno-technicznych						
Tytuł/stopień	2017	2018	2019	2020	2021	2022
prof.	0	1	1	0	0	0
dr hab.	1	0	0	0	1	0
dr	5	1	2	0	0	1
Wszystkie dziedziny razem						
Tytuł/stopień	2017	2018	2019	2020	2021	2022
prof.	1	2	1	2	0	0
dr hab.	2	1	1	1	0	2
dr	8	7	5	0	3	1

1.2.3 Sposób wykorzystania wyników działalności naukowej w opracowaniu, realizacji i doskonaleniu programu studiów

Wyniki działalności naukowej zespołów naukowych Wydziału stanowiły istotny przyczynek do opracowania programu studiów, zarówno w jego części definiowanej przez przedmioty obowiązkowe, jak i przedmioty wybieralne.

W ramach przedmiotów dedykowanych dla kierunku ISI oprócz przedstawienia kanonu wiedzy oraz budowy związanych z nimi umiejętności następuje prezentacja przykładów zagadnień badawczych nad którymi pracują aktualnie zespoły badawcze Wydziału i światowe środowisko naukowe oraz wyników uzyskanych w ostatnim okresie. Prezentacji tej towarzyszą następujące rozwiązania zapewniające wykorzystanie, a nawet rozwój wyników działalności naukowej:

- angażowanie studentów w badania naukowe poprzez np. uruchamianie projektów realizowanych w ramach zajęć, które stosują rozwiązania takie jak:
 - wykorzystanie wyników działalności naukowej zespołów badawczych Wydziału do podejmowania nowych pokrewnych zadań przez zespoły studenckie
 - udział studentów kierunków w przygotowaniu publikacji naukowych, których przykłady podano w Załączniku 3.1.
- wykorzystanie unikalnych zasobów danych zgromadzonych i przetworzonych w dotychczasowych projektach np. danych dedykowanych dla zadania wyznaczania lokalizacji obiektów mobilnych w budynkach z użyciem metod sztucznej inteligencji (dane pozyskane w łącznie 14 obszarach testowych w czterech budynkach, projekt LOKKOM), predykcji opóźnień pojazdów (dane ścieżek przejazdów i opóźnień komunikacji miejskiej pozyskane dla ponad 1000 jednocześnie aktywnych pojazdów komunikacji miejskiej za okres kilkunastu miesięcy, projekt VaVeL), czy danych obrazowych z tomografii płuc (dane pozyskane w roku 2022 w ramach projektu XLungs, to 40.000 badań pacjentów zgromadzonych na macierzy wydziałowego klastra Eden^N).
- udział studentów w wykorzystaniu i rozwoju otwartego oprogramowania badawczego tworzonego przez zespoły badawcze Wydziału
- przygotowanie prac dyplomowych związanych z aktualnie realizowanymi pracami badawczymi na Wydziale

- wsparcie studentów w wykorzystaniu platform informatycznych i bibliotek o charakterze badawczym współtworzonych przez pracowników Wydziału np. pakietu metod uczenia maszynowego dedykowanych dla strumieni danych (projekt MOA, Massive Online Analysis).

Wykorzystanie wyników działalności naukowej w doskonaleniu programu studiów to stały proces powiązany z regularną aktualizacją treści kształcenia poszczególnych przedmiotów i programu studiów. W ramach doskonalenia programu studiów następuje m.in.:

- stałe monitorowanie trendów naukowych np. rozwoju nowych technik uczenia głębokiego, pod kątem aktualizacji treści nauczania poszczególnych przedmiotów. W zależności od skali zmian, zmiany w tym zakresie mogą być podejmowane przez koordynatora przedmiotu (jeśli nie zmieniają założeń zawartych w karcie przedmiotu) lub we współpracy z zespołem Komisji Programowej kierunku ISI
- analiza potrzeb aktualizacji treści nauczania w pokrewnych przedmiotach pod kątem zapewnienia wiedzy i umiejętności właściwej dla nowego planowanego zakresu przedmiotów kierunkowych (np. modyfikacja zakresu nauczania algebry liniowej pod kątem poszerzonego przygotowania do dyskusji metod analizy danych). Potrzeby w tym zakresie są zgłaszane do Komisji Programowej kierunku, która podejmuje stosowne decyzje związane z doskonaleniem kierunku.

Efektem wykorzystania wyników działalności naukowej w opracowaniu, realizacji i doskonaleniu programu studiów jest bardzo wysoki stopień synergii programu studiów i działalności naukowej. Koordynatorzy przedmiotów i autorzy wykładów bardzo często prowadzą aktywną działalność naukową (np. dr hab. Inż. Agnieszka Jastrzębska, prof. uczelni – przedmioty: Programowanie 1, Computer Statistics, Warsztaty z technik uczenia maszynowego, dr inż. Krzysztof Kaczmarek – przedmioty: Projektowanie obiektowe, Projekt zespołowy, Procesory graficzne w zastosowaniach obliczeniowych) lub są liderami zespołów badawczych (np. prof. dr hab. Inż. Władysław Homenda, przedmioty: Teoria automatów i obliczeń, Teoria automatów i języków formalnych; prof. dr hab. inż. Artur Przelaskowski, przedmioty: Podstawy teorii informacji, Podstawy przetwarzania obrazów, Electronic principles; prof. dr hab. Inż. J. Mańdziuk: przedmioty: *Deep learning methods*, *Seci neuronowe*; dr hab. Inż. Maciej Grzenda, prof. uczelni: przedmiot *Bazy danych*, *Zarządzanie przedsięwzięciami informatycznymi*). Efektem tej synergii jest systematyczne wprowadzanie studentów pierwszego i drugiego stopnia w wyniki badań naukowych poszczególnych zespołów oraz udział w ich tworzeniu.

Ważnym efektem synergii badań i programu kształcenia jest również przygotowanie studentów do przyszłej pracy badawczej. Omawiane powyżej zespoły badawcze skupiają zdecydowaną większość pracowników wydziału przynależnych do dyscypliny *Informatyka techniczna i telekomunikacja*. W efekcie, zespoły te mają również kluczowy wkład w kształtowanie dorobku w dyscyplinie *Informatyka techniczna i telekomunikacja* na Wydziale.

Wymiernym efektem działań umożliwiających studentom Wydziału zdobywanie kompetencji badawczych są m.in. już opublikowane prace z udziałem studentów kierunku (wymienione w Załączniku 3.0) oraz wkład studentów w przygotowanie oprogramowania naukowego rozwijanego przez zespoły badawcze.

W latach 2017-2022 w projektach badawczych realizowanych na Wydziale zatrudnionych było 97 studentów. Pełna lista projektów z udziałem studentów zamieszczona jest w opisie Kryterium 4.

1.3. Efekty uczenia się

1.3.1 Kluczowe efekty uczenia się

Studia pierwszego stopnia w języku polskim i angielskim

Zgodnie z wcześniejszym opisem, koncepcja kształcenia na kierunku ISI zakłada zbudowanie solidnych podstaw informatycznych na studiach pierwszego stopnia w zakresie m.in. programowania, algorytmów i struktur danych, projektowania obiektowego, metod numerycznych, jak również zapewnienie bogatego przygotowania matematycznego skoncentrowanego na obszarach ważnych dla informatyki takich jak podstawy analizy, algebra liniowa z geometrią, logika i teoria mnogości oraz matematyka dyskretna. Ważnym elementem budowy kompetencji absolwentów jest również zapewnienie wiedzy i umiejętności zapewniających przygotowanie do tworzenia nieszablonowych rozwiązań w zespołach informatycznych.

Do kluczowych efektów na studiach pierwszego stopnia należy wiedza z zakresu m.in.:

- architektury systemów komputerowych, systemów operacyjnych oraz systemów wbudowanych;
- podstaw elektroniki, teorii i modeli informacji, transmisji danych, sieci komputerowych, technologii sieciowych, w tym bezprzewodowych;
- modeli obliczeniowych, algorytmów i struktur danych stosowanych w projektowaniu rozwiązań informatycznych oraz strategii konstruowania algorytmów i oceny złożoności obliczeniowej;
- języków i paradygmatów programowania, projektowania i programowania obiektowego, wykorzystania komponentów i wzorców architektonicznych oraz środowisk, narzędzi i dobrych praktyk programistycznych;
- grafiki komputerowej oraz cyfrowej reprezentacji sygnałów, ich analizy i przetwarzania;
- baz danych, ich projektowania, optymalizacji oraz wykorzystania w cyklu życia projektów informatycznych;
- projektowania i wytwarzania złożonych systemów informacyjnych z uwzględnieniem uwarunkowań biznesowych i sprzętowych oraz oczekiwań użytkownika względem komunikacji człowiek-maszyna (UI/UX);
- inżynierii oprogramowania, procesów zachodzących w cyklu życia systemów informatycznych, analizy i formułowania wymagań funkcjonalnych i нефункциональных projektów informatycznych, metodologii testowania i wdrażania oprogramowania oraz zapewnienia wydajności i niezawodności systemów technicznych;
- modeli i technik sztucznej inteligencji.

Koncepcja kształcenia kładzie szczególnie duży nacisk na efekty umiejętnościowe, zgodnie z charakterem dziedziny i zarazem studiów inżynierskich.

Kluczowe efekty uczenia się zapewniają, iż absolwent studiów pierwszego stopnia potrafi m.in.:

- opisywać procesy, tworzyć modele i algorytmy;
- projektować systemy informatyczne oraz rozwiązywać zadania inżynierskie;
- optymalizować rozwiązania programistyczne przy pomocy wiedzy z zakresu matematyki i teoretycznych podstaw informatyki;
- planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski;
- wykorzystać metody symulacyjne i eksperymentalne, w tym prototypowanie, do formułowania i rozwiązywania zadań informatycznych;
- wykonać prostą analizę sposobu funkcjonowania systemu informatycznego i ocenić istniejące rozwiązania informatyczne pod kątem jego jakości i poprawności;

- projektować systemy informatyczne oraz rozwiązywać zadania inżynierskie odnosząc się do sprzętu, oprogramowania systemowego i technologii sieciowych;
- projektować i implementować algorytmy oraz potrafi ocenić złożoność obliczeniową algorytmów i problemów;
- stosować modele i techniki sztucznej inteligencji odpowiednie dla rozwiązywanego zadania;
- programować w wielu językach programowania, na różne platformy programowe i sprzętowe oraz posługiwać się różnorodnymi technikami i narzędziami informatycznymi;
- budować proste systemy bazodanowych, wykorzystując przynajmniej jeden z najbardziej popularnych systemów zarządzania bazą danych;
- projektować, implementować i weryfikować rozwiązania informatyczne, w szczególności aplikacje wielowarstwowe, mobilne, graficzne i współpracujące z systemami zarządzania bazami danych, używając odpowiednio dobranych metod, technik, narzędzi i materiałów;
- wytwarzać oprogramowanie zgodnie z przyjętymi wymaganiami funkcjonalnymi i niefunkcjonalnymi, testować otrzymane rozwiązanie, wdrażać i utrzymywać, używając odpowiednio dobranych metod, technik, narzędzi i technologii.

Kluczowe kompetencje społeczne absolwenta studiów pierwszego stopnia obejmują umiejętność współpracy w grupie, w różnych rolach. Ponadto do kluczowych kompetencji należy zaliczyć fakt, iż absolwent rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie i podnoszenia kompetencji zawodowych, potrafi pracować indywidualnie i w zespole informatyków, w tym także potrafi zarządzać swoim czasem oraz podejmować zobowiązania i dotrzymywać terminów. Kolejny kluczowy aspekt kompetencji absolwenta stanowi fakt, że potrafi on również pracować z odbiorcami tworzonych rozwiązań informatycznych i analitycznych, aktywnie uczestnicząc w dyskusji potrzeb, możliwych rozwiązań i zasad pozyskania i przetworzenia danych oraz ich wykorzystania jako kapitału przedsiębiorstwa i podstawy działań na rzecz interesu publicznego.

Studia I stopnia zapewniają w związku z tym bogate podstawy teoretyczne dla dalszego rozwoju absolwentów, w tym dla podejmowania studiów magisterskich, potem doktoranckich i pracy naukowej.

Studia drugiego stopnia w języku polskim i angielskim

Studia drugiego stopnia kierunku ISi zapewnia wiedzę i umiejętności przynależne do dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja, a jednocześnie skoncentrowane na zagadnieniach zgodnych z trzema oferowanymi specjalnościami:

1. Metody Sztucznej Inteligencji (w języku polskim)
2. Projektowanie Systemów CAD/CAM (w języku polskim)
3. Artificial Intelligence (w języku angielskim)

Programy studiów na tych specjalnościach posiadają pewną grupę przedmiotów wspólnych realizujących kierunkowe efekty uczenia się oraz przedmioty specjalistyczne realizujące efekty specyficzne dla danej specjalności. Program II stopnia zapewnia dalszy rozwój wiedzy teoretycznej podbudowanej solidnym aparatem matematycznym. Program zapewnia studentom możliwość praktycznego wykorzystania zdobytych umiejętności i wiedzy, m.in. przez realizację projektów we współpracy z przedsiębiorstwami. Studenci kierunku uczestniczą również w realizacji projektów krajowych i międzynarodowych, w tym finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki i Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Program uwzględnia zarazem potrzebę zapewnienia kompetencji z zakresu przedsiębiorczości, a także aspektów ekonomicznych, prawnych i etycznych pracy w obszarze informatyki.

Do wspólnych efektów na studiach **drugiego stopnia** należy wiedza z zakresu m.in.:

- zaawansowanej algorytmiki, struktur danych i metodach tworzenia algorytmów;

- zarządzania złożonymi przedsięwzięciami informatycznymi;
- działalności gospodarczej, praw własności intelektualnej, prawa autorskiego oraz zasobów informacji patentowej;
- architektury złożonych systemów komputerowych, transmisji danych, sieci komputerowych, technologii sieciowych, w tym bezprzewodowych,

dla specjalności Metody Sztucznej Inteligencji:

- zaawansowanych metod uczenia maszynowego, metod ewolucyjnych oraz metod inteligencji obliczeniowej i najnowszych osiągnięć w tych obszarach;
- modeli i systemów logicznych stosowanych w sztucznej inteligencji oraz podstawowych metody reprezentacji rzeczywistości i wiedzy w tych systemach;
- klasyfikacji problemów uczenia maszynowego i typowych techniki ich rozwiązania;
- języków i narzędzi współcześnie wykorzystywanych w metodach sztucznej inteligencji;
- metod wykorzystania inteligencji obliczeniowej w zastosowaniach ekonomicznych,

dla specjalności Projektowanie Systemów CAD/CAM:

- fizyki klasycznej i geometrii różniczkowej;
- mechaniki ciał okształcalnych i podstaw numerycznego modelowania zagadnień tej dziedziny;
- algorytmów numerycznych i kombinatorycznych, technik i narzędzi do modelowania sceny 3D
- metod, technik i narzędzi grafiki komputerowej i przetwarzania scen 3D, oraz najnowszych osiągnięć w tej dziedzinie;
- modelowania przestrzeni konfiguracji takich jak bryła sztywna lub łańcuch kinematyczny;
- modelowania pól wektorowych oraz sterowania w przestrzeniach stanu;
- parametrów dynamiki interakcji użytkownika ze środowiskiem wirtualnym.

dla specjalności Artificial Intelligence:

- metod uczenia maszynowego oraz metod inteligencji obliczeniowej i najnowsze osiągnięcia w tych obszarach;
- podstawowych systemów logicznych stosowanych w sztucznej inteligencji oraz podstawowe metody reprezentacji wiedzy w tych systemach;
- metod, technik, narzędzi i technologii inżynierskich stosowanych do tworzenia systemów informatycznych;
- ma wiedzę o zasadach programowania równoległego i rozproszonego, zna i rozumie zasady programowania obiektowego;
- języków i narzędzi współcześnie wykorzystywanych w metodach sztucznej inteligencji.

Zgodnie z wcześniejszym opisem, studia drugiego stopnia na kierunku ISI są oferowane w podstawowej wersji trzyletniej – dedykowanej m.in. dla absolwentów studiów pierwszego stopnia kierunku ISI oraz wersji czteroletniej umożliwiającej uzupełnienie koniecznych efektów uczenia się absolwentom pokrewnych kierunków, w tym absolwentów studiów licencjackich. Absolwenci takich kierunków mogą uzupełnić konieczne efekty uczenia się poprzez udział w dodatkowych przedmiotach planu czteroletniego studiów drugiego stopnia kierunku ISI, które zapewniają m.in. wiedzę z następujących obszarów:

- wiedza w zakresie elektroniki i telekomunikacji, potrzebną do zrozumienia technik cyfrowych i zasad funkcjonowania współczesnych komputerów, a także sieci bezprzewodowych
- podbudowana teoretycznie wiedza ogólna w zakresie informatyki, w tym w zakresie języków i paradygmatów programowania, komunikacji człowiek-komputer, baz danych i inżynierii oprogramowania

- podstawowe metody, techniki, narzędzia i technologie inżynierskie stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań informatycznych z zakresu budowy systemów komputerowych, sieci komputerowych i technologii sieciowych.

Podobnie jak w przypadku studiów I stopnia, koncepcja kształcenia leżąca u podstaw studiów drugiego stopnia kładzie szczególnie duży nacisk na efekty umiejętnościowe, zgodnie z charakterem danej specjalności.

Kluczowe, wspólne dla wszystkich specjalności efekty uczenia się zapewniają, iż absolwent studiów drugiego stopnia potrafi m.in.:

- wykorzystać wiedzę matematyczną do analizy i optymalizacji rozwiązań informatycznych;
- projektować wydajne algorytmy i uzasadniać ich poprawność, rozumie wpływ architektury komputera na wykonanie algorytmu oraz potrafi przeprowadzić analizę czasowej złożoności obliczeniowej algorytmu;
- analizować algorytmy wielowątkowe oraz wykorzystać możliwości programowania równoległego do rozwiązywania złożonych problemów;
- dostrzegać ograniczenia i słabe strony istniejących narzędzi informatycznych i potrafi zaproponować ich usprawnienia;
- stawiać hipotezy na tematy inżynierskie i naukowe w obszarze informatyki;
- zaplanować, przygotować i przeprowadzić eksperyment badawczy i w czytelny sposób prezentować wyniki eksperymentów,

po specjalności Metody Sztucznej Inteligencji dodatkowo potrafi:

- projektować systemy informatyczne wykorzystujące sztuczne sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i metody ewolucyjne;
- stosować metaheurystyczne metody optymalizacyjne, heurystyczne techniki przeszukiwania drzew i grafów oraz metody automatycznego wnioskowania i zasady rezolucji;
- wykorzystać posiadaną wiedzę do zbudowania systemu ekspertowego oraz bazy wiedzy;
- stosować metody sztucznej inteligencji do budowy systemów decyzyjnych;
- zaprojektować prosty system przetwarzający dane, wykorzystując metody uczenia maszynowego;
- zaprojektować efektywne języki komunikacji użytkownika z zaawansowanymi systemami informatycznymi;
- stawiać hipotezy na tematy inżynierskie i naukowe w obszarze informatyki,

po specjalności Projektowanie Systemów CAD/CAM dodatkowo potrafi:

- zredagować i przeanalizować wymagania w przedsięwzięciach związanych z wizualizacją komputerową;
- zaprojektować wydajne algorytmy wyświetlania scen 3D z uwzględnieniem wymagań technicznych i aspektów pozatechnicznych;
- wykorzystać architekturę GPU do stworzenia algorytmów;
- projektować modele rzeczywistości wirtualnej oraz poprawną dynamicznie interakcję użytkownika z systemem czasu rzeczywistego;
- zaprojektować system modelowania CAD oraz system modelowania CAM w zakresie programowania urządzeń sterowanych numerycznie;
- formułować i rozwiązywać złożone zadania numerycznej symulacji i analizy procesów technicznych (MES, CAE);
- biegle posługiwać się zaawansowanymi pojęciami mechaniki w kontekście symulacji procesów technicznych, jest przygotowany do prac informatycznych w zespole badawczym w zakresie mechaniki klasycznej,

po specjalności Artificial Intelligence dodatkowo potrafi:

- projektować systemy informatyczne wykorzystujące sztuczne sieci neuronowe;
- przetwarzać teksty o sformalizowanej strukturze;
- zaadaptować właściwą metodę kompresji danych do konkretnych zadań;
- stosować heurystyczne techniki przeszukiwania drzew i grafów;
- stosować metody automatycznego wnioskowania i zasady rezolucji;
- wykorzystać posiadaną wiedzę do zbudowania systemu ekspertowego oraz bazy wiedzy;
- stosować metody sztucznej inteligencji w problemach z obszaru zarządzania;
- zaprojektować prosty system przetwarzający dane, wykorzystując metody uczenia maszynowego;
- zaprojektować efektywne języki komunikacji użytkownika z zaawansowanymi systemami informatycznymi.

Studenci czterosemestralnych studiów mogą dodatkowo uzupełnić efekty uczenia się zrealizowane we wcześniejszym toku studiów o następujące umiejętności:

- projektowanie złożonych systemów informatycznych oraz rozwiązywania zadań inżynierskich odnosząc się do sprzętu, oprogramowania systemowego i technologii sieciowych;
- wytwarzania oprogramowania zgodnie z przyjętymi wymaganiami funkcjonalnymi i niefunkcjonalnymi, testowania otrzymanego rozwiązania, wdrażania i utrzymywania, używając odpowiednio dobranych metod, technik, narzędzi i technologii.

Kluczowe kompetencje społeczne absolwentów studiów drugiego stopnia obejmują zdolność do krytycznej analizy pozyskiwanych informacji oraz kontynuacji kształcenia, w tym w ramach samokształcenia i współpracy z ekspertami, świadomość znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu różnorodnych problemów oraz wpływu nauki i techniki m.in. na funkcjonowanie społeczeństwa, świadomość ważności zachowywania się w sposób profesjonalny, w tym odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania w ramach pracy zespołowej, umiejętność myślenia i działania w sposób kreatywny i przedsiębiorczy, świadomość i zrozumienie społecznych konsekwencji przenikania technologii komputerowych i telekomunikacyjnych do wszystkich aspektów życia społecznego, jak również potrzebę przekazywania informacji o osiągnięciach informatyki i innych aspektach działalności informatyka w sposób powszechnie zrozumiały.

1.3.2 Efekty uczenia się prowadzące do uzyskania kompetencji inżynierskich

Zdefiniowane w PRK uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia i charakterystyki drugiego stopnia na poziomie 6 dla studiów I stopnia i na poziomie 7 dla studiów II stopnia z uwzględnieniem charakterystyk drugiego stopnia umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich, są w pełni odwzorowane przez efekty uczenia się dla kierunku studiów Informatyka i Systemy Informacyjne (skrót: EU). Zdaniem Wydziału przyjęte EU dla kierunku studiów Informatyka i Systemy Informacyjne, a także EU określone dla poszczególnych przedmiotów są zrozumiałe, sprawdzalne i stanowią spójną całość. Absolwenci I st. nabywają uporządkowaną wiedzę matematyczną i informatyczną, potrafią zaprojektować i zrealizować w zespole system informatyczny, używając właściwych metod, technik i narzędzi. Absolwenci II st. nabywają rozszerzoną wiedzę w zakresie zaawansowanych metod sztucznej inteligencji oraz projektowania systemów CAD/CAM; potrafią rozwiązywać złożone problemy informatyczne, kierować zespołem i przedstawić prezentację wyników realizacji projektów IT oraz poprowadzić dyskusję jej dotyczącą.

Studia pierwszego stopnia w języku polskim i angielskim

W Tabeli 1.3 przedstawiono rozwinięcie efektów uczenia się studiów pierwszego stopnia prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich do poziomu przedmiotów realizujących te efekty.

Tabela 1.3. Realizacja efektów uczenia się prowadzących do kompetencji inżynierskich dla studiów pierwszego stopnia w języku polskim.

Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	Przedmioty realizujące
Wiedza		
K_W03	Ma elementarną wiedzę w zakresie elektroniki i telekomunikacji, potrzebną do zrozumienia technik cyfrowych i zasad funkcjonowania współczesnych komputerów, a także sieci bezprzewodowych	Architektura komputerów Systemy wbudowane (blok obieralny 2) Transmisja danych Podstawy teorii informacji
K_W05	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie architektury systemów komputerowych, systemów operacyjnych, technologii sieciowych oraz systemów wbudowanych	Architektura komputerów Transmisja danych Systemy operacyjne 1 Systemy operacyjne 2 Systemy wbudowane (blok obieralny 2) Programowanie w środowisku graficznym Programowanie aplikacji wielowarstwowych (blok obieralny 1) Podstawy systemu UNIX
K_W09	Ma podstawową wiedzę o cyklu życia systemów informatycznych	Transmisja danych Inżynieria oprogramowania 1 Inżynieria oprogramowania 2 Projekt zespołowy Praca dyplomowa inżynierska Praktyki studenckie
K_W10	Zna podstawowe metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań informatycznych z zakresu analizy złożoności obliczeniowej algorytmów oraz implementacji języków programowania	Praktyki studenckie Modelowanie matematyczne Algorytmy i struktury danych 1 Algorytmy i struktury danych 2 Teoria automatów i języków formalnych Metody translacji Teoria algorytmów i obliczeń
K_W11	Zna podstawowe metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań informatycznych z zakresu budowy systemów komputerowych, sieci komputerowych i technologii sieciowych oraz systemów wbudowanych	Architektura komputerów Transmisja danych Systemy operacyjne 1 Systemy operacyjne 2 Systemy wbudowane (blok obieralny 2) Programowanie w środowisku graficznym Programowanie aplikacji wielowarstwowych (blok obieralny 1) Inżynieria oprogramowania 1 Projekt zespołowy Praca dyplomowa inżynierska Praktyki studenckie

Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	Przedmioty realizujące
K_W12	Zna podstawowe metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań informatycznych z zakresu komunikacji człowiek-komputer, sztucznej inteligencji oraz inżynierii oprogramowania	Programowanie w środowisku graficznym Programowanie aplikacji wielowarstwowych (blok obieralny 1) Projektowanie obiektowe Inżynieria oprogramowania 1 Inżynieria oprogramowania 2 Projekt zespołowy Praca dyplomowa inżynierska Praktyki studenckie
K_W13	Zna podstawowe metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań informatycznych z zakresu systemów operacyjnych, grafiki i baz danych	Systemy operacyjne 1 Systemy operacyjne 2 Programowanie w środowisku graficznym Grafika komputerowa 1 Bazy danych Projekt zespołowy Praca dyplomowa inżynierska Praktyki studenckie Podstawy systemu UNIX
K_W17	Ma podstawową wiedzę dotyczącą zarządzania i prowadzenia działalności gospodarczej	Praktyki studenckie
K_W18	Ma podstawową wiedzę dotyczącą zarządzania jakością, w tym podstawową wiedzę nt. standardów	Projekt zespołowy Praktyki studenckie
Umiejętności		
K_U01	Potrafi wykorzystać nabytą wiedzę matematyczną do opisu procesów, tworzenia modeli, zapisu algorytmów oraz innych działań w obszarze informatyki	Fizyka 2 Architektura komputerów Projektowanie obiektowe Inżynieria oprogramowania 1 Projekt zespołowy Praca dyplomowa inżynierska Modelowanie matematyczne Matematyka dyskretna 1 Matematyka dyskretna 2 Rachunek prawdopodobieństwa i elementy statystyki matematycznej Metody numeryczne 1 Metody numeryczne 2 Podstawy teorii informacji Teoria automatów i języków formalnych Teoria algorytmów i obliczeń
K_U02	Wykorzystuje wiedzę matematyczną do optymalizacji rozwiązań zarówno sprzętowych jak i programowych, potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań informatycznych metody analityczne i eksperymentalne	Architektura komputerów Modelowanie matematyczne Podstawy teorii informacji Teoria algorytmów i obliczeń

Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	Przedmioty realizujące
K_U05	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, integrować je, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski i formułować opinie	Fizyka 1 Fizyka 2 Systemy operacyjne 1 Systemy operacyjne 2 Systemy wbudowane (blok obieralny 2) Bazy danych Programowanie aplikacji wielowarstwowych (blok obieralny 1) Seminarium dyplomowe Praca dyplomowa inżynierska
K_U09	Potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań informatycznych proste metody analityczne i eksperymentalne, w tym proste eksperymenty obliczeniowe	Architektura komputerów Transmisja danych Systemy operacyjne 2 Modelowanie matematyczne Teoria algorytmów i obliczeń
K_U10	Potrafi – przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań informatycznych – dostrzegać ich aspekty społeczne, ekonomiczne i prawne	Inżynieria oprogramowania 1
K_U12	Potrafi efektywnie przetwarzać pliki tekstowe	Programowanie 2 – obiektowe Podstawy systemu UNIX
K_U13	Potrafi stworzyć model obiektowy prostego systemu	Projektowanie obiektowe Inżynieria oprogramowania 1 Projekt zespołowy Praca dyplomowa inżynierska Praktyki studenckie
K_U14	Ma umiejętność formułowania algorytmów i ich programowania z użyciem przynajmniej jednego z popularnych narzędzi oraz potrafi ocenić złożoność obliczeniową algorytmów i problemów	Systemy operacyjne 1 Systemy operacyjne 2 Grafika komputerowa 1 Praca dyplomowa inżynierska Programowanie 1 Programowanie 2 Programowanie 3 Algorytmy i struktury danych 1 Algorytmy i struktury danych 2 Teoria automatów i języków formalnych Metody translacji Teoria algorytmów i obliczeń
K_U15	Ma umiejętność posługiwania się systemami operacyjnymi na poziomie API	Systemy operacyjne 1 Systemy operacyjne 2 Programowanie w środowisku graficznym Podstawy systemu UNIX
K_U16	Ma umiejętność projektowania prostych sieci komputerowych, potrafi pełnić funkcję administratora sieci komputerowej	Transmisja danych Praktyki studenckie

Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	Przedmioty realizujące
K_U17	Potrafi zabezpieczyć przesyłane dane przed nieuprawnionym odczytem	Architektura komputerów Transmisja danych Systemy wbudowane (blok obieralny 2) Programowanie aplikacji wielowarstwowych (blok obieralny 1)
K_U18	Ma umiejętność tworzenia prostych aplikacji internetowych	Systemy operacyjne 1 Systemy operacyjne 2 Programowanie aplikacji wielowarstwowych (blok obieralny 1) Praktyki studenckie
K_U19	Potrafi zaprojektować dobry interfejs użytkownika	Programowanie w środowisku graficznym Grafika komputerowa 1 Bazy danych Programowanie aplikacji wielowarstwowych (blok obieralny 1) Projekt zespołowy Praca dyplomowa inżynierska Praktyki studenckie
K_U20	Ma umiejętność budowy prostych systemów bazodanowych, wykorzystujących przynajmniej jeden z najbardziej popularnych systemów zarządzania bazą danych	Bazy danych Praktyki studenckie
K_U21	Ma umiejętność systematycznego przeprowadzania testów funkcjonalnych oraz jest przygotowany do efektywnego uczestniczenia w inspekcji oprogramowania	Inżynieria oprogramowania 2 Projekt zespołowy
K_U22	Ma umiejętność posługiwania się przynajmniej jednym z najbardziej popularnych systemów zarządzania wersjami	Inżynieria oprogramowania 2
K_U23	Ma umiejętność rozwiązywania prostych zagadnień z zakresu komunikacji człowiek-komputer, sztucznej inteligencji, formułowania algorytmów i projektowania prostych systemów informatycznych	Programowanie w środowisku graficznym Grafika komputerowa 1 Projektowanie obiektowe Inżynieria oprogramowania 1 Projekt zespołowy Praca dyplomowa inżynierska Praktyki studenckie Algorytmy i struktury danych 1
K_U24	Ma umiejętność budowy prostych systemów wbudowanych	Architektura komputerów Systemy wbudowane (blok obieralny 2) Praktyki studenckie
K_U25	Zna i potrafi wykorzystać zasady bezpieczeństwa związane z pracą w środowisku przemysłowym	Architektura komputerów Systemy wbudowane (blok obieralny 2)
K_U26	Potrafi poprawnie użyć przynajmniej jedną metodę szacowania pracochłonności wytwarzania oprogramowania	Inżynieria oprogramowania 1 Projekt zespołowy

Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	Przedmioty realizujące
K_U27	Potrafi wykonać prostą analizę sposobu funkcjonowania systemu informatycznego i ocenić istniejące rozwiązania informatyczne, przynajmniej w odniesieniu do ich cech funkcjonalnych	Projektowanie obiektowe Inżynieria oprogramowania 2 Projekt zespołowy Praca dyplomowa inżynierska
K_U28	Potrafi sformułować specyfikację prostych systemów informatycznych w odniesieniu do sprzętu, oprogramowania systemowego i cech funkcjonalnych aplikacji	Transmisja danych Projektowanie obiektowe Inżynieria oprogramowania 1 Projekt zespołowy Praca dyplomowa inżynierska
K_U29	Potrafi ocenić, na podstawowym poziomie, przydatność rutynowych metod i narzędzi informatycznych oraz wybrać i zastosować właściwą metodę i narzędzia do typowych zadań informatycznych	Grafika komputerowa 1 Inżynieria oprogramowania 2 Projekt zespołowy Praca dyplomowa inżynierska
K_U30	Potrafi - zgodnie z zadaną specyfikacją - zaprojektować oraz zrealizować prosty system informatyczny, używając właściwych metod, technik i narzędzi	Systemy operacyjne 2 Systemy wbudowane (blok obieralny 2) Programowanie w środowisku graficznym Programowanie aplikacji wielowarstwowych (blok obieralny 1) Projektowanie obiektowe Inżynieria oprogramowania 1 Inżynieria oprogramowania 2 Projekt zespołowy Praca dyplomowa inżynierska Praktyki studenckie

Tabela 1.4. Realizacja efektów uczenia się prowadzących do kompetencji inżynierskich dla studiów pierwszego stopnia w języku angielskim.

Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	Przedmioty realizujące
Wiedza		
K_W03	Ma elementarną wiedzę w zakresie elektroniki i telekomunikacji, potrzebną do zrozumienia technik cyfrowych i zasad funkcjonowania współczesnych komputerów, a także sieci bezprzewodowych	Electronics principles Introduction to digital systems Data transmission Computer networks Embedded systems (elective block 2) Programming 1 - fundamentals

Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	Przedmioty realizujące
K_W05	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie architektury systemów komputerowych, systemów operacyjnych, technologii sieciowych oraz systemów wbudowanych	Introduction to digital systems Computer networks Operating systems Operating systems 2 Embedded systems (elective block 2) Programming in graphical environment Multilayer application development (elective block 1) UNIX fundamentals
K_W09	Ma podstawową wiedzę o cyklu życia systemów informatycznych	Data transmission Software engineering 1 Software engineering 2 Group project Bachelor thesis / project preparation Student internship
K_W10	Zna podstawowe metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań informatycznych z zakresu analizy złożoności obliczeniowej algorytmów oraz implementacji języków programowania	Student internship Computer statistics Numerical methods 1 Programming 1 - fundamentals Programming 2 - object oriented Algorithms and data structures Automata theory and formal languages Algorithms and computability
K_W11	Zna podstawowe metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań informatycznych z zakresu budowy systemów komputerowych, sieci komputerowych i technologii sieciowych oraz systemów wbudowanych	Introduction to digital systems Data transmission Computer networks Operating systems 1 Operating systems 2 Embedded systems (elective block 2) Programming in graphical environment Multilayer application development (elective block 1) Software engineering 1 Group project Bachelor thesis / project preparation Student internship
K_W12	Zna podstawowe metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań informatycznych z zakresu komunikacji człowiek-komputer, sztucznej inteligencji oraz inżynierii oprogramowania	Programming in graphical environment Multilayer application development (elective block 1) Object oriented design Software engineering 1 Software engineering 2 Group project Bachelor thesis / project preparation Student internship Artificial intelligence fundamentals Automata theory and formal languages

Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	Przedmioty realizujące
K_W13	Zna podstawowe metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań informatycznych z zakresu systemów operacyjnych, grafiki i baz danych	Operating systems 1 Operating systems 2 Programming in graphical environment Computer graphics 1 Databases Group project Bachelor thesis / project preparation Student internship Programming 2 - object oriented UNIX fundamentals
K_W17	Ma podstawową wiedzę dotyczącą zarządzania i prowadzenia działalności gospodarczej	Student internship
K_W18	Ma podstawową wiedzę dotyczącą zarządzania jakością, w tym podstawową wiedzę nt. standardów	Group project Student internship
Umiejętności		
K_U01	Potrafi wykorzystać nabytą wiedzę matematyczną do opisu procesów, tworzenia modeli, zapisu algorytmów oraz innych działań w obszarze informatyki	Physics 2 Electronics principles Introduction to digital systems Object oriented design Software engineering 1 Group project Bachelor thesis / project preparation Computer statistics Numerical methods 1 Numerical methods 2 Automata theory and formal languages Algorithms and computability
K_U02	Wykorzystuje wiedzę matematyczną do optymalizacji rozwiązań zarówno sprzętowych jak i programowych, potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań informatycznych metody analityczne i eksperymentalne	Electronics principles Introduction to digital systems Computer statistics Algorithms and computability

Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	Przedmioty realizujące
K_U05	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, integrować je, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski i formułować opinie	Computer statistics Numerical methods 1 Numerical methods 2 Physics 1 Physics 2 Electronics principles Operating systems 1 Operating systems 2 Embedded systems (elective block 2) Databases Multilayer application development (elective block 1) Diploma seminar Bachelor thesis / project preparation Algorithms and computability UNIX fundamentals
K_U09	Potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań informatycznych proste metody analityczne i eksperymentalne, w tym proste eksperymenty obliczeniowe	Introduction to digital systems Data transmission Operating systems 2 Computer statistics Programming 1 – fundamentals Automata theory and formal languages Algorithms and computability
K_U10	Potrafi – przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań informatycznych – dostrzegać ich aspekty społeczne, ekonomiczne i prawne	Software engineering 1
K_U12	Potrafi efektywnie przetwarzać pliki tekstowe	Programming 2 - object oriented UNIX fundamentals
K_U13	Potrafi stworzyć model obiektowy prostego systemu	Object oriented design Software engineering 1 Group project Bachelor thesis / project preparation Student internship
K_U14	Ma umiejętność formułowania algorytmów i ich programowania z użyciem przynajmniej jednego z popularnych narzędzi oraz potrafi ocenić złożoność obliczeniową algorytmów i problemów	Operating systems 1 Operating systems 2 Computer graphics 1 Bachelor thesis / project preparation Discrete mathematics 1 Discrete mathematics 2 Probability Automata theory and formal languages Algorithms and computability
K_U15	Ma umiejętność posługiwania się systemami operacyjnymi na poziomie API	Operating systems 1 Operating systems 2 Programming in graphical environment UNIX fundamentals

Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	Przedmioty realizujące
K_U16	Ma umiejętność projektowania prostych sieci komputerowych, potrafi pełnić funkcję administratora sieci komputerowej	Data transmission Computer networks Student internship
K_U17	Potrafi zabezpieczyć przesyłane dane przed nieuprawnionym odczytem	Introduction to digital systems Computer networks Embedded systems (elective block 2) Multilayer application development (elective block 1)
K_U18	Ma umiejętność tworzenia prostych aplikacji internetowych	Operating systems 1 Operating systems 2 Multilayer application development (elective block 1) Student internship
K_U19	Potrafi zaprojektować dobry interfejs użytkownika	Programming in graphical environment Computer graphics 1 Databases Multilayer application development (elective block 1) Group project Bachelor thesis / project preparation Student internship
K_U20	Ma umiejętność budowy prostych systemów bazodanowych, wykorzystujących przynajmniej jeden z najbardziej popularnych systemów zarządzania bazą danych	Databases Student internship
K_U21	Ma umiejętność systematycznego przeprowadzania testów funkcjonalnych oraz jest przygotowany do efektywnego uczestniczenia w inspekcji oprogramowania	Programming 2 - object oriented Software engineering 2 Group project
K_U22	Ma umiejętność posługiwania się przynajmniej jednym z najbardziej popularnych systemów zarządzania wersjami	Software engineering 2
K_U23	Ma umiejętność rozwiązywania prostych zagadnień z zakresu komunikacji człowiek-komputer, sztucznej inteligencji, formułowania algorytmów i projektowania prostych systemów informatycznych	Algorithms and data structures Artificial intelligence fundamentals Automata theory and formal languages Algorithms and computability Programming in graphical environment Computer graphics 1 Object oriented design Software engineering 1 Group project Bachelor thesis / project preparation Student internship

Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	Przedmioty realizujące
K_U24	Ma umiejętność budowy prostych systemów wbudowanych	Introduction to digital systems Embedded systems (elective block 2) Student internship
K_U25	Zna i potrafi wykorzystać zasady bezpieczeństwa związane z pracą w środowisku przemysłowym	Introduction to digital systems Embedded systems (elective block 2)
K_U26	Potrafi poprawnie użyć przynajmniej jedną metodę szacowania pracochłonności wytwarzania oprogramowania	Software engineering 1 Group project
K_U27	Potrafi wykonać prostą analizę sposobu funkcjonowania systemu informatycznego i ocenić istniejące rozwiązania informatyczne, przynajmniej w odniesieniu do ich cech funkcjonalnych	Object oriented design Software engineering 2 Group project Bachelor thesis / project preparation
K_U28	Potrafi sformułować specyfikację prostych systemów informatycznych w odniesieniu do sprzętu, oprogramowania systemowego i cech funkcjonalnych aplikacji	Computer networks Object oriented design Software engineering 1 Group project Bachelor thesis / project preparation UNIX fundamentals
K_U29	Potrafi ocenić, na podstawowym poziomie, przydatność rutynowych metod i narzędzi informatycznych oraz wybrać i zastosować właściwą metodę i narzędzia do typowych zadań informatycznych	Computer networks Computer graphics 1 Software engineering 2 Group project Bachelor thesis / project preparation
K_U30	Potrafi - zgodnie z zadaną specyfikacją - zaprojektować oraz zrealizować prosty system informatyczny, używając właściwych metod, technik i narzędzi	Computer networks Programming 2 - object oriented Operating systems 2 Embedded systems (elective block 2) Programming in graphical environment Multilayer application development (elective block 1) Object oriented design Software engineering 1 Software engineering 2 Group project Bachelor thesis / project preparation Student internship

Przykładowo efekt K_W05: „Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie architektury systemów komputerowych, systemów operacyjnych, technologii sieciowych oraz systemów wbudowanych” znajduje swoją realizację w następujących przedmiotach: Architektura komputerów, Transmisja danych, Systemy operacyjne 1 i 2, Systemy wbudowane (blok obieralny 2), Programowanie aplikacji wielowarstwowych (blok obieralny 1). Szczegółowe rozwinięcie efektów przedmiotowych zebrane jest w Tabeli 1.5. Omówienie szczegółowych treści poniższych przedmiotów znaleźć można w opisie Kryterium 2.

Tabela 1.5 Efekty przedmiotowe prowadzące do realizacji efektu K_W05.

Przedmiot: Architektura komputerów <u>Przedmiotowe efekty uczenia się:</u> – Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstaw techniki cyfrowej i architektury współczesnych komputerów – Ma elementarną wiedzę w zakresie elektroniki i układów logicznych potrzebną do zrozumienia techniki cyfrowej i zasad funkcjonowania współczesnych komputerów – Zna podstawowe metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań informatycznych z zakresu budowy systemów komputerowych – Wykorzystuje wiedzę matematyczną do optymalizacji rozwiązań sprzętowych i programowych; – Rozumie konieczność ciągłego śledzenia zmian w dokumentacji nowych mikroprocesorów i mikrokontrolerów oraz zmian w standardach takich jak np. USB – Zna przykłady i rozumie przyczyny wadliwie działających systemów cyfrowych
Przedmiot: Transmisja danych <u>Przedmiotowe efekty uczenia się:</u> – Posiada wiedzę z podstaw transmisji sygnałów cyfrowych w kanałach telekomunikacyjnych przewodowych i bezprzewodowych – Posiada wiedzę z działania podstawowych technik stosowanych w systemach telekomunikacyjnych tj. stosowanych modulacji, metod wielodostępu, organizacja strumieni przesyłania danych binarnych w sieciach telekomunikacyjnych – Posiada wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych uwarunkowań systemów telekomunikacyjnych – Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie sieci komputerowych i technologii sieciowych – Potrafi opisać architekturę co najmniej dwóch systemów dostępowych w sieciach teleinformatycznych – Potrafi opisać architekturę co najmniej jednego systemu sieci rdzeniowych w sieciach teleinformatycznych – Ma umiejętność pisania prostych skryptów oraz posługiwania się systemem do obliczeń matematycznych na poziomie API – Potrafi sformułować specyfikację prostych systemów informatycznych w odniesieniu do sprzętu, oprogramowania systemowego i cech funkcjonalnych aplikacji, potrafi zabezpieczyć przesyłane dane przed nieuprawnionym odczytem – Potrafi samodzielnie wykonać mały projekt informatyczny związany z programowaniem na poziomie API pakietu matematycznego – Rozumie cykl życia urządzeń i systemów telekomunikacyjnych, a w tym ich efekt jaki wywierają na współczesne społeczeństwo – Rozumie społeczne i ekonomiczne uwarunkowania budowy i eksploatacji systemów telekomunikacyjnych

Przedmiot: Systemy operacyjne 1

Przedmiotowe efekty uczenia się:

- Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę nt. zadań, właściwości i budowy systemów operacyjnych
- Zna podstawowe metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań z zakresu środowiska wykonania, procesów i sygnałów, wątków i operacji asynchronicznych
- Potrafi pozyskiwać informacje z dokumentacji technicznej systemu operacyjnego (man) i standardu POSIX oraz wykorzystywać te informacje do pisania kodu przenośnego pomiędzy platformami Unix/Linux.
- Potrafi zrealizować w języku C proste aplikacje o zadanej funkcjonalności, wykorzystując narzędzia linii poleceń systemu Linux.
- Potrafi wykorzystać nabytą wiedzę o własnościach SO oraz znajomość API POSIX do realizacji prostych aplikacji wieloprotokółowych / wielowątkowych o zadanej funkcjonalności,
- Rozumie konieczność ciągłego śledzenia zmian w obszarze systemów operacyjnych

Przedmiot: Systemy operacyjne 2

Przedmiotowe efekty uczenia się:

- Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie architektury systemów operacyjnych z rodziny UNIX oraz technologii sieciowych
- Zna metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań informatycznych z zakresu budowy systemów komputerowych opartych o system Linux/Unix, sieci komputerowych i technologii sieciowych
- Zna podstawowe problemy ochrony, wie o podstawowych środkach zapewnienia bezpieczeństwa systemów komputerowych
- Potrafi pozyskiwać informacje z dokumentacji technicznej systemu (man) oraz z standardu POSIX (głównie w języku angielskim), potrafi przekształcić uzyskaną wiedzę na pisanie kodu niezależnego od platformy uniksowej
- Potrafi przygotować, skompilować, sprawdzić i uruchomić program w języku C przy pomocy prostych narzędzi linii poleceń systemu
- Ma umiejętność posługiwania się systemem Linux/Unix na poziomie API
- Ma umiejętność pisania prostych aplikacji do komunikacji sieciowej
- Potrafi rozwiązywać proste zadania z zakresu systemów operacyjnych za pomocą metod analitycznych i symulacyjnych
- Rozumie konieczność ciągłego śledzenia zmian w dokumentacji nowych wersji bibliotek systemowego API oraz standardów takich jak POSIX
- Rozumie potrzebę pisania kodu przenośnego oraz poprawnego podziału programu na biblioteki i funkcję umożliwiającą łatwe ponowne wykorzystanie

Przedmiot: Systemy wbudowane (blok obieralny)

Przedmiotowe efekty uczenia się:

- Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie systemów wbudowanych
- Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i technologie inżynierskie stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań informatycznych z zakresu systemów wbudowanych, wykorzystujących niskopoziomą obsługę urządzeń we/wy
- Potrafi wykorzystać nabytą wiedzę matematyczną do tworzenia modeli prostych systemów wbudowanych
- Potrafi dokonać analizy problemu wymagającego zastosowania systemu wbudowanego, tak by dobrać odpowiedni system i go oprogramować
- Potrafi skonfigurować i uruchomić układ wbudowany za pomocą odpowiedniego środowiska narzędziowego

Przedmiot: Programowanie aplikacji wielowarstwowych (blok obieralny)

Przedmiotowe efekty uczenia się:

- Ma uporządkowaną wiedzę ogólną w zakresie architektury aplikacji WWW
- Ma wiedzę ogólną oraz zna podstawowe techniki z zakresu tworzenia interfejsu użytkownika z wykorzystaniem języka HTML
- Zna podstawowe metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań informatycznych z zakresu budowy systemów komputerowych wykorzystujących protokoły http
- Potrafi pozyskiwać informacje ze standardów W3ORG (np. HTML, XML), integrować je, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski i formułować opinie
- Ma umiejętność tworzenia prostych aplikacji internetowych, w tym potrafi zabezpieczyć przesyłane dane przed nieuprawnionym odczytem, dobierając wykorzystanie HTTP lub HTTPS stosownie do potrzeb tworzonego rozwiązania oraz potrafi zaprojektować interfejs użytkownika dla aplikacji internetowych
- Potrafi pracować indywidualnie i w zespole informatyków, w tym także potrafi zarządzać swoim czasem oraz podejmować zobowiązania i dotrzymywać terminów
- Na przykładzie rozwoju standardów i bibliotek stosowanych do tworzenia aplikacji WWW, rozumie, że w informatyce wiedza i umiejętności bardzo szybko stają się przestarzałe
- Jest przygotowany do współdziałania i pracy w grupie oraz budowania dorobku i tradycji zawodu
- Potrafi wykazać się skutecznością w realizacji projektów o charakterze programistyczno-wdrożeniowym, wchodzących w program studiów lub realizowanych poza studiami

Studia drugiego stopnia

Program studiów drugiego stopnia zakłada pogłębianie kompetencji inżynierskich w zakresie informatyki technicznej poprzez realizację aplikacji informatycznych zgodnych z wybraną specjalnością. Wszystkie przedmioty kierunkowe i specjalistyczne zawierają znaczny komponent laboratoriów lub samodzielnego projektu.

Studenci pochodzący z pokrewnych kierunków studiów pierwszego stopnia, którzy w dotychczasowym przebiegu kształcenia nie uzyskali kompetencji inżynierskich, mogą zostać zrekrutowani na studia czterosemestralne drugiego stopnia, pod warunkiem pomyślnego wyniku procesu rekrutacji, opisanego w dalszej części niniejszego raportu. Absolwenci takich kierunków uzupełniają konieczne efekty uczenia się (wiedzowe i umiejętnościowe) poprzez udział w dodatkowych przedmiotach planu czterosemestralnego studiów drugiego stopnia kierunku ISI:

- Architektura komputerów;
- Transmisja danych;
- Systemy operacyjne 1;
- Projektowanie obiektowe;
- Programowanie w środowisku graficznym;
- Bazy danych;
- Inżynieria oprogramowania 1;
- Programowanie aplikacji wielowarstwowych (blok obieralny 1);
- Systemy wbudowane (blok obieralny 2),

które zapewniają główną wiedzę z efektów uczenia się z tabeli 1.3. Dla programu studiowania w języku angielskim są to przedmioty:

- Programming 3 – advanced;
- Electronic principles;
- Data transmission;
- Group project;

- Object oriented design;
- Databases;
- UNIX fundamentals;
- Software engineering 1;
- Multilayer application development (elective block 1);
- Computer networks (elective block 2).

Przedmioty te stanowią przedmioty obowiązkowe studiów inżynierskich kierunku *Informatyka i Systemy Informacyjne (Computer Science and Information Systems)*.

1.3.3 Spełnienie wymagań zawartych w standardach kształcenia

Kierunek Informatyka i Systemy Informacyjne nie przygotowuje do wykonywania zawodów, o których mowa w art. 68 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Kryterium 2. Realizacja programu studiów: treści programowe, harmonogram realizacji programu studiów oraz formy i organizacja zajęć, metody kształcenia, praktyki zawodowe, organizacja procesu nauczania i uczenia się

2.1. Kluczowe treści kształcenia

Treści kształcenia determinowane są sylwetką absolwenta i osiąganymi efektami uczenia się.

2.1.1. Studia pierwszego stopnia

Rozłożenie treści i akcentów w ramach programu studiów pierwszego stopnia musi zakładać początkową wiedzę studentów na poziomie maturalnym, dlatego rozpoczyna się od zbudowania podstawowych kompetencji z matematyki wyższej i podstaw programowania prowadząc do uzyskania możliwości rozszerzania wiedzy i umiejętności stricte kierunkowych. Zachowano przy tym równowagę pomiędzy wiedzą teoretyczną, a umiejętnościami praktycznymi i kompetencjami społecznymi wymaganymi przez rynek pracy. Najczęściej pojedynczy efekt uczenia się jest przy tym osiągany na więcej niż jednym przedmiocie.

W ramach programu studiów możemy wyróżnić następujące grupy przedmiotów: przedmioty podstawowe i kierunkowe, a także przedmioty humanistyczno-ekonomiczne, języki obce i zajęcia sportowe / wychowanie fizyczne. W przypadku studiów pierwszego stopnia, **dwa pierwsze semestry** obejmują przede wszystkim przedmioty z grupy podstawowych, tj. zapewniające **podstawy matematyczne** (określone przez efekty uczenia się K_W01, K_W04, K_W10, K_U01, K_U02, K_U03, K_U04): *Analiza matematyczna 1 i 2, Algebra liniowa z geometrią 1 i 2, Elementy logiki i teorii mnogości* oraz *Matematyka dyskretna 1*. Jednocześnie na tym etapie wprowadzone zostają także **podstawowe przedmioty kierunkowe**: *Programowanie 1 – strukturalne, Programowanie 2 – obiektowe, Architektura komputerów, Podstawy systemu UNIX, Metody numeryczne 1, Podstawy teorii informacji* (realizowane efekty uczenia się to K_W02, K_W03, K_W05, K_W06, K_W08, K_W12, K_W13, K_U01, K_U02, K_U05, K_U09, K_U12, K_U14, K_U15). Studenci mają także zapewnione przedmioty z grupy HES (humanistyczno-ekonomiczno-społeczne), które realizują ważne efekty uczenia się z obszaru wiedzy i umiejętności, a także kompetencji społecznych związanych m.in. z problemami własności intelektualnej, podstaw ekonomii, czy etyki (efekty K_W14, K_W15, K_W16, K_U25, K_K04, K_K05, K_K07). Podstawy matematyczne rozbudowywane są dalej na **semestrze trzecim i czwartym** na przedmiotach: *Matematyka dyskretna 2, Modelowanie matematyczne, Rachunek prawdopodobieństwa i elementy statystyki matematycznej* (efekty: K_W01, K_W03, K_W04, K_W10, K_U01-K_U05, K_U09, K_U14, K_K02, K_K05).

Od **semestru trzeciego do siódmego** studenci poznają kolejno bardziej **zaawansowane zagadnienia związane z informatyką teoretyczną** w ramach przedmiotów kierunkowych: *Algorytmy i Struktury Danych 1 i 2, Teoria automatów i obliczeń, Metody translacji, Wprowadzenie do sztucznej inteligencji oraz Teoria algorytmów i obliczeń* (efekty: K_W04, K_W07, K_W08, K_W09, K_W10, K_W12, K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U08, K_U09, K_U11, K_U14, K_U23, K_K01, K_K02, K_K04, K_K05, K_K06). Ścieżka ta zapewnia szeroką wiedzę teoretyczną absolwentów dając im unikalne na rynku pracy kompetencje w zakresie projektowania algorytmów i poprawnego wnioskowania o ich własnościach obliczeniowych. *Metody translacji* są wstępem do zaawansowanych problemów budowy kompilatorów i translatorów formalnych. Spotkania z pracodawcami potwierdzają, że wiedza i umiejętności zdobyte w ramach tej ścieżki przedmiotów są przez nich szczególnie doceniane.

Informatyka techniczna i kompetencje inżynierskie są szczególnie obecne od **pierwszego do trzeciego semestru** na przedmiotach: *Architektura komputerów, Podstawy teorii informacji, Transmisja danych, Programowanie 3 – zaawansowane, Metody numeryczne 1 i 2* oraz na semestrze szóstym w ramach *Bloku Obieralnego Systemy Wbudowane* (efekty: K_W03, K_W05, K_W06, K_W11, K_U01, K_U02, K_U05, K_U07, K_U09, K_U14, K_U16, K_U17, K_U24, K_U25, K_U28, K_U30, K_K01, K_K03), na którym studenci mogą wybrać jeden z przedmiotów zorientowany na programowanie w dedykowanym laboratorium urządzeń wbudowanych takich jak Raspberry PI, czy karty FPGA. Całość sylwetki absolwenta dopełniają przedmioty związane bezpośrednio z **zastosowaniami przemysłowymi informatyki** od **semestru trzeciego do szóstego**: *Projektowanie obiektowe, Inżynieria oprogramowania 1 i 2, Systemy operacyjne 1 i 2, Programowanie w środowisku graficznym, Bazy danych, Grafika komputerowa 1, Blok Obieralny Programowanie Aplikacji Wielowarstwowych* (efekty: K_W05, K_W06, K_W07, K_W09, K_W11, K_W12, K_W13, K_W14, K_W18, K_U05, K_U08, K_U09, K_U14, K_U15, K_U17, K_U18, K_U19, K_U20, K_U21, K_U22, K_U23, K_U27, K_U29, K_U30, K_K01, K_K03, K_K05, K_K06).

Na specjalne wyróżnienie zasługują przedmioty o charakterze **projektowym realizowane w zespołach**, po osiągnięciu przez studentów odpowiednich kompetencji i dojrzałości programistycznej: *Inżynieria oprogramowania 2 oraz Projekt zespołowy*, odpowiednio na **semestrach szóstym i siódmym** (efekty: K_W09, K_W11, K_W12, K_W13, K_W18, K_U01, K_U08, K_U13, K_U21, K_U22, K_U23, K_U27, K_U28, K_U29, K_U30, K_K05, K_K06).

Kolejną cechą wyróżniającą kierunek Informatyka i Systemy Informacyjne jest obecność na semestrach **piątym, szóstym i siódmym** aż **5 przedmiotów obieralnych**, które pozwalają rozwijać studentom ich własne zainteresowania, nie rzadko związane z odbywaną przez nich praktyką lub własnymi doświadczeniami zawodowymi. Wydział corocznie proponuje prawie 100 przedmiotów obieralnych, z czego, po zakończeniu zapisów uruchamianych jest około 60. W obszarze informatyki jest to kilkanaście przedmiotów, które pokrywają całe spektrum problemów IT. Przykładowo, na uwagę zasługują: *Wnioskowanie rozmyte, Procesory graficzne w zastosowaniach obliczeniowych, Analiza i przetwarzanie dźwięku, Warsztaty technik uczenia maszynowego, Gry kombinatoryczne, Programowanie aplikacji mobilnych w technologii Flutter, Programowanie w języku assemblera, Systemy agentowe w zastosowaniach* i wiele innych.

Przedmioty *Fizyka 1 i 2*, realizowane na semestrze **piątym i szóstym**, pozwalają na osiągnięcie, odpowiednio, efektów uczenia się K_W02 oraz K_U01, K_U05, K_U06.

Poniżej przedstawiono przykładowe powiązanie treści kształcenia z kierunkowym efektem uczenia się

K_W04: *Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie algorytmów i ich złożoności obliczeniowej.*

Ten efekt, realizowany w ramach kilku przedmiotów, jest kluczowy zbudowania unikalnej dla Wydziału MiNI charakterystyki absolwenta posiadającego wiedzę nt. teorii algorytmów, programowania i obliczeń. Dzięki niemu po ukończeniu studiów nie jest przywiązany do jednej wyuczonej technologii lub języka programowania ale jest gotów do poznania i używania dowolnego nowego języka programowania i stosowania go w praktyce. Przedmioty realizujące ten efekt powierzone są pracownikom o najwyższych kwalifikacjach dydaktycznych i naukowych, prowadzącym aktywnie badania w dziedzinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja. Większość twierdzeń prezentowanych jest wraz z dowodami. Liczba godzin w poszczególnych formach dydaktycznych na przedmiotach tego efektu uczenia się w ciągu jednego tygodnia zajęć podana jest w Tabeli 2.1.

Tabela 2.1. Tygodniowy wymiar godzinowy na przedmiotach realizujących efekt K_W04.

Lp.	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P
1.	Algebra liniowa z geometrią 1	2	2		
2.	Algebra liniowa z geometrią 2	1	1		
3.	Matematyka dyskretna 1	2	2		
4.	Matematyka dyskretna 2	2	2		
5.	Metody numeryczne 1	2	1	2	
6.	Metody numeryczne 2	2			2
7.	Programowanie 1 - strukturalne	2	2	1	
8.	Programowanie 2 – obiektowe	2		2	
9.	Algorytmy i struktury danych 1	2	2		
10.	Algorytmy i struktury danych 2	1	1	2	
11.	Teoria automatów i języków formalnych	2	2		
12.	Teoria algorytmów i obliczeń	2	1	1	

Algebra liniowa z geometrią 1: Systemy algebraiczne: grupy (grupy permutacji), pierścienie ($\mathbb{Z}_n$), ciała; ciało liczb zespolonych. Układy równań liniowych, Macierze, Operacje elementarne na wierszach (kolumnach) macierzy; macierze elementarne. Metoda eliminacji Gaussa. Macierze, działania na macierzach, Równania macierzowe $AX = B$. Przestrzenie liniowe. Podprzestrzenie, generowanie podprzestrzeni; liniowa zależności i niezależność wektorów, baza, wymiar przestrzeni liniowej. Rząd macierzy. Twierdzenie Kroneckera-Capelliego. Homomorfizmy przestrzeni liniowych. Jądro, obraz. Macierze homomorfizmów. Izomorfizmy i macierze odwracalne. Wyznaczniki. Zastosowanie wyznaczników. Faktoryzacje macierzy. Wartości i wektory własne macierzy i operatorów liniowych. Wielomian charakterystyczny. Diagonalizacja macierzy i operatorów liniowych. Formy dwuliniowe hermitowskie. Dodatnia i ujemna określoność form dwuliniowych. Macierze form.

Algebra liniowa z geometrią 2: Iloczyn skalarny; przestrzenie i unitarne. Norma wyznaczona przez iloczyn skalarny. Ortogonalność. Iloczyn wektorowy. Sumy i sumy proste przestrzeni liniowych. Sumy ortogonalne. Rzut ortogonalny. Operatory w przestrzeniach unitarnych. Operatory hermitowskie: twierdzenie spektralne; diagonalizacja. Funkcjonały liniowe, przestrzenie sprzężone-bazy dualne. Przestrzenie afiniczne i euklidesowe. Izometrie.

Matematyka dyskretna 1: Indukcja matematyczna. Rekurencja: definicje i równania rekurencyjne. Zasada szufladkowa Dirichleta. Podstawy kombinatoryki – podstawowe struktury kombinatoryczne, wariacje, permutacje, kombinacje, podziały zbioru i liczby, algorytmy generowania powyższych struktur. Tożsamości kombinatoryczne - współczynniki Newtona, metody znajdowania i dowodzenia tożsamości kombinatorycznych. Zasada włączania-wyłączania. Rozwiązywanie równań rekurencyjnych, funkcje tworzące. Twierdzenia minimaksowe – twierdzenie Dilwortha, dualne twierdzenie Dilwortha. Podstawy teorii grafów – podstawowe pojęcia, drzewa, minimalne drzewa rozpinające.

Matematyka dyskretna 2: Spójność, twierdzenie Menger'a. Obwód i droga Eulera, problem chińskiego listonosza. Cykl i ścieżka Hamiltona, problem komiwojażera. Kolorowanie krawędzi, indeks chromatyczny, twierdzenie Vizinga. Kolorowanie wierzchołków, liczba chromatyczna, zastosowanie problemu kolorowania do problemów szeregowania zadań. Systemy różnych reprezentantów, twierdzenie Halla, twierdzenie Königa. Przepływy w sieciach, twierdzenie Forda-Fulkersona, algorytm znajdujący największy przepływ. Planarność, formuła Eulera, twierdzenie Kuratowskiego. Liczba Ramsey'a.

Metody numeryczne 1: *Wykład:* Wprowadzenie do metod numerycznych. Zadanie numeryczne i jego uwarunkowanie. Błędy w obliczeniach numerycznych. Arytmetyka zmiennopozycyjna i numeryczne własności algorytmów. Normy wektorów i macierzy. Macierze permutacji i przekształcenie $L(k)$. Interpolacja, całkowanie i różniczkowanie numeryczne funkcji jednej zmiennej. Interpolacja wielomianowa Lagrange'a. Interpolacja wielomianowa Hermite'a. Interpolacja trygonometryczna. Kwadratury Newtona-Cotesa. Kwadratury złożone Newtona-Cotesa. Różniczkowanie numeryczne. Rozwiązywanie układów równań liniowych. Uwarunkowanie zadania. Metoda eliminacji Gaussa. Rozkład LU macierzy i jego zastosowanie. Metoda Cholesky'ego-Banachiewicza. Warianty metody eliminacji Gaussa. Metody iteracji prostej: Jacobiego, Gaussa-Seidla i SOR. Odwracanie macierzy i obliczanie wyznaczników. Rozwiązywanie równań nieliniowych. Lokalizacja zer funkcji. Metody dla równań skalarnych: bisekcji, stycznych i siecznych. Metody dla układów równań: iteracji prostej i Newtona. Obliczanie zer wielomianów. *Ćwiczenia:* Elementy teorii błędów. Numeryczne własności algorytmów. Własności norm wektorów i macierzy. Oszacowanie błędów i algorytmy interpolacji wielomianowej. Oszacowanie błędów formuł całkowych. Analiza zbieżności metod iteracyjnych dla układów równań liniowych. Lokalizacja zer funkcji. Analiza zbieżności metod wyznaczania zer funkcji. *Laboratorium:* Wprowadzenie do środowiska pakietu Matlab. Interpolacja wielomianowa funkcji jednej zmiennej. Całkowanie numeryczne funkcji jednej zmiennej. Algorytmy metod rozwiązywania układów równań liniowych: eliminacja Gaussa i jej warianty, metoda Cholesky'ego-Banachiewicza, metody iteracji prostej. Numeryczne rozwiązywanie równań nieliniowych.

Metody numeryczne 2: *Wykład:* Funkcje sklejące jednej zmiennej. Określenie i własności funkcji sklejących. Interpolacja funkcjami sklejanymi. Interpolacja i całkowanie numeryczne funkcji wielu zmiennych. Interpolacja wielomianowa na trójkątach i podziałach trójkątnych. Interpolacja wielomianowa na prostokątach i podziałach prostokątnych. Całkowanie numeryczne na podziałach trójkątnych i prostokątnych. Informacje o interpolacji i całkowaniu numerycznym funkcji wielu zmiennych ($n > 2$). Wielomiany ortogonalne i kwadratury Gaussa. Wielomiany ortogonalne w przestrzeniach L_2 . Kwadratury Gaussa. Aproksymacja średniokwadratowa. Aproksymacja w przestrzeni Hilberta. Aproksymacja w przestrzeniach L_2 . Przykłady aproksymacji średniokwadratowej funkcjami sklejanymi. Obliczanie wartości własnych i wektorów własnych macierzy. Lokalizacja wartości własnych. Metoda potęgowa i jej odmiany. Postać Hessenberga macierzy i metody wyznacznikowe. Metody Jacobiego i QR. Zagadnienie początkowe dla równań różniczkowych zwyczajnych. Metody Rungego-Kutty. Liniowe metody wielokrokowe. Metody typu predyktor-korektor. *Projekt:* Rozwiązywanie układów równań liniowych i nieliniowych. Interpolacja funkcji jednej i wielu zmiennych. Całkowanie numeryczne. Aproksymacja średniokwadratowa. Obliczanie wartości własnych i wektorów własnych macierzy. Zagadnienie początkowe dla równań różniczkowych zwyczajnych.

Programowanie 1 – strukturalne: Informacje wstępne: problem, algorytm. Systemy pozycyjne: dziesiętny, dwójkowy, szesnastkowy, jedynekowy (liczba n jest zapisana jako ciąg n zer), minus dwójkowy. Reprezentacja liczb całkowitych w pamięci komputera – system stałopozycyjny uzupełnieniowy. Reprezentacja liczb zmiennoprzecinkowych, formaty IBM, IEEE, Microsoft, zakresy liczb zmiennoprzecinkowych. Wyrażenia arytmetyczne – priorytety operatorów, notacje przedrostkowa i przyrostkowa. Prosty model maszyny cyfrowej. Prosty pseudoassembler, algorytm Euklidesa wyznaczania NWD, sito Eratostenesa. Języki wysokiego poziomu, C – informacje ogólne. Struktura programu, funkcje. Podstawowe typy danych – int, float; modyfikatory: long, short, unsigned. Typy i rozmiary danych. Stałe, zmienne, typy zmiennych. Funkcje konwersji typów danych. Tablice. Struktury. Typy złożone (np. tablice struktur). Operatory, Priorytety, konwersje typów. Wyrażenia – arytmetyczne, logiczne, binarne, rzutowania, Instrukcje proste - pusta, podstawienia, skoku Instrukcje złożone - strukturalne, warunkowe, wyboru, iteracyjne. Instrukcje – uzupełnienia. Prosty program w C – szybkie obliczanie potęg (przykład na zastosowanie operatorów, wyrażeń, instrukcji warunkowych i iteracyjnych). Prosty program w C –

wyszukiwanie wzorca w tekście (przykład na zastosowanie tablic i instrukcji warunkowych, wyboru i iteracyjnych). Podstawowe instrukcje wejścia-wyjścia: getch, putc, scanf, printf, elementy formatowania. Przykłady programów: modyfikacja sita Eratostenesa na tablicach – znajdowanie liczb słabo złożonych. Wskaźniki. Zmienne wskaźnikowe, zmienne wskazywane, dynamiczne zarządzanie pamięcią. Przykłady - sito Eratostenesa w wersji listy jednokierunkowej – tworzenie listy jednokierunkowej, usuwanie elementów z listy i nawigacja po liście jednokierunkowej. Wskaźniki – cd. Tworzenie uporządkowanej listy dwukierunkowej, Wskaźniki i tablice, wskaźniki do wskaźników – omówienie. Funkcje i programy – wprowadzenie. Funkcje – sposoby przekazywania parametrów: przez wartość, przez adres, przez funkcję. Funkcje i programy – przykłady: (i) Program obliczania $\exp(A)$, gdzie A – macierz $n \times n$, (ii) Program wyznaczania całki. Funkcje i programy – przykłady, cd. Budowa drzewa binarnego, Przeglądanie drzewa binarnego: prefiksowe, postfiksowe, infiksowe. Funkcje i programy – przykłady, cd. Rekurencja, omówienie, przykład: wieże Hanoi, gdzie nie należy stosować rekurencji – obliczanie silni, przestanianie, efekty uboczne.

Programowanie 2 – obiektowe: Programowanie obiektowe - podstawowe cechy, paradygmaty programowania obiektowego. Specyficzne elementy języka C++: strumieniowe operacje I/O; referencje; przeciążanie operatorów i funkcji; dynamiczne zarządzanie pamięcią. Definiowanie struktur i prostych klas. Zasięg składowych klasy. Tworzenie, usuwanie i inicjalizowanie obiektów. Własności i atrybuty metod składowych. Funkcje zaprzyjaźnione, zaprzyjaźnianie klas i komunikacja klas. Definiowanie i przeciążanie operatorów. Przeciążanie funkcji. Tablice obiektów. Klasa string. Operatory new, delete. Klasa z polem dynamicznym. Klasa z polem obiektem. Dziedziczenie. Rodzaje dziedziczenia. Polimorfizm i metody wirtualne. Klasy abstrakcyjne. Obsługa błędów. Obsługa wyjątków. Funktory. Konwersje, operatory konwersji i konwertery. Strumienie. Operacje na plikach tekstowych oraz binarnych. Definiowanie i wykorzystanie szablonów funkcji. Definiowanie i wykorzystanie szablonów klas. Elementy biblioteki STL: podstawowe kontenery, iteratory, algorytmy. Wybrane elementy nowych standardów C++, m.in. wyrażenia lambda, se-mantyka przenoszenia.

Algorytmy i struktury danych 1: Wprowadzenie. Podstawowe struktury danych. Poprawność, złożoność i metody projektowania algorytmów. Kolejki priorytetowe. Kopiec i dwukopiec, Kopce złączalne. Kolejki dwumianowe, Kopce Fibonacciego. Słowniki. Wyszukiwanie w tablicach. Drzewa wyszukiwań BST, AVL, drzewa czerwono-czarne, optymalne, samoorganizujące się. B-drzewa, 2-3 i 2-3-4 drzewa. Wyszukiwanie pozycyjne, Kodowanie mieszające. Algorytmy UNION-FIND. Reprezentacja listowa. Reprezentacja drzewiasta. Sortowanie. Sortowanie wewnętrzne przez porównania. Sortowanie pozycyjne. Sortowanie przez zliczanie. Sortowanie zewnętrzne. Zadanie wyboru.

Algorytmy i struktury danych 2: Wykład: Grafy. Metody reprezentacji grafów (macierz sąsiedztwa i listy incydencji). Przeszukiwanie grafów (w głąb, wszerz, ogólne). Wyznaczanie najkrótszych dróg w grafie: algorytm Forda-Bellmana, algorytm Dijkstry, algorytm A^* , algorytm dla grafu acyklicznego, odległości pomiędzy wszystkimi parami wierzchołków grafu (algorytm Floyda-Warshalla, algorytm Johnsona). Algorytmy dla zagadnienia komiwojażera (dokładne i przybliżone). Przepływy w sieciach (algorytmy Forda-Fulkersona, Dinica, „push-relabel”). Algorytmy geometryczne. Wyznaczanie otoczki wypukłej (algorytmy Grahama, Jarvisa, QuickHull). Problem przynależności punktu do wielokąta. Znajdywanie par przecinających się odcinków (metoda zamykania). Wyszukiwanie wzorca w tekście. Algorytm naiwny i jego usprawnienia (algorytmy Knutha-Morrisa-Pratta i Boyera-Moore'a). Algorytm Karpa-Rabina. Zagadnienia pokrewne (wzorzec ze znakami nieznaczącymi, wzorzec dwuwymiarowy). *Laboratorium:* Na każdych (dwugodzinnych) zajęciach odrębne zadanie ilustrujące zagadnienia z wykładu, przewidywane są również zadania związane z tematyką wykładów Algorytmy i struktury danych 1 oraz Matematyka dyskretna 2 (do których nie ma laboratoriów).

Teoria automatów i języków formalnych: *Wykład:* Wiadomości wstępne - przypomnienie: relacje, indukcja zupełna. Wyrażenia i języki regularne, lemat o pompowaniu, lemat Myhill-Nerode. Gramatyki i języki, gramatyki i języki bezkontekstowe, lemat o pompowaniu, lemat Ogdena. Gramatyki i języki kontekstowe. Gramatyki nieograniczone i języki rekurencyjnie przeliczalne. Maszyny Turinga i ich odmiany, języki rekurencyjnie przeliczalne i rekurencyjne. Automaty liniowo ograniczone i języki kontekstowe. Automaty ze stosem i języki bezkontekstowe. Automaty skończone i języki regularne, twierdzenie Myhill-Nerode. Hierarchia Chomsky'ego języków. Uwagi o rozstrzygalności. *Ćwiczenia:* Rozwiązywanie problemów lingwistyki matematycznej i teorii automatów.

Teoria algorytmów i obliczeń: *Wykład:* Rozstrzygalność problemów: Języki rekurencyjne, rekurencyjnie przeliczalne i nierekurencyjne, problemy rozstrzygalne, częściowo rozstrzygalne i nierozstrzygalne. Modele obliczeń: maszyny Turinga, maszyny RAM. Równoważność modeli obliczeń. Teoria funkcji rekursywnych: rekursja pierwotna, operacja minimum efektywnego, funkcje pierwotnie rekursywne, rekurencyjne i rekurencyjnie przeliczalne. Obliczalność i częściowa obliczalność w sensie Turinga. Hipoteza Churcha. Złożoność algorytmów: Złożoność czasowa algorytmów. Klasy problemów: P, QL, NQL, NPI, NP, co-NP. Twierdzenie Cooka. Równoważność modeli obliczeń w sensie złożoności czasowej. Złożoność pamięciowa algorytmów. Klasy problemów DLOG, POLYLOG, P. Twierdzenie Sawitcha. Przykłady problemów. *Ćwiczenia:* Rozwiązywanie zadań dotyczących zagadnień prezentowanych na wykładzie. *Laboratorium:* Rozwiązywanie problemów NP-zupełnych za pomocą algorytmów dokładnych i aproksymacyjnych.

2.1.2. Studia drugiego stopnia

Program studiów drugiego stopnia obejmuje zaawansowane przedmioty kierunkowe. Przeważająca część treści kształcenia dla drugiego stopnia kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne wiąże się bezpośrednio z obszarami badawczymi pracowników naukowych Wydziału (uczenie maszynowe, systemy analizy danych, rozpoznawanie obrazu, uczenie głębokie, systemy VR, modelowanie geometryczne, itd). W ramach realizacji prac projektowych i dyplomowych, niektórzy studenci angażują się w projekty badawcze, rozwojowe i wdrożeniowe, realizowane na Wydziale lub we współpracy z firmami krajowymi i zagranicznymi. W tym na przykład w projekty międzynarodowe (VaVeL, CoMobility), co owocuje m.in. publikacjami naukowymi.

Studia drugiego stopnia trwają 3 lub 4 semestry w zależności od tego jakie studia ukończył kandydat na pierwszym stopniu. Osoby z tytułem inżyniera na kierunku Informatyka lub pokrewnym mogą być przyjęte na program 3-semestralny. Osoby z tytułem licencjata po studiach 6-semestralnych pierwszego stopnia, kierowane są na program 4-semestralny i podczas dodatkowego semestru uzupełniają braki w efektach uczenia się związanymi z kompetencjami inżynierskimi. Program tego semestru ustalany jest indywidualnie w zależności od indywidualnego przygotowania kandydata i może uwzględniać przedmioty takie jak: Programowanie 3, *Projektowanie obiektowe, Architektura komputerów i inne.*

Program studiów drugiego stopnia uwzględnia, podobnie jak w przypadku studiów inżynierskich, przedmioty projektowe pozwalające na poszerzenie kompetencji inżynierskich oraz w zakresie zarządzania przedsięwzięciami informatycznymi. Na wszystkich specjalnościach obecne są przedmioty humanistyczno-ekonomiczno-społeczne (HES) do wyboru studenta w ramach przygotowanej przez Wydział oferty.

Na studiach II stopnia nie są prowadzone obowiązkowe lektoraty z języków, ale studenci mają możliwość zapisania się na nie w ramach zajęć fakultatywnych. Nie prowadzone są również zajęcia WF.

Wszystkie programy studiów obejmują dwa seminairy dyplomowe na dwóch ostatnich semestrach, w ramach których studenci praktykują pracę z literaturą naukową, opracowanie tematu i przygotowanie swojego wystąpienia. Przygotowanie pracy dyplomowej (20 punktów ECTS) powinno trwać 2 semestry.

SPECJALNOŚĆ METODY SZTUCZNEJ INTELIGENCJI

Program specjalności Metody sztucznej inteligencji obejmuje treści związane z projektowaniem, implementacją i testowaniem metod stosowanych w sztucznej inteligencji, w szczególności inteligencji obliczeniowej. Przedmioty w programie specjalności kładą nacisk na metody optymalizacji oraz elementy uczenia maszynowego ze szczególnym uwzględnieniem sztucznych sieci neuronowych.

W ramach zajęć na przedmiotach prowadzonych dla specjalności studenci są zapoznawani ze sztucznymi sieciami neuronowymi, metaheurystykami optymalizacyjnymi, między innymi metodami ewolucyjnymi i rojowymi oraz metodami poszukiwania dobrych strategii w grach. Studenci poznają różne metody uczenia maszynowego realizujące uczenie nadzorowane, uczenie przez wzmocnienie oraz uczenie nienadzorowane. W ramach zajęć projektowych studenci uczą się prowadzić eksperymenty w celu weryfikacji skuteczności poznawanych metod i ich modyfikacji, analizują wyniki eksperymentalne i porównują ze sobą różne warianty metod.

Kierunkowe efekty uczenia dla specjalności się realizowane są w większości w ciągu dwóch pierwszych semestrów studiów. W pierwszym semestrze realizowany jest przedmiot *Metody Sztucznej Inteligencji 2*, który jest przeglądem zaawansowanych metod sztucznej inteligencji wprowadzającym w tematykę specjalności. Na pierwszym semestrze realizowany jest przedmiot *Reprezentacja wiedzy*, który dostarcza narzędzi niezbędnych do budowy metod opartych o wnioskowanie i metod symulacyjnych. Przedmiotami skupiającymi się na konkretnych metodach sztucznej inteligencji są *Systemy ekspertowe*, w ramach których studenci są zapoznawani z metodami wnioskowania oraz wstęp do algorytmów ewolucyjnych, który porusza zagadnienia związane z oceną algorytmów optymalizacji globalnej i metodami ewolucyjnymi. Przedmioty drugiego semestru to *Podstawy przetwarzania danych*, przedmiot który porządkuje wiedzę i umiejętności z obszaru uczenia maszynowego. Ponadto przedmioty specjalnościowe na drugim semestrze, to *Sieci neuronowe*, przedmiot który w sposób wyczerpujący omawia genezę różnych architektur sztucznych sieci neuronowych, omawia podstawowe współcześnie stosowane modele. Ostatnim przedmiotem z programu specjalności realizowanym na drugim semestrze jest *Uczenie ze wzmocnieniem*. Jedynie realizowany w języku angielskim przedmiot *Deep learning methods* jest realizowany w trzecim semestrze studiów. Większość czasu w semestrze trzecim przeznaczona jest na realizację pracy dyplomowej.

Jednym z kluczowych efektów uczenia się przewidzianych w programie specjalności jest efekt I2SI_W02: *Zna zaawansowane metody uczenia maszynowego, metody ewolucyjne oraz metody inteligencji obliczeniowej i najnowsze osiągnięcia w tych obszarach*. Efekt ten jest realizowany w wielu przedmiotach specjalności, między innymi *Wstęp do algorytmów ewolucyjnych* oraz *Sieci neuronowe*. Treści prezentowane w tych przedmiotach obejmują odpowiednio metody ewolucyjne w optymalizacji globalnej oraz budowę sztucznych sieci neuronowych. Oba te obszary stanowią ważny nurt badań w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja.

SPECJALNOŚĆ PROJEKTOWANIE SYSTEMÓW CAD/CAM

Specjalność Projektowanie Systemów CAD/CAM przygotowuje studentów do rozwijania nowoczesnych rozwiązań informatycznych dla przemysłu, rozrywki, medycyny i biznesu. Program studiów koncentruje się na projektowaniu, optymalizacji i efektywnym przetwarzaniu wielowymiarowych środowisk wirtualnych na potrzeby rozbudowy systemów CAD/CAM/CAE, VR/MR/AR oraz silników gier komputerowych.

Podczas dwóch pierwszych semestrów studiów w ramach *Modelowania geometrycznego 1*, *Metod komputerowych w modelowaniu geometrycznym* oraz *Projektowania systemów CAD/CAM* przybliżane są zaawansowane zagadnienia modelowania krzywych, powierzchni i brył na potrzeby projektowania scen i obiektów 3D. Przedmiot *Grafika komputerowa 2* obejmuje zaawansowane metody i algorytmy wizualizacji scen 3D oraz efektów symulacji komputerowych, z naciskiem na aspekty renderowania obrazów w czasie rzeczywistym. Metody te implementowane są przez studentów za pomocą niskopoziomowych API graficznych, wykorzystując potencjał współczesnych kart graficznych, obliczeń równoległych oraz

interfejsów rzeczywistości wirtualnej. Celem przedmiotu *Programowanie urządzeń sterowanych numerycznie* są techniki projektowania systemów CAM, modelowania ruchu brył sztywnych i łańcuchów kinematycznych oraz wykrywania kolizji i interakcji w obecności innych obiektów na scenie 3D lub w wielowymiarowych przestrzeniach konfiguracji. Ćwiczenie praktyczne to programowanie i weryfikacja zadań dla obrabiarek i drukarek 3D. Metody konstruowania i implementacji dyskretnych oraz ciągłych dynamicznych modeli rzeczywistości wirtualnej, w szczególności prowadzenie eksperymentów w celu weryfikacji poznawanych metod i ich modyfikacji oraz analizowanie cech systemów symulacji i związanych z nimi artefaktów, są przedmiotem *Symulacji fizycznych w środowisku wirtualnym*, *Projektowania środowiska wirtualnego* oraz *Termomechaniki ciał okształcalnych*.

Większość czasu w ostatnim, trzecim semestrze studiów przeznaczona jest na realizację pracy dyplomowej. Tematyka prac magisterskich powiązana jest z prowadzonymi przez Wydział oraz ośrodki krajowe i zagraniczne pracami badawczo-rozwojowymi. Obejmuje między innymi rozszerzanie możliwości systemów CAD/CAM/CAE, opracowywanie innowacyjnych metod modelowania złożonej geometrii, wydajną wizualizację i symulację zjawisk i procesów fizycznych oraz optymalizację algorytmów i struktur danych w zakresie technologii i interfejsów rzeczywistości wirtualnej i rozszerzonej.

Jednym z kluczowych efektów uczenia się przewidzianych w programie specjalności jest efekt I2CC_W03: *Ma szczegółową wiedzę o metodach, technikach i narzędziach grafiki komputerowej i przetwarzania scen 3D, zna najnowsze osiągnięcia w tej dziedzinie*. Efekt ten jest realizowany w wielu przedmiotach specjalności, między innymi *Grafice komputerowej 2*, *Modelowaniu geometrycznym 1*, *Metodach komputerowych w modelowaniu geometrycznym*, *Programowaniu urządzeń sterowanych numerycznie* oraz *Projektowaniu środowiska wirtualnego*. Treści prezentowane w tych przedmiotach obejmują zarówno zaawansowane algorytmy i struktury danych do realistycznego i efektywnego przetwarzania i wyświetlania trójwymiarowych scen (*Grafika komputerowa 2*), algorytmy i struktury danych do projektowania geometrycznych baz danych dla trójwymiarowych modeli części maszyn i urządzeń (*Modelowanie geometryczne 1*, *Metody komputerowe w modelowaniu geometrycznym*) oraz przestrzeni konfiguracji łańcuchów brył sztywnych (*Programowanie urządzeń sterowanych numerycznie*), jak i technologie inżynierskie w zakresie grafiki komputerowej, architektury i programowania kart graficznych (*Grafika komputerowa 2*) oraz zaawansowane metody, narzędzia i technologie do efektywnego modelowania, przetwarzania i interakcji użytkownika z elementami środowiska wirtualnego (*Projektowanie środowiska wirtualnego*). Te obszary stanowią ważny nurt badań w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja.

SPECJALNOŚĆ ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Specjalność Sztuczna Inteligencja (Artificial Intelligence) jest specjalnością prowadzoną w języku angielskim. Program specjalności obejmuje treści związane ze sztuczną inteligencją, jej zastosowaniami i narzędziami wspomagającymi.

Przedmioty na pierwszym semestrze studiów to *Elements of modern psychics* i *High performance computing*, które dostarczają studentom wiedzy na temat aktualnego stanu techniki, która wspomaga implementację metod sztucznej inteligencji. Kolejnym przedmiotem na tym semestrze jest *Knowledge representation and reasoning*, który dostarcza narzędzi niezbędnych do budowy metod opartych o wnioskowanie i metod symulacyjnych. Na pierwszym semestrze pojawia się jeden przedmiot omawiający metody sztucznej inteligencji – *Neural networks*. *Przedmiot ten* w sposób wyczerpujący omawia genezę różnych architektur sztucznych sieci neuronowych, omawia podstawowe współcześnie stosowane modele. Drugi semestr studiów zawiera przedmioty *Data Compression*, który oprócz prezentacji technik kompresji danych wprowadza istotne pojęcia związane z teorią informacji. Kolejnym przedmiotem jest *Programming in logic and symbolic programming* – przedmiot, w ramach którego studenci rozwijają umiejętności programowania w logice, wykorzystując narzędzia, których podstawy teoretyczne były wprowadzone w poprzednim semestrze. Ważnym przedmiotem tego semestru jest *Image and speech*

recognition, gdzie studenci zapoznawani są z podstawowymi technikami przetwarzania obrazu i dźwięku -- jednego z kluczowych obszarów we współczesnych badaniach w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja. Ostatnim przedmiotem specjalnościowym w drugim semestrze jest przedmiot *Calculus – Advances*, który jest niezbędny, aby uporządkować umiejętności matematyczne studentów, którzy ukończyli studia pierwszego stopnia na uczelniach o różnych profilach w różnych krajach. Ponadto w semestrze realizowane są dwa ogólnoinformatyczne przedmioty: *IT projects management* oraz *Advanced Algorithms*.

Trzeci semestr jest poświęcony przede wszystkim na realizację pracy dyplomowej, oprócz tego realizowane są tu tylko przedmioty obieralne i seminarium dyplomowe.

Jednym z istotnych dla specjalności efektów uczenia się jest I2AI_W03: *Zna podstawowe systemy logiczne stosowane w sztucznej inteligencji oraz podstawowe metody reprezentacji wiedzy w tych systemach*. Efekt ten realizowany jest przez przedmioty *Knowledge representation and reasoning* oraz *Programming in logic and symbolic programming*. Zagadnienia związane z wnioskowaniem w różnych systemach logicznych jest ważnym obszarem badań w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja.

2.2. Metody kształcenia

W zależności od form zajęć stosowane są różne metody dydaktyczne: podające (początkowo wykład informacyjny, później – problemowy), problemowe (ćwiczenia), praktyczne (laboratoria, seminaria, praktyki zawodowe, projekty), badawcze (projekt zespołowy, praca dyplomowa).

Stosowane metody kształcenia uwzględniają samodzielne uczenie się studentów, aktywizujące formy pracy ze studentami oraz umożliwiają studentom osiągnięcie zakładanych efektów uczenia się, w tym w szczególności w przypadku studentów studiów pierwszego stopnia – przygotowanie do prowadzenia badań, zaś studentom studiów drugiego stopnia – udział w prowadzeniu badań w warunkach właściwych dla zakresu działalności badawczej związanej z ocenianym kierunkiem, w sposób umożliwiający bezpośrednie wykonywanie prac badawczych przez studentów.

Przygotowanie studentów studiów pierwszego stopnia do prowadzenia badań odbywa się stopniowo, poprzez udział w laboratoriach, gdzie implementują wybrane metody, przeprowadzają testy, oraz formułują wnioski z wykorzystaniem zalecanej literatury. Umiejętności badawcze rozwijane są również w ramach przygotowywania przez studenta pracy licencjackiej. Studenci studiów drugiego stopnia zdobywają wiedzę i rozwijają umiejętności związane z prowadzeniem badań w ramach seminarium dyplomowego i pracy dyplomowej, których tematyka jest związana z prowadzonymi na Wydziale badaniami. Część prac magisterskich jest realizowana w ramach prowadzonych na Wydziale projektów naukowych.

Ocena osiągnięcia zakładanych efektów uczenia się przeprowadzana jest przez prowadzącego zajęcia, na podstawie przyjętej formy zaliczenia opisanej w regulaminie przedmiotu i karcie przedmiotu oraz wiedzy i doświadczenia oceniającego. Zaliczenie obejmuje treści i efekty uczenia się przedmiotu. Na Wydziale wdrożono „Procedurę przeprowadzania sprawdzianów” (częściowych, zaliczeniowych, egzaminacyjnych itp.), której celem jest przeciwdziałanie niesamodzielności zdających. Na wybranych zajęciach komputerowych wdrożono system „fair play” eliminujący nieuczciwe zachowania studentów. Prace zaliczeniowe i egzaminy są przechowywane przez kierowników przedmiotów przez okres dwóch lat, zgodnie z Zarządzeniem Rektora PW nr 144/2020 z dnia 20.11.2020.

W ramach przedmiotów zespołowych stosuje się podział oceny, wyróżniając dwa aspekty pracy: przeprowadzenie procesu zgodnie z zasadami inżynierii oprogramowania oraz wykonanie zadania zgodnie z oczekiwaniami danego projektu. Technologiczne i metodologiczne podejście do wytwarzania oprogramowania jest weryfikowane przez osobę pełniącą rolę opiekuna, którą jest prowadzący grupę

projektową (np. w ramach przedmiotów takich jak Projekt Zespołowy, Inżynieria Oprogramowania 2). Merytoryczną wartość pracy, czyli realizację wymagań funkcjonalnych, weryfikuje osoba pełniąca rolę opiekuna od strony klienta. W przypadku pracy inżynierskiej jest to promotor pracy, a w przypadku innych projektów, osoba wydelegowana z ramienia współpracującej przy realizacji projektu instytucji.

W ramach niektórych większości zajęć laboratoryjnych i projektowych studenci zobligowani są do pracy z wykorzystaniem rozproszonych systemów kontroli wersji (Git) do których dostęp ma również prowadzący, aby kontrolować postępy pracy. Pozwala to nie tylko na lepsze przygotowanie studentów do standardów pracy zespołowej stosowanych w życiu zawodowym, ale pozwala też na dokładną kontrolę udziału poszczególnych studentów w rozwoju oprogramowania. Wszyscy studenci posiadają konta na uczelnianej platformie MS Teams, gdzie w ramach kanałów grupowych prowadzone są dodatkowe konsultacje z prowadzącymi oraz które są wykorzystywane do publikacji dodatkowych zadań do samodzielnej realizacji w zespołach. Jest to także kanał komunikacyjny do przekazywania dokumentacji projektowej (np. Projekt Zespołowy).

Wiele przedmiotów (np. Programowanie 1, 2, 3, Systemy Operacyjne 1 i 2, Projektowanie Obiektowe, Programowanie w Środowisku Graficznym, itd.) wymaga od studentów samodzielnego poszerzania wiedzy w oparciu o anglojęzyczne materiały. Dotyczy to między innymi zapoznawania się z nowymi technologiami (biblioteki, pakiety, API), których dokumentacja nie jest i prawdopodobnie nigdy nie będzie dostępna w języku polskim. Dodatkowo, kompetencje w zakresie znajomości języka obcego rozwijane i weryfikowane są na lektoratach.

2.3. Kształcenie na odległość

W ramach kierunku studiów ISI nie są, ani nie były oferowane studia niestacjonarne. Wykorzystanie metod i technik kształcenia na odległość miało zatem kluczowe znaczenie wyłącznie w okresach nauki zdalnej wymuszonej sytuacją pandemiczną. Wśród wykorzystywanych metod i technik kształcenia na odległość należy wymienić:

- W przypadku nauki zdalnej: realizację zajęć z wykorzystaniem platform pracy grupowej w tym szczególnie platformy Ms Teams dostępnej dla wszystkich studentów i pracowników uczelni, o kontach użytkowników prekonfigurowanych dla w/w osób przez Centrum Informatyzacji PW. Platforma Ms Teams zapewniała zarówno możliwość spotkań, w których następowała transmisja audio i wideo, jak i rejestrację np. wykładów w celu zapewnienia późniejszego dostępu do nagrań. Ważnym przypadkiem użycia platform pracy zdalnej takich jak Ms Teams było również udostępnianie ekranów studentów w celu uzyskania wsparcia prowadzącego zajęcia w rozwiązywaniu problemów np. związanych z przygotowaniem kodu oprogramowania.
- W przypadku nauki zdalnej i nauki w trybie stacjonarnym:
 - wykorzystanie platform Ms Teams oraz Moodle (<https://moodle.usos.pw.edu.pl>) zapewnianych przez Centrum Informatyzacji PW m.in. do udostępniania materiałów wykładowych i materiałów pomocniczych dla zainteresowanych studentów, udostępniania treści zadań studentom, udzielania odpowiedzi na pytania związane z przedmiotem, jak również do gromadzenia rozwiązań zadań realizowanych przez studentów
 - Wykorzystanie platformy Ms Teams do realizacji konsultacji i ułatwionego zachowania zasad dystansu społecznego
 - Wykorzystanie zasobów udostępnianych przez Bibliotekę Główną PW (<https://bg.pw.edu.pl/#wszystkie-zasoby>) w postaci m.in. e-książek i baz danych artykułów naukowych w tym m.in. wydawców takich jak Springer, Elsevier, IEEE, ACM i innych
 - Wykorzystanie serwisów internetowych wydziału i podstron pracowników do udostępniania programów studiów, materiałów dla studentów, jak również informacji organizacyjnych

związanych z realizacją studiów (np. w ramach dedykowanej podstrony dla dyplomantów) i realizacją poszczególnych przedmiotów

- o Wykorzystanie platformy USOS (<https://usosweb.usos.pw.edu.pl/>) m.in. do zapewniania studentom dostępu do planu zajęć, zasad zaliczenia, uzyskiwanych ocen cząstkowych i finalnych.

Dzięki doświadczeniom zdobytym w czasie pandemii, obecnie istnieje możliwość, na życzenie studentów, transmitowania on-line wykładów, które odbywają się stacjonarnie w sali. Z pomocą platformy MS Teams studenci, którzy nie mogą uczestniczyć w wykładzie, mają pełną możliwość śledzenia przekazywanych treści wraz z interakcją z prowadzącym.

2.4. Dostosowanie procesu uczenia się do zróżnicowanych potrzeb

Student niepełnosprawny może zwrócić się do dziekana z wnioskiem o wyznaczenie opiekuna wydziałowego, którego zadaniem jest określanie i przedstawianie dziekanowi szczególnych potrzeb studenta w zakresie organizacji i realizacji procesu dydaktycznego, w tym dostosowania warunków odbywania studiów do rodzaju niepełnosprawności. Student niepełnosprawny może się zwrócić do dziekana o wyrażenie zgody na odbywanie studiów wg indywidualnego planu studiów. Wspólnie z opiekunem student ustala i przedkłada dziekanowi indywidualny plan studiów dostosowujący tryb i warunki jego odbywania do rodzaju niepełnosprawności. Student niepełnosprawny może ubiegać się o dofinansowanie: transportu związanego z aktywnością akademicką, usługi asystenta osoby niepełnosprawnej, usługi tłumacza języka migowego. Student niepełnosprawny może skorzystać z porad psychologa oraz z doradztwa zawodowego.

Student niepełnosprawny może również zwrócić się do dziekana z wnioskiem o dostosowanie form zaliczania przedmiotu do jego niepełnosprawności. Prodziekan ds. studenckich konsultuje się z sekcją ds. osób niepełnosprawnych PW w celu dobrania właściwych form zaliczania przedmiotu stosownie do niepełnosprawności studenta. Do najczęściej stosowanych form należy wydłużanie czasu pisania prac pisemnych, zamiana egzaminu ustnego na egzamin pisemny, zapewnienie odpowiedniego nagłośnienia sali (pętla indukcyjna – specjalne mikrofony dla osób niedosłyszących). Prodziekan ds. studenckich uprzedza prowadzących zajęcia o szczególnych potrzebach studentów niepełnosprawnych.

Budynek Wydziału jest w pełni dostosowany do potrzeb osób niepełnosprawnych. Wydział zapewnia również miejsca parkingowe w garażu budynku dla studentów niepełnosprawnych.

2.5. Możliwość realizowania indywidualnych ścieżek kształcenia

Indywidualny plan studiów oraz indywidualna organizacja studiów ustalane są zgodnie z §24 Regulaminu Studiów w Politechnice Warszawskiej dostępnym na stronie internetowej uczelni. Możliwość studiowania według indywidualnego planu studiów (§28 Regulaminu Studiów) przeznaczona jest dla studentów osiągających wyróżniające wyniki w nauce. Student wraz z opiekunem przedstawia prodziekanowi ds. nauczania indywidualny plan studiów, czyli zestaw przedmiotów wymaganych do zaliczenia. Prodziekan zatwierdza indywidualny plan studiów po sprawdzeniu, czy plan uwzględnia osiągnięcie wszystkich efektów uczenia się zgodnych z programem studiów.

O indywidualną organizację studiów, czyli sposób organizacji studiów obejmujący indywidualne wymagania rejestracyjne, mogą ubiegać się m.in. studenci posiadający wybitne osiągnięcia (w szczególności naukowe, artystyczne lub sportowe), studenci realizujący więcej niż jeden program studiów stacjonarnych, studenci niepełnosprawni, a także studenci, których stan zdrowia uniemożliwia wypełnienie obowiązków studenckich w normalnym trybie.

2.6. Harmonogram realizacji studiów

Zarówno ogólne zasady organizacji toku studiów, jak i harmonogram realizacji studiów określony jest w regulaminie studiów Politechniki Warszawskiej. Szczegółowy program studiów Informatyka u Systemy

Informacyjne I oraz II stopnia jest opracowywany i aktualizowany przez Komisję Programową dla kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne, a następnie opiniowany przez Radę Wydziału i zatwierdzany przez Dziekana. Studia inżynierskie I stopnia na kierunku ISI realizowane są w ciągu 7 semestrów, zaś studia II stopnia w ciągu 3 semestrów (w przypadku kandydatów wymagających dodatkowego przygotowania program jest realizowany w ciągu 4 semestrów, gdzie dodatkowy semestr przeznaczony jest na wyrównanie różnic programowych). Warto odnotować, że na obu stopniach studiów istnieją równoległe dwa programy studiów, w języku polskim i angielskim. W przypadku obu stopni kształcenia przedmioty prowadzone są w formie wykładów, ćwiczeń audytoryjnych i komputerowych, wymagają stałego kontaktu z prowadzącym w trakcie zajęć. Osiągnięcie zakładanych efektów uczenia się wymaga także od studentów dużego nakładu pewnej pracy własnej ze względu na dynamiczny rozwój obszaru kierunkowego. Poza godzinami ćwiczeń i wykładów studenci mogą korzystać z konsultacji pracowników prowadzących zajęcia.

Regulamin studiów PW dopuszcza możliwość wydłużenia czasu trwania studiów o maksymalnie dwa semestry. Oznacza to, że student może wnioskować o ponowną rejestrację na rok, na którym nie uzyskał minimalnej, potrzebnej do zaliczenia, liczby punktów ECTS. Uzyskanie minimalnej liczby punktów oznacza rejestrację warunkową i konieczność powtórzenia niezaliczonych przedmiotów. Minimalna liczba punktów ECTS przy rejestracji na kolejny semestr określona jest dla wszystkich kierunków studiów Zarządzeniem nr 7/2020 Dziekana Wydziału MiNI z dnia 23.11.2020 r. Informacja dla studentów dostępna jest na stronie internetowej Wydziału w sekcji Studia – Informacje dziekanatu.

Szczegółowe treści kształcenia zawarte są w kartach przedmiotów:

- dla studiów pierwszego stopnia w Załączniku 2.1a do raportu samooceny zawierającym program studiów pierwszego stopnia
- dla studiów drugiego stopnia w Załączniku 2.1b do raportu samooceny zawierającym program studiów drugiego stopnia.

2.6.1. Studia pierwszego stopnia w języku polskim

Na studiach pierwszego stopnia studenci mają możliwość zdobycia 210 ECTS (nie wliczając 4 ECTS za praktyki), w tym 48 ECTS w obszarze przedmiotów podstawowych: matematycznych 40 ECTS i fizyki 8 ECTS oraz 144 ECTS w obszarze przedmiotów kierunkowych. Warto odnotować, że 20 ECTS studenci realizują wyłącznie w ramach specjalnie przygotowanych dla kierunku przedmiotów obieralnych (bez uwzględniania przedmiotów kierunkowych w blokach obieralnych i pracy dyplomowej). Istotne jest to, aż 130 punktów ECTS (62%) przypisanych jest do przedmiotów związanych z prowadzoną działalnością badawczą w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja. 48 punktów ECTS jest realizowanych w ramach przedmiotów kierunkowych podlegających wyborowi studenta: 15 punktów Praca Dyplomowa Inżynierska, 20 punktów przedmioty obieralne kierunkowe, 8 punktów bloki obieralne, 2 punkty seminarium dyplomowe, 3 punkty Projekt Zespołowy.

W trakcie pierwszego roku, tj., na **semestrze 1 i 2** przedmioty podstawowe realizują 28 z 60 możliwych do zdobycia punktów ECTS, zaś wprowadzające przedmioty kierunkowe 26 ECTS (z 60 ECTS). Na kolejnych semestrach realizowane są (coraz bardziej zaawansowane) przedmioty kierunkowe, zarówno z zakresu kompetencji inżynierskich oraz informatycznych, jak i specjalistycznych przedmiotów matematycznych. Dokładniej, w trakcie **semestru 3** kierunkowe efekty uczenia się odpowiadają za 19 ECTS / 30 ECTS, **semestru 4** – 15 ECTS / 30 ECTS, **semestru 5 i 6**, po 26 ECTS na 30 ECTS możliwych do zdobycia na każdym semestrze. Ostatni, **7 semestr**, jest poświęcony w większości na przygotowanie projektu inżynierskiego, stąd przedmioty kierunkowe realizują 13 ECTS z 30 ECTS. W miarę wzrostu stopnia zaawansowania programu, studenci uzyskują możliwość wyboru przedmiotów z puli wyselekcjonowanych przedmiotów obieralnych. W trakcie **semestru 5** realizowanych w ten sposób jest co najmniej 8 ECTS, na **semestrze 6 i 7** jest to, odpowiednio, 8 ECTS i 24 ECTS (wliczając Pracę dyplomową inżynierską, Projekt zespołowy i Seminarium dyplomowe). Studenci realizują trzy przedmioty z grupy przedmiotów humanistyczno-

ekonomicznych – łącznie 6 ECTS (na 1, 4 i 7 semestrze) oraz trzy bloki językowe (na 2, 3 i 4 semestrze) dające łącznie 12 ECTS. Tabela 2.2 zawiera podsumowanie rozkładu godzin i punktów ECTS w poszczególnych kategoriach przedmiotów. Ponad 50% punktów ECTS jest realizowana przez zajęcia wymagające bezpośredniego udziału nauczyciela akademickiego (107/210 ECTS). Co więcej, 61,9% wszystkich punktów (130/210 ECTS) dotyczy przedmiotów związanych bezpośrednio z tematyką prowadzonych na Wydziale badań.

Tabela 2.2. Liczba punktów ECTS i godzin w podziale na rodzaje przedmiotów na studiach pierwszego stopnia w języku polskim.

	Przedmioty	Pkt. ECTS	W	C	L	P	Suma
Podstawowe	Matematyka	40	285	240	45	0	570
	Fizyka	8	75	0	30	0	105
Kierunkowe	Informatyka i Systemy Informacyjne	96	570	165	450	45	1230
	Obieralne	48	120	30	210	15	48
Humanistyczno-ekonomiczne	HES	6	60	30	0	0	90
Inne	Język obcy	12	0	180	0	0	180
	Wychowanie fizyczne	0	0	90	0	0	90
Razem:		210	1110	735	735	60	2640
Procentowo godzin:			42%	28%	28%	2%	100%

2.6.2. Studia pierwszego stopnia w języku angielskim

Studia pierwszego stopnia w języku angielskim zorganizowane są bardzo podobnie do studiów w języku polskim. Na uwagę zasługuje większy nacisk na zajęcia ćwiczeniowe, dzięki którym możliwe jest wyrównanie poziomów studentów pochodzących z różnych krajów objętych różnymi systemami edukacji.

Na studiach w języku angielskim pierwszego stopnia studenci mają możliwość zdobycia 210 ECTS (nie wliczając 4 ECTS za praktyki), w tym 50 ECTS w obszarze przedmiotów podstawowych: matematycznych 42 ECTS i fizyki 8 ECTS oraz 142 ECTS w obszarze przedmiotów kierunkowych. Warto odnotować, że 20 ECTS studenci realizują wyłącznie w ramach specjalnie przygotowanych dla kierunku przedmiotów obieralnych (bez uwzględniania przedmiotów kierunkowych w blokach obieralnych i pracy dyplomowej). Istotne jest to, iż 126 punktów ECTS (60%) przypisanych jest do przedmiotów związanych z prowadzoną działalnością badawczą w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja. 50 punktów ECTS jest realizowanych w ramach przedmiotów kierunkowych podlegających wyborowi studenta: 15 punktów Praca Dyplomowa Inżynierska, 20 punktów przedmioty obieralne kierunkowe, 8 punktów bloki obieralne, 3 punkty seminarium dyplomowe, 4 punkty Projekt Zespołowy.

W trakcie pierwszego roku, tj., na **semestrze 1 i 2** przedmioty podstawowe realizują 33 z 60 możliwych do zdobycia punktów ECTS, zaś wprowadzające przedmioty kierunkowe 21 ECTS (z 60 ECTS). Zwiększenie nakładu pracy na przedmiotach podstawowych w stosunku do studiów polskojęzycznych ma za zadanie uzupełnić ewentualne luki w edukacji u studentów pochodzących z różnych krajów. Z tego powodu przedmioty podstawowe takie jak fizyka zostały umiejscowione na początku planu studiów. Na kolejnych semestrach realizowane są (coraz bardziej zaawansowane) przedmioty kierunkowe, zarówno z zakresu kompetencji inżynierskich oraz informatycznych, jak i specjalistycznych przedmiotów matematycznych. Dokładniej, w trakcie **semestru 3** kierunkowe efekty uczenia się odpowiadają za 16 ECTS / 30 ECTS, **semestru 4** – 20 ECTS / 30 ECTS, **semestru 5 i 6**, odpowiednio, 25 ECTS i 30 ECTS na 30 ECTS możliwych do

zdobycia na każdym semestrze. Ostatni, **7 semestr**, jest poświęcony w większości na przygotowanie projektu inżynierskiego, stąd przedmioty kierunkowe realizują 12 z 30 ECTS. W miarę wzrostu stopnia zaawansowania programu, studenci uzyskują możliwość wyboru przedmiotów z puli wyselekcjonowanych przedmiotów obieralnych. W trakcie **semestru 5** realizowanych w ten sposób jest co najmniej 4 ECTS, na **semestrze 6 i 7** jest to, odpowiednio, 12 ECTS i 24 ECTS (wliczając Pracę dyplomową inżynierską, Projekt zespołowy i Seminarium dyplomowe). Studenci realizują trzy przedmioty z grupy przedmiotów humanistyczno-ekonomicznych – łącznie 6 ECTS (na 2, 3 i 4 semestrze) oraz trzy bloki językowe (na 2, 3 i 4 semestrze) dające łącznie 12 ECTS.

Tabela 2.3. Liczba punktów ECTS i godzin w podziale na rodzaje przedmiotów na studiach pierwszego stopnia w języku angielskim.

	Przedmioty	Pkt. ECTS	W	C	L	P	Suma godz.
Podstawowe	Matematyka	42	270	255	30	0	555
	Fizyka	8	60	30	15	0	105
Kierunkowe	Informatyka i Systemy Informacyjne	92	570	165	405	30	1170
	Obieralne	50	120	30	210	15	375
Humanistyczno-ekonomiczne	HES	6	60	30	0	0	90
Inne	Język obcy	12	0	180	0	0	180
	Wychowanie fizyczne	0	0	90	0	0	90
Razem:		210	1080	780	660	45	2565
Procentowo godzin:			42%	30%	26%	2%	100%

2.6.3. Studia drugiego stopnia w języku polskim

Na studiach drugiego stopnia studenci mają możliwość zdobycia 90 ECTS – dla programu 3-semesteralnego oraz 120 ECTS – dla programu 4-semesteralnego. W języku polskim prowadzone są dwie specjalności:

1. Metody Sztucznej Inteligencji (MSI)
2. Projektowanie Systemów CAD/CAM (CC)

Istotne jest to, że na obu specjalnościach 67% punktów ECTS przyporządkowanych jest zajęciom związanym z prowadzoną na Wydziale działalnością naukową w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja - odpowiednio, 60 ECTS i 80 ECTS na programach 3 i 4-semesteralnych. Punkty ECTS odpowiadające zajęciom prowadzonym z bezpośrednim udziałem nauczyciela to ponad 50% zajęć, w przypadku programu 3-semesteralnego 47 ECTS, w przypadku programu 4-semesteralnego to 62 ECTS.

Warto zwrócić uwagę także, na znaczący wzrost zajęć praktycznych. W przypadku studiów inżynierskich liczba godzin zajęć projektowych wynosiła ok. 2%, zaś na studiach magisterskich jest to dla specjalności MSI już 27% i 21%, a dla CC 12% i 10%, odpowiednio dla programu 3 i 4-semesteralnego. Przedmioty wspólne z dla obu specjalności to blok matematyczny i przedmioty kierunkowe: Algorytmy zaawansowane oraz Zarządzanie przedsięwzięciami informatycznymi.

Specjalność Projektowanie Systemów CAD/CAM istotnie różni się swoją charakterystyką od specjalności MSI. Treści programowe wymagają włączenia przedmiotu Termomechanika ciał

odkształcalnych, który jest zaliczany do fizyki, wchodzi zaś do przedmiotów specjalizacyjnych. Specjalność ta ma również mniej przedmiotów swobodnego wyboru.

Dla specjalności MSI przedmioty podlegające wyborowi studenta to 45 ECTS (50%) na programie 3-semesteralnym: 4 przedmioty obieralne (16 ECTS), praca dyplomowa (20 ECTS), przedmiot matematyczny (3 ECTS), humanistyczne (2 ECTS) i dwa semina (4 ECTS). Dla programu 4-semesteralnego jest to 49 ECTS (40%), na które składają się: przedmiot matematyczny (3 ECTS), 3 przedmioty obieralne (12 ECTS), praca dyplomowa (20 ECTS), przedmiot humanistyczny (2 ECTS), dwa semina (4 ECTS) oraz dwa przedmioty z blokach do wyboru za 8 punktów ECTS.

W przypadku specjalności CC przedmioty podlegające wyborowi studenta to 37 ECTS (41%) na programie 3-semesteralnym: 2 przedmioty obieralne (8 ECTS), praca dyplomowa (20 ECTS), przedmiot matematyczny (3 ECTS), humanistyczne (2 ECTS) i dwa semina (4 ECTS). Natomiast dla programu 4-semesteralnego jest to 41 ECTS (34%), na które składają się: przedmiot matematyczny (3 ECTS), przedmiot obieralny (12 ECTS), praca dyplomowa (20 ECTS), przedmiot humanistyczny (2 ECTS), dwa semina (4 ECTS) oraz dwa przedmioty z blokach do wyboru za 8 punktów ECTS.

Dla obu specjalności program 4-semesteralny zawiera 9 przedmiotów uzupełniających kompetencje inżynierskie za 34 punkty ECTS z czego 2 są obieralne w blokach tematycznych.

Tabela 2.4. Liczba punktów ECTS i godzin w podziale na rodzaje przedmiotów na studiach drugiego stopnia, specjalność Metody Sztucznej Inteligencji, program 3 i 4-semesteralny.

Grupa przedmiotów	Pkt. ECTS	W	C	L	P	Suma godz.
Program 3-semesteralny MSI						
Matematyka	9	60	45	15	0	120
Obieralne (bez HES)	40	60	60	120	0	240
HES	5	60	0	0	30	90
Specjalizacyjne	36	210	15	30	225	480
Razem:	90	390	120	165	255	930
Procentowo godzin:		42%	13%	18%	27%	100%
Program 4-semesteralny MSI						
Matematyka	9	60	45	15	0	120
Obieralne (bez HES)	36	45	60	90	0	195
HES	5	60	4	0	30	60
Specjalizacyjne	36	210	15	30	225	570
Uzupełniające	34	195	15	195	15	420
Razem:	120	570	135	330	270	1305
Procentowo godzin:		44%	10%	25%	21%	100%

Dla organizacji grup studenckich istotne jest to, że semestry 1 i 2 na studiach drugiego stopnia (po polsku i po angielsku) są zamienne – nie ma wymagania następstwa przedmiotów pomiędzy nimi. Dzięki temu każdy przedmiot w roku akademickim prowadzony jest tylko jeden raz dla połączonych grup. Dla niektórych studentów jest to semestr pierwszy, a dla innych drugi. Nie ma to jednak znaczenia w toku studiów. Przykładowo (Tabela 3.6 w opisie kryterium 3) w semestrze 2022Z mamy na semestr 1

zarejestrowanych 8 studentów (po rekrutacji we wrześniu 2022), a na drugim semestrze 40 studentów (po rekrutacji w lutym 2022). Studenci Ci razem realizują te same przedmioty z planu studiów.

Tabela 2.5. Liczba punktów ECTS i godzin w podziale na rodzaje przedmiotów na studiach drugiego stopnia, specjalność Projektowanie Systemów CAD/CAM, program 3 i 4-semestralny.

Grupa przedmiotów	Pkt. ECTS	W	C	L	P	Suma godz.
Program 3-semestralny CC						
Matematyka	9	60	45	15	0	120
Obieralne (bez HES)	32	30	60	60	0	150
HES	5	60	0	0	30	90
Specjalizacyjne	44	195	135	180	90	600
Razem:	90	345	240	255	120	960
Procentowo godzin:		36%	25%	27%	12%	100%
Program 4-semestralny CC						
Matematyka	9	60	45	15	0	120
Obieralne (bez HES)	28	15	60	30	0	105
HES	5	60	4	0	30	60
Specjalizacyjne	44	195	135	180	90	600
Uzupełniające	34	195	15	195	15	420
Razem:	120	525	255	420	135	1335
Procentowo godzin:		39%	19%	31%	10%	100%

2.6.4. Studia drugiego stopnia w języku angielskim

Specjalność Artificial Intelligence (Sztuczna Inteligencja) na studiach II stopnia w języku angielskim przygotowana jest głównie dla kandydatów z zagranicy i opera się głównie na zastosowaniu metod sztucznej inteligencji. Jej program istotnie różni się od programów MSI i CC. Aby studiowanie na tej specjalności było otwarte dla większego grona kandydatów, podobnie jak przy studiach w języku polskim, oferowane są dwa programy: 3-semestralny (90 ECTS) dla absolwentów studiów I stopnia co najmniej 7-semestralnych, oraz 4-semestralny (120 ECTS) dla absolwentów studiów I stopnia 6-semestralnych, bez tytułu inżyniera.

Tabela 2.6. Liczba punktów ECTS i godzin w podziale na rodzaje przedmiotów na studiach drugiego stopnia, specjalność Artificial Intelligence (Sztuczna Inteligencja) w języku angielskim, program 3 i 4-semestralny.

Grupa przedmiotów	Pkt. ECTS	W	C	L	P	Suma godz.
Program 3-semestralny AI						
Matematyka + Fizyka	12	75	75	0	0	150
Obieralne (bez HES)	40	60	60	120	0	240
HES	5	30	30	0	0	60

Specjalizacyjne	33	225	15	150	45	435
Razem:	90	390	180	270	45	885
Procentowo godzin:		44%	20%	30%	5%	100%
Program 4-semestralny AI						
Matematyka + Fizyka	12	75	75	0	0	150
Obieralne (bez HES)	36	45	60	90	0	195
HES	5	60	4	0	30	60
Specjalizacyjne	33	225	15	150	45	435
Uzupełniające	34	210	15	195	15	435
Razem:	120	525	195	435	60	1275
Procentowo godzin:		46%	15%	34%	5%	100%

Na specjalności AI 49 ECTS (54%) i 66 ECTS (55%), odpowiednio na programach 3 i 4-semestralnych przyporządkowanych jest zajęciom związanym z prowadzoną na Wydziale działalnością naukową w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja. Punkty ECTS odpowiadające zajęciom prowadzonym z bezpośrednim udziałem nauczyciela to przynajmniej 50% zajęć, w przypadku programu 3-semestralnego 45 ECTS, a w przypadku programu 4-semestralnego to 61 ECTS.

Podobnie jak na pierwszym stopniu studiów przedmioty podstawowe służące wyrównaniu poziomu edukacji kandydatów są bardziej rozbudowane i w tym przypadku zawierają obieralny blok matematyczny oraz podstawy fizyki współczesnej. Przedmioty kierunkowe podlegające wyborowi studenta to 40 punktów ECTS w programie 3-semestralnym: Diploma seminar 1 i 2, Master thesis, i 4 przedmioty swobodnego wyboru. Na programie 4-semestralnym, z przedmiotami uzupełniającymi efekty inżynierskie, kierunkowe przedmioty podlegające wyborowi stanowią 36 punktów ECTS ze względu na to, że zawierają o jeden przedmiot obieralny mniej.

Przedmioty podlegające wyborowi studenta to 46 ECTS (51%) na programie 3-semestralnym: 4 przedmioty obieralne (16 ECTS), praca dyplomowa (20 ECTS), przedmiot matematyczny (4 ECTS), humanistyczne (2 ECTS) i dwa seminaria (4 ECTS). W programie 4-semestralnym jest to 50 ECTS (41%), na które składają się: przedmiot matematyczny (4 ECTS), 3 przedmioty obieralne (12 ECTS), praca dyplomowa (20 ECTS), przedmiot humanistyczny (2 ECTS), dwa seminaria (4 ECTS) oraz dwa przedmioty z blokach do wyboru za 8 punktów ECTS.

Program 4-semestralny zawiera 9 przedmiotów uzupełniających kompetencje inżynierskie za 34 punkty ECTS (z czego 2 są obieralne w blokach tematycznych).

2.7. Języki obce

Na studiach pierwszego stopnia studenci muszą zaliczyć 3 sześćdziesięciogodzinne lektoraty języka obcego. Student powinien udokumentować swoją znajomość wybranego języka obcego zaliczonym egzaminem na poziomie B2 (zarówno zajęcia z języków obcych, jak i egzaminy prowadzone są przez Studium Języków Obcych PW). W przypadku studiów w języku angielskim studenci zobowiązani są do zaliczenia egzaminu z języka angielskiego na poziomie C1.

Na drugim stopniu praktyczną znajomość języka angielskiego na poziomie B2+ weryfikuje się poprzez przedmioty obowiązkowe prowadzone w języku angielskim (Deep learning methods, Diploma Seminar). Na seminarium dyplomowym studenci wszystkich specjalności wygłaszają referaty w języku angielskim. Ze względu na charakter prowadzonych badań i rosnące ambicje publikacyjno-badawcze studentów, wiele prac inżynierskich i magisterskich na studiach polskojęzycznych powstaje w języku angielskim. Na

zakończenie studiów II stopnia w języku angielskim studenci muszą wykazać się certyfikatem na poziomie C1. Mogą w tym celu zapisać się na fakultatywne zajęcia z języka angielskiego prowadzone przez SJO PW.

2.8. Formy zajęć i liczebność grup studenckich

Liczebność grup na zajęciach jest określona przez załącznik nr 7 do Regulaminu pracy PW. Zgodnie z w/w załącznikiem:

Par. 2 ust. 3 Zaleca się następującą liczebność grup studentów na zajęciach dydaktycznych, w zależności od ich rodzaju, prowadzonych przez jednego nauczyciela akademickiego:

1. wykłady 15-100 studentów
2. ćwiczenia audytoryjne 12-24 studentów
3. ćwiczenia projektowe 8-12 studentów
4. zajęcia komputerowe 10-20 studentów, przy czym jedno stanowisko komputerowe powinno być użytkowane przez jednego studenta
5. lektoraty 10-14 studentów
6. seminaria 10-16 studentów
7. zajęcia w laboratorium 8-10 studentów

przy czym liczba studentów na laboratorium nie może przekraczać liczby ograniczonej przepisami BHP, zgodnie z § 54 ust. 2 pkt 2 Regulaminu i przepisami przeciwpożarowymi.

Uwaga: zgodnie z Regulaminem Pracy: *W semestrze zimowym roku akademickiego 2020/2021 przy organizowaniu zajęć w formie wykładów nie stosowało się ograniczenia wynikającego z przepisu § 2 ust. 3 pkt. 1 załącznik nr 7 do Regulaminu pracy PW.*

Na wniosek nauczyciela dziekan wyraża zgodę na zmniejszoną liczebność grup (np. na seminariach dyplomowych). Informacje o maksymalnej liczebności grup podane są w kartach przedmiotów.

2.9. Program i organizacja praktyk

Praktyki studenckie organizowane lub współorganizowane przez Wydział i ujęte w planach studiów na kierunkach Informatyka i Systemy Informacyjne oraz Computer Science and Information Systems na studiach pierwszego stopnia trwają minimum 160 godzin (4 tygodnie pracy w pełnym wymiarze godzinowym, dla studentów, którzy rozpoczęli studia w r. ak. 2021/2022 i wcześniej) lub 120 godzin (3 tygodnie pracy w pełnym wymiarze godzinowym, dla studentów, którzy rozpoczęli studia w r. ak. 2022/2023 i później) i muszą zostać rozliczone do końca 6. semestru studiów. Plan studiów drugiego stopnia nie przewiduje obowiązkowych praktyk studenckich. Przed rozpoczęciem praktyki opiekun praktyk wraz z Pełnomocnikiem Dziekana ds. Praktyk Studenckich uzgadniają program praktyk tak, by odpowiadał on programowi studiów. Po zakończeniu praktyki pracodawca potwierdza zrealizowanie programu praktyki oraz wypełnia ankietę, w której ocenia, w jakim stopniu wiedza i umiejętności zdobyte na studiach były przydatne w realizacji praktyk.

Nadzór nad realizacją praktyk sprawuje Pełnomocnik Dziekana ds. Praktyk Studenckich. Program praktyk wewnętrznych odbywanych na Wydziale MiNI wymaga dodatkowo akceptacji Prodziekana ds. Studenckich. W przypadku praktyk realizowanych w podmiotach zewnętrznych pracodawca wyznacza osobę odpowiedzialną za opiekę nad praktykantem, która uzgadnia z Pełnomocnikiem program praktyk oraz nadzoruje ich realizację. Jeśli praktyki są realizowane w jednostkach organizacyjnych Wydziału, tę rolę sprawuje bezpośrednio nauczyciel akademicki, który przyjął studenta na praktyki.

Regulamin praktyk i wzory niezbędnych dokumentów są dostępne dla wszystkich studentów na wydziałowej stronie internetowej praktyk studenckich:

<https://ww2.mini.pw.edu.pl/studia/inzynierskie-i-licencjackie/praktyki/>.

Studenci wybierają firmę bądź instytucję, w której chcą realizować praktyki i przechodzą proces rekrutacyjny charakterystyczny dla danej firmy/instytucji. Każdy student ma obowiązek zaliczyć praktyki studenckie, a limity miejsc na poszczególnych stanowiskach ustalają indywidualnie firmy/instytucje, w których studenci realizują praktyki. Program praktyk musi zostać zaakceptowany przez Pełnomocnika Dziekana ds. Praktyk Studenckich. Studenci są zachęceni do skorzystania z ofert:

- nadsyłanych przez firmy, z którymi Politechnika Warszawska podpisała porozumienie o współpracy (np. Ministerstwo Finansów, PricewaterhouseCoopers, Mazowiecki Urząd Wojewódzki),
- publikowanych na stronie internetowej Biura Karier PW (<https://www.bk.pw.edu.pl/>),
- rozsyłanych przez Pełnomocnika na studenckie listy mailingowe lub wywieszanych na tablicach ogłoszeń na Wydziale.

Studenci kierunków Informatyka i Systemy Informacyjne oraz Computer Science and Information Systems odbywają praktyki przede wszystkim w firmach i instytucjach z branży IT lub w działach IT w dużych korporacjach, są to między innymi:

- KMD Poland Sp. z o.o.
- Intel Technology Poland Sp. z o.o.
- IN Team Sp. z o.o.
- Accenture Sp. z o.o.
- Deloitte Advisory Sp. z o.o. Sp. k.

Na Wydziale MiNI organizowane są także spotkania warsztatowo-informacyjne z firmami oferującymi praktyki i staże dla studentów (np. z PricewaterhouseCoopers, z Google, z Rządowym Zespołem Reagowania na Incydenty Komputerowe Agencji Bezpieczeństwa Wewnętrznego, itp.), a także różnego rodzaju spotkania z pracodawcami (Targi Pracy IT PW, Warszawskie Dni Informatyki, itp.) opisane bardziej szczegółowo w Kryterium 6.

2.10. Kształcenie prowadzące do uzyskania kompetencji inżynierskich

Absolwenci kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne posiadają kompetencje inżynierskie dzięki osiągnięciu wiedzy i umiejętności określonych w stosownych efektach uczenia się. Są oni również przygotowani do pracy zawodowej, podejmowania różnorodnych problemów technicznych z zakresu informatyki oraz pracy w interdyscyplinarnych zespołach. Mają doświadczenie w samodzielnym rozwiązywaniu realnych problemów i tworzeniu systemów informatycznych związanych z projektowaniem i wytwarzaniem najróżniejszych systemów komputerowych od baz danych przez aplikacje wielowarstwowe, mobilne, programowanie niskopoziomowe, równoległe, wykorzystując grafikę komputerową i metody sztucznej inteligencji. Szczególny nacisk położony jest na analizowanie problemu i poszukiwanie optymalnego rozwiązania zgodnego z podejściem inżynierskim.

Studia pierwszego stopnia

Na **pierwszym stopniu studiów** wyżej wymienione kompetencje zapewnione są przez osiągnięcie efektów uczenia się o kodach: K_W03, K_W05, K_W09, K_W10, K_W11, K_W12, K_W13, K_W17, K_W18 oraz K_U01, K_U02, K_U05, K_U09, K_U10, K_U12, K_U13, K_U14, K_U15, K_U16, K_U17, K_U18, K_U19, K_U20, K_U21, K_U22, K_U23, K_U24, K_U25, K_U26, K_U27, K_U28, K_U29 i K_U30. Ich szczegółowe rozwinięcie znajduje się w opisie kryterium 1. Dla studiów I stopnia w języku polskim efekty te pokryte są poprzez przedmioty zebrane w Tabeli 2.7.

Tabela 2.7. Przedmioty prowadzące do uzyskania kompetencji inżynierskich na pierwszym stopniu studiów w języku polskim. Liczba godzin danej formy zajęć w tygodniu.

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt
Architektura komputerów	2	1	0	0
Fizyka 1	3	0	0	0
Fizyka 2	2	0	2	0
Grafika komputerowa 1	2	0	2	0
Bazy danych	2	0	2	0
Programowanie aplikacji wielowarstwowych (blok obieralny 1)	2	0	1	0
Projektowanie obiektowe	1	0	2	0
Inżynieria oprogramowania 1	2	0	0	1
Inżynieria oprogramowania 2	0	0	3	0
Projekt zespołowy	1	0	1	0
Transmisja danych	2	0	2	0
Systemy operacyjne 1	1	0	1	0
Systemy operacyjne 2	2	0	1	0
Systemy wbudowane (blok obieralny 2)	2	0	1	0
Programowanie w środowisku graficznym	2	0	2	0
Razem:	26	1	20	1

Zajęcia prowadzące do kompetencji inżynierskich w równym stopniu składają się z wykładów jak i zajęć praktycznych - ćwiczeń, laboratoriów i projektu. Liczność grupy laboratoryjnej ograniczona jest do 15 osób, co pozwala na dobry kontakt z prowadzącym, a w przypadku laboratoriów z systemów wbudowanych jest to grupa jedynie 12 studentów.

Poniżej załączamy treści programowe przedmiotów składających się na realizację efektu **K_W05**: „*Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie architektury systemów komputerowych, systemów operacyjnych, technologii sieciowych oraz systemów wbudowanych*”.

Zajęcia te powierzone są wysoko wykwalifikowanym specjalistom dziedzinowym, posiadającym doświadczenia pracy w przemyśle i rozwiązywania problemów inżynierskich. Dzięki temu ich treść oparta jest na realnym zastosowaniu wiedzy w praktyce.

Treści tego efektu obejmują wiedzę o konstrukcji komputerów, działania jądra systemu operacyjnego oraz jego podstawowej funkcjonalności, transmisji danych i jej ograniczeń, problemach programowania układów wbudowanych, pracy z ich czujnikami, itp. Osiągany jest podczas zajęć o zróżnicowanym charakterze: wykładach, ćwiczeniach i laboratoriach, przy zwiększającym się udziale pracy własnej studenta w toku postępowania kształcenia.

Podstawy systemu UNIX / Unix Fundamentals (Semestr 1)

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawami budowy i działania systemów z rodziny *nix, nauka pracy w trybie CLI, zapoznanie z podstawowymi poleceniami, usługami i narzędziami oraz możliwościami oferowanymi przez system. Przedmiot przewidziany jest jako przedmiot wprowadzający do przedmiotów wymagających znajomości systemów *nix, takich jak: Systemy operacyjne 1 i 2, czy Wprowadzenie do sieci TCP/IP. Po ukończeniu kursu studenci powinni: mieć ogólną wiedzę nt. gałęzi rozwojowych systemu Unix (System V i BSD), standardów POSIX i SUS, mieć podstawową wiedzę nt. oprogramowania FLOSS, wolnych licencji, systemów *BSD i Linux/GNU, umieć korzystać z shella (bash), znać podstawowe polecenia Uniksa, umieć korzystać z pomocy systemu Unix (man), mieć podstawową wiedzę nt. budowy systemów operacyjnych (Unix), ze szczególnym uwzględnieniem organizacji plików i

zarządzania procesami, mieć elementarną wiedzę nt. konfiguracji systemów Unix i zasad administrowania nimi, potrafić zarządzać usługami (daemonami), umieć korzystać z usług cron i syslog, posługiwać się w podstawowym stopniu edytorem vim, opisywać wzorce napisów wyrażeniami regularnymi POSIX ERE, potrafić pisać proste skrypty w językach bash i AWK, potrafić kompilować programy napisane w C z linii poleceń (kompilator gcc), korzystać z programu make oraz tworzyć proste pliki Makefile, korzystać z IDE dostępnych w pracowniach laboratoryjnych Wydziału.

Architektura komputerów (Semestr 1)

Celem przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy z podstawami techniki cyfrowej i architektury współczesnych komputerów, zasadami działania procesorów, konstrukcją hierarchii pamięci oraz oceną ich wydajności. Treści kształcenia: Logika binarna i kody liczbowe; Reprezentacja danych; Liczby całkowite, zmiennopozycyjne; Podstawy arytmetyki cyfrowej; Przegląd architektur komputerów. Koncepcje mechanizmów systemowych i sprzętowych; Organizacja: magistral, arbitrażu, DMA, dekodowania rozkazu i pracy sekwensera, ALU; Układy procesorowe. Architektury CISC i RISC. Przetwarzanie SISD, SIMD, MIMD; Architektury procesorów; Przetwarzanie potokowe; Architektura superskalarna; Pamięć, pamięć podręczna, hierarchia pamięci; Przestrzeń IO, przerwania, komunikacja z urządzeniami zewnętrznymi; MMU. Ochrona pamięci procesów; Wirtualizacja; Architektury mikroprocesorowe (Przykłady); Model pamięciowy programu, kompilacja, stos wykonania, rejestry indeksowe, sarta; Budowa i działanie mikrojądra, stos systemowy, zmiana kontekstu, mikrojądro wieloprocesorowe.

Transmisja danych / Data transmission (Semestr 3)

Celem przedmiotu jest zaznajomienie słuchaczy z podstawami transmisji sygnałów cyfrowych w systemach telekomunikacyjnych oraz architekturą, działaniem i najważniejszymi technikami sieci Internet i operatorskich sieci IP. Kluczowe treści kształcenia obejmują: Podstawy transmisji sygnałów cyfrowych w kanałach telekomunikacyjnych przewodowych i bezprzewodowych; Opis działania podstawowych technik stosowanych w systemach telekomunikacyjnych tj. stosowanych modulacji i metod wielodostępu, organizacja strumieni przesyłania danych binarnych w sieciach telekomunikacyjnych; Najważniejsze rozwiązania i techniki wykorzystywane w sieci Internet oraz w operatorskich sieciach IP (IPv4 i IPv6) do efektywnego transportu zagregowanych strumieni danych; Sieć Internet jako przykład globalnego systemu teleinformatycznego; Model warstwowy dla Internetu (stos protokołów TCP/IP). Rodzaje aplikacji i ich wymagania związane ze świadczonymi usługami; Usługa i protokół DNS jako przykład rozwiązania "użytkowego" dla innych aplikacji Internetu; Architektura systemu DNS: system nazw domenowych i hierarchia serwerów; Usługa www jako przykład podstawowej usługi internetowej; Protokół http i jego własności; Rozwiązania zwiększające efektywność dostarczania powtarzalnych treści; Adresacja w protokole IPv4 i translacja adresów NAT; Adresacja w protokole IPv6/NDP; Warstwa transportowa sieci Internet; Protokoły UDP i TCP (komunikacja bezpołączeniowa i połączeniowa); Mechanizm socket; TCP jako przykład protokołu zapewniającego niezawodną transmisję danych: mechanizm okna, flow control, congestion control; Routing w sieciach IP: Routing wewnątrzsieciowy – zagadnienia zaawansowane. Mechanizm ECMP (Equal Cost Multi Path) i jego zastosowania; Routing hierarchiczny – działanie i konfiguracja protokołu OSPF (Open Shortest Path First) w sieci wieloobszarowej (multiple-area OSPF routing) – komunikacja między obszarami, typy obszarów i wiadomości; Protokół OSPF v3 (IPv6) – różnice w stosunku do OSPF v2; Technika MPLS (Multi Protocol Label Switching) i jej zastosowania w sieciach ISP. Protokoły dystrybucji etykiet i tworzenie ścieżek LSP (Label Switching Path); Mechanizmy inżynierii ruchu w technice MPLS. Zabezpieczanie ścieżek LSP przed skutkami awarii. Ścieżki MPLS punkt-wielopunkt i ich zastosowania; Routing międzysieciowy; Organizacja sieci Internet i wymiana ruchu między operatorami ISP (Internet Service Provider); Protokół BGP (Border Gateway Protocol) – konfiguracja zaawansowana; Wiadomości, procedury i bazy danych protokołu BGP; Atrybuty ścieżek i ich zastosowania w tworzeniu reguł routingu; Zastosowania atrybutu Community, MED, Local Preference;

Dobre praktyki w routingu międzyoperatorskim (agregacja adresów, filtrowanie prefiksów, RPKI); Skalowalność sesji Internal BGP – Route Reflector, konfederacja systemów autonomicznych, MPLS shortcuts (BGP free core).

Systemy operacyjne 1 (Semestr 3)

Celem przedmiotu jest zapoznanie z budową i działaniem współczesnych systemów operacyjnych, a także kształtowanie umiejętności wykorzystania mechanizmów systemowych do poprawnej realizacji prostych aplikacji wieloprocessowych/wielowątkowych. Po ukończeniu kursu studenci posiadają wiedzę na temat: zadań, właściwości i budowy systemów operacyjnych; podstawowych modeli i sposobów realizacji współbieżności przez system komputerowy; planowania przydziału czasu procesora/procesorów; budowy i własności podstawowych typów systemów plików; podstawowych mechanizmów synchronizacji i komunikacji międzyprocesowej. Potrafią też: zaprojektować, napisać w języku C i przetestować stworzoną przez siebie prostą aplikację o zadanej funkcjonalności, wykorzystując mechanizmy i funkcje systemowe (API POSIX). Treści realizowane w ramach wykładu: System operacyjny, a system komputerowy; Zadania i interfejs systemów operacyjnych; Struktury systemów operacyjnych; Działanie systemu komputerowego; Procesy i wątki; Koncepcje procesu, procesu lekkiego, włókna i wątku; cykl życia i interfejs programisty; Realizacja współbieżności procesów i wątków; Współprogramy (coroutines) i kontynuacje; Sygnały i wyjątki oraz ich obsługa; Funkcje systemowe POSIX związane z obsługą procesów, sygnałów i wątków; Modele i interfejsy systemów plików; Plik, organizacja systemu plików; Operacje na systemie plików i interfejs programisty; Dostęp i ochrona plików, tryby dostępu do plików; Funkcje systemowe (POSIX) związane z obsługą synchroniczną i asynchroniczną plików i katalogów; Funkcje obsługi strumieni wejścia/wyjścia standardowej biblioteki języka C. Treści realizowane w ramach laboratorium: Środowisko wykonania programu POSIX; Procesy i sygnały; Wątki i muteksy; Asynchroniczne operacje wejścia/wyjścia.

Systemy operacyjne 2 (Semestr 4)

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zaawansowanymi problemami implementacji współczesnych systemów operacyjnych, a także kształtowanie umiejętności wykorzystania zaawansowanych mechanizmów systemowych do poprawnej realizacji (w środowisku POSIX/UNIX/Linux) aplikacji wieloprocessowych/wielowątkowych, wykorzystujących różne środki komunikacji międzyprocesowej i synchronizacji oraz komunikację sieciową. Po ukończeniu kursu studenci posiadają wiedzę na temat: algorytmów planowania przydziału czasu procesora/procesorów i metod ich oceny; organizacji i efektywnego wykorzystania pamięci systemu komputerowego; zasady działania i efektywnego wykorzystania pamięci wirtualnej; środków komunikacji pomiędzy procesami (pamięci współdzielonej, kolejek komunikatów, łączy), podstawowych środków i schematów synchronizacji oraz problemu zakleszczeń; komunikacji za pomocą gniazd sieciowych; problemów bezpieczeństwa i ochrony zasobów systemów komputerowych. Potrafią: wyznaczać wskaźniki jakości algorytmów przydziału czasu procesora, czy średni czas dostępu do pamięci; wykrywać zakleszczenia algorytmów przydziału zasobów za pomocą algorytmu bankiera; zaprojektować, napisać w języku C i przetestować stworzoną przez siebie prostą aplikację sieciową w układzie klient-serwer, wykorzystując interfejs gniazd sieciowych, kolejki komunikatów lub łączy. Treści realizowane w ramach wykładu: Komunikacja międzyprocesowa i synchronizacja; Komunikacja między procesami jednego systemu komputerowego: łączy nazwane (FIFO) i nie-nazwane (pipe), pamięć dzielona, kolejki komunikatów; synchronizacja współpracujących procesów i wątków: sposoby realizacji i interfejs programisty; Problem zakleszczania: model i metody postępowania; Realizacja systemów plików; Organizacja wybranych systemów plików; Dostęp i ochrona plików, tryby dostępu do plików; Podsystem wejścia/wyjścia; Urządzenia znakowe i blokowe; tryby dostępu; Moduły obsługi urządzeń wejścia/wyjścia; Zarządzanie pamięcią; Organizacja pamięci operacyjnej i dostępu do pamięci przez procesor; Algorytmy przydziału pamięci; Modele wykorzystania pamięci przez proces;

Pamięć wirtualna: budowa, własności, interfejs programisty; Komunikacja sieciowa; Model komunikacji OSI; Interfejs gniazd w programowaniu połączeniowych i bezpołączeniowych aplikacji sieciowych (w układzie klient-serwer); Problemy komunikacji i synchronizacji aplikacji sieciowych; Przykłady usług sieciowych; Szeregowanie zadań; Realizacja współbieżności procesów i wątków; Algorytmy szeregowania zadań (systemów jedno- i wieloprocesorowych); Specyfika szeregowania zadań w systemach czasu rzeczywistego; Ocena jakości algorytmów szeregowania; Ochrona i bezpieczeństwo systemów komputerowych; Cele ochrony; Uwierzytelnianie, kontrola dostępu do zasobów, integralność, niezaprzeczalność, poufność - koncepcje i realizacje; Standardy oceny bezpieczeństwa; Przegląd współczesnych systemów operacyjnych: Linux, MS Windows, QNX, FreeRTOS; Wirtualizacja systemów komputerowych. Treści laboratorium: Łącza nazwane (FIFO) i nienazwane (pipe); Komunikacja międzyprocesowa (pamięć dzielona, kolejki komunikatów); Interfejs gniazd; Synchronizacja (semafory).

Programowanie aplikacji wielowarstwowych (Semestr 5, blok obieralny)

Celem bloku obieralnego „Programowanie aplikacji wielowarstwowych” jest zapoznanie studentów z tworzeniem złożonych aplikacji, w których występuje komunikacja poszczególnych komponentów z wykorzystaniem protokołu HTTP. Przykładem takich aplikacji są aplikacje WWW, które obejmują kod wykonywany w przeglądarce internetowej oraz kod wykonywany po stronie serwerowej. Każdy z przedmiotów bloku umożliwia zapoznanie studentów z architekturą takich aplikacji oraz tworzeniem warstwy prezentacji aplikacji z wykorzystaniem języka HTML i tworzeniem komponentów serwerowych, które są uruchamiane poprzez przesłanie odpowiednich zapytań HTTP np. w technologii ASP.NET, JSP, JavaServlet lub innej. Ważnym założeniem wspólnym dla całości bloku jest w szczególności zapoznanie studentów z językiem HTML, jak również standardami danych wykorzystywanych w komunikacji pomiędzy warstwą prezentacji a komponentami serwerowymi. Ponadto, wybrane przedmioty bloku mogą rozszerzać wiedzę studentów np. w obszarze tworzenia usług sieciowych (ang. web services) wykorzystujących protokoły HTTP do komunikacji klienta usługi z implementacją usługi, w obszarze technik tworzenia warstwy prezentacji aplikacji WWW (wykorzystanie CSS, JavaScript, biblioteki JavaScript) czy też w obszarze usług przetwarzania danych w platformach serwerowych. Student jest zobowiązany wybrać przynajmniej jeden przedmiot z bloku: Programowanie aplikacji WWW, Tworzenie aplikacji w technologii .NET lub inny realizujący wymagane efekty uczenia się.

Systemy wbudowane (Semestr 6, blok obieralny)

Celem bloku obieralnego jest zapoznanie studentów z ogólną koncepcją systemów wbudowanych, różnorodnymi architekturami tych systemów i zastosowaniami użytkowymi. W trakcie kursu student pozna podstawowe standardy i wymagania stawiane systemom wbudowanym (w tym przemysłowym), nauczy się korzystać z narzędzi do ich konfigurowania oraz metod projektowania i programowania aplikacji wbudowanych. Student jest zobowiązany wybrać przynajmniej jeden przedmiot z bloku: 1. Linux w systemach wbudowanych, 2. Programowanie układów FPGA, 3. Wstęp do systemów wbudowanych

Studia drugiego stopnia

Program **studiów drugiego stopnia** zakłada pogłębianie kompetencji inżynierskich w zakresie informatyki technicznej poprzez realizację aplikacji informatycznych zgodnych z wybraną specjalnością. Wszystkie przedmioty kierunkowe i specjalistyczne zawierają znaczny komponent laboratoriów lub samodzielnego projektu.

Tabela 2.8. Przedmioty prowadzące do pogłębienia kompetencji inżynierskich na drugim stopniu studiów w języku polskim i angielskim. Liczba godzin danej formy zajęć w tygodniu.

Specjalność MSI				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt
Algorytmy zaawansowane	2	0	0	1
Reprezentacja wiedzy	3	0	0	2
Wstęp do algorytmów ewolucyjnych	2	0	0	1
Metody sztucznej inteligencji 2	1	1	0	2
Systemy ekspertowe	1	0	0	2
Uczenie ze wzmacnieniem	1	0	0	2
Podstawy przetwarzania danych	1	0	2	1
Deep learning methods	1	0	0	2
Sieci neuronowe	2	0	0	2
Seminarium dyplomowe 1 i 2	0	4	0	0
Zarządzanie przedsiębiorstwami informatycznymi	2	0	0	2
Specjalność CC				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt
Algorytmy zaawansowane	2	0	0	1
Modelowanie geometryczne 1	3	3	0	0
Metody komputerowe w modelowaniu geometrycznym	0	0	3	0
Grafika komputerowa 2	2	0	3	0
Projektowanie systemów CAD/CAM	0	0	0	2
Programowanie urządzeń sterowanych numerycznie	2	2	2	0
Symulacje fizyczne w środowisku wirtualnym	2	2	2	0
Projektowanie środowiska wirtualnego	0	0	0	3
Termomechanika ciał odkształcalnych	2	2	2	0
Zarządzanie przedsiębiorstwami informatycznymi	2	0	0	2
Specjalność AI				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt
Elements of modern physics	2	1	0	0
High performance computing	2	0	2	0
Neural networks	2	0	2	0
IT projects management	2	0	0	2
Knowledge representation and reasoning	2	0	2	0
Advanced algorithms	2	0	0	1
Image and speech recognition	2	1	1	0
Programming in logic and symbolic programming	1	0	2	0
Data compression	2	0	1	0

Na studiach drugiego stopnia w języku angielskim przeważają laboratoria z kontaktem bezpośrednim ze względu na specyfikę studentów obcokrajowców, którzy potrzebują więcej zajęć w tej formie.

W przypadku studiów drugiego stopnia kandydaci przyjmowani na program 3-semesteralny muszą posiadać tytuł inżyniera. Osoby wymagające dodatkowego przygotowania inżynierskiego kierowane są na indywidualnie dobrany dla nich program studiów 4-semesteralnych, który może zawierać dodatkowe

przedmioty uzupełniające w zależności od efektów, które kandydat uzyskał na I stopniu. Określane jest to na podstawie karty ocen danego studenta i sylabusów zaliczonych przedmiotów z I stopnia studiów.

Kryterium 3. Przyjęcie na studia, weryfikacja osiągnięcia przez studentów efektów uczenia się, zaliczanie poszczególnych semestrów i lat oraz dyplomowanie

3.1. Przyjęcie na studia

Przyjęcie studentów na Politechnikę Warszawską odbywa się na podstawie art. 69, art. 70 ust. 1-4, art. 72 ust. 1 i art. 323 ust. 1 pkt 6 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478, z późn. zm.). Szczegółowe zasady rekrutacji określone są co roku oddzielną uchwałą Senatu PW. W przypadku roku akademickiego 2021/2022 zostały określone w uchwale Senatu PW nr 109/L/2021 z dnia 19 maja 2021 r.

Proces rekrutacji odbywa się z wykorzystaniem systemu informatycznego REKRUTACJA opracowanego przez Centrum Informatyzacji PW. System ten zakłada każdemu zarejestrowanemu kandydatowi Indywidualne Konto Rekrutacyjne (IKR). Warunkiem ubiegania się o przyjęcie na studia wymienione w ust. 1 pkt 2 jest internetowe zarejestrowanie się kandydata w systemie REKRUTACJA, terminowe wniesienie opłaty rekrutacyjnej oraz przedstawienie wymaganych dokumentów w wyznaczonym terminie. O przyjęcie na studia prowadzone w języku angielskim mogą ubiegać się obywatele RP posiadający certyfikat znajomości języka angielskiego na poziomie co najmniej B2, osoby posiadające maturę lub dyplom wydany w szkole anglojęzycznej lub na studiach anglojęzycznych, osoby posiadające maturę EB lub IB, osoby, które zdawały egzamin maturalny z języka angielskiego na poziomie dwujęzycznym lub w klasie dwujęzycznej oraz osoby, których wynik egzaminu maturalnego z języka angielskiego zdawanego w ramach tzw. nowej matury na poziomie rozszerzonym wynosi co najmniej 80%.

3.1.1. Rekrutacja na studia pierwszego stopnia w języku polskim

Przyjęcia na studia na kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne zorganizowane jest w formie konkursu. Liczba punktów kwalifikacyjnych (PK) w konkursie ustalona zgodnie z formułą:

$$PK = P_{mat} \times W_{mat} + P_{wyb} \times W + P_{jo} \times W_{jo}$$

w której:

P_{mat} – punkty z matematyki

P_{wyb} – punkty z przedmiotu do wyboru lub średnia arytmetyczna ocen z egzaminów kwalifikacyjnych potwierdzających kwalifikacje zawodowe na poziomie technika

P_{jo} – punkty z języka obcego

W_{mat} – współczynnik wagowy dla oceny z matematyki

W – współczynnik wagowy dla oceny z przedmiotu do wyboru lub dla średniej ocen z egzaminów potwierdzających uzyskanie kwalifikacji zawodowych na poziomie technika; na tym samym kierunku studiów współczynnik ten może zależeć od wybranego przedmiotu lub zawodu technika

W_{jo} – współczynnik wagowy dla oceny z języka obcego.

Współczynniki wagowe W_{mat} i W opisane są w Tabeli 3.1. Maksymalna liczba punktów kwalifikacyjnych wynosi 225.

W celu pozyskania najlepiej przygotowanych kandydatów na studia pierwszego stopnia, Wydział corocznie ustanawia wysokie progi punktowe warunkujące przyjęcie. Dla kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne zebrane są one w Tabeli 3.2. Warto dodać, że wysokość progu w danym roku istotnie zależy od trudności egzaminu maturalnego. W ostatnich latach przy rekrutacji próg kwalifikacyjny na studia na

kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne w języku polskim był najwyższy na Politechnice Warszawskiej. Przyjęte na Wydziale rozwiązania naszym zdaniem funkcjonują w sposób prawidłowy i zapewniają wysoki poziom kształcenia studentów.

Tabela 3.1. Współczynniki wagowe do obliczania punktów w konkursie przyjęć na studia dla kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne na Wydziale MiNI PW.

Przedmiot	Matematyka	Fizyka	Chemia	Informatyka	Biologia	Geografia	Język obcy
Oznaczenie ze wzoru	W_{mat}	W					W_{jo}
Wartość współczynnika	1	1	0,75	1	0,5	-	0,25

Tabela 3.2. Limity przyjęć, progi punktowe oraz wyniki rekrutacji dla kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne w języku polskim.

Rok akademicki	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022	2022/2023
Limit przyjęć	120	120	120	100	100
Minimalny próg punktowy	188	205	201	201	208
Liczba osób ostatecznie przyjętych	130	140	126	116	114

Rekrutacja na studia prowadzona jest z zachowaniem należytej rzetelności i obiektywizmu. Decyzje w procesie rekrutacji podejmuje Wydziałowa Komisja Rekrutacyjna. Od podjętej decyzji przysługuje odwołanie składane do Uczelnianej Komisji Rekrutacyjnej. Limit miejsc na danym kierunku studiów ustala rektor na wniosek dziekana.

Dziekan, po konsultacji z kolegium dziekańskim, od roku 2021/2022 wnioskował o nieznaczne zmniejszenie liczby przyjmowanych studentów na kierunek Informatyka i Systemy Informacyjne w języku polskim ze względu na równoległe prowadzenie 3 innych kierunków studiów (Matematyka, Matematyka i Analiza Danych oraz Inżynieria i Analiza Danych) na stopniu I i II. Przy tak zróżnicowanej ofercie, ograniczonej liczbie pomieszczeń oraz kadry Wydział nie był w stanie utrzymać liczby przyjmowanych studentów na studia w języku polskim na poziomie z roku 2019 i 2020. Zmniejszenie liczby studentów z Polski przyjmowanych na studia w języku angielskim związane jest z decyzją o zwiększeniu przyjęć dla obcokrajowców.

Tabela 3.3. Limity przyjęć, progi punktowe oraz wyniki rekrutacji dla obywateli Polski na kierunek Informatyka i Systemy Informacyjne w języku angielskim (Computer Science and Information Systems).

Rok akademicki	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022	2022/2023
Limit przyjęć	40	40	40	30	30
Minimalny próg punktowy	165	181	175	184	197

Rok akademicki	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022	2022/2023
Liczba osób ostatecznie przyjętych	65	43	55	40	39

3.1.2. Rekrutacja na studia drugiego stopnia dla obywateli polskich

Szczegółowe zasady przyjęć na II stopień studiów ustalone zostały Zarządzeniem 1/2021 Dziekana Wydziału MiNI z dnia 11 stycznia 2021 r. wraz z załącznikiem: *Zasady przyjmowania na studia stacjonarne drugiego stopnia na kierunku studiów Informatyka i Systemy Informacyjne*.

Rekrutacja na studia drugiego stopnia na kierunek Informatyka i Systemy Informacyjne przeprowadzana jest co semestr, przy czym główny nurt rekrutacji odbywa się w lutym na semestr letni. Biorą w nim udział absolwenci studiów I stopnia, którzy w lutym bronią pracę dyplomową. Rekrutacja we wrześniu na semestr zimowy obejmuje głównie absolwentów kierunków licencjackich oraz osoby, które z różnych względów nie obroniły pracy inżynierskiej w terminie. Warto zaznaczyć, że dzięki zamienialności semestrów 1 i 2 studenci rekrutowani na semestr letni (który jest dla nich pierwszym semestrem) studiują razem ze studentami rekrutowanymi na semestr zimowy (który jest dla nich semestrem drugim). Dzięki temu każdy przedmiot z semestrów 1 i 2 realizowany jest raz w roku akademickim pomimo rekrutacji odbywającej dwa razy w roku.

Corocznie, przed otwarciem rekrutacji na drugi stopień studiów w lutym, organizowane są dla studentów pierwszego stopnia spotkania informacyjne, których celem jest prezentacja aktualnej oferty studiów drugiego stopnia oraz charakterystyki poszczególnych kierunków i specjalności, zasad rekrutacji oraz procesu dyplomowania.

O przyjęcie na studia drugiego stopnia mogą ubiegać się osoby posiadające tytuł licencjata, magistra, inżyniera lub równorzędny. Studia trwające trzy semestry są dedykowane dla absolwentów studiów inżynierskich na kierunkach: Informatyka i Systemy Informacyjne, Informatyka lub pokrewnych. Studia trwające cztery semestry przeznaczone są dla kandydatów nie posiadających w pełni zrealizowanych inżynierskich efektów uczenia się lub posiadających znaczące różnice programowe. Ostateczna decyzja o zakwalifikowaniu kandydata do programu trwającego trzy lub cztery semestry jest podejmowana przez Wydziałową Komisję Rekrutacyjną. Studia trzy i czterosemestralne rozpoczynają się w semestrze zimowym (rekrutacja we wrześniu) i letnim (rekrutacja w lutym). Studia trzysemestralne rozpoczynające się w semestrze letnim pozwalają na bezpośrednie przejście na nie absolwentów, którzy skończyli studia pierwszego stopnia w lutym.

Przyjęcie na studia drugiego stopnia odbywa się na podstawie postępowania kwalifikacyjnego. Postępowanie to przeprowadza Wydziałowa Komisja Rekrutacyjna powołana przez Dziekana Wydziału MiNI.

Postępowanie kwalifikacyjne dla obywateli polskich składa się z następujących etapów:

a) część pisemna postępowania kwalifikacyjnego, składająca się z pisemnego sprawdzianu kwalifikacyjnego

b) rozmowa kwalifikacyjna odbywana w języku polskim dla specjalności prowadzonych w języku polskim (MSI i CAD/CAM) oraz w języku angielskim dla specjalności Artificial Intelligence prowadzonej w języku angielskim.

Zaliczenie części pisemnej jest warunkiem koniecznym dopuszczenia do drugiego etapu procedury kwalifikacyjnej. Poszczególne etapy mogą być przeprowadzone w sposób zdalny lub stacjonarny, w zależności od decyzji Komisji Rekrutacyjnej.

Podczas sprawdzianu kwalifikacyjnego oraz rozmowy kwalifikacyjnej kandydat powinien wykazać się znajomością materiału na poziomie studiów inżynierskich z kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne w zakresie obowiązującym na Wydziale MiNI (programy studiów dostępne są na wydziałowych stronach internetowych), ze szczególnym uwzględnieniem:

- a) w zakresie matematyki – analizy matematycznej, algebry liniowej, matematyki dyskretniej oraz metod numerycznych
- b) w zakresie informatyki – algorytmów i struktur danych, teorii automatów i języków formalnych, metod grafiki komputerowej oraz metod składowania i przetwarzania danych
- c) umiejętności programowania w językach wysokiego poziomu.

Szczegółowe informacje na temat zakresu wymaganej wiedzy zawarte są przykładowych pytaniach egzaminacyjnych dla studiów I stopnia, zatwierdzonych przez Komisję Programową dla kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne udostępnionych na stronie www.Wydziału.

Absolwenci studiów pierwszego stopnia jednego z kierunków studiów: Inżynieria i Analiza Danych, Informatyka i Systemy Informacyjne prowadzonych w języku polskim lub angielskim na Wydziale MiNI przystępujący do postępowania kwalifikacyjnego nie później niż 13 miesięcy od daty uzyskania dyplomu inżyniera na tych studiach mogą być (na własną prośbę) zwolnieni z części pisemnej postępowania kwalifikacyjnego i w takim przypadku uzyskują za te części ocenę równą ich średniej ważonej ocenie ze studiów pierwszego stopnia.

Absolwenci studiów pierwszego stopnia kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne na Wydziale MiNI przystępujący do postępowania kwalifikacyjnego nie później niż 13 miesięcy od daty uzyskania dyplomu inżyniera na tych studiach, posiadający średnią ważoną ocenę studiów pierwszego stopnia większą lub równą 4,20 mogą być (na własną prośbę) zwolnieni z części ustnej postępowania kwalifikacyjnego i w takim przypadku uzyskują za tę część ocenę równą ich średniej ważonej ocenie ze studiów pierwszego stopnia. O ostatecznym przyjęciu decyduje miejsce na liście rankingowej sporządzonej według średniej ocen ze wszystkich etapów postępowania kwalifikacyjnego, w kolejności od najwyższej do najniższej oceny.

Kandydaci nie będący absolwentami studiów pierwszego stopnia na kierunku studiów Informatyka i Systemy Informacyjne na Wydziale MiNI mogą być zobligowani do uzupełnienia w ciągu pierwszego roku studiów lub w trakcie dodatkowego semestru wstępnego właściwych dla kierunku przedmiotów wskazanych przez Wydziałową Komisję Rekrutacyjną, a wynikających z przeanalizowania osiągniętych efektów uczenia się na etapie studiów pierwszego stopnia.

W związku z pandemią Covid-19 i koniecznością przeprowadzania zdalnych egzaminów wstępnych Wydziałowa Komisja Rekrutacyjna przyjęła dokument pt. *„Zasady i przebieg egzaminu wstępnego na studia na Wydziale Matematyki i Nauk Informacyjnych PW w trybie na odległość”*, który bazuje na wytycznych zawartych w §2 załącznika do Zarządzenia Rektora PW z dnia 29.09.2020 r. w sprawie zasad organizowania egzaminów dyplomowych [...] w trybie na odległość.

3.1.3. Rekrutacja obcokrajowców

Przyjęcie obcokrajowców regulowane jest zasadami określonymi w załączniku nr 4 do Uchwały Senatu PW 518/XLIX/2020 z dnia 17 czerwca 2020 r. z poprawkami określonymi w Uchwale Senatu 109/L/2021 z dnia 19 maja 2021 r. Przekazują one obsługę procesu rekrutacji do Centrum Współpracy Międzynarodowej z Zagranicą Politechniki Warszawskiej. Cudzoziemcy mogą zostać przyjęci na studia w języku polskim:

1. na warunkach zwolnienia z opłaty na mocy Ustawy o Szkolnictwie Wyższym
2. na podstawie decyzji NAWA związanej z przyznaniem stypendium
3. na podstawie oddzielnego postępowania konkursowego, na określoną liczbę miejsc na warunkach bez opłat i świadczeń
4. na podstawie zgłoszenia, na warunkach odpłatności.

Cudzoziemcy na studia w języku angielskim przyjmowani są na warunkach odpłatności z wyjątkiem stypendystów NAWA. Kandydaci na studia w języku angielskim rejestrują się w wyznaczonych terminach na stronie www.cwm.pw.edu.pl/apply oraz przesyłają skany następujących dokumentów:

- kandydaci na studia pierwszego stopnia: świadectwo dojrzałości lub dokument równoważny, na którym znajdują się oceny z poszczególnych przedmiotów, z jego tłumaczeniem na język polski lub angielski, chyba że jest wystawiony w jednym z tych języków;
- kandydaci na studia drugiego stopnia: dyplom ukończenia studiów pierwszego stopnia lub studiów jednolitych oraz wykaz przedmiotów z ocenami, z ich tłumaczeniem na język polski lub angielski, chyba że są one wystawione w jednym z tych języków.

Kandydaci na studia pierwszego stopnia po zarejestrowaniu się i przestaniu dokumentów, poddawani są testowi on-line kompetencji z matematyki i jęz. angielskiego. W przypadku niepowodzeń w tym teście kandydatowi, którego kandydatura została pozytywnie oceniona na podstawie dostarczonych dokumentów, proponuje się przejście na roczny kurs przygotowawczy – Foundation Year, prowadzony przez Studium Języków Obcych PW. Zestawienie liczby kandydatów na studia zawarte są w Tabeli 3.4.

Tabela 3.4. Kandydaci z zagranicy na studia pierwszego stopnia w języku angielskim. Rekrutacja co rok. CAL (Conditional-Acceptance-Letter) – warunkowe przyjęcie, po otrzymaniu którego student musi jeszcze przed początkiem semestru dostarczyć dokumenty. FY (Foundation-Year) – dodatkowy rok przygotowawczy, którego zaliczenie jest konieczne do przyjęcia na studia w roku następnym.

		2019/2020	2020/2021	2021/2022	2022/2023
Liczba kandydatów	Ogółem	149	129	209	285
	Otrzymało CAL	77	69	36	66
	Otrzymało FY	21	17	17	20
Podjęło studia		49	27	27	36

Podobnie jak na studiach w języku polskim, rekrutacja na studia drugiego stopnia na kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne w języku angielskim przeprowadzana jest co semestr, przy czym główny nurt rekrutacji obcokrajowców odbywa się raczej we wrześniu. Biorą w nim udział przede wszystkim zagraniczni absolwenci studiów I stopnia. W rekrutacji w lutym na semestr letni biorą udział głównie absolwenci z polski. (Tabela 3.5)

Dokumenty kandydatów na studia drugiego stopnia są przekazywane na odpowiednie wydziały, do zaopiniowania. W przypadku Wydziału MiNi i kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne jest to Pełnomocnik Dziekana ds. Studiów na tym kierunku. Wydaje on opinię czy przygotowanie kandydata rokuje pozytywną kontynuację studiów. Kandydaci otrzymują warunkową decyzję o przyjęciu na studia w ramach ustalonego limitu miejsc i jeżeli ich kandydatura zostanie oceniona pozytywnie.

Warto zauważyć, że od roku 2021 liczba cudzoziemców aplikujących na studia drugiego stopnia na kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne znacznie wzrosła. Wynika to ze zmniejszenia wysokości opłaty rekrutacyjnej na mocy zmian w Ustawie o Szkolnictwie Wyższym. Pomimo trudności z przetwarzaniem tak dużej liczby dokumentów kandydatów, Wydział utrzymał wysokie wymagania stawiane przy wstępie na studia drugiego stopnia, które wynikają również z faktu posiadania własnych bardzo dobrych kandydatów ze studiów pierwszego stopnia. Minimalna liczba przyjmowanych studentów nie jest ustalona ogólnie, ale wynika z poziomu kandydatów w danym naborze. Pozwala to na ciągłe utrzymywanie wysokiej jakości nauczania na specjalności Artificial Intelligence.

Kandydaci z zagranicy borykają się z licznymi problemami, które nie dotyczą obywateli polskich. Otrzymanie CAL jest dla nich dopiero pierwszym krokiem, który otwiera możliwość ubiegania się o wizę, zakwaterowanie, legalizację dokumentów, itd. Ponadto muszą wykazać się przed uzyskaniem wizy funduszami na pobyt w Polsce i opłatę za studia. Wszystkie te czynniki, a zwłaszcza przeciągająca się

procedura wizowa, powodują, że ostatecznie studia jest w stanie podjąć znacznie mniej osób niż zostało przyjętych. Oznacza to bardzo dużą niepewność w planowaniu studiów, liczby grup studenckich i obciążeń pracowników. Wydział wychodząc naprzeciw tym trudnościom zgadza się, aby studenci zagraniczni, w szczególnych przypadkach, rozpoczęli studia z dwutygodniowym opóźnieniem.

Tabela 3.5. Kandydaci z zagranicy na studia drugiego stopnia w języku angielskim. Rekrutacja co semestr. CAL (Conditional-Acceptance-Letter), warunkowe przyjęcia, po otrzymaniu którego student musi jeszcze przed początkiem semestru dostarczyć dokumenty.

		Luty 2020	Wrzesień 2020	Luty 2021	Wrzesień 2021	Luty 2022	Wrzesień 2022
Liczba kandydatów	Ogółem	57	60	38	153	81	178
	Otrzymało CAL	23	22	15	36	9	37
Podjęto studia		9	12	4	4	4	7

3.2. Zasady uznawania efektów uczenia się

Na studia prowadzone na Wydziale MiNI nie przyjmuje się studentów w wyniku *potwierdzania efektów uczenia się*.

Przyjmowanie studentów z innych uczelni w drodze przeniesienia odbywa się na podstawie procedury określonej w regulaminie studiów na PW §13. Decyzję o przeniesieniu modułów kształcenia lub zajęć zaliczonych przez studenta poza jednostką macierzystą podejmuje dziekan na wniosek studenta, po zapoznaniu się z przedstawioną przez studenta dokumentacją przebiegu studiów odbytych poza jednostką macierzystą. Związane jest to z częściowym lub całkowitym uznaniem efektów uczenia na innej uczelni. Warunkiem koniecznym jest zaliczenie w pełni I roku studiów, w przypadku studiów pierwszego stopnia, oraz pierwszego semestru w przypadku studiów drugiego stopnia. Prodziekan ds. Nauczania lub pełnomocnik Dziekana ds. Studiów na Kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne analizuje zgodność programu zrealizowanego przez kandydata i wyznacza konieczne do uzupełnienia różnice programowe. Zbyt duża liczba różnic może być przyczyną nieuzyskania zgody na przeniesienie. W przypadku studiów pierwszego stopnia brane są pod uwagę punkty zdobyte przez kandydata na egzaminie maturalnym. Muszą one być nie mniejsze niż próg obowiązujący w roku, w którym rozpoczął się rok akademicki, na który planowane jest przeniesienie. W przypadku studiów drugiego stopnia brane są pod uwagę oceny uzyskane przez kandydata na macierzystej uczelni. W przypadku kandydatów zagranicznych stosowane są odpowiednie przeliczniki na podstawie systemu oceniania obowiązującego w danym kraju.

W przypadku uznawania efektów uczenia się osiągniętych przez studentów w ramach wymiany międzynarodowej Erasmus+ oraz umów bilateralnych zasady określone są w stosownych umowach. Pełnomocnik Dziekana ds. Studenckich Programów Międzynarodowych ustala program studiów podczas pobytu studenta na uczelni zagranicznej (Learning Agreement – LA). Wskazuje on przedmioty odpowiadające w programie studiów na kierunku ISI. Program ten jest zatwierdzany przez prodziekana ds. nauczania. Przedmioty zaliczone na wyjeździe powodują zaliczenie przedmiotów im odpowiadających wraz z ich efektami uczenia się. Jeżeli nie ma przedmiotów odpowiadających uznaje się je za przedmioty obieralne lub ponadwymiarowe.

3.3. Zasady uznawania efektów uczenia się uzyskanych poza systemem studiów

20 maja 2015 r. Senat PW uchwalił szczegółowe zasady potwierdzania w jednostkach podstawowych efektów uczenia się (Uchwała nr 387/XLIX/2019 Senatu PW). Zgodnie z nimi, do potwierdzania efektów

uczenia się, odnoszących się do programu kształcenia na danym kierunku, poziomie i profilu kształcenia jest uprawniony wydział posiadający co najmniej pozytywną ocenę programową na tym kierunku, poziomie i profilu kształcenia, a w przypadku nieprzeprowadzenia takiej oceny – posiadający uprawnienie do nadawania stopnia naukowego doktora w zakresie obszaru kształcenia i dziedziny, do których jest przyporządkowany ten kierunek studiów.

Efekty uczenia się potwierdzane są w zakresie odpowiadającym efektom uczenia się określonym dla danego modułu kształcenia, występującego w programie studiów. W tym celu, w razie potrzeby, prodziekan ds. nauczania powołuje komisję ds. potwierdzania efektów uczenia się. Zadaniem Komisji jest – dla każdego modułu wymienionego we wniosku kandydata na studia, ubiegającego się o potwierdzenie efektów uczenia się – dokonanie oceny, czy uzyskane przez kandydata efekty uczenia się odpowiadają efektom uczenia się określonym dla rozpatrywanego modułu. Podstawą dokumentowania tej oceny są: przedłożone dokumenty oraz wyniki przeprowadzonych sprawdzianów wiedzy i umiejętności kandydata. Ocena jest dokonywana na poziomie szczegółowości odpowiadającym weryfikacji efektów uczenia się osiąganych przez studentów realizujących ten moduł w ramach programu studiów. Metody weryfikacji tych efektów mogą być inne niż metody stosowane w odniesieniu do studentów. W okresie objętym akredytacją na Wydziale nie zaistniała potrzeba potwierdzania efektów uczenia się uzyskanych poza szkolnictwem wyższym.

3.3.1. Zasady dyplomowania

Ogólne zasady dyplomowania określają §29–§31 Regulaminu studiów w Politechnice Warszawskiej. Zasady prowadzenia prac dyplomowych i egzaminów dyplomowych na kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne zostały ustalone Zarządzeniem nr 9/2020 Dziekana Wydziału MiNI z dnia 10.12.2020 roku w *sprawie uchwalenia szczegółowych zasad prowadzenia prac dyplomowych i egzaminów dyplomowych na kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne*. Wprowadza ono zasady sprawowania opieki nad dyplomantami, ustalania tematów prac dyplomowych, przebiegu pracy dyplomowej inżynierskiej i magisterskiej oraz ich oceniania.

Praca dyplomowa inżynierska powinna wykazać, że Student posiada wiedzę oraz umiejętności określone w efektach uczenia się dla kierunku *Informatyka i Systemy Informacyjne*, tj. musi wykazać, że Student zna i rozumie wykorzystywane narzędzia i metody oraz jest w stanie rozwiązać postawiony w pracy problem od strony praktycznej.

Zgodnie z Regulaminem studiów w Politechnice Warszawskiej (§20 ust. 1) pracę dyplomową stanowiącą zakończenie etapu kształcenia student wykonuje pod kierunkiem osoby upoważnionej przez Dziekana. Praca dyplomowa podlega ocenie promotora i recenzenta, wybieranego przez prodziekana ds. nauczania. Wzór opinii i recenzji pracy dyplomowej zatwierdzony jest przez Rektora i znajduje się w systemie APD (Archiwum Prac Dyplomowych). Ocenie podlegają: zgodność tytułu pracy dyplomowej z jej treścią, wartość merytoryczna pracy, dobór i sposób wykorzystania źródeł, trafność i spójność wniosków, układ i redakcja pracy oraz efekty uczenia się określone dla pracy dyplomowej. Istotnym elementem oceny pracy dyplomowej jest także jej innowacyjność i wartość naukowa. Ponadto prace dyplomowe są sprawdzane przed dopuszczeniem do egzaminu dyplomowego przez system JSA (Jednolity System Antyplagiatowy). Końcowym elementem procesu dyplomowania jest egzamin dyplomowy przeprowadzany przez Komisję Dyplomową dla kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne. Członkowie Komisji Dyplomowej powoływani są przez Dziekana po uzyskaniu opinii Rady Wydziału. Na egzaminie dyplomowym, dyplomant przedstawia najważniejsze wnioski z pracy dyplomowej, odpowiada na pytanie recenzenta dotyczące dziedziny pracy dyplomowej oraz pytania komisji z zakresu studiów. Ocenę końcową ze studiów oblicza się jako sumę średniej ze studiów z wagą 0,6, oceny z pracy dyplomowej z wagą 0,3, oceny z egzaminu dyplomowego z wagą 0,1.

3.4. Monitorowanie i ocena postępów studentów

Wydział prowadzi nieustanne monitorowanie postępów studentów. Po zakończeniu rekrutacji we wrześniu oraz w lutym dokonywana jest przez prodziekana ds. nauczania analiza ustalonych progów punktowych, liczby przyjętych studentów, zwłaszcza na studia drugiego stopnia, które są otoczone szczególną troską Rady Wydziału. Wyniki prezentowane są na Radzie Wydziału.

Tabela 3.6. Liczba studentów na studiach w języku polskim po zakończeniu rejestracji na danym semestrze. R–limit rekrutacji. 0–semestr zerowy studiów czterosemestralnych, 1...7–kolejne semestry. D–liczba osób obronionych w danym semestrze.

I stopień studiów										II stopień studiów				
	R	1	2	3	4	5	6	7	D	0	1	2	3	D
2022Z	100	93		79		84		72	---	3	8	40	25	---
2022L			77		95		76	14		1	50	11	39	10
2021Z	100	101		97		80		72	76	6	11	38	34	13
2021L			88		97		75	20			46	11	43	6
2020Z	120	132		98		76		88	82		13	34	48	20
2020L			85		97		95	12			39	23	48	18
2019Z	120	134		101		97		92	83		28	28	58	17
2019L			80		117		92	48			36	14	68	21
2018Z	120	96		115		92		107	89		9	62	34	17
2018L			105		99		120	29			66	19	53	23

Tabela 3.7. Liczba studentów na studiach w języku angielskim po zakończeniu rejestracji na danym semestrze. R–limit rekrutacji. 0–semestr zerowy studiów czterosemestralnych, 1...7–kolejne semestry. D–liczba osób obronionych w danym semestrze.

I stopień studiów										II stopień studiów				
	R	1	2	3	4	5	6	7	D	0	1	2	3	D
2022Z	30	70		66		54		47	---	5	3	8	12	---
2022L			50		68		57	17		1	9	4	20	8
2021Z	30	54		70		58		38	35	2	2	13	21	9
2021L			65		65		40	14		2	9	15	19	6
2020Z	40	87		67		40		37	31	4	16	12	18	9
2020L			59		50		42	17		4	7	9	22	4
2019Z	40	86		52		46		41	30	3	9	14	14	7
2019L			50		45		48	16		2	13	7	14	2
2018Z	40	68		46		46		34	27	8	7	11	8	3
2018L			44		44		42	13		4	13	2	21	2

Liczba studentów przechodzących na kolejny etap kształcenia na studiach pierwszego i drugiego stopnia analizowana jest przez prodziekana ds. nauczania po zakończeniu rejestracji w każdym semestrze, który prezentuje wyniki na posiedzeniu Rady Wydziału. Analiza taka dla ostatnich kilku lat zawarta jest w Tabeli 3.6 dla studiów w języku polskim oraz w Tabeli 3.7 dla studiów w języku angielskim. Kolory oznaczają sekwencje przechodzenia studentów na kolejne cykle. Przykładowo w roku 2018 podjęło studia I stopnia 96 osób na pierwszym semestrze (120 limit przyjęcia w rekrutacji). Grupa ta w następnym semestrze miała licznosc 80 osób. W trzecim semestrze powiększyła się do 101 osób ze względu na studentów powtarzających drugi rok studiów, itd. Ostatecznie, w tej grupie dziekańskiej w lutym 2022, 76

osób obroniło pracę dyplomową. Na studiach II stopnia rekrutacja odbywa się dwa razy w roku we wrześniu i w lutym. Semestr 0 oznacza dodatkowy semestr dla studiów 4-semestralnych.

Dla organizacji grup studenckich istotne jest to, że semestry 1 i 2 na studiach drugiego stopnia są zamienne. Dzięki temu każdy przedmiot w roku akademickim prowadzony jest tylko jeden raz dla połączonych grup 1 i 2 semestru.

Dla niektórych studentów jest to semestr pierwszy, a dla innych drugi. Nie ma to jednak znaczenia w toku studiów. Przykładowo w Tabeli 3.6 w semestrze 2022Z mamy na semestr 1 zarejestrowanych 8 studentów (po rekrutacji we wrześniu 2022), a na drugim semestrze 40 studentów (po rekrutacji w lutym 2022). Studenci Ci razem realizują te same przedmioty z planu studiów.

3.4.1. Zasady sprawdzania i oceniania stopnia osiągnięcia efektów uczenia się

Sposób zaliczenia lub formę egzaminu, zgodne z §11 Regulaminu studiów w Politechnice Warszawskiej, ustala koordynator przedmiotu, a prowadzący informuje o nich studentów na swoich pierwszych zajęciach. Regulamin zaliczenia przedmiotu jest zawarty w Karcie Przedmiotu. Dotyczy on zasad zaliczania przedmiotów, wystawiania oceny końcowej, sposobów ogłaszania ocen uzyskiwanych przez studentów, zasad poprawiania ocen, uczestnictwa w terminach dodatkowych zaliczeń, wymaganej obecności.

§8 Regulaminu studiów w Politechnice Warszawskiej określa reguły ustalania harmonogramu sesji egzaminacyjnych (m.in. minimalną liczbę egzaminów). Ponadto §18 określa skalę ocen, a §19 zasady udostępniania studentom i rejestrowania w systemie informatycznym wyników weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się. §20 podaje procedurę komisyjnej weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się, którą może zarządzić dziekan na wniosek studenta lub z własnej inicjatywy.

3.4.2. Metody sprawdzania i oceniania efektów uczenia się

Metody sprawdzania i oceniania efektów uczenia się wynikają z założonych efektów uczenia się i są zintegrowane z planem uczenia się i możliwościami studentów na kolejnych etapach nauczania. Dobór konkretnej metody opiera się na rodzaju sprawdzanego efektu i formy zajęć.

Istotne jest to, że cały program studiów skonstruowano w taki sposób, aby wszystkie kierunkowe efekty uczenia się znajdowały pokrycie w przedmiotowych efektach uczenia się. Dzięki temu kierunkowe efekty uczenia się są weryfikowane w ramach całego planu kształcenia.

Stosowane są następujące sposoby weryfikacji osiągnięcia przez studentów założonych efektów uczenia się:

- ocena formująca wykonywana w trakcie trwania semestru
 - ocena punktowa z kolokwium / sprawdzianów w formie pisemnej, wymagających udzielenia opisowej odpowiedzi na otwarte pytania
 - ocena punktowa z zadań wykonywanych podczas laboratoriów
 - ocena punktowa z pytań testowych jednokrotnego lub wielokrotnego wyboru (możliwe jest przy tym przeprowadzanie testów w formie papierowej lub elektronicznej)
 - ocena prac domowych, w tym projektów informatycznych
 - ocena prezentacji multimedialnych przygotowanych na podany temat, wraz z prezentacją np. na seminarium dyplomowym
 - ocena punktowa aktywności na ćwiczeniach
- ocena podsumowująca
 - ocena z pisemnego testu bądź egzaminu dotyczącego rozwiązywania zadań lub wyjaśnienia zagadnień zadanych w formie pytań
- ocena efektów uzyskanych w trakcie realizacji praktyk studenckich
 - zaliczenie przez prodziekana ds. studenckich albo pełnomocnika ds. praktyk sprawozdania studenta z odbytej praktyki
- ocena efektów uczenia się przeprowadzana w trakcie procesu dyplomowania

- ocena z pracy dyplomowej
- ocena z prezentacji pracy dyplomowej
- ocena z egzaminu dyplomowego.

Osiągnięcie efektów związanych z praktykami oceniane jest przez pełnomocnika ds. praktyk studenckich na podstawie sprawozdania z praktyk (lub dokumentu równoważnego) oraz opinii pracodawcy na temat realizowanych praktyk.

Weryfikacja znajomości języka obcego na studiach pierwszego stopnia w języku polskim odbywa się poprzez konieczność zdania egzaminu na poziomie B2. Na studiach pierwszego stopnia w języku angielskim jest to egzamin z języka angielskiego na poziomie C1. W przypadku studiów drugiego stopnia w języku angielskim wymagane jest zdanie egzaminu z języka angielskiego na poziomie C1, jeśli student nie zdał takiego egzaminu na pierwszym stopniu studiów. Studia drugiego stopnia w języku polskim nie wymagają odbywania lektoratu z języka obcego. Efekty znajomości języka angielskiego weryfikowane są poprzez przedmioty prowadzone w tym języku. Na specjalności Metody Sztucznej Inteligencji jest to przedmiot Metody uczenia głębokiego/Deep learning methods, dla specjalności Projektowanie Systemów CAD/CAM jest to Seminarium dyplomowe/Diploma Seminar. Ponadto warto zauważyć, że wielu studentów studiujących w języku polskim decyduje się na pisanie pracy dyplomowej na pierwszym i drugim stopniu studiów w języku angielskim ze względu na większy zasięg wyników, możliwość prezentacji na forum międzynarodowym (np. w firmie) lub planowaną publikację naukową. Stosowne podanie o zgodę składane jest w takim przypadku do prodziekana ds. Nauczania.

3.4.3. Metody sprawdzania efektów uczenia się prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich

W celu sprawdzenia efektów uczenia się prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich (opisanych szczegółowo w Kryterium 1 wraz z przedmiotami je realizującymi) stosuje się – w zależności od charakteru i specyfikacji przedmiotu, opisane w punkcie wyżej metody:

- ocen formujących wykonywanych w trakcie trwania semestru
- ocen podsumowujących
- oceny efektów uzyskanych w trakcie realizacji praktyk studenckich
- oceny efektów uczenia się przeprowadzanych w trakcie procesu dyplomowania.

Efekty uczenia się obszaru wiedzy K_W03, K_W05, K_W09, K_W10, K_W11, K_W12, K_W13, K_W17, K_W18 są weryfikowane przy użyciu m.in. kolokwium / sprawdzianów w formie pisemnej, prac projektowych / zadań wykonywanych podczas laboratorium.

W przypadku efektów uczenia się dotyczących kompetencji inżynierskich z zakresu umiejętności tj. K_U01, K_U02, K_U05, K_U09, K_U10, K_U12, K_U13, K_U14, K_U15, K_U16, K_U17, K_U18, K_U19, K_U20, K_U21, K_U22, K_U23, K_U24, K_U25, K_U26, K_U27, K_U28, K_U29 oraz K_U30 weryfikacja przeprowadzana jest w znacznym stopniu w trakcie zajęć laboratoryjnych i projektowych przez ocenę zadań wykonywanych podczas zajęć lub samodzielnie opracowywanych projektów. Do metod weryfikacji kompetencji inżynierskich zaliczamy także oceny uzyskane w trakcie procesu dyplomowania tj. np. oceny z projektu dyplomowego. Oceny uzyskiwane z zadań wykonywanych w trakcie laboratorium lub z projektów / systemów informatycznych wykonywanych w trakcie zadań projektowych są związane z oceną poprawności spełnienia wymagań danego zadania (zgodnie z zadaną specyfikacją), poprawności rozwiązania, konfiguracji, jakością sprawozdań / dokumentacji do przygotowanego rozwiązania, zgodnością z praktykami inżynierskimi związanymi z utrzymaniem kodu i projektu w odpowiednim stanie.

Studia drugiego stopnia oferowane w wersji 4-semestralnej uwzględniają dodatkowy (pierwszy) semestr pozwalający na zdobycie kompetencji inżynierskich zgodnie z efektami szczegółowo opisanymi w Kryterium 1. Metody weryfikacji osiągnięcia tych efektów są zgodne z realizacją danego przedmiotu.

3.5. Rodzaje, tematyka i metodyka prac etapowych i egzaminacyjnych oraz projektów

Rodzaje, tematyka i metodyka prac etapowych i egzaminacyjnych oraz projektów realizowanych przez studentów w trakcie studiów na kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne wynika bezpośrednio z charakterystyki przedmiotów prowadzonych na tym kierunku oraz zamierzonych do realizacji efektów uczenia się.

W pierwszych trzech semestrach przedmioty mają w dużej mierze charakter podstawowy i służą zbudowaniu solidnej bazy matematycznej, umożliwiającej efektywną naukę złożonych zagadnień informatycznych oraz różnorodnych technik programowania w następnych semestrach. W tym okresie studiów studenci otrzymują gruntowną wiedzę między innymi z zakresu analizy matematycznej, algebry liniowej z geometrią, matematyki dyskretniej, logiki i teorii mnogości oraz metod numerycznych. Ponadto w trakcie pierwszych czterech semestrów studiów prowadzone są obowiązkowe przedmioty z zakresu podstaw informatyki – programowania strukturalnego i obiektowego, algorytmów i struktur danych oraz zagadnień dotyczących teorii informacji, elektroniki, budowy sprzętu cyfrowego, transmisji danych i sieci komputerowych, a także bardziej zaawansowanych technik projektowania obiektowego, programowania systemów baz danych czy technologii tworzenia aplikacji wykorzystujących graficzny interfejs użytkownika (UI/GUI/UX).

Począwszy od semestru 5, wprowadzane są przedmioty obieralne, które studenci wybierają indywidualnie, zgodnie ze swoimi zainteresowaniami. Przedmioty obieralne dotyczą zarówno teoretycznych, jak i praktycznych aspektów informatyki, oferując znaczne rozszerzenie i uszczegółowienie dotychczas zdobytej wiedzy z danej tematyki, często pod opieką ekspertów pracujących w branży IT, rozwiązując wybrane zagadnienia inżynierskie lub badawcze, zdefiniowane na początku semestru we współpracy z zewnętrznymi partnerem. Równolegle, w ramach modułów inżynieria oprogramowania i programowanie aplikacji wielowarstwowych, studenci doskonalą swój warsztat informatyczny zdobywając praktyczne umiejętności projektowania systemów informatycznych o zadanej specyfikacji oraz kompetencje społeczne, związane z pracą zespołową. Ostatni (siódmy) semestr poświęcony jest głównie pisaniu pracy inżynierskiej: przygotowaniu w 2-3-osobowym zespole projektu inżynierskiego (programu komputerowego), kompletu dokumentacji i testów oraz prezentacji w ramach seminarium dyplomowego.

Metodyka nauczania obejmuje między innymi wykłady, udział w laboratoriach komputerowych, nadzorowane indywidualne lub grupowe projekty, przygotowywanie dokumentacji i/lub raportu podsumowującym wyniki przeprowadzonych prac oraz publiczną prezentację wyników.

3.6. Rodzaje, tematyka i metodyka prac dyplomowych

Praca dyplomowa inżynierska jest realizowana w zespołach dwu- lub trzy-osobowych w trakcie siódmego semestru programu Informatyka i Systemy Informacyjne. Przygotowanie pracy dyplomowej inżynierskiej jest uwzględnione w ramach przedmiotu *Praca dyplomowa inżynierska (Bachelor Diploma Thesis)*, *Projekt zespołowy (Group project)* oraz *Seminarium dyplomowe (Diploma Seminar)*.

Celem procesu dyplomowania jest pogłębienie znajomości wiedzy teoretycznej, związanej z wybranym tematem pracy, nabycie umiejętności rozwiązywania problemów inżynierskich, w tym zespołowego wykonanie aplikacji oraz spełnienie wymagań stawianych pracom inżynierskim. Po zakończeniu studenci powinni:

- posiadać poszerzoną wiedzę w obszarze zagadnień związanych z tematem pracy
- potrafić szukać przydatnych źródeł informacji, metod i technik oraz właściwie je wykorzystać
- potrafić stworzyć harmonogram pracy i zgodnie z nim pracować
- umieć napisać i przetestować stworzoną przez siebie aplikację
- utrwalić zasady przemysłowego tworzenia aplikacji poprzez pracę zespołową

- potrafić właściwie redagować treść opracowania (części pisemnej pracy)
- przestrzegać zasad etyki przy realizacji pracy.

W ramach przedmiotu *Projekt zespołowy* studenci utrwalają zasady przemysłowego tworzenia aplikacji (m.in. przeprowadzanie testów jednostkowych i testów integracyjnych w ramach kodu programu, tworzenie zestawu dokumentacji, w tym harmonogramu prac, specyfikacji wymagań dokumentacji architektonicznej i technicznej, planu testów akceptacyjnych, instrukcji obsługi czy rejestru zmian) oraz doskonałą umiejętność tworzenia oprogramowania podczas tworzenia aplikacji w niedużym zespole (2 – 3 osoby). Co więcej, po ukończeniu kursu studenci powinni mieć przygotowaną (w 90%) aplikację będącą podstawą inżynierskiego projektu dyplomowego. Z kolei w ramach przedmiotu *Seminarium dyplomowe* studenci są przygotowywani do obrony pracy dyplomowej inżynierskiej m.in. poprzez monitorowania bieżących postępów w jej przygotowaniu oraz praktyczne ćwiczenia związane z prezentacją tematu pracy, jej przebiegu i uzyskanych wyników.

Praca dyplomowa magisterska jest realizowana w trakcie drugiego i trzeciego semestru (lub odpowiednio, trzeciego i czwartego dla programu 4-semestralnego). Przygotowanie pracy dyplomowej magisterskiej jest uwzględnione w ramach przedmiotu *Praca dyplomowa (Master of Science Thesis)* na semestrze 3 (lub 4 programu 4-semestralnego) oraz w ramach *Seminarium dyplomowego 1 i 2 (Diploma Seminar 1 and Diploma Seminar 2)*, odpowiednio na semestrze 2 i 3 (lub 3 i 4 programu 4-semestralnego).

Celem procesu dyplomowania na poziomie studiów magisterskich jest:

- synteza zdobytej wiedzy w obszarze informatyki technicznej na wybranej specjalności,
- pogłębienie znajomości wiedzy teoretycznej, związanej z wybranym tematem pracy,
- zapoznanie studenta z metodyką pracy naukowej (wybór i formułowanie celu pracy, analiza aktualnego stanu wiedzy, opracowanie metodyki badań, weryfikacja i krytyczna dyskusja otrzymanych wyników badań),
- zapoznanie studenta z zasadami pisania naukowych tekstów technicznych oraz informatycznymi zasobami literatury naukowej,
- zapoznanie studenta z zasadami przygotowania prezentacji uzyskanych wyników,
- nabycie umiejętności rozwiązywania problemów (również inżynierskich) i przestrzegania zasad etyki przy realizacji pracy.

Student wykonujący dyplomową pracę magisterską musi wykazać się pogłębioną znajomością podstawowej wiedzy teoretycznej w dziedzinie informatyki oraz umiejętnością rozwiązywania problemów, wymagających stosowania nowoczesnych metod z zakresu analiz teoretycznych, badawczych, obliczeniowych i eksperymentalnych. Praca dyplomowa magisterska składa się z części praktycznej, w ramach której student rozwiązuje od strony technicznej postawiony w pracy problem oraz z części teoretycznej, która stanowi opis prac/badań przeprowadzonych przez studenta podczas realizacji pracy. W przypadku prac o charakterze badawczym dopuszczalne jest wykonanie pracy dyplomowej magisterskiej składającej się jedynie z części teoretycznej (opisowej).

Zakres i problematyka prac dyplomowych są przeważnie ustalane indywidualnie ze studentem lub zespołem studentów w przypadku pracy inżynierskiej. Tematyka zgłaszanych prac dyplomowych inżynierskich obejmuje m.in. aplikacje użytkowe typu klient serwer rozwiązujące istotny problem biznesowy w tym aplikacje webowe, aplikacje na urządzenia mobilne oraz serwerowe; aplikacje typu peer-to-peer; gry komputerowe wzbogacone o komponenty sztucznej inteligencji lub nietrywialne metody heurystyczne; złożone aplikacje wielowarstwowe, aplikacje webowe i obliczenia rozproszone; aplikacje będące zastosowaniem sztucznej inteligencji we wszelakich obszarach biznesowych, do rozpoznawania obrazów, dźwięku, itp. Studenci mogą korzystać z listy tematów zaproponowanych i zatwierdzonych przez Komisję Programową, lub mogą zaproponować swój temat po znalezieniu promotora i uzyskaniu akceptacji Komisji Programowej. Nie rzadko tematy inżynierskie realizowane są przy współpracy i na

zlecenie przemysłu. W takiej sytuacji student może wnioskować zgodnie z Regulaminem Studiów o utajnienie wyników swojej pracy.

Prace dyplomowe magisterskie koncentrują się wokół tematów realizowanych w obszarach badawczych poszczególnych pracowników naukowych Wydziału. Przykładowo mogą to być prace związane z badaniem zastosowania technik agentowych, badaniem metod sztucznej inteligencji w tym zastosowaniem sieci neuronowych, badaniem nowych metod i algorytmów dla obliczeń równoległych, badaniem metod grafowych, analizy tekstu, rozwijaniu i optymalizacji systemów CAD/CAM oraz środowisk wirtualnych z użyciem technologii VR i AR, badaniu metod modelowania geometrycznego i renderowania obrazów w czasie rzeczywistym, wykorzystując potencjał kart graficznych oraz obliczeń równoległych i rozproszonych, itd.

Warto podkreślić, że tematy prac dyplomowych często mają charakter badawczy – niejednokrotnie najlepsi studenci partycypują w badaniach naukowych prowadzonych na Wydziale, biorą udział w badaniach prowadzonych we współpracy z innymi ośrodkami naukowymi w Polsce i za granicą. Przykładowo jedna z prac magisterskich była wykonana przy współpracy z CERN. Trzy inne przykłady to prace polegające na opracowaniu bibliotek użytkowych, które zostały wdrożone w przemyśle:

- firmie QuickerSim Sp z o. o. na podstawie umowy w roku 2019 udzielono licencji na stworzony pakiet qscad do MATLAB
- we współpracy z firmą Productec (Szwarcaria) zoptymalizowano oprogramowanie CAM do projektowania ścieżek obróbki skrawaniem
- we współpracy z 9tLabs (Szwajcaria) trwają prace dotyczące rozszerzania możliwości systemów CAM dedykowanych innowacyjnym drukarkom 3D drukującym włóknem węglowym (publikacja naukowa za 140p I druga w opracowaniu)
- we współpracy z 9tLabs (Szwajcaria) wykonano analizę MES kompozytów wzmocnianych włóknami wytwarzanych w technologii przyrostowej.

Lista prac dyplomowych realizowanych we współpracy z przemysłem lub innymi ośrodkami podana jest w Załączniku 3.2.

Obok komponentu badawczego, który pojawia się często już w przypadku prac inżynierskich, w przypadku każdej pracy dyplomowej szczególny nacisk położony jest na stronę techniczną opracowywanego rozwiązania. Dokładniej, na poziomie zgłaszania tematu, sprawozdań z postępów w trakcie semestru i podczas obrony, weryfikowane jest czy przygotowany system informatyczny został wykonany zgodnie z najwyższymi standardami projektów informatycznych.

3.7. Dokumentowanie efektów uczenia się osiągniętych przez studentów

Dokumentowanie efektów uczenia się osiąganych przez studentów regulowane jest Zarządzeniem nr 144/2020 Rektora PW z dnia 20.11.2020 r. w sprawie zasad przechowywania dokumentacji poświadczającej dokonanie weryfikacji osiąganych efektów uczenia się dla przedmiotów. Mówi ono o konieczności przechowywania dokumentów potwierdzających weryfikację osiągniętych efektów uczenia się przez okres 2 lat licząc od końca semestru, w którym odbyły się zajęcia. Do dokumentów tych należą: wykazy tematów egzaminacyjnych, wykazy tematów sprawdzianów pisemnych, wykazy tematów prac projektowych i prac przejściowych, wykazy tematów innych prac pisemnych i prezentacji multimedialnych, przykładowe ocenione prace w liczbie nie mniejszej niż 10% prac podlegających ocenie. Również przez okres 2 lat należy przechowywać listy obecności studentów na zajęciach, listy ocen cząstkowych oraz wykazy zawierające oceny z zajęć składające się na końcową ocenę z przedmiotu.

Zarządzenie nr 114/2021 Rektora PW z 25.11.2021 dodatkowo precyzuje, że dokumenty wymienione powyżej mogą być przechowywane na platformie Moodle lub innej platformie elektronicznej ustanowionej i utrzymywanej w danej jednostce.

Dokumentacja związana z praktykami zawodowymi przechowywana jest w dziekanacie.

Protokoły zaliczeń wszystkich przedmiotów są obecnie przechowywane w całości w systemie USOS. Karty okresowych osiągnięć studenta, do końca roku akademickiego 2021/2022, drukowane były w dziekanacie i przechowywane w teczkach studentów. Po zakończeniu lub przerwaniu studiów są przysyłane do centralnego archiwum PW. Od roku akademickiego 2022/2023 karty przygotowywane są wyłącznie elektronicznie. Podpisywane są elektronicznym podpisem kwalifikowanym przez prodziekana ds. nauczania, a następnie są przechowywane w systemie USOS.

Prace dyplomowe, ich recenzje, raporty z weryfikacji antyplagiatowej, protokoły z posiedzenia komisji egzaminu dyplomowego oraz końcowe oceny są aktualnie w całości przechowywane w centralnie zarządzanym w PW systemie Archiwum Prac Dyplomowych (APD). System ten również generuje dokumenty niezbędne w procesie dyplomowania co automatyzuje obsługę tego procesu.

3.8. Monitoring losów absolwentów

Monitoringiem losów absolwentów na Politechnice Warszawskiej zajmuje się Biuro Karier wraz z Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii Politechniki Warszawskiej. Jednostki te publikują cyklicznie raporty z badań absolwentów, które przekazywane są na poszczególne wydziały PW.

W roku 2021 raport taki obejmował wyniki ankiet 202 absolwentów Wydziału, których sytuację należy określić jako bardzo dobrą. Wybrane wyniki badania:

- Satysfakcja ze studiowania na Wydziale MiNI przewyższa średnią całej Politechniki Warszawskiej i jest na poziomie 8,13 (w skali od 1 do 10) – średnia uczelni to 7,15. Przy czym na studiach drugiego stopnia jest wyższa – 8,51 (średnia PW 7,43), a na studiach pierwszego stopnia – 7,78 (średnia PW 6,83).
- 83% respondentów wybrałoby ten sam kierunek jeszcze raz.
- Ponad 83% absolwentów stwierdziło, że bycie absolwentem PW zwiększa ich szanse na rynku pracy.
- W momencie wypełniania ankiety 77% respondentów było zatrudnionych, 15% kontynuowało naukę i aż 20% prowadziło własną działalność gospodarczą. Jedynie 2% absolwentów szukało pracy podczas wypełniania ankiety (4 osoby).
- Zdecydowana większość absolwentów (78%) aktywnie wykorzystuje w pracy wiedzę zdobytą podczas studiów (zaznaczyli 5 lub więcej w skali od 1 do 10).

Całość raportu dla Politechniki Warszawskiej z podziałem na poszczególne jednostki dostępna jest pod adresem [www:](http://www.public.tableau.com/app/profile/dba.cziitt/viz/MKZAsuplementywydziaowe/Tytu)

public.tableau.com/app/profile/dba.cziitt/viz/MKZAsuplementywydziaowe/Tytu

Aktualność programu kształcenia i przydatność efektów uczenia się na rynku pracy monitoruje się także w ramach ankiet przeprowadzanych wśród pracodawców, u których studenci odbywają obowiązkowe praktyki. Warunkiem zaliczenia praktyk jest dostarczenie wypełnionej ankiety.

Absolwenci kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne objęci są również Ogólnopolskim Systemem Monitorowania Ekonomicznych Losów Absolwentów ELA (ela.nauka.gov.pl).

Warto zauważyć, że poziom wynagrodzenia absolwentów kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne drugiego stopnia w stosunku do mediany pensji w regionie uplasował się na szóstym miejscu w Polsce ze wskaźnikiem 1.7 (pensja 9190 zł).

Kryterium 4. Kompetencje, doświadczenie, kwalifikacje i liczebność kadry prowadzącej kształcenie oraz rozwój i doskonalenie kadry

4.1. Kwalifikacje i dorobek kadry

Wydział prowadzi kształcenie na czterech kierunkach:

- Matematyka (zaliczana do dziedziny nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie matematyka),
- Informatyka i Systemy Informacyjne (zaliczana do dziedziny nauk inżyneryjno-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja),
- Inżynieria i Analiza Danych (zaliczana do dziedziny nauk inżyneryjno-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja),
- Matematyka i Analiza Danych (zaliczana do dziedziny nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie matematyka – 75% oraz do dziedziny nauk inżyneryjno-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja – 25%).

Analogicznie, badania prowadzone na Wydziale można podzielić na dwie dziedziny: nauk ścisłych i przyrodniczych (dyscyplina matematyka) i dziedzinę nauk inżyneryjno-technicznych (dyscyplina informatyka techniczna i telekomunikacja).

Wydział MiNI zatrudnia 153 nauczycieli akademickich, w tym 75 na stanowiskach badawczo-dydaktycznych, 2 na stanowiskach badawczych i 76 na stanowiskach dydaktycznych. Na stanowiskach badawczo-dydaktycznych oraz badawczych pracuje: 17 profesorów z tytułem naukowym, 19 doktorów habilitowanych (w tym 18 na stanowisku profesora uczelni), 30 doktorów i 11 magistrów. Wydział MiNI odpowiada za prowadzenie zajęć z przedmiotów matematycznych na 17 wydziałach Politechniki Warszawskiej.

W dyscyplinie matematyka prowadzi badania 41 pracowników badawczo-dydaktycznych zatrudnionych na podstawowym miejscu pracy. Są to pracownicy, którzy uzyskali stopnie naukowe/tytuły naukowe w obszarze nauk ścisłych w dziedzinie nauk matematycznych. Badania w obszarze nauk technicznych prowadzi 29 pracowników badawczo-dydaktycznych i jeden pracownik badawczy, zatrudnieni na podstawowym miejscu pracy. Zestawienie liczby etatów i pracowników zawierają Tabele 4.1 i 4.2. Tabela 4.3 zawiera liczbę publikacji pracowników MiNI w podziale na punktację ministerialną w ostatnich 5 latach.

Tabela 4.1. Liczba osób zatrudniona na etacie. Stan na 31.12.2022.

		mianowanie lub umowa bezterminowa		umowa na czas określony		RAZEM
		pełny etat	część etatu	pełny etat	część etatu	
adiunt (bad.-dyd.)	dr hab.	1				1
adiunt (bad.-dyd.)	dr	25		2	1	28
adiunkt (bad.)	dr			1		1
adiunkt (dyd.)	dr	48		4	3	55
asystent (bad.-dyd.)	dr				1	1
asystent (bad.-dyd.)	mgr	5		5		10
asystent (bad.)	mgr				1	1
asystent (dyd.)	mgr	10	1	1	3	15
prof. (bad.-dyd.)	prof. dr hab.	16			1	17
prof. (dyd.)	prof. dr hab.			1	1	2
prof. uczelni (bad.-dyd.)	dr hab.	18				18
prof. uczelni (dyd.)	dr hab.			1		1

prof. uczelni (dyd.)	dr			1		1
st. asystent (dyd.)	mgr	2				2
RAZEM		125	1	16	11	153

Tabela 4.2. Liczba etatów pracowników badawczych i badawczo-dydaktycznych w poszczególnych dyscyplinach.

Dyscyplina	Liczba etatów pracowników badawczo-dydaktycznych
Matematyka	42
Informatyka Techniczna i Telekomunikacja	32,25
Automatyka, elektronika i elektrotechnika	1
Inżynieria Biomedyczna	0,25
Razem	75,5

Wydział MiNI PW ma ugruntowaną pozycję naukową, o czym świadczy fakt, że od 2005 r. nieprzerwanie posiada kategorię A w ocenie parametrycznej jednostek naukowych przeprowadzanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Ministerstwo Edukacji i Nauki.

W latach 2005-2016 Wydział był oceniany w grupie wydziałów matematyczno-informatycznych (SI1M1) zajmując coraz wyższą pozycję w rankingu w swojej Grupie Wspólnej Oceny (GWO) w kolejnych ewaluacjach. Np. w przedostatniej ewaluacji, obejmującej okres od 01.01.2013 r. do 31.12.2016 r., Wydział zajął wysoką trzecią pozycję. Wyprzedzony został jedynie przez jednostki kategorii A+ (Wydział Matematyki i Informatyki Uniwersytetu Jagiellońskiego oraz Wydział Matematyki, Informatyki Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego). Bardzo wysoki wynik uzyskany w pierwszym kryterium sprawił, że Wydział MINI był jednym z pięciu jednostek spośród 16 zaliczonych do GWO, który spełniał warunek konieczny do otrzymania kategorii A+.

W ostatniej ewaluacji obejmującej okres od 1.01.2017 r. do 31.12.2021 r. pracownicy Wydziału byli oceniani w dwóch dyscyplinach: Informatyka Techniczna i Telekomunikacja PW oraz Matematyka PW. Obie dyscypliny otrzymały kategorię A, przy czym Matematyka PW uzyskała najwyższy możliwy wynik 100 pkt, natomiast Informatyka Techniczna i Telekomunikacja PW otrzymała 37 pkt.

Dyscyplina Matematyka PW (reprezentowana wyłącznie przez pracowników Wydziału) była jedną z pięciu jednostek spośród 28 zaliczonych do GWO, który spełniały warunek konieczny do otrzymania kategorii A+. W przeciwieństwie do matematyki, dyscyplina Informatyka Techniczna i Telekomunikacja PW jest reprezentowana przez pracowników z co najmniej pięciu wydziałów Politechniki Warszawskiej, przy czym najwięcej spośród nich jest zatrudnionych na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych, Wydziale Matematyki i Nauk Informacyjnych oraz na Wydziale Elektrycznym. O ile wynik uzyskany przez dyscyplinę Informatyka Techniczna i Telekomunikacja PW w I kryterium był na poziomie kat. A, tak wynik uzyskany tylko przez pracowników Wydziału MiNI zaliczanych do tej dyscypliny był na poziomie kat. A+ w I kryterium.

Wyniki ostatniej ewaluacji kolejny raz pokazały, że dorobek publikacyjny pracowników Wydziału MiNI stoi na bardzo wysokim poziomie.

Tabela 4.3. Publikacje pracowników MiNI - dane sumaryczne. () Dane za rok 2022 niepełne.*

Kategoria	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Prace za 200 pkt.	7	5	6	14	17	21
Prace za 140 pkt.	20	17	24	41	40	62
Prace za 100 pkt.	31	27	26	25	33	32
Prace za 70 pkt.	36	31	39	29	23	18
Prace za 40 pkt.	15	7	9	11	7	5
Prace za 20 pkt.	8	8	5	4	3	3
Pozostałe prace naukowe	24	30	22	6	12	15
Monografie, podręczniki akademickie (ang.)	0	1	0	2	1	1
Monografie, podręczniki akademickie (pol.)	0	1	0	0	0	1
Redakcja monografii/ podręcznika akademickiego (ang.)	2	1	1	1	0	1
Rozdział w monografii/podręczniku akademickim (ang.)	1	2	2	11	1	8
Rozdział w monografii/podręczniku akademickim (pol.)	0	0	0	2	0	1
Inne publikacje naukowe	8	5	2	1	1	0
Inne publikacje	8	5	0	0	0	0
Razem	160	140	136	147	138	167*
Prace na zlecenie biznesu (dane zbierane od 2020 r.)	0	0	0	13	16	14
W tym prace o statusie "Wydana"	0	0	0	5	11	9

W zakresie informatyki na Wydziale MiNI PW działa aż 11 zespołów badawczych:

1. Methods for Analysing of Data: Algorithms and Modelling (lider: dr hab. inż. Marek Gągolewski)

Badania zespołu dotyczą algorytmów analizy i modelowania danych i są skupione wokół następujących zagadnień:

- agregacja i fuzja danych
- sieci złożone oraz modele agentowe
- algorytmy uczenia maszynowego
- modelowanie danych interdyscyplinarnych (ekonomia, nauki społeczne, sport, itd.)

2. Laboratorium Bioinformatyki i Genomiki Obliczeniowej (lider prof. dr hab. Dariusz Plewczyński)

Badania zespołu dotyczą bioinformatyki i genomiki obliczeniowej w zastosowaniu do badania zmienności genomu ludzkiego i koncentrują się wokół następujących zagadnień:

- Genomika strukturalna (wykonujemy badania teoretyczne i eksperymentalne w celu analizy i przewidywania struktury 3d genomu ludzkiego);
- Genomika funkcjonalna (badamy zależność poziomów ekspresji wybranych genów od ich lokalizacji w przestrzeni 3d);

- Uczenie statystyczne (eksploracja danych, biostatystyka. Aby zrozumieć złożone dane biologiczne, stosujemy techniki uczenia maszynowego w celu wyodrębnienia wielowymiarowych zależności między wielo-skalowymi cechami genomowymi w tym genotypem, oraz fenotypem);

3. Godna zaufania sztuczna inteligencja (lider: dr hab. inż. Przemysław Biecek)

Badania zespołu dotyczą wyjaśnialności i weryfikowalności modeli predykcyjnych (modeli uczenia maszynowego) i koncentrują się wokół następujących zagadnień:

- konstrukcja nowych metod eksploracji lokalnej i globalnej złożonych modeli predykcyjnych,
- konstrukcja nowych metod automatyzacji trenowania modeli predykcyjnych z wykorzystaniem portfolio konfiguracji hiperparametrów dla modeli predykcyjnych,
- empiryczna weryfikacja skuteczności wyjaśnień z użyciem badań fokusowych,
- adaptacja opracowanych rozwiązań do następujących modalności danych: dane tabelaryczne, dane obrazowe, dane tekstowe, dane audio,
- przeprowadzanie kontrolowanych ataków na wyjaśniania złożonych modeli,
- analiza ewolucji polityk związanych ze sztuczną inteligencją,
- opracowanie narzędzi informatycznych dla języków R i Python implementujących wyżej wymienione metody

4. Zastosowanie sztucznej inteligencji w bezpieczeństwie żywności (lider: prof. dr hab. inż. Radosław Pytlak)

Badania zespołu koncentrują się na wykorzystaniu metod sztucznej inteligencji, w tym technik języka naturalnego (technik NLP) do zarządzania procesami związanymi z bezpieczeństwem żywności. Badania obejmują następujące zagadnienia:

- Zastosowanie metod sztucznej inteligencji do automatyzacji procesu systematycznego przeglądu literatury – SLR (Systematic Literature Reviews),
- Wykorzystanie ontologii w dziedzinie bezpieczeństwa żywności do semantycznej analizy danych tekstowych,
- Zastosowanie metod aktywnego uczenia maszynowego do klasyfikacji dokumentów poddanych analizie semantycznej,
- Wykorzystanie warunkowych pól losowych do tworzenia modeli CRF realizujących rozpoznawanie wyrażeń (modele NER) w dokumentach z dziedziny bezpieczeństwa żywności,
- Opracowanie procedur optymalizacji realizujących metody zmiennej metryki o ograniczonej pamięci do uczenia modeli realizujących CRF oraz do rozwiązywania zadań dualnych modeli SVM stosowanych w klasyfikacji dokumentów
- Klasyfikacja dokumentów z wykorzystaniem ‘embeddings’ uzyskanych za pomocą modeli sieci neuronowych typu BERT
- Budowa modeli epidemii chorób przenoszonych drogą pokarmową w oparciu o metodykę System Dynamics.

5. Układy hybrydowe – symulacja i sterowanie optymalne (lider: prof. dr hab. inż. Radosław Pytlak)

Badania zespołu dotyczą opracowania teorii wrażliwości układów hybrydowych (układów dynamicznych, które posiadają zarówno stany dyskretnie wskazujące na równanie różniczkowe opisujące układ jak i stany ciągłe, które są wynikiem rozwiązania tych układów). Badania koncentrują się na następujących zagadnieniach:

- Badania własności opisu układów hybrydowych za pomocą równań różniczkowo – algebraicznych z uwzględnieniem opisu ruchu ślizgowego przedstawianego poprzez uogólnione równania Filipowa,
- Opracowanie i implementacja procedur numerycznych do całkowania układów hybrydowych uwzględniających dokładne określenia czasów przełączenia stanów dyskretnych,
- Badanie wrażliwości układów hybrydowych w oparciu o równania zlinearyzowane i równania sprzężone
- Opracowanie i implementacja algorytmów do rozwiązywania zadań sterowania optymalnego z układami hybrydowymi uwzględniającymi ruch ślizgowy,
- Opracowanie języka do modelowania, symulacji i optymalizacji układów hybrydowych – rozszerzenie funkcjonalności języka DOML (Dynamic Optimization Modeling Language) opracowanego na Politechnice Warszawskiej,
- Zastosowanie sterowania optymalnego do planowania procesów hemodializy, których są opisywane za pomocą układów hybrydowych.

6. Inteligentne technologie obliczeniowe (lider: prof. dr hab. inż. Władysław Homenda)

Badania zespołu dotyczą zagadnień badawczych z informatyki z zakresu technologii obliczeniowych i koncentrują się wokół następujących zagadnień:

- przetwarzanie danych nieustrukturalizowanych i częściowo ustrukturalizowanych, odkrywanie lokalnych zależności i związków między nimi,
- mapy poznawcze i ich zastosowania, w szczególności zastosowania map poznawczych w procesie interpretowalności zależności w przestrzeniach danych,
- przetwarzania sekwencji temporalnych, w tym stosowania istniejących i proponowania nowych metod w zadaniach prognozowania i klasyfikacji,
- zagadnienia klasyfikacji z identyfikacją elementów obcych i zastosowania tego zagadnienia w procesie przetwarzania sekwencji temporalnych,
- metod przyjaznych człowiekowi ze szczególnym uwzględnieniem interpretowalności rozwiązań automatycznych.

7. Statystyka obliczeniowa i analiza danych (lider: prof. dr hab. Przemysław Grzegorzewski)

Badania zespołu dotyczą statystyki matematycznej i obliczeniowej, szeroko pojętej analizy danych, uczenia maszynowego oraz inteligencji obliczeniowej. Koncentrują się one wokół następujących zagadnień:

- analiza nieprecyzyjnych danych (zwłaszcza przedziałowych i rozmytych)
- analiza danych funkcjonalnych w kontekście analizy przeżycia, ze szczególnym uwzględnieniem funkcji cenzurowanych
- klasyfikacja wieloetykietowa
- modelowanie przyczynowości, ze szczególnym uwzględnieniem modeli regresyjnych
- analiza skupień
- operatory agregacji
- modelowanie probabilistyczne poziomu ekspresji genów na podstawie przestrzennego sekwencjonowania RNA.

8. Systemy przetwarzania informacji (lider: dr hab. inż. Maciej Grzenda, prof. uczelni)

Badania zespołu Systemów Przetwarzania Informacji dotyczą metod pozyskiwania, przetwarzania i analizy strumieni danych (ang. stream mining) i koncentrują się wokół następujących zagadnień:

- wzorce architektoniczne dedykowane dla systemów pozyskiwania, przetwarzania i analizy danych wielkiej skali (ang. Big Data), w tym szczególnie dla przetwarzania danych tzw. inteligentnych miast z uwzględnieniem udostępniania otwartych danych (ang. open data)
- wykorzystanie środowisk klastrowych i platform GPU w przetwarzaniu i analizie danych
- analizowanie i projektowanie algorytmów równoległych i rozproszonych na platformy heterogeniczne oraz ich optymalizowanie
- zagadnienia przetwarzania danych sensorycznych, w tym danych geolokalizacyjnych
- zagadnienia opóźnionej oceny modeli uczenia maszynowego (ang. verification latency)
- metody generowania i wykorzystania wielokrotnych prognoz tworzonych przez modele klasyfikacyjne i regresyjne aktualizowane w trybie przyrostowym w warunkach występowania tzw. opóźnionych etykiet (ang. delayed labels)
- metody uczenia maszynowego dedykowane dla tzw. zmienności pojęć (ang. concept drift)
- metody uczenia maszynowego i wstępnej transformacji danych dedykowane dla zagadnień przemysłowych, w tym. min. rozwój i wykorzystanie metod częściowo-nadzorowanych do modelowania procesów produkcyjnych
- metody przetwarzania strumieni danych w warunkach występowania braków w danych, opóźnionej dostępności i zmiennej rozdzielczości czasowej danych sensorycznych

9. Komputerowe Wspomaganie Medycyny (lider: prof. dr hab. inż. Artur Przelaskowski)

Zespół ma doświadczenie w wieloletniej współpracy z ośrodkami medycznymi (Kliniki, Szpitale, Ośrodki Zdrowia, Centra itp.). Integruje wiedzę i umiejętności z obszaru informatyki, elektroniki oraz inżynierii biomedycznej koncentrując się na interdyscyplinarnej inżynierii wspomagającej człowieka (humancentric engineering).

Badania zespołu dotyczą szeroko pojętej teorii informacji, metod formalizacji wiedzy dziedzinowej oraz modelowania zjawisk w zakresie semantyczno-poznawczym. Celem użytkowym jest uformowanie skutecznej reprezentacji istoty przedmiotu badań. W szczególności, aktywność koncentruje się wokół następujących zagadnień:

- rozumienie, rozpoznawanie i interpretacja danych
- modelowanie semantyki danych
- przetwarzanie i analiza obrazów
- rzadkie reprezentacje sygnałów
- ocena jakości i wiarygodności danych
- subiektywne testy oceny wiarygodności danych
- doskonalenie (rekonstrukcje, pomiary rzadkie, fantomy etc.) systemów obrazowania medycznego (CT, radiografia, USG, med. nuklearna, podczerwień, tomosynteza)
- wspomaganie obrazowej diagnostyki medycznej w zakresie detekcji i interpretacji symptomów raka sutka, prostaty, oskrzeli, płuc, trzustki etc., udaru mózgu, wodogłowia, sarkoidozy, kurczliwości serca etc.
- wspomaganie decyzji klinicznych, np. dot. trombolizy, koniecznej biopsji, wyboru ścieżki terapeutycznej
- konstrukcja medycznych systemów informacyjnych, telemedycznych (telediagnostyka)
- modele wiedzy (ontologie raka sutka, udaru mózgu)
- inteligencja wzmocniona (rozszerzona)
- przetwarzanie, prezentacja i kompresja multimediów.

10. Wnioskowanie i modelowanie statystyczne w problemach regresyjnych (lider: prof. dr hab. Jan Mielniczuk)

Badania zespołu dotyczą wykrywania zależności regresyjnych metodami statystycznymi i uczenia maszynowego i koncentrują się wokół następujących zagadnień:

- selekcja zmiennych dla problemów wysokowymiarowych w przypadku odpowiedzi ilościowej i jakościowej
- modelowanie różnicowe i pomiar efektu wpływu (uplift modelling)
- testowanie warunkowej niezależności metodami teorii informacji i ich wykorzystanie w selekcji zmiennych
- klasyfikacja wieloetykietowa
- wnioskowanie dla danych z częściową obserwowalnością typu PU
- wnioskowanie dla silnie zależnych szeregów czasowych
- wykrywanie zależności przyczynowych
- metody głębokiego uczenia

11. Sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe (lider: prof. dr hab. inż. Jacek Mańdziuk)

Główne obszary działalności naukowej zespołu uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji dotyczą efektywnych metod reprezentacji wiedzy w systemach autonomicznych, metod populacyjnych, metod uczenia i rozwiązywania problemów wzorowanych na podejściach stosowanych przez ludzi, metod uczenia głębokiego.

Zespół realizuje zarówno badania podstawowe, dotyczące własności teoretycznych wyżej wymienionych metod jak i badania aplikacyjne, wykorzystujące ww. metody do rozwiązywania praktycznych zagadnień w różnych domenach. W szczególności badania dotyczą wykorzystania metod silnej sztucznej inteligencji (Artificial General Intelligence) w dynamicznych środowiskach wieloagentowych (np. synchronicznych grach wieloosobowych), zastosowań samoadaptujących się algorytmów meta-heurystycznych do rozwiązywania NP-zupełnych problemów optymalizacyjnych (np. dynamicznych problemów transportowych), wykorzystania metod uczenia nie wymagających posiadania wiedzy wstępnej (knowledge-free learning) w zagadnieniu General Game Playing oraz w zagadnieniach analizy i przetwarzania obrazów, w szczególności maszynowych metod rozumowania abstrakcyjnego.

Szczegółowy opis zespołów badawczych znajduje się w opisie Kryterium 1. Duża liczba obszarów badań prowadzonych na Wydziale pozwala na zaoferowanie wszystkim studentom kierunku interesujących tematów prac dyplomowych, które są istotnym elementem ich rozwoju.

4.2. Obsada zajęć dydaktycznych

Pracownicy Wydziału prowadzą różnorodne działania badawcze w zakresie informatyki technicznej, sztucznej inteligencji i przetwarzania danych, co sprzyja stworzeniu bogatej oferty edukacyjnej dla studentów. Dziekan Wydziału zleca koordynowanie poszczególnych modułów pracownikom zgodnie z ich specjalizacją naukową, doświadczeniem i kompetencjami. Są oni odpowiedzialni za całość prowadzenia danego przedmiotu. Sprawują oni nadzór nad młodszymi pracownikami realizującymi poszczególne moduły. Przy personalnym przydzielaniu zajęć biorą oni pod uwagę oprócz kwalifikacji zawodowych wyniki semestralnych ankiet studenckich. Zgodność zainteresowań naukowych pracowników z prowadzonymi zajęciami pomaga we włączaniu studentów w prace naukowe.

Przedmioty matematyczne, które stanowią istotną część programu studiów na kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne, prowadzone są przez pracowników prowadzących badania naukowe w dyscyplinie matematyka.

Zajęcia z przedmiotów humanistycznych prowadzone są przez specjalistów z Wydziału Administracji i Nauk Społecznych PW oraz z Wydziału Zarządzania PW. Wybrane przedmioty humanistyczne dotyczące historii matematyki i statystyki prowadzą profesorowie Wydziału MiNI.

Zajęcia prowadzące do uzyskania kompetencji inżynierskich przydzielane są specjalistom dziedzinowym na Wydziale MiNI (jak np. w przypadku Transmisji Danych, Electronic Principles czy Programowania Aplikacji Wielowarstwowych) lub zlecane na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych, jak w przypadku Sieci Komputerowych. W każdym przypadku szczególnie ważne jest zaangażowanie osób posiadających najwyższe kompetencje w danej dziedzinie.

Zajęcia z fizyki prowadzone są przez kadrę Wydziału Fizyki PW. Wychowanie Fizyczne realizowane jest w ramach działań Studium Wychowania Fizycznego i Sportu PW. Lektoraty językowe prowadzą wykwalifikowani lektorzy ze Studium Języków Obcych PW.

Zgodnie z zasadami zapewnienia wysokiej jakości prac dyplomowych na Wydziale MiNI stosuje się regułę mówiącą, że promotorem i recenzentem pracy dyplomowej inżynierskiej musi być osoba posiadająca co najmniej stopień doktora, natomiast w przypadku pracy dyplomowej magisterskiej dodatkowo promotor lub recenzent musi posiadać habilitację.

4.3. Łączenie działalności badawczej i dydaktycznej

Na Wydziale MiNI działa 11 grup badawczych prowadzących prace naukowe w obszarze informatyki technicznej. Zajęcia dydaktyczne prowadzone przez nauczycieli akademickich są bezpośrednio związane z ich działalnością badawczą. Co roku pracownicy naukowcy oferują ponad 90 unikatowych przedmiotów obieralnych, które związane są z ich działalnością naukową. Ponad 60 z nich jest uruchamianych na podstawie wyboru studentów. Przykładowo w roku akademickim 2022/2023 (semestr zimowy 2022 i letni 2023) uruchomiono między innymi następujące przedmioty:

- Agent Systems and Applications
- Algorytmika problemów trudnych obliczeniowo
- Analiza i przetwarzanie dźwięku
- Architektura nowoczesnych systemów IT
- Chromatyczna teoria grafów
- Convex Optimization in Data Analysis
- Data Processing in R and Python
- Elementy teorii obliczalności i metamatematyki
- Fuzzy Reasoning
- Graphic Processors in Computational Applications
- Gry kombinatoryczne
- Image and Speech Recognition
- Introduction to Image Processing and Computer Vision
- Introduction to Machine Learning
- Introduction to the SAS System
- Introduction to Topological Data Analysis
- Inżynieria cyberbezpieczeństwa
- Knowledge Representation and Reasoning
- Kombinatoryka na słowach
- Logika
- Machine Learning on Graphs
- Praktyczne aspekty cyberbezpieczeństwa
- Procesory graficzne w zastosowaniach obliczeniowych
- Programming Multilayered and Mobile Apps Based on React
- Programowanie aplikacji mobilnych w technologii Flutter
- Programowanie aplikacji wielowarstwowych i mobilnych w oparciu o React

- Programowanie układów FPGA
- Programowanie w języku assemblera
- Projekt badawczy - algorytmy dla GPU
- Przetwarzanie danych w systemie SAS
- Semantic Data Processing
- Warsztaty z technik uczenia maszynowego
- Wnioskowanie rozmyte
- Wybrane algorytmy i systemy analizy danych
- Wybrane zaawansowane zagadnienia uczenia maszynowego
- Zaawansowane techniki grafiki komputerowej

Dzięki temu studenci są wprowadzani w metody i zagadnienia badań naukowych na poszczególnych przedmiotach prowadzonych przez specjalistów w danej dziedzinie. Nierzadko studenci zapraszani są do pracy w projektach badawczych danego pracownika. Wiele z nich zakończyło się wspólnymi publikacjami naukowymi nauczycieli akademickich i studentów. W okresie objętym oceną było to aż 41 publikacji w tym publikacje za 200 i 140 punktów MEiN. Ich pełna lista zebrana jest w Załączniku 3.0.

Niekiedy studenci angażowani są w projekty badawcze lub rozwojowe finansowane przez instytucje zewnętrzne. Lista projektów wraz z liczbą zatrudnionych studentów podana jest w Tabeli 4.4. Angażowanie studentów w projektach naukowych przyczynia się do ich zainteresowania studiami doktoranckimi i w ogólności pracą na uczelni. Dzięki tego typu działaniom Wydział nieustannie pozyskuje nowych młodych pracowników we wszystkich obszarach badawczych.

Tabela 4.4. Lista projektów badawczych w których uczestniczyli studenci wraz z liczbą zaangażowanych studentów.

L.P	PROJEKT	NAZWA	KIEROWNIK	OKRES TRWANIA	LICZBA STUDENTÓW
1	NCN - SONATA 4	Nowe algorytmy i struktury dla procesów GPU wykonujące masowe operacje na danych	dr inż. Kaczmarek Krzysztof	15.07.2013 - 14.01.2017	2
2	NCN - OPUS 11	MLGenSig (Machine Learning Genetic Signatures) Metody uczenia maszynowego w budowie zintegrowanych sygnatur genetycznych	dr hab. inż. Przemysław Biecek, prof. uczelni	19.01.2017 - 18.01.2021	10
3	NCN - OPUS 13	Metody symulacyjne w wielokrokowych Grach Obronnych Stackelberga w kontekście zagadnień bezpieczeństwa publicznego	prof. dr inż. Jacek Mańdziuk	07.02.2018 - 06.02.2021	1
4	NCN - OPUS 14	DALEX: Lokalne, brzegowe i globalne objaśnienia złożonych modeli uczenia maszyn	dr hab. inż. Przemysław Biecek, prof. uczelni	08.08.2018 - 07.01.2023	11
5	NCN - SONATA 14	Program optymalności w problemach homomorfizmu grafów	dr inż. Paweł Rządowski	13.06.2019 - 12.06.2023	1
6	NCN - SONATA BIS 9	HOMER: Uczenie maszynowe zorientowane na człowieka	dr hab. inż. Przemysław Biecek, prof. uczelni	15.04.2020 - 14.04.2025	8
7	HORYZONT 2020	VARIETY, VERACITY, VALUE: HANDLING THE MULTIPLICITY OF URBAN SENSORS (VAVEL)	dr inż. Marcin Luckner	01.12.2015 - 30.11.2018	9

L.P	PROJEKT	NAZWA	KIEROWNIK	OKRES TRWANIA	LICZBA STUDENTÓW
8	POLNOR	Machine Learning-based systems for the automation of systematic literature reviews in food safety domain	prof. dr hab. Inż. Radosław Pytlak	01.10.2020 - 01.04.2023	3
9	NCBiR - TANGO	GTS-LOG: System wydajnego tworzenia szeregów czasowych z danych tekstowych	dr inż. Krzysztof Kaczmarek	17.04.2019 - 16.04.2020	3
10	NCBiR - CyberSecident	Eksperymentalna platforma do automatycznej weryfikacji i walidacji algorytmów i protokołów kryptograficznych	dr hab. inż. Konstanty Junosza-Szaniawski, prof. uczelni	01.07.2020 - 31.10.2023	4
11	NCBiR - INKUB	INKUB - Inwentaryzacja stanu technicznego Nieruchomości KUBaturowych oparta o wykorzystanie BSL i SI	dr inż. Marcin Luckner	01.01.2022 - 31.12.2023	4
12	IDUB against COVID-19	Wykrywanie zmian spowodowanych chorobą Covid-19 na danych obrazowych z badania płuc z zastosowaniem wyjaśnialnej sztucznej inteligencji oraz kompresowalnych reprezentacji poznawczych	dr hab. inż. Przemysław Biecek, prof. uczelni	01.09.2020 - 31.08.2022	17
13	IDUB against COVID-19	Nietoperze jako źródło nowych szczepów wirusów z podrodziny Coronaviridae stanowiących zagrożenie dla populacji ludzkiej.	dr Michał Łażniewski	01.09.2020 - 28.02.2022	1
14	SZIR - 1	Kognitywne przeszukiwanie i mapowanie nieustrukturalizowanych oraz częściowo ustrukturalizowanych danych temporalnych.	dr hab. inż. Agnieszka Jastrzębska, prof. uczelni	01.07.2021 - 30.06.2022	1
15	SZIR - 2	Automatyczna selekcja cech w zadaniu lokalizacji wewnątrz budynkowej	dr inż. Marcin Luckner	01.01.2021 - 31.12.2022	1
16	SZIR -2	Transfer zbioru danych: Skuteczność abstrakcji danych i jakość modelowania danych	dr inż. Anna Wróblewska	01.01.2021 - 31.12.2022	1
17	grant wydziałowy	Analiza danych zmiennych w czasie	dr inż. Marcin Luckner	19.04.2021 - 30.11.2021	1
18	grant wydziałowy	Metody wizualnej eksploracji złożonych modeli uczenia maszynowego	dr hab. inż. Przemysław Biecek, prof. uczelni	25.06.2019 - 30.11.2020	1
19	grant statutowy	Algorytmy analizy wysokowymiarowych danych genetycznych z projektu The Cancer Genome Atlas	dr hab. inż. Przemysław Biecek, prof. uczelni	09.05.2016 - 01.10.2017	1
20	grant statutowy	Analiza matematyczna nieliniowych modeli mechaniki ośrodków ciągłych - kontynuacja	prof. dr hab. Krzysztof Chełmiński	09.05.2016 - 01.10.2017	1
21	INFOSTRATEG	Godna zaufania sztuczna inteligencja wspierająca identyfikację zmian chorobowych w płucach na bazie danych obrazowych	dr hab. inż. Przemysław Biecek, prof. uczelni	02.12.2021 - 01.06.2025	13

L.P	PROJEKT	NAZWA	KIEROWNIK	OKRES TRWANIA	LICZBA STUDENTÓW
22	IDUB SZIR - 3	Uczenie federowane dla niezbalansowanych danych.	dr hab. Maria Ganzha, prof. uczelni	03.01.2022 - 31.12.2023	2
23	IDUB CYBERIADA -3	Kolorowe modele grafowe - rozwój nowych metod badawczych i narzędzi statystycznych.	dr hab. Bartosz Kołodziejek, prof. uczelni	03.01.2022 - 31.12.2023	2
24	IDUB CYBERIADA -2	Optymalizacja wstępnego przetwarzania danych na potrzeby uczenia maszynowego i eksploracji danych na GPU przy pomocy metaprogramowania	dr inż. Krzysztof Kaczmarski	03.01.2022 - 31.12.2022	1

4.4. Polityka kadrowa

Celem polityki kadrowej Wydziału jest stały rozwój kadry i poprawianie jej jakości. Wydział przywiązuje ogromną wagę do poziomu badań naukowych prowadzonych w jednostce i dlatego stawia wysokie wymagania kandydatom do pracy na stanowiskach naukowo-dydaktycznych, a jednocześnie zabiega o znalezienie nowych nauczycieli, którzy spełniają takie oczekiwania. Priorytetem w ocenie kandydata jest prowadzenie badań, które tematycznie są zbieżne z profilem badań istniejących lub tych, które poszerzą spektrum badań prowadzonych na wydziale o 'nowe trendy'. W obu przypadkach oczekuje się, że poziom badań kandydata wzmocni poziom badań prowadzonych na Wydziale. Przy ocenie kandydata bierze się także pod uwagę posiadanie publikacji w renomowanych czasopismach, kierowanie grantami i współpracę międzynarodową. Skala tych osiągnięć jest dobierana do stopnia naukowego/tytułu naukowego/stanowiska, na które planowane jest zatrudnienie. Ponadto Wydział zabiega o stałe odnawianie kadry naukowo-dydaktycznej poprzez przyjmowanie najlepszych absolwentów studiów drugiego stopnia (kierunku – *Informatyka i Systemy Informacyjne*) lub trzeciego stopnia (doktoranckie) z kierunków. Zatrudnianie pracowników odbywa się w drodze konkursów według obowiązujących zasad (Załącznik nr 13 do Statutu PW oraz Zarządzenie Rektora PW nr 111/2021 i 19/2022). Komisje konkursowe analizują dokumenty i przeprowadzają rozmowy kwalifikacyjne ze wszystkimi kandydatami.

Kolejnym celem polityki kadrowej Wydziału jest zapewnienie przez kadrę Wydziału odpowiedniego poziomu kształcenia i osiągania przez studentów zakładanych efektów uczenia się.

Ocena okresowa jest przeprowadzana zgodnie z Zarządzeniem nr 35/2020 Rektora Politechniki Warszawskiej z dnia 5 czerwca 2020 r. wraz późniejszymi zmianami. Zgodnie z nią nauczyciele akademicy są oceniani w następujących obszarach: działalności dydaktycznej, osiągnięć naukowych i twórczych oraz kształcenia kadr, działalności organizacyjnej oraz w zakresie przestrzegania prawa autorskiego i praw pokrewnych.

Ponadto wszystkie zajęcia na Wydziale podlegają ankietyzacji przez studentów raz w semestrze, natomiast każdy pracownik jest hospitowany co najmniej raz na trzy lata, w tym nowi pracownicy w ciągu pierwszego roku zatrudnienia. Wyniki ankiet i hospitacji brane są pod uwagę w ocenie okresowej pracowników jak i przydzielaniu zajęć. Zastrzeżenia ujawnione przez ankiety lub hospitacje omawiane są z ocenianym pracownikiem. W większości przypadków rozmowa z pracownikiem skutkuje poprawą. Brak poprawy stanowi podstawę do zmiany obsady zajęć i może skutkować oceną warunkową lub negatywną.

W celu zapewnienia kompletności informacji i rzetelności oceny działalności naukowej, kształcenia kadry i działalności organizacyjnej Wydział rozwinął dwa systemy informatyczne PLUTON (*Prorozwojowy Leksykograficzny Ultrainnowacyjny Telerejestrator Osiągnięć Naukowych*) oraz SZOK (*System Zarządzania i Oceny Kadry*). W systemie PLUTON każdy pracownik naukowo-dydaktyczny wpisuje na bieżąco dane nt. opublikowanych prac naukowych, prac złożonych i przyjętych do druku, wygłoszonych referatów na

konferencjach, wykładów wygłoszonych w innych jednostkach, wyjazdów na konferencje, na staże naukowe i jako *visiting profesor*, zaproszonych gości, wszczętych postępowań w zakresie stopnia/tytułu naukowego, osiągnięć w działaniu na rzecz rozwoju kadry naukowej (np. opieka nad doktorantem), członkostwie we władzach i funkcjach pełnionych z wyboru w towarzystwach i organizacjach naukowych, członkostwie w komitetach redakcyjnych czasopism, o odznaczeniach, nagrodach i stypendiach, udziale w projektach badawczych, o patentach i wdrożeniach, osiągnięciach w zakresie popularyzacji nauki, jak również o udziale w przedsięwzięciach na zlecenie biznesu. System ten znacząco ułatwia pracownikom i doktorantom przygotowanie rocznych i okresowych sprawozdań z działalności naukowej, wniosków o granty dziekańskie i statutowe oraz ich rozliczeń. System SZOK przechowuje dane o zatrudnieniu pracowników i ułatwia władzom Wydziału efektywne zarządzanie kadrami.

4.5. System wspierania rozwoju i podnoszenia kompetencji kadry

System wspierania i motywowania kadry do rozwoju naukowego obejmuje:

1. Przyznawanie grantów wydziałowych aktywnym pracownikom naukowo-dydaktycznym i doktorantom zgodnie z regulaminem uchwalanym corocznie przez Dziekańską Komisję ds. Finansowania Badań Naukowych (wysokość przyznawanych środków zależy m. in. od rangi czasopism)
2. Awanse na stanowiska profesora uczelni doktorów habilitowanych o dużej aktywności naukowej, a w szczególności awans pracowników o wybitnych osiągnięciach na stanowisko profesora bezpośrednio po uzyskaniu stopnia doktora habilitowanego
3. Podwyższanie wynagrodzeń pracownikom, którzy:
 - a) uzyskali awanse naukowe
 - b) wnieśli największy wkład do oceny parametrycznej
 - c) uzyskali wyróżniające oceny okresowe.
4. Nagrody rektora za osiągnięcia naukowe
5. Zniżki pensum dydaktycznego (w wymiarze 60 godzin na rok) za kierowanie grantami zewnętrznymi pozyskanymi w drodze konkursów
6. Prowadzenie seminariów naukowych i organizowanie konferencji
7. Zachęcanie do udziału w stażach zagranicznych (płatne urlopy naukowe)
8. Bezpłatne szkolenia w zakresie wykorzystania narzędzi i technologii informatycznych w procesie kształcenia i badań naukowych

Ponadto władze Wydziału oraz kierownicy zakładów wspierają pracowników poprzez konsultacje i doradztwo w przygotowywaniu wniosków o granty, wniosków habilitacyjnych oraz wystąpień o tytuł naukowy.

System wspierania i motywowania kadry do podnoszenia kompetencji dydaktycznych obejmuje:

1. Szkolenia z innowacyjnych form kształcenia, tworzenia multimedialnych treści dydaktycznych oraz specjalistycznych kompetencji językowych w ramach projektu Projekt Politechniki Warszawskiej „Kompetentny wykładowca – wysoki poziom nauczania
2. Awansowanie i podnoszenie wynagrodzeń wyróżniającym się pracownikom dydaktycznym
3. Przyznawanie nagród rektora za osiągnięcia dydaktyczne, w tym za wyróżniające prowadzenie zajęć
4. Przyznawanie przez Samorząd Studencki nagród w konkursie „Złota Kreda” dla najlepszych nauczycieli akademickich (w kategoriach: prowadzący wykłady, prowadzący ćwiczenia / laboratoria / projekty)
5. Prezentowanie na Radzie Wydziału listy nauczycieli akademickich, którzy uzyskali najlepsze wyniki w ankietach studenckich.

Podejmowane przez Wydział działania mające na celu wspieranie i motywowanie kadry zaowocowały wzmożoną aktywnością naukową, widoczną w ostatniej ocenie parametrycznej oraz awansami naukowymi. W ostatnich pięciu latach:

- a) tytuł naukowy profesora uzyskało 6 pracowników Wydziału, w tym 2 w dziedzinie nauk technicznych/inżynieryjno-technicznych. Ponadto jeden pracownik w 2022 r. złożył wniosek do RDN o nadanie tytułu profesora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, który został już pozytywnie zaopiniowany i skierowany do Prezydenta
- b) stopień doktora habilitowanego uzyskało 7 pracowników Wydziału, w tym 2 w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja. Ponadto jeden pracownik w 2022 r. wszczął postępowanie habilitacyjne w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja
- c) 24 pracowników uzyskało stopień doktora, w tym 9 w naukach technicznych/inżynieryjno-technicznych.

Istotnym elementem rozwoju kadry jest nabór młodych pracowników. W przypadku kierunków informatycznych zadanie to jest szczególnie trudne ze względu na ogromną konkurencję ze strony przemysłu. Państwowa uczelnia w podstawowym modelu wynagrodzeń nie jest w stanie zaoferować pensji, która mogłaby choć zbliżyć się do ofert w firmach komercyjnych. Na Wydziale MiNI stosowanych jest kilka strategii mających przyciągnąć młodych pracowników naukowych i zachęcić ich do prowadzenia działalności badawczej, która mogłaby prowadzić do studiów doktoranckich, a w rezultacie do obrony doktoratu. Pierwszą z nich jest systematyczne włączanie najzdolniejszych studentów do pracy w projektach badawczo-rozwojowych realizowanych na Wydziale wspólnie z partnerami przemysłowymi. Pozwala to studentom na poznanie ciekawych problemów przemysłu, pogłębienie relacji z Wydziałem i uzyskanie stabilnego wynagrodzenia. Więcej na ten temat można znaleźć w opisie Kryterium 6. Drugim działaniem jest system stypendialny wspierający najzdolniejszych studentów. Szczegóły tego systemu znajdziemy w opisie Kryterium 8. Kolejnym elementem systemu rozwoju kadry są stypendia dla studentów stażystów. Są to staże dydaktyczne dla studentów, którzy wykazali się aktywnością naukową. W roku 2021 staż ten rozpoczęło dwóch studentów studiów magisterskich. W roku 2023 zostaną uruchomione kolejne etaty tego typu. Na dzień pisania tego raportu trwa konkurs, na który zgłaszają się studenci WMiNI.

Dzięki współpracy z firmami komercyjnymi organizowane są szkolenia dla pracowników i studentów Wydziału. W ostatnim czasie były to:

- 1) „Google Cloud Career Readiness” (online na platformie Coursera oraz Qwiklabs 2021 r.) – program:
 - Google Cloud Computing Foundations
 - Career Readiness Cloud Architect
 - Career Readiness Data Analyst
- 2) „MATLAB @ MINI” (2021 r. prowadzący: Alex Tarchini – MathWorks) – program:
 - Teaching with MATLAB
 - Integrate MATLAB with Moodle
 - Use MATLAB resources in support of hybrid teaching
 - Build and deploy interactive MATLAB Apps
- 3) „Statystyka w środowisku MATLAB | MiNI PW” (2021 r. prowadzący: Alex Tarchini – MathWorks) – program:
 - Wprowadzenie do środowiska MATLAB
 - Eksploracja danych - wprowadzenie do statystyki opisowej i rozkładów danych
 - Dopasowanie krzywej do danych - dopasowanie liniowych i nieliniowych modeli do danych
 - Interpolacja danych - interpolacja wartości z zestawu danych
 - Budowanie aplikacji w MATLABie

4.6. Dodatkowe informacje, które uczelnia uznaje za ważne dla oceny kryterium 4:

Głównym problemem polityki kadrowej na Wydziale jest poważne przeciążenie kadry zajęciami dydaktycznymi. Decyzja władz Uczelni o zwiększeniu pensum dydaktycznego pracownikom naukowo-dydaktycznym z 210 do 240 godzin (z wyjątkiem profesorów) nie pomaga, zwłaszcza młodym pracownikom, w zaangażowaniu się w pracę naukową w takim stopniu, jakby chcieli. Dodatkowo statut Uczelni mówi, że w przypadku trudności z obsadą zajęć przełożony ma prawo zlecić nadgodziny pracownikom naukowo-dydaktycznym w wymiarze nieprzekraczającym 25% pensum i 50% pensum pracownikom dydaktycznym. To oznacza, że Uczelnia dopuszcza, aby pensum adiunkta (pracującego nad habilitacją) wynosiło 300 godzin! Trudno w takiej sytuacji oczekiwać postępów w przygotowaniu habilitacji. Dlatego kierownicy zakładów, współodpowiedzialni za obciążenia pracowników, są zobligowanymi do nieobciążania doktorów godzinami ponadwymiarowymi.

Również relatywnie niskie zarobki młodej kadry w zestawieniu z ofertami na rynku pracy, proponowanymi przez pracodawców (którzy bardzo wysoko cenią absolwentów Wydziału), skutkują rezygnacją z kariery naukowej. Są to bolesne straty, których odrabianie trwa czasami kilka lat zanim wychowa się następców.

Mimo powyższych trudności Wydziałowi udaje się utrzymać zespół pełen zaangażowanych nauczycieli na wysokim poziomie zarówno naukowym jak i dydaktycznym.

Wydział dostrzega następujące **dobre praktyki** wpływające na rozwój kadry akademickiej:

1. Wsparcie naukowców poprzez fundusze pozyskane w ramach projektu Uczelni Badawczej

Koncepcja finansowania przez IDUB PW (Inicjatywa Doskonałości Uczelnia Badawcza PW) grantów wspierających działalność naukową pracowników doktorantów w dyscyplinach reprezentowanych

na naszej uczelni wpłynął bardzo korzystnie na jakość oraz ilość publikacji zgłoszonych do ewaluacji jednostek za lata 2017-2021. Ta stymulacja jest nadal bardzo widoczna w roku 2022. Dodatkowo zmobilizował ich uczestników do wystąpień o granty zewnętrzne przyznawane w drodze konkursów np. przez NCN/NCBiR. Projekt pozwolił doktorantom na sfinansowanie ich pobytów w uczelniach zagranicznych w ramach krótkich staży naukowych lub na udział w konferencjach międzynarodowych i zaprezentowanie własnych wyników. Nawiązane kontakty dają szansę na kontynuowanie współpracy międzynarodowej. Dotychczas na Wydziale MiNI było/jest realizowane 20 grantów w ramach programu IDUB. Ich pełna lista jest dostępna publicznie na stronie internetowej Wydziału <https://ww2.mini.pw.edu.pl/konkurs-idub/>. Warto podkreślić, że IDUB PW organizuje konkursy dla doświadczonych badaczy (kategoria *senior*), jak i dla młodych badaczy/doktorantów (kategoria *junior*).

2. Stwarzanie warunków do poszerzania tematyki badań pracowników

Przemyślana i konsekwentna polityka kadrowa prowadząca do poszerzania tematyki badań w aktualnie rozwijających się dziedzinach powiązanych z kierunkiem studiów doprowadziła w ostatnich latach do utworzenia nowego kierunku studiów (Inżynieria i Analiza Danych), powołania: Centrum Analiz i Uczenia Statystycznego oraz Centrum High Performance Computing pracującego na własnym superkomputerze. Dzięki tym inicjatywom młodzi pracownicy mogą prowadzić badania zgodnie z najnowszymi trendami i prowadzić obliczenia nie odstające poziomem od światowych osiągnięć.

3. Wspieranie synergii dydaktyki i nauki

Poprzez przedmioty obieralne

Wydział dopuszcza zupełnie swobodne zgłaszanie propozycji przedmiotów obieralnych przez pracowników. Dzięki temu każdy może zaproponować przedmiot spójny z własnymi zainteresowaniami,

a studenci mogą zapoznawać się z aktualnymi problemami naukowymi. Owocuje to bardzo często nawiązywaniem kontaktów i współpracy pomiędzy studentami i kadrami, co prowadzi często do wspólnych publikacji. Często studenci są w ten sposób zachęcani do studiów doktoranckich.

Co roku udostępniana jest oferta 90 unikatowych przedmiotów obieralnych, które związane są ściśle z działalnością naukową pracowników. Ponad 60 z nich jest uruchamianych na podstawie wyboru studentów.

Poprzez prace dyplomowe

Na Wydziale MiNI w dziedzinie Informatyki Technicznej i Telekomunikacji działa 11 zespołów badawczych. Tak duża liczba obszarów badań prowadzonych na Wydziale pozwala na zaoferowanie wszystkim studentom kierunku interesujących tematów prac dyplomowych, które są istotnym elementem ich rozwoju. Warto zauważyć, że bardzo wiele prac dzięki temu kończy się publikacjami naukowymi (Załącznik 3.2 zawiera 41 publikacji z ostatnich lat).

Poprzez stypendium studenta-stażysty

Studenci studiów magisterskich, działający aktywnie na polu naukowym, mogą z poparciem swoich opiekunów naukowych starać się o specjalne stypendium studenta-stażysty, w ramach którego otrzymują wynagrodzenie za pracę dydaktyczną (30h na semestr) i naukową (50h na semestr). Dzięki temu studenci, którzy rozważają łączenie pracy i studiowania są mobilizowani do angażowania się we własny rozwój w połączeniu z pracą naukową.

Kryterium 5. Infrastruktura i zasoby edukacyjne wykorzystywane w realizacji programu studiów oraz ich doskonalenie

5.1. Baza lokalowa

Wydział MiNI posiada nowoczesny w pełni wyposażony budynek oddany do użytku w roku 2012. W gmachu Wydziału MiNI mieści się reprezentacyjne 300-osobowe, podzielne na 2 mniejsze, audytorium oraz 6 multimedialnych sal wykładowych: 2 duże (135-osobowe), 3 średnie (72-osobowe) oraz 1 małą (33-osobową). Dostępnych jest również 13 sal ćwiczeniowych (30-osobowych) oraz 11 laboratoriów komputerowych (dwie 25-osobowe, osiem 16-osobowych, jedną 20-osobową).

W 16-osobowych laboratoriach jest 16 stanowisk komputerowych (dla 15 studentów i jednego prowadzącego), co determinuje maksymalną liczbę studentów biorących udział w zajęciach.

Każda z sal wykładowych wymienionych wyżej wyposażona jest w rzutnik, opuszczane ekrany, rolety, system nagłośnienia i zintegrowane sterowanie. W każdej sali ćwiczeniowej i laboratorium komputerowym prowadzący może korzystać z rzutnika z ekranem, a w 12 z nich – z tablic interaktywnych QOMO QWB 70 z projektorami.

W całym budynku dostępna jest sieć WiFi, a w ramach niej EduRoam, do której autoryzacja odbywa się poprzez ogólnouczelniany identyfikator studenta lub pracownika.

W budynku działają laboratoria badawcze ulokowane w dedykowanych pomieszczeniach:

1. Laboratorium Bioinformatyki i Genomiki Obliczeniowej (p. 222). Badania prowadzone pod kierunkiem prof. dr hab. Dariusza Plewczyńskiego skupiają się na bioinformatyce, oraz obliczeniowej genomice funkcjonalnej i strukturalnej. Wyposażone w 4 bardzo mocne stacje robocze (podwójne karty GPU) oraz podłączenie do klastra obliczeniowego Eden^N.
2. Human-Oriented Machine Learning – HOMER (p. 317). Zespół tworzy nowe metody, narzędzia i praktyki stawiające człowieka w centrum procesu modelowania (Human-Oriented Machine Learning). Wiodącym tematem jest system wspomagający diagnozy chorób płuc w oparciu o zdjęcia x-ray i CT. Obecnie do zespołu należy 6 doktorantów i 8 studentów oraz trzech pracowników badawczo dydaktycznych.
3. DataLab (p. 44). Zespół badawczy prowadzący badania w obszarze eksploracji danych, wizualizacji danych, ekstrakcji informacji, wspierania decyzji opartych o dane. Zespół prowadzi otwarte szkolenia, projekty komercyjne oraz projekty badawcze, dla studentów i pracowników PW, jak również dla podmiotów spoza PW. Obecnie do zespołu należy 6 doktorantów i 8 studentów oraz trzech pracowników badawczo dydaktycznych.
4. Laboratorium Wirtualnej Rzeczywistości (p. 310) wyposażone w dedykowane specjalistyczne stacje robocze i kilkanaście zestawów gogli VR oraz pokrewnego sprzętu wraz z dedykowanymi kontrolerami i manipulatorami (kierownice FFB, joysticki), w tym HTC Vive, Oculus Rift S, Leap Motion i Kinect. W laboratorium pracują studenci zaangażowani w Kole Naukowe Wirtualnej Rzeczywistości oraz osoby realizujące prace badawcze i rozwojowe wymagające sprzętu VR.

Na parterze budynku usytuowane są specjalne pomieszczenia oddane do użytku Wydziałowej Radzie Studentów, a na pierwszym piętrze 3 pomieszczenia dla kół naukowych (p. 126, 127, 128). Obecnie korzystają z nich:

1. Koło Naukowe Data Science
2. Koło Naukowe Informatyków
3. Koło Naukowe Kombinatoryczno-Algebraiczne Koala
4. Koło Naukowe Matematyków
5. Koło Naukowe Modelowania Matematycznego
6. Koło Artystyczne "Temat"

7. Koło Naukowe Zarządzania Projektami "Pmart"

Zajęcia na kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne nie odbywają się poza Uczelnią.

5.2. Infrastruktura komputerowa

W laboratoriach komputerowych wykorzystywanych na zajęciach dydaktycznych dostępne jest 208 komputerów stacjonarnych. Na każdym zainstalowano 2 systemy operacyjne: Windows 10 i Arch Linux z oprogramowaniem komercyjnym (m.in. Microsoft Software Developer Network Academic Alliance – MSDN AA, Matlab, Oracle, Mathematica) i Open Source. Dla studentów i pracowników dostępnych jest również 19 urządzeń wielofunkcyjnych CANON, które zapewniają zintegrowany ze stacjami roboczymi system druku, kopiowania oraz skanowania.

Na potrzeby dydaktyczne i badawcze przeznaczono 12 serwerów IBM x3550M3 oraz 5 serwerów IBM x3650M3. Studenci mają dostęp do trzech klastrów obliczeniowych, z których jeden został sfinansowany przy pomocy grantu MEiN w roku 2021, a koszt jego budowy przekroczył 4mln zł. Ze względu na prowadzenie zajęć z programowania procesorów graficznych i posiadaną na Wydziale bazę sprzętową, Wydział otrzymał w roku 2014 status NVIDIA CUDA Teaching Center.

Dla zapewnienia odpowiedniej przestrzeni dyskowej zarówno dla studentów jak i pracowników na wydziale pracują dwie macierze dyskowe o łącznej pojemności 108 TB. Za połączenia serwerów z macierzami odpowiada dedykowana sieć Ethernet oparta na dwóch dedykowanych przełącznikach Juniper EX2200. Konfiguracja sprzętowa zapewnia pełną duplikację ścieżki połączenia serwerów do macierzy.

Szczegółowy opis bazy lokalowej i infrastruktury informatycznej zawiera Załącznik nr 2.6a do raportu samooceny.

5.3. Monitorowanie i doskonalenie infrastruktury informatycznej

Monitoring stanu infrastruktury informatycznej jest na bieżąco prowadzony przez Kierownika Laboratorium Informatyki. Jednocześnie jest on w ramach pełnienia roli Pełnomocnika Dziekana ds. Sieci Komputerowej i Kontaktów z Centrum Informatyzacji Politechniki Warszawskiej odpowiedzialny za infrastrukturę komunikacyjnej sieci komputerowej wewnątrz wydziału oraz podłączenie Wydziału do sieci Politechnicznej.

Sprzęt w laboratoriach komputerowych jest systematycznie wymieniany na nowy. Listę wymienionego sprzętu wraz z wartością inwestycji przedstawia Tabela 5.1. W roku 2022 zrealizowana została wymiana kolejnych 41 komputerów. Po tej inwestycji nie będzie w laboratorium komputerów starszych niż 5-cio letnie.

Tabela 5.1. Lista modernizacji sprzętu dla studentów w ostatnich 4 latach.

Rok	Cel inwestycji	Wartość inwestycji
2019	dyski zakupione do zwiększenia przestrzeni dyskowej dla studentów zapasowe dyski pozwalające na zapewnienie wysokiej dostępności dysku studenckiego zestawy komputerowe typ A 15 szt. monitory komputerowe 12 szt. zestawy komputerowe typ B 17 szt. komputery stacjonarne 4 szt.	144.279,16 zł.
2020	zestawy komputerów stacjonarnych do laboratorium komputerowego - 28 szt. głośniki Logitech Z200 2.0 – 8 szt. do sal seminaryjnych	94.099,92 zł.

Rok	Cel inwestycji	Wartość inwestycji
2021	zestaw Raspberry Pi - 15 zestawów zestawów czujników i modułów do Raspberry Pi – 7 zestawów projektor multimedialny do audytorium 107	19.702,30 zł.
2022	duży projektor multimedialny do auli 107 dwa mniejsze projektory do sal 218 i 219 41 komputerów do sal i 41 monitorów	163.400,00 zł.

Władze i pracownicy Wydziału prowadzą nieustannie starania mające na celu pozyskiwanie funduszy na rozbudowę bazy badawczej wydziału, tj. maszyn obliczeniowych dużej mocy, bez których nie jest obecnie możliwe prowadzenie badań na światowym poziomie.

W roku 2016 Wydział uzyskał grant **Budowa klastra obliczeniowego dla matematyki i informatyki genomicznej**, (Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, rej. II/0070/2016) o wartości **100.000 zł**, który został wykorzystany na zakup wydajnego serwera obliczeniowego wyposażonego w cztery karty GPU klasy NVIDIA Pascal P100. W roku zakupu była to najmocniejsza karta obliczeniowa na rynku.

W roku 2020 Wydział uzyskał grant na rozbudowę infrastruktury badawczej pt. **Budowa klastra obliczeniowego na potrzeby data-science**, (Ministerstwo Edukacji i Nauki, rej. II/SP/453342/2020)

o wartości **292.326,40 zł**, który został przeznaczony na zakup wydajnych serwerów obliczeniowych ogólnego przeznaczenia w tym obliczeń związanych z uczeniem maszynowym, oraz bazami danych typu Big-Data.

Również w roku 2020 dzięki staraniom Laboratorium Bioinformatyki i Genomiki Obliczeniowej, której kierownikiem jest prof. Dariusz Plewczyński, Wydział uzyskał grant na zakup komputera dużej mocy pt. **System sztucznej inteligencji do interpretacji sekwencji DNA genomu ludzkiego**, (Ministerstwo Edukacji i Nauki, rej. 7054/IA/SP/2020) o wartości **2.038.305,64 zł**. Dzięki dodatkowemu finansowaniu ze środków Wydziału całkowity koszt inwestycji osiągnął **4.000.000zł**. Na zakupiony sprzęt składały się 4 węzły superkomputerowe DGX-2 marki NVIDIA oraz macierz dyskowa o pojemności 1PB. Szczegółowy opis klastra znajduje się w Załączniku nr 2.6a. Zdjęcie klastra po instalacji pokazane jest na Rysunku 5.1.

Całość opisywanego sprzętu obliczeniowego dostępna jest dla pracowników, doktorantów i studentów Wydziału realizujących prace badawcze w ramach projektów naukowych lub prac dyplomowych.



Rysunek 5.1. Klastr Eden^M w serwerowni Wydziału MiNI PW po instalacji w roku 2021

5.4. Platforma komunikacyjno-informacyjna oraz pracy zdalnej

W całym gmachu Wydziału MiNI działa sieć Ethernet i bezprzewodowa Wi-Fi, w tym akademicka sieć EduRoam. Sieć służy wszystkim studentom, pracownikom i doktorantom. Jest też udostępniana gościom i podczas różnych wydarzeń naukowych i edukacyjnych odbywających się w gmachu MiNI.

W domach studenckich studenci mają dostęp do Internetu. Za Internet w akademikach odpowiada Centrum Informatyzacji Politechniki Warszawskiej.

Wszyscy studenci Politechniki Warszawskiej mogą korzystać przez Internet z następujących systemów informatycznych zarządzanych centralnie przez Centrum Informatyzacji PW:

- USOSWeb – Uczelniany System Obsługi Studiów
- System Poczty PW – studencka skrzynka pocztowa
- MS Teams – platforma pracy zdalnej
- Moodle – platforma e-learningowa
- APD – Archiwum Prac Dyplomowych (zintegrowany z systemem JSA – Jednolity System Antyplagiatowy)
- SRS – System Rezerwacji Sal
- Ankieter – System ankietujący zintegrowany z systemem USOS
- Kwaterunek SSPW – system kwaterunkowy w akademikach PW
- BIP PW – Biuletyn Informacji Publicznej PW

Ponadto pracownicy mają dostęp do portalu pracowniczego zbudowanego na platformie SAP.

W związku z pandemią wirusa Sars-Cov-2 Wydział w roku akademickim 2019/2020, 2020/2021 oraz 2021/2022 prowadził nauczanie w trybie hybrydowym oraz zdalnym przy pomocy platform MS Teams oraz Moodle. Platformy te zintegrowane są z działającym na PW systemem USOS. Dodatkowo dla pracowników i studentów dostępny jest system pracy grupowej Office 365 wraz z licznymi rozszerzeniami firmy Microsoft. Za działanie wszystkich wymienionych platform, które uruchomione są na poziomie całej Uczelni, odpowiada Centrum Informatyzacji PW.

Podczas nauczania zdalnego dla niektórych zajęć uruchomione są komputery w trybie dostępu spoza budynku Wydziału. Pozwala to studentom przebywającym w domach na korzystanie ze specyficznego oprogramowania działającego wyłącznie w laboratoriach Wydziału bądź objętego licencją. Dostęp zdalny do stacji roboczych realizowany jest na życzenie studentów i pracowników.

5.5. Udogodnienia dla studentów

Władze Politechniki Warszawskiej i Wydziału MiNI mają na uwadze nieustanną troskę o stworzenie w odpowiedniej atmosfery nie tylko do nauki i prac badawczych, ale i pracy własnej studentów oraz odpoczynku. Wsłuchanie się w potrzeby społeczności akademickiej doprowadziło do uruchomieniu na Politechnice Warszawskiej projektu pt. Budżet Partycypacyjny PW, do którego własne pomysły mogą zgłaszać pracownicy i studenci.

W roku 2020 w ramach tego projektu, dzięki wspólnej inicjatywie studentów i pracowników Wydziału, przeprowadzono zakup sprzętu rozrywkowego dla studentów: stołu do ping-ponga, piłkarzyków oraz bilarda.

Warto również dodać, że w budynku Wydziału znajdują się dwie strefy relaksu dla studentów, jedna na parterze druga na pierwszym piętrze. W miejscach tych ustawione są wygodne kanapy i stoliki. Na pierwszym piętrze znajdują się również stoły do wspólnej pracy studentów.

Do pracy własnej studentów przeznaczona jest jedno 20-stanowiskowe laboratorium. Sala ta jest na stałe wyposażona w zestawy słuchawek wraz z mikrofonami. Znacząco ułatwia to indywidualne korzystanie z aplikacji multimedialnych. Do cichej pracy studentów przygotowane są również 2 pomieszczenia na piętrach drugim i trzecim. Aktualnie, w czasie pandemii dostęp do nich jest utrudniony. Jedno z nich zostało zamienione na izolatkę.

5.6. Studenci z niepełnosprawnościami

Wszystkie sale na Wydziale dostępne są dla osób niepełnosprawnych ruchowo. Do każdego pomieszczenia w budynku można dostać się windą z poziomu gruntu lub garażu bez konieczności pokonywania stopni. Dla studentów z niepełnosprawnością dostępne są miejsca w garażu podziemnym budynku. Cały budynek posiada również oznaczenia pomieszczeń i pięter w języku Braila. Jedna z pracownic dziekanatu przeszkolona jest w posługiwaniu się językiem migowym.

Aula 107, największa sala wydziału, wyposażona jest w pętlę indukcyjną dla osób z niepełnosprawnością słuchową. Pozwala ona na bezprzewodowe przekazywanie dźwięków bezpośrednio do aparatu słuchowego.

Wydział udostępnił dla nauczycieli instrukcje zawierające wytyczne wspierania studentów o następującymi problemami: zespół Aspergera, dysleksja, choroby przewlekłe, choroby psychiczne, niepełnosprawności mowy, ruchowe, wzrokowe i słuchowe, oraz reagowanie na różnorodne sytuacje trudne. Instrukcje dostępne są pod adresem:

<https://ww2.mini.pw.edu.pl/dla-pracownikow/dydaktyka/ksztalcenie-osob-niepelnosprawnych/>

5.7. System biblioteczno-informacyjny uczelni

Studenci mogą korzystać z usług wszystkich jednostek systemu biblioteczno-informacyjnego PW, w tym: Biblioteki Głównej. Użytkownicy mają zapewnioną zdalną możliwość jednoczesnego przeszukiwania wszystkich katalogów bibliotek uczelnianych, a także możliwość rezerwowania, zamawiania, wypożyczania i samodzielnego przedłużania wypożyczonych książek. Studenci mają zapewniony zdalny dostęp (z terenu Uczelni lub poza Uczelnią) do elektronicznych baz danych, w tym Bazy Biblioteki Narodowej oraz pełnotekstowych baz danych np. ACM Digital Library, IoPscience, JSTOR, Ebrary (książki), IBUK Libra (książki i czasopisma), Knovel, Science Direct on Line (książki i czasopisma), SPIE Digital Library (książki), Platforma edukacyjna do nauczania informatyki. Studenci mogą także korzystać z usług bibliotekarza dziedzinowego, z wypożyczalni między-bibliotecznej, wypożyczalni studenckiej, czytelni norm, czytelni z wolnym dostępem. W Załączniku 2.6b do niniejszego raportu zawarto szczegółowy opis zasobów bibliotecznych obejmujących literaturę zalecaną na kierunku studiów Informatyka i Systemy Informacyjne.

Pełna lista dostępnych e-baz dostępna jest na stronie www.bg.pw.edu.pl/index.php/zasoby/lista-e-baz.

5.8. Dodatkowe informacje, które uczelnia uznaje za ważne dla oceny kryterium 5:

Wydział dokłada wszelkich starań, aby baza lokalowa i dydaktyczna były mocną stroną studiów na kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne.

Baza lokalowa

Budowa nowego gmachu rozwiązała większość problemów lokalowych Wydziału i pozwoliła na poszerzenie oferty studiów, od dwóch kierunków do czterech.

Wydział nieustannie dba o dostępność infrastruktury dla osób z niepełnosprawnościami. Zapewnia też wyróżniający się poziom dostępności budynku dla osób z niepełnosprawnościami ruchowymi. Do każdego pomieszczenia w budynku można dostać się windą z poziomu gruntu lub garażu bez konieczności pokonywania stopni. Dla studentów z niepełnosprawnością dostępne są miejsca w garażu podziemnym budynku. Cały budynek posiada również oznaczenia pomieszczeń i pięter w języku Braila. Jeden z pracowników dziekanatu przeszkolony jest w posługiwaniu się językiem migowym.

Baza dydaktyczna i naukowa

Laboratorium komputerowe Wydziału stale prowadzi inwestycje w sprzęt komputerowy dostępny dla studentów. Nakłady finansowe z tym związane z ostatnich lat ukazane są w Tabeli 5.1.

Wydział prowadzi ciągłe próby uzyskiwania zewnętrznych funduszy na wyłączne potrzeby obliczeniowe prowadzące do rozbudowy superkomputera ulokowanego na Wydziale. Dzięki grantom celowym uzyskanym w roku 2019 (w sumie z nakładem Wydziału ponad 4 mln zł) udało się zbudować i uruchomić komputer dużej mocy, stale dostępny dla studentów i pracowników. Procedura dostępu do tego komputera związana jest z wnioskiem złożonym przez opiekuna naukowego obliczeń, który musi być pracownikiem Wydziału zaliczanym do liczby "N".

Obliczenia dużej mocy na klastrze Eden^N

Posiadana przez wydział infrastruktura obliczeniowa jest nieustannie wykorzystywana przez studentów w ramach grantów obliczeniowych związanych z pracami badawczymi pracowników.

Obecnie, po 2 latach pracy i ciągłej rozbudowie klastr sta się w pełni heterogenicznym systemem obliczeniowy ogólnego przeznaczenia. Część obliczeniowa składa się z:

- 4 jednostki NVIDIA DGX A100 (po 128 CPU, 8 kart GPU)
- 3 jednostki Lenovo ThinkSystem SR665 (po 48 CPU)
- 1 jednostka Dell PowerEdge C4130 (36 CPU, 4 karty GPU)

Łączna liczba rdzeni fizycznych: 692. Łączna liczba kart graficznych: 36 (ponad 230.000 rdzeni). Całkowita ilość pamięci RAM: 8.5 TiB. Ponadto do dyspozycji użytkowników jest dostępna macierz dyskowa DDN AI400X o całkowitej pojemności 1,5 PiB z systemem plików Lustre oraz dodatkowo 215 TiB pamięci lokalnej zarówno na dyskach SAS jak i NVMe.

Komunikacja z macierzą i międzywęzłowa odbywa się za pośrednictwem sieci 200Gbit InfiniBand oraz 100Gbit Ethernet. Na wszystkich węzłach zainstalowany jest system GNU/Linux (dystrybucja Ubuntu lub DGX OS - będąca pochodną Ubuntu). Alokacja zasobów odbywa się za pośrednictwem systemu kolejowego Slurm gwarantującego użytkownikom sprawliwy dostęp i wyłączność rezerwowanych dla siebie zasobów.

Klaster jest przeznaczony przede wszystkim do prowadzenia prac badawczych z zakresu bioinformatyki, uczenia maszynowego, sztucznej inteligencji, analityki medycznej, ale jest również wykorzystywany przez studentów do realizacji prac inżynierskich i magisterskich.

Wykorzystanie klastra w okresie 2022-01-01T00:00:00 - 2022-12-31T23:59:59

Procesory: 1'952'782 CPUh (37%)

Kart graficzne: 89'733 GPUh (32%)

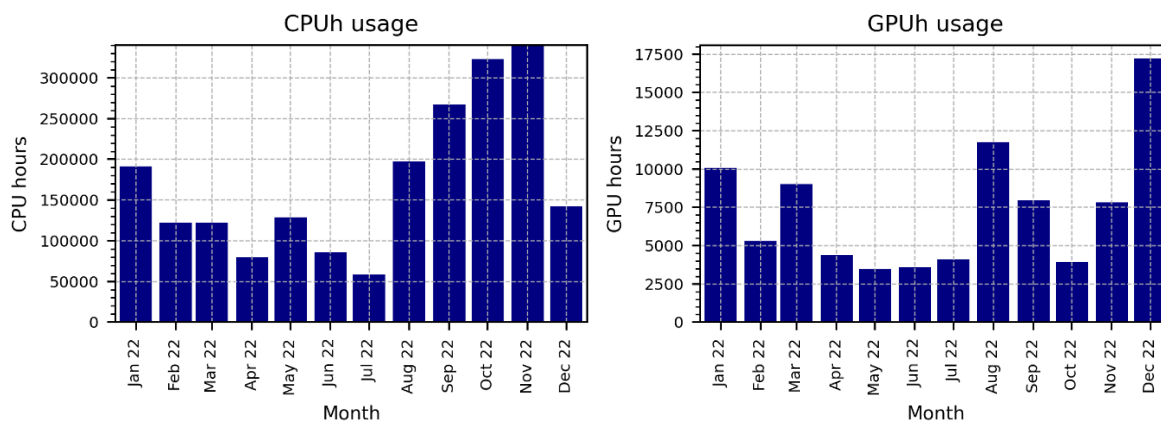
Liczba uruchomionych zadań: 178'609

Liczba unikalnych użytkowników, którzy uruchomili przynajmniej jedno zadanie: 86

Liczba projektów badawczych (granty+laboratoria): 41

Średnie:

- 22707 cpuh/użytkownik
- 11 cpuh/zadanie
- 47628 cpuh/projekt
- 2077 zadań/użytkownik
- 4356 zadań/projekt
- 2 użytkowników/projekt



Rysunek 5.2. Wykorzystanie klastra Eden^N w projektach badawczych, w których biorą udział studenci.

Dzięki uruchomieniu klastra superkomputerowego na Wydziale studenci uzyskali bezpośredni i bardzo łatwy dostęp do profesjonalnego sprzętu obliczeniowego. System kolejkowania zadań i praca wsadowa owocuje unikalnym doświadczeniem niezwykle cennym na rynku pracy ale i w światowych centrach badawczych.

Kryterium 6. Współpraca z otoczeniem społeczno-gospodarczym w konstruowaniu, realizacji i doskonaleniu programu studiów oraz jej wpływ na rozwój kierunku

Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych prowadzi bardzo intensywną i owocną współpracę ze środowiskiem społeczno-gospodarczym. Tak bogata współpraca jest możliwa dzięki trzem sprzyjającym czynnikom:

1. współpraca z otoczeniem społeczno-gospodarczym jest jednym z głównych celów zaplanowanych i realizowanych w ramach strategii rozwoju wydziału MiNI,
2. stolica to sprzyjająca lokalizacja, Warszawa skupia znaczącą część polskich i zagranicznych firm rozwijających tutaj oddziały B+R,
3. bogate doświadczenia w kontaktach z firmami otoczenia gospodarczego z branży IT, rozwijane nieustannie przez nowych absolwentów Wydziału, którzy podejmują prace w czołowych firmach sektora.

Korzystając z tych uwarunkowań Wydział prowadzi współpracę z otoczeniem społeczno-gospodarczym na ośmiu obszarach, które są opisane w punkcie 6.1. Celem określenia ram i zasad współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym Rada Wydziału Matematyki i Nauk Informacyjnych zatwierdziła stosowną procedurę współpracy w dniu 14.04.2014 (Załącznik 3.3). Efektywność tej współpracy jest systematycznie monitorowana w ramach pięciu działań, które są opisane w punkcie 6.2. W oparciu o doświadczenia z tej współpracy w sposób ciągły usprawniany jest program kształcenia.

6.1. Formy współpracy z instytucjami otoczenia społeczno-gospodarczego

Obszar 1: Włączanie podmiotów z otoczenia społeczno-gospodarczego do prowadzenia zajęć

Pracownicy podmiotów z otoczenia społeczno-gospodarczego są aktywnie włączani w proces dydaktyczny jako prowadzący lub współprowadzący wykładów, laboratoriów i projektów. Forma tej współpracy jest bardzo różnorodna i obejmuje:

- proponowanie przez firmy problemów do rozwiązania w ramach prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich wykonywanych pod opieką pracowników Wydziału i przy współpracy z przedstawicielami firm, często z wykorzystaniem danych pochodzących w przemyśle
- prowadzenie przez pracowników firm (wysokiej klasy specjalistów praktyków) przedmiotów dla studentów w ramach fakultatywnych przedmiotów obieralnych. Przykładowo w ostatnich latach były to: *Programowanie aplikacji mobilnych w technologii Flutter*, *Programowanie aplikacji wielowarstwowych i mobilnych w oparciu o React*, *Architektura nowoczesnych systemów IT*.
- złączenie do prowadzenia zajęć obowiązkowych wysokiej klasy specjalistów z przemysłu. W ostatnich latach w ten sposób organizowane były zajęcia z przedmiotów: *Systemy operacyjne 1*, *Systemy operacyjne 2* oraz *Transmisja Danych*.

Obszar 2: Prace dyplomowe dla podmiotów z otoczenia społeczno-gospodarczego

Przedstawiciele otoczenia społeczno-gospodarczego aktywnie uczestniczą w proponowaniu prac inżynierskich oraz magisterskich, służąc studentom doświadczeniem oraz wsparciem specjalistycznym. Wykonywane są one zawsze pod opieką pracowników Wydziału, którzy pełnią rolę promotorów oraz często z wykorzystaniem danych pochodzących w przemyśle. Przykładowo od roku akademickiego 2019/2020 do 2022/2023 zostało zgłoszonych **27 prac magisterskich** i **14 prac inżynierskich** we współpracy z firmami otoczenia gospodarczego lub innymi jednostkami badawczymi takimi jak: SOCRadar, Stars Impresariat Filmowy sp. z o.o., GraphCore, CloudFero, Cybid, Zespół Kontroli Zakazań Szpitalnych

Szpital Kliniczny Dzieciątka Jezus UCKWUM, Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Epidemiologii Chorób Zakaźnych i Nadzoru, Zakład Epidemiologii Chorób Zakaźnych i Nadzoru, Politechnika Poznańska, AGH, Nanyang Technological University. Pełna lista tematów wraz z promotorami podana jest w załączniku 3.2 do niniejszego raportu. Cztery prace dyplomowe magisterskie (1 obroniona, 3 na ukończeniu) zostały wykonane przy współpracy z CD Project S.A. ale ich temat i wyniki zostały utajnione na żądanie firmy. Lista prac, które nie zostały utajnione z ostatnich trzech lat akademickich zebrana jest w Załączniku 3.2.

Obszar 3: Działalność Ośrodka Badań dla Biznesu (OBB)

Od 2011 roku przy wydziale działa Ośrodek Badań dla Biznesu prowadzący prace badawcze dla podmiotów biznesowych, głównie projektach badawczych realizowanych w ramach program NCBiR takich jak Szybka Ścieżka, Infostrateg, Gospostrateg lub projekty zamawiane. Ośrodek prowadzi dr Marcin Luckner, doświadczony manager w metodologii PRINCE. Ośrodek oferuje doświadczenie i ekspertyzę 21 pracowników wydziału MiNI. Przykładowo OBB jako podwykonawca realizował projekty:

- wspólnie z Urzędem Miasta st. Warszawa realizował projekt VaVeL – innowacyjne rozwiązania BigData wspierające inteligentne zarządzania komunikacją w mieście
- 2018-2019, NCBiR, POIR 2014-2020, *Nethone ATO Sztuczna inteligencja, biometria oraz zaawansowane profilowanie dla innowacyjnej ochrony kont użytkowników w bankowości elektronicznej*
- 2018-2019, NCBiR, POIR 2014-2020, *Modelowanie ryzyka kredytowego w oparciu o dane dostępne w kanałach cyfrowych z wykorzystaniem zaawansowanych rozwiązań teorii grafów związanych z sieciami społecznościowymi i relacji*
- 2021 na podstawie umowy z Akademickim Ośrodkiem Diagnostyki Patomorfologicznej i Genetyczno-Molekularnej sp. z o.o., wykonanie usługi sekwencjonowania pełnego genomu SARS-CoV-2 celem uzyskania sekwencji konsensus.

Obszar 4: Działalność Centrum Analiz i Uczenia Statystycznego (CAUSE)

Przy wydziale działa również centrum analiz statystycznych współpracujące głównie z zespołami badawczymi z uczelni medycznych oraz szpitali. Centrum prowadzi dr Elżbieta Sienkiewicz, specjalizująca się w statystyce stosowanej. Przykładowo centrum CAUSE współpracuje z Polską Grupą Raka Płuca przy analizach Rejestru Raka Płuca – największą w Polsce bazą danych dla operacyjnego nowotworu płuca. Wynikiem tej współpracy są liczne publikacje z obszaru onkologii, nefrologii i innych zastosowań medycznych.

Obszar 5: Działalność zespołów B+R

Katalog zespołów B+R PW zawiera liczne zespoły badawcze skupiające pracowników studentów i doktorantów zainteresowanych określonym obszarem zastosowań. Wśród tych zespołów wymienić można Zespół projektowania systemów CAD/CAM, Zespół przetwarzania i analizy strumieni danych, Zespół MI2 DataLab, Zespół programowania procesorów GPU i algorytmów równoległych HPC. Ośrodki te aktywnie współpracują z firmami z otoczenia społeczno-gospodarczego, takimi jak, CD Projekt, Microsoft, Samsung, Pit-Radwar prowadząc wspólne projekty badawcze, lub inne zlecenia np. o charakterze szkoleniowym.

Przykładem mogą być projekty NCBR realizowane w przedsiębiorstwach przemysłowych lub inne prace zlecone:

1) Autonomiczny Spedytor -- pilotażowe wdrożenie algorytmu optymalizacyjnego w magazynie typu cross-dock w Szczecinie należącym do sieci sklepów Stokrotka oraz optymalizacja wielkoskalowych procesów intralogistycznych oraz struktury floty i procesu dystrybucji przedsiębiorstwa Jeronimo Martins

Polska S.A. przez zastosowanie wielokryterialnych algorytmów planowania dystrybucji z wykorzystaniem danych sensorycznych, identyfikacyjnych i lokalizacyjnych, w których uczestniczy dr Michał Okulewicz.

2) Zespół prof. Pytlaka współpracuje z firmą Tecna Sp. z o.o. w ramach projektu: "Machine Learning-based systems for the automation of systematic literature reviews in food safety domain" -- projekt badawczy nr NOR/POLNOR/REFSA/0059/2019 realizowany w ramach programu Badania stosowane finansowanego z funduszy norweskich (PW jest liderem konsorcjum). W ramach tego projektu partnerem jest Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH - Państwowy Instytut Badawczy, który prowadzi również działalność gospodarczą.

3) Do niektórych prac B+R włączani są studenci, jak np. w projekcie realizowanym przez dr inż. Joannę Porter-Sobieraj, "Edukacja w wirtualnej rzeczywistości" (NCBR - POWR.03.01.00-00-T199/18) w którym brali udział zarówno po stronie implementacji oprogramowania, jak i dydaktycznej (wsparcie zajęć z uczniami szkół podstawowych i średnich).

4) Zespół prof. Przelaskowskiego w roli podwykonawcy realizował prace dla firmy Marcel S.A. (2018-2020) w projekcie „Budowa prototypu przedanalizycznego Rejestratora Opisu Materiały Biopsyjnego (ROMB) ze standaryzowanym opisem materiału, wspomagany automatyczną analizą obrazu”

5) Zespół prof. Biecka w roku 2022 zrealizował sekwencjonowanie pełnego genomu SARS-CoV-2 celem uzyskania sekwencji konsensus dla Akademickiego Ośrodka Diagnostyki Patomorfologicznej i Genetyczno-Molekularnej sp. z o.o.

6) Zespół dr inż. Joanny Porter Sobieraj aktywnie współpracuje z firmami z obszaru Game-Dev. Modelowania geometrycznego, obróbki CAM oraz druku 3D. Firmie QuickerSim Sp z o. o. na podstawie umowy w roku 2019 udzielono licencji na stworzony pakiet qscad do MATLAB, a we współpracy z firmą Productec (Szwarcaria) zoptymalizowano oprogramowanie CAM do projektowania ścieżek obróbki skrawaniem.

7) Zespół dr inż. Marcina Lucknera jako podwykonawca zrealizował w latach 2017-2018 (POIR) prace na rzecz Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego – Opracowanie algorytmów planowania dynamicznego.

Obszar 6: Działalność kół studenckich

Niezależnie od aktywności inspirowanych przez pracowników, przy wydziale działają też koła studenckie współpracujące z otoczeniem społeczno-gospodarczym. Warto zaznaczyć, że koła naukowe prowadzą działalność nie tylko wewnątrz uczelni, ale są też nastawione na zewnątrz w ramach działalności społecznej poprzez imprezy takie jak Noc Innowacji, Targi Kół Naukowych czy organizacja otwartych wydarzeń o charakterze edukacyjnym i popularyzatorskim.

Przykładowe aktywności kół naukowych, odradzających się po czasie pandemii, związanych z kierunkiem ISI z ostatnich dwóch lat:

- Koło Naukowe Informatyków:
 - projekty dla początkujących, które pozwolą mniej doświadczonym członkom wejść w świat profesjonalnego IT
 - organizacja cyklu spotkań Wieczory z KNI - dotyczyły zarówno technologii, jak i tematów miękkich, związanych z poszukiwaniem pracy
 - uczestnictwo w Targach Kół Naukowych Konik
 - organizacja Hackatonu PiKNIk, w którym uczestniczyło niemal 100 uczestników
 - organizacja warsztatów algorytmicznych
 - współpraca z Warszawską Grupą .NET przy organizacji spotkań grupy przed pandemią; z Radą Kół Naukowych, Komisją Promocji Samorządu Studentów i Radą Doktorantów PW przy wsparciu organizacji hackathonu Coronathon
 - udział podczas organizacji takich wydarzeń, jak Warszawskie Dni Informatyki, Data Science Summit, The H@ck Summit czy Targi Pracy IT.

- Koło Naukowe Wirtualnej Rzeczywistości:
 - uczestnictwo członków koła w projekcie „Edukacja w wirtualnej rzeczywistości” (POWR.03.01.00-00-T199/18), prowadzonym na Wydziale MiNI PW i współfinansowanym przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój 2014-2020
 - realizacja grantu rektorskiego na projekt „InnoHaptix - biblioteka interakcji w Wirtualnej Rzeczywistości”, który zakłada stworzenie prototypu biblioteki udostępniającej nowe i udoskonalone mechanizmy interakcji w VR Adventure, w której zadaniem użytkownika jest odbycie przygody w formie EscapeRoom świecie wirtualnym
 - rozwijanie aplikacji VR Plank z trackerami HTC Vive oraz
 - nawiązano współpracę z Kołem Naukowym Druku 3D PW
 - nawiązano współpracę z nowopowstałym Kołem „Laboratorium Formy” na Wydziale Rzeźby ASP
 - organizacja spotkań ze specjalistami z branży i wykładów online, m. in. z zakresu projektowania i programowania gier komputerowych
 - zaangażowanie we współpracę Wydziału w ramach międzynarodowego programu VR First, skupiającego wiodące firmy z branży VR/AR, ponad 50 ośrodków akademickich i centrów badawczo-rozwojowych, w którym Wydział MiNI jest jedynym partnerem wybranym z Polski
 - udział w Nocy Innowacji 2020 z Politechniką Warszawską oraz Targach Kół Naukowych KONIK 2020

Obszar 7: Organizacja konferencji, meetupów, warsztatów, konkursów

Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych Politechniki Warszawskiej od wielu lat angażuje się aktywnie w wydarzenia mające na celu promocję działalności naukowej oraz współpracę z pracodawcami. Wydział MiNI PW jest dorocznie współorganizatorem wydarzeń o krajowymi i międzynarodowym zasięgu, takich jak.

- **Data Science Summit** - wysokiej jakości, dużej skali konferencja popularyzująca najnowsze rozwiązania w obszarze Data Science połączona ze stoiskami Partnerów (Data Science Expo), elementami rekrutacyjnymi oraz inicjatywami towarzyszącymi. Dzięki szczegółowemu podziałowi tematycznemu, wydarzenie adresuje zainteresowania szerokiego grona uczestników z obszaru data science. W 2020 (on-line) i 2022 roku w konferencji wzięło udział po około 2500 uczestników. Od 2022 roku organizowana hybrydowo – stacjonarnie oraz równocześnie online. Edycja 2022 obejmowała: ok. 20 ścieżek tematycznych, ok. 200 wystąpień, ok. 10 paneli dyskusyjnych oraz typu „Q&A”. Rada Programowa składa się z przedstawicieli środowisk akademickich oraz przedstawicieli biznesu – wspólnie tworzących program wydarzenia. Agenda, co roku, wypełniona jest w więcej niż połowie przedstawicielami biznesu. Wydarzeniu towarzyszy część targowa będąca wydarzeniem towarzyszącym o odrębnej nazwie („Targi Pracy Data Science”): łączna liczba pracodawców w ciągu 5 lat: ok. 200. Średnia liczba pracodawców na każdej edycji: ok. 30. Przykłady pracodawców uczestniczących: Accenture, Amazon, Deloitte, KPMG, PKO BP, Bank Millennium, Red Hat, Microsoft, WB Electronics, Brainly.
- **Targi Pracy IT PW** - to projekt organizowany co semestr już od ponad 12 lat, będący największym wydarzeniem o charakterze rekrutacyjnym skierowanym do studentów związanych z kierunkami z obszarów informatyki, analizy danych, matematyki czy metod ilościowych. Angażuje całe środowisko IT / data science uczelni – jej władze, biuro karier, samorząd studencki, koła naukowe, społeczność naukową. Pojedyncza edycja to około 50 wystawców i aż do **3500 osób** odwiedzających – studentów uczelni. W trakcie wydarzenia zwyczajowo odbywa się również spotkanie Władz Wydziału z zaproszonymi przedstawicielami pracodawców. Spotkanie to ma na celu dyskusję na temat

aktualnego stanu rynku pracy i oczekiwań pracodawców względem programów kształcenia. Często rozmowy te są dalej pogłębiane na kolejnych, bardziej bezpośrednich spotkaniach.

- **Warszawskie Dni Informatyki** - to największa (popularyzacyjna) konferencja IT w Europie Środkowo-Wschodniej złożona z prezentacji, paneli dyskusyjnych, konsultacji z ekspertami i praktycznych warsztatów oraz Giełdy Pracy IT. Wydarzenie wyrosło z inicjatywy studentów i Władz Wydziału. W roku 2022 zgromadziło ponad **12 000 uczestników**, do wyboru ponad 230 prelekcji i warsztatów podzielonych na 34 ścieżki tematyczne oraz ponad 60 pracodawców z całego świata w ramach Giełdy Pracy IT. Organizowany od 2009 roku, projekt zyskał wiele nagród oraz słów uznania ze strony licznych organizacji branżowych takich jak Polskie Towarzystwo Informatyczne, Polska Izba Informatyki i Telekomunikacji, czy ISACA.
- **Data Science Warsaw Meetup** to największa społeczność data science w Polsce, z siedzibą w Warszawie. Od 2014 roku organizuje regularne spotkania służące wymianie myśli i wiedzy na temat data science, inżynierii danych i tzw. sztucznej inteligencji. Do początku pandemii COVID-19 zorganizowaliśmy 50 spotkań, w których zazwyczaj brało udział **180-250 osób**. Od połowy 2017 roku spotkania odbywają się na Wydziale MINI Politechniki Warszawskiej, który jest Partnerem Meetupu. Zazwyczaj spotkania składają się z 2-3 prelekcji, dyskusji oraz części networkingowej. Poruszane tematy związane są przede wszystkim z uczeniem maszynowym, w tym przetwarzaniem języka naturalnego, wizją komputerową, uczeniem głębokim i uczeniem ze wzmocnieniem, ale także analityką predykcyjną i preskryptywną, modelami rekomendacyjnymi, optymalizacją oraz inne zagadnienia związane z narzędziami, technologiami oraz możliwościami biznesowymi związanymi ze zbieraniem, przetwarzaniem i wizualizacją danych.
- **The Hack Summit** – organizowana od 2018 roku wysokiej jakości, dużej skali, konferencja popularyzacyjna dotycząca obszaru cyberbezpieczeństwa. Wydarzeniu towarzyszy część rekrutacyjna (ITSec Expo) oraz szereg inicjatyw towarzyszących. Dzięki szczegółowemu podziałowi tematycznemu, wydarzenie adresuje zainteresowania szerokiego grona uczestników z obszaru cyberbezpieczeństwa, zarówno od strony technicznej, jak i zapewnienia zgodności. W 2022 roku w konferencji wzięło udział ponad 1500 uczestników. Średnia liczba unikalnych uczestników (włączając otwartą część targową): 1500 osób. Zasięg geograficzny projektu: wydarzenie międzynarodowe z gośćmi głównie z Europy. Edycja 2022 obejmowała: 16 ścieżek tematycznych, ok. 200 prelekcji i warsztatów.
- **YalvaConf** – konferencja popularyzacyjna dotycząca technologii powiązanych z Java (organizowana od 2021 roku). Wydarzeniu towarzyszy część rekrutacyjna (Java Expo) oraz szereg inicjatyw towarzyszących. Dzięki szczegółowemu podziałowi tematycznemu, wydarzenie adresuje zainteresowania szerokiego grona uczestników z obszaru rozwoju oprogramowania i infrastruktury z nim powiązanej. W 2022 roku w konferencji wzięło udział ponad 1000 uczestników. Średnia liczba unikalnych uczestników (włączając otwartą część targową): 1000 osób. Zasięg geograficzny projektu: wydarzenie międzynarodowe z gośćmi głównie z Europy. Edycja w 2022 roku obejmowała 12 ścieżek tematycznych, ok. 100 prelekcji i warsztatów.
- **MS Tech Summit** to konferencja popularyzacyjna organizowana od 2021 roku, dotycząca technologii powiązanych z technologiami Microsoft. Wydarzeniu towarzyszy część rekrutacyjna (MS Expo) oraz szereg inicjatyw towarzyszących. W 2022 roku w konferencji wzięło udział ponad 1000 uczestników. Średnia liczba unikalnych uczestników (włączając otwartą część targową): 1000 osób. Zasięg geograficzny projektu: wydarzenie międzynarodowe z gośćmi głównie z Europy. Edycja 2021 obejmowała: 8 ścieżek tematycznych, 48 prelekcji i warsztatów.

Obszar 8: Inicjatywy badawcze związane z pandemią Covid

Obok systematycznie prowadzonej współpracy z otoczeniem gospodarczym, pracownicy wydziału chętnie i czynnie angażują się w społecznie ważne inicjatywy. Przykładem jest zaangażowanie grup badawczych z wydziału MiNI w rozmaite inicjatywy mające na celu walkę z pandemią Covid.

- Budowa i utrzymanie mapy <https://monitor.mi2.ai/> ewolucji wirusa SARS-COV-2 w Polsce i innych krajach. Mapa jest codziennie aktualizowana i prezentowana na spotkaniach roboczych prowadzonych wspólnie z Państwowym Zakładem Higieny i Ministerstwem Zdrowia,
- Budowa i utrzymanie kalkulatora ryzyka ciężkiego przebiegu choroby Covid <https://crs19.pl/>. Kalkulator wykorzystuje autorskie technologie budowy i wyjaśniania modeli predykcyjnych, jest wymieniony wśród produktów AI na stronie Land of IT Masters <https://hub.landofitmasters.pl/>, był przedstawiany w telewizji o zasięgu ogólnopolskich (TVN), polskich i zagranicznych mediach (Die Welt),
- Ciągła współpraca z Uniwersytetem Medycznym w Białymstoku przy monitorowaniu wariantów wirusa SARS-COV-2 na terenie Polski. Zespół jako wykrył pierwszy przypadek wariantu Beta na terytorium Polski,
- Opracowanie rekomendacje zespołu epidemiologii obliczeniowej na rok 2021 <https://quovadis.crs19.pl/>,
- Współpraca z zespołem MOCOS (MODelling Coronavirus Spread) prowadzonego przez prof. Tyllę Krugera przy prognozowaniu rozwoju epidemii wirusa.

6.2. Monitorowanie i doskonalenie współpracy

Działanie 1: Panel pracodawców

Głównym działaniem mającym na celu monitorowanie współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym jest panel pracodawców, którego celem jest diagnoza potrzeb i oczekiwań pracodawców i instytucji współpracujących z PW odnośnie do wybranych programów kształcenia oraz preferowanych form współpracy z Wydziałem. Cele szczegółowe prowadzenia panelu pracodawców to:

- Diagnoza potrzeb i oczekiwań pracodawców i instytucji współpracujących z PW odnośnie do programu kształcenia w zakresie danego kierunku.
- Zweryfikowanie kluczowych kompetencji absolwentów w opinii pracodawców na podstawie modeli kompetencji dla różnych rodzajów pracy w zakresie danego kierunku: dla pracownika na stanowisku specjalistycznym oraz dla pracownika pełniącego funkcję kierowniczą.
- Diagnoza potrzeb i oczekiwań pracodawców i instytucji współpracujących z PW odnośnie do preferowanych form współpracy (pracodawca – Wydział) w zakresie danego kierunku.
- Mapowanie wiodących kierunków B+R oraz preferowanych branż do współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym w zakresie danego kierunku.

Badanie realizowane jest metodą jakościową z wykorzystaniem techniki grupowego wywiadu w formie panelu eksperckiego, tj. moderowanej dyskusji przebiegającej według scenariusza złożonego głównie z pytań otwartych. Narzędzie badawcze w formie ustrukturyzowanego scenariusza modułowego obejmowało pytania wynikające z celów szczegółowych.

W ramach panelu udział biorą przedstawiciele rady pracodawców wydziału MiNI, na którą składają się przedstawiciele instytutów badawczych, uczelni wyższych i firm. Raport z ostatniego Panelu Pracodawców znajduje się w Załączniku 2.8.

Działanie 2: Prace Komisji Programowej dla kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne

W skład komisji programowej wchodzi przedstawiciele otoczenia społeczno-gospodarczego, w tym pan mgr inż. Albert Wolant (NVIDIA Polska) oraz mgr inż. Tomasz Stradomski (Globema). Cykliczne spotkania komisji programowej mają na celu konstrukcję, monitorowanie oraz doskonalenie programu studiów, jak i również zapewnienie wysokiej jakości tematów dyplomowych. W pracach Komisji uczestniczą również studenci, absolwenci i doktoranci.

Działanie 3: Monitorowanie opinii pracodawców w programie praktyk studenckich

Przy realizacji praktyk zawodowych, które są bardzo istotnym elementem procesu kształcenia na studiach I st., Wydział współpracuje z wieloma przedstawicielami otoczenia społeczno-gospodarczego. W odpowiedzi na oczekiwania otoczenia społeczno-gospodarczego Wydziału, w ramach współpracy z pracodawcami w zakresie przekazywania przez nich wiedzy eksperckiej, zorganizowano w ramach cyklu „Spotkania z Pracodawcą” prezentacje i warsztaty, przeznaczone przede wszystkim dla studentów trzeciego roku studiów pierwszego stopnia oraz studentów studiów drugiego stopnia.

Praktyki realizowane są w ramach zatwierdzonego planu praktyk. Po zakończeniu praktyk pracodawcy wypełniają ankietę oceniającą przygotowanie studenta do praktyk. Wyniki tych ankiet są analizowane pod kątem przygotowania studentów jak również możliwości udoskonalenia programu studiów.

Działanie 4: Rozmowy prowadzone w ramach cyklicznych konferencji i warsztatów

W ramach organizacji konferencji, warsztatów oraz spotkań typu meetup, Wydział MiNI PW współpracuje z pracodawcami podczas części targowej organizowanych wydarzeń, na co składają się między innymi:

- spotkania z potencjalnymi pracodawcami – realizowane zarówno w formule umówionych konsultacji 1:1, jak i spontanicznych rozmów z rekruterami przy stoiskach wystawienniczych – co rozwija umiejętności miękkie kandydatów, ich podejście do różnych form rekrutacji, a także uczy zarządzania swoim czasem;
- udział w części targowej pozwala studentom na lepsze poznanie rynku pracy, panujących na nim zasad oraz możliwości rekrutacyjnych. Kandydaci mają dostęp do aktualnych ofert rekrutacyjnych oraz potrzeb pracodawców. Wyżej wymienione spotkania i konsultacje pozwalają na jeszcze lepszy wgląd w kształt obecnego rynku pracy;
- studenci także inicjują oraz angażują się w dyskusje na temat planów i dopasowania oferty kształcenia. Dzięki temu studenci mogą mieć realny wpływ na program studiów, który dzięki temu staje się bardziej dopasowany do rynku pracy oraz panujących na nim warunków. Studenci są bardziej świadomi tego, co czeka ich po zakończeniu edukacji, a dzięki temu lepiej przygotowani i bardziej atrakcyjni dla pracodawców.

6.3. Dodatkowe informacje, które uczelnia uznaje za ważne dla oceny kryterium 6:

Wydział prowadzi przemyślaną, kompleksową i realizowaną konsekwentnie współpracę z otoczeniem gospodarczo-społecznym w zakresie badań potrzeb, opinii i konsultacji społecznych. Uwidacznia się ona poprzez zacieśnioną współpracę z Radą Pracodawców, Wydziałową Radą Studentów oraz współorganizowaniem licznych wydarzeń typu konferencje technologiczne z udziałem przedstawicieli przemysłu, które pozwalają na nieustanny kontakt pomiędzy pracownikami Wydziału i otoczeniem gospodarczym. Zostało to docenione przez partnerów, których opinia zawarta jest w Załączniku 3.4.

Kryterium 7. Warunki i sposoby podnoszenia stopnia umiędzynarodowienia procesu kształcenia na kierunku

7.1. Rola umiędzynarodowienia procesu kształcenia

Umiędzynarodowienie procesu kształcenia na kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne (Computer Science and Information Systems w języku angielskim) odgrywa istotną rolę w planach rozwoju zarówno Wydziału Matematyki i Nauk Informacyjnych, jak i Politechniki Warszawskiej. Zauważmy, że podnoszenie poziomu umiędzynarodowienia jest jednym z celów Strategii Rozwoju Politechniki Warszawskiej do roku 2030 jako uczelni europejskiej, wnoszącej istotny wkład w rozwój europejskiej nauki i szkolnictwa wyższego. Jest to tym bardziej istotne na specjalności Artificial Intelligence ze względu na obecnie wyjątkową specyfikę tego obszaru.

Od samego początku celem programu studiów kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne było zarówno kształcenie studentów zgodnie ze standardami najlepszych uczelni światowych, jak i przygotowanie absolwentów do pracy na międzynarodowych rynkach pracy. Wymiernym efektem starań wydziału w tej kwestii jest także podnoszenie poziomu współpracy międzynarodowej, zarówno w kwestii działalności naukowej jak i dydaktycznej pracowników wydziału.

Wydział może pochwalić się bardzo dobrze rozwiniętą współpracą międzynarodową zarówno w zakresie badawczym jak i dydaktycznym. W ramach programu ERASMUS+ studentom, w tym studentom kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne, są oferowane miejsca na 40 uczelniach europejskich i nie tylko. Pełny wykaz instytucji współpracujących z Wydziałem w ramach tego programu zawiera Tabela 7.1. Uwagę zwracają czołowe uczelnie techniczne UE, takie jak Technische Universität Berlin, Rheinisch Westfälische Technische Hochschule Aachen, Chalmers University of Technology czy Politecnico di Milano.

Tabela 7.1. Wykaz uczelni partnerskich, z którymi Wydział ma podpisaną umowę w ramach programu ERASMUS+, w tym uczelnie oznaczone () to uczelnie w ramach programu ENHANCE, (**) to uczelnie w ramach programu ENHANCE, z którymi również są zawarte umowy w ramach programu Erasmus+.*

Lp.	Kod ERASMUS partnera	Nazwa uczelni partnerskiej	Kraj
1	A LINZ01	Johannes Kepler Universität Linz	Austria
2	A SALZBUR08	Fachhochschule Salzburg	Austria
3	B ANTWERP01	Universiteit Antwerpen	Belgia
4	B LEUVEN01	Katholieke Universiteit Leuven	Belgia
5	BG SHOUMEN01	Shoumen University "Konstantin Preslavski"	Bułgaria
6	CY NICOSIA14	University of Nicosia	Cypr
7	CZ PLZEN01	University of West Bohemia in Pilsen	Czechy
8	CZ PRAHA02	Czech University of Life Sciences	Czechy
9	DK LYNGBY01	DTU - Technical University of Denmark	Dania
10	F ALES02	Ecole Nationale Supérieure des Mines d'Ales	Francja
11	F BORDEAU01	Université Bordeaux I	Francja

Lp.	Kod ERASMUS partnera	Nazwa uczelni partnerskiej	Kraj
12	F ORLEANS01	Université d'Orléans	Francja
13	F PARIS007	Université Denis Diderot (Paris VII)	Francja
14	F GRENOBL22	Institut National Polytechnique de Grenoble	Francja
15	E BARCELO01	Universitat de Barcelona	Hiszpania
16	E BARCELO03	Universitat Politècnica de Catalunya	Hiszpania
17	E BURGOS01	Universidad de Burgos	Hiszpania
18	E MADRID04	Universidad Autónoma de Madrid	Hiszpania
19	E VALENCIO2 **	Universidad Politecnica de Valencia	Hiszpania
20	NL AMSTERD05	Hogeschool van Amsterdam	Holandia
21	LT VILNIUS01	Vilniaus Universitetas	Litwa
22	D BERLIN02 **	Technische Universität Berlin	Niemcy
23	D AACHEN01 **	Rheinisch Westfälische Technische Hochschule Aachen	Niemcy
24	D COTTBUS03	Brandenburgische Technische Universität Cottbus	Niemcy
25	D WURZBUR01	Julius-Maximilians-Universität, Würzburg	Niemcy
26	D CHEMNIT01	Technische Universität Chemnitz	Niemcy
27	D HEIDELB01	Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg	Niemcy
28	D ULM01	Universität Ulm	Niemcy
29	RO CLUJNAP01	Universitatea Babes Bolyai din Cluj-Napoca	Rumunia
30	RS NIS01	University of Nis	Serbia
31	SK ZILINA01	University of Zilina	Słowacja
32	S STOCKHO04	Kungl Tekniska Högskolan	Szwecja
33	TR ESKISEH01	Anadolu University	Turcja
34	I PERUGIA01	The University of Perugia	Włochy
35	I ROMA02	Universita degli Studi di Roma "Tor Vergata"	Włochy
36	I TRENTO01	Universita degli Studi di Trento	Włochy
37	N TRONDHE01 *	Norwegian University of Science and Technology	Norwegia
38	I MILANO02 *	Politecnico di Milano	Włochy
39	S GOTEBOR02 *	Chalmers University of Technology, Gothenburg	Szwecja
40	UK OXFORD04	Oxford Brookes University (umowa tylko do 2020r.)	Wielka Brytania

Konsorcjum ENHANCE

Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych jest zaangażowany w prace dotyczące projektu ENHANCE <https://enhanceuniversity.eu/>. Konsorcjum ENHANCE składa się z 7 czołowych europejskich uczelni technicznych:

- Politechniki w Berlinie,

- RWTH w Aachen,
- Uniwersytetu Technicznego Chalmersa w Göteborgu,
- Norweskiego Uniwersytetu Naukowo-Technicznego w Trondheim,
- Politechniki w Mediolanie,
- Politechniki w Walencji,
- Politechniki Warszawskiej.

Celem projektu jest systemowa, strukturalna i trwała współpraca między uczelniami konsorcjum, która doprowadzi do wypracowania nowych rozwiązań wykraczających poza dotychczasowe modele współpracy. Na uczelniach konsorcjum kształci się łącznie 245 000 studentów. Zatrudniają one ponad 41 300 pracowników. W ciągu ostatnich 5 lat w różnych programach wymiany między uczelniami ENHANCE wzięło udział 4400 pracowników i studentów tych uczelni. Partnerzy uzyskali łącznie ponad 4 050 patentów. Cele szczegółowe, które przyjęły uczelnie ENHANCE, obejmują:

- wprowadzenie na szeroką skalę innowacyjnych metod kształcenia,
- ułatwienie studentom wyboru przedmiotów z oferty uczelni partnerskich,
- stworzenie systemu ułatwiającego mobilność społeczności akademickiej oraz
- ograniczenie barier biurokratycznych.

Uczelnie biorące udział w projekcie podejmą współpracę z partnerami stowarzyszonymi – przedsiębiorstwami, urzędami miast, organizacjami studenckimi, sieciami badawczymi, fundacjami i organizacjami non-profit.

W roku akademickim 2021/2022 uruchomiono portal wspólnej oferty dydaktycznej dla studentów Konsorcjum ENHANCE (<https://educationpathways.enhanceuniversity.eu/>). Oferowane są w nim również przedmioty z obszaru Informatyki, Inżynierii Oprogramowania, Sztucznej Inteligencji. Wydział MiNI aktywnie uczestniczy w Konsorcjum udostępniając przedmioty z II stopnia studiów Computer Science and Information Systems oraz Data Science i rezerwując dla przyjeżdżających studentów 12 miejsc na zajęciach. Mobilność studentów rozpocznie się od roku akademickiego 2022/2023. Jeden student wydziału MiNI pojedzie na RWTH Aachen University. Aktualnie trwają prace nad przedłużeniem finansowania konsorcjum ENHANCE w ramach nowego grantu ENHANCE 2.

Wagę współpracy międzynarodowej doskonale widać na przykładzie realizowanych prac dyplomowych, które coraz częściej są tworzone we współpracy z zagranicznymi instytucjami badawczymi: np. University of Waikato (Nowa Zelandia), Nanyang Technological University, Denmark Technical University, NTU (Singapur), czy CERN (Szwajcaria).

Porozumienia bilateralne z uczelniami zagranicznymi

Wydział MiNI ma również podpisane listy intencyjne i porozumienia z uczelniami poza Unią Europejską:

- **Hokkaido University** (Japonia) – wymiana pracowników, naukowców i studentów, publikacji oraz wspólna realizacja projektów badawczych i organizowania sympozjów
- **Kyushu University** (Japonia), Faculty of Mathematics for Industry – wymiana pracowników, naukowców i studentów, publikacji oraz wspólna realizacja projektów badawczych i organizowania sympozjów
- **University of Kentucky** (USA) – wymiana pracowników, studentów, rozwijanie współpracy naukowej

Ponadto Politechnika Warszawska oferuje wyjazdy wszystkim studentom w ramach umów bilateralnych z 24 uczelniami w Chinach, Indiach, Indonezji, Japonii, Korei Południowej, Singapurze i Tajwanie. Pełna oferta przedstawiona jest na stronie: <https://www.cwm.pw.edu.pl/Programy-edukacyjne/Wymiana-bilateralna/Oferta>. Warunkiem wyjazdu jest m.in. znalezienie na uczelni goszczącej odpowiadającego studium na PW programu studiów. W ramach tych umów PW również przyjmuje studentów z tych uczelni.

Studenci z zagranicy

Na studiach w języku angielskim Computer Science and Information Systems studiuje znaczna grupa obcokrajowców, przy czym na programie magisterskim jest to ponad 74% studentów. Warto zauważyć również, że na programie w języku polskim obecna jest grupa studentów z Ukrainy i Białorusi, którzy studiują w tym języku.

Tabela 7.2. Liczba studentów obcokrajowców na kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne w roku akademickim 2022/2023. Liczby nie obejmują studentów pochodzących z wymiany w programie Erasmus+.

	w języku polskim		w języku angielskim	
	ISI	ISI	CSIS	CSIS
Stopień studiów	inżynierskie	magisterskie	inżynierskie	magisterskie
liczba wszystkich studentów	378	63	237	27
w tym spoza UE	24	2	108	20
w tym z UE	0	0	2	0
liczba obcokrajowców	24	2	110	20
procentowo obcokrajowców	6,3%	3,2%	46,4%	74,1%

7.2. Aspekty programu studiów sprzyjające umiędzynarodowieniu kształcenia

W chwili obecnej najważniejszym czynnikiem działającym na korzyść umiędzynarodowienia kształcenia jest nauczanie na obu stopniach w języku angielskim. Literatura przedmiotów obowiązkowych i wybieralnych uwzględnia zarówno polskie pozycje, jak i najważniejsze publikacje w j. angielskim. Od początku studiów I st. studenci są przygotowywani, by swobodnie korzystać z obcojęzycznych źródeł, dokumentacji programów i pakietów w j. angielskim. W przypadku informatyki język angielski jest najbardziej naturalnym językiem ze względu na ogromną ilość materiałów dostępnych w Internecie właśnie w tym języku. Język angielski jest naturalnym językiem społeczności informatyków.

Prowadzenie studiów w języku angielskim wiąże się z udostępnieniem studentom dokumentacji wydziałowej (w tym formularze wniosków, podań, zgłoszeń) w dwóch wersjach językowych: polskiej i angielskiej, jak i również przeprowadzanie wszystkich procedur od rekrutacji po egzamin i obronę pracy dyplomowej w języku angielskim. Politechnika Warszawska jest do tego zadania przygotowana w pełni dzięki zarządzeniom Rektora, które wprowadzają dwujęzyczne wersje wszystkich dokumentów dotyczących procesu studiowania dla studentów anglojęzycznych. Obecnie na PW 11 wydziałów prowadzi studia pierwszego i drugiego stopnia w języku angielskim. Wydział MiNI oferując 3 programy w tym języku – Computer Science and Information Systems (I st.), Artificial Intelligence (II st.), Data Science (II st.), znajduje się na trzecim miejscu pod względem wielkości oferty dla obcokrajowców. Dzięki tak szerokiej

ofercie na Wydziale, ale i na całej uczelni, powstaje środowisko studentów międzynarodowych, którzy mają istotny wpływ na funkcjonowanie poszczególnych wydziałów i całej Politechniki.

Warto dodać, że w dziekanacie Wydziału MiNI wszyscy pracownicy posługują się biegle językiem angielskim lub aktualnie uczęszczają na kurs tego języka.

Rekrutacja obcokrajowców, prowadzona jest we współpracy z Centrum Współpracy Międzynarodowej PW, które jest odpowiedzialne za weryfikację formalną dokumentów.

7.3. Stopień przygotowania studentów do uczenia się w językach obcych i sposoby weryfikacji osiągania przez studentów wymaganych kompetencji językowych

Przygotowaniem studentów do uczenia się w językach obcych, a co za tym idzie sposobami weryfikacji osiągania przez studentów wymaganych kompetencji językowych zajmuje się Studium Języków Obcych Politechniki Warszawskiej. Program studiów inżynierskich przewiduje realizację trzech kursów semestralnych oferowanych przez Studium Języków Obcych PW. Ostatecznie w celu ukończenia programu studenci muszą wykazać się znajomością wybranego języka nowożytnego na poziomie B2. Warto zauważyć, że często studenci wybierają właśnie język angielski. Co więcej, wielu studentów posiada już certyfikat językowy z języka angielskiego przed rozpoczęciem studiów i wtedy kontynuują naukę do poziomu C1 lub wybierają inny język.

Od wszystkich kandydatów na studia II st. w j. angielskim wymagane są certyfikaty językowe według wymagań ustawowych. Co więcej, w trakcie trwania programu student musi uzyskać certyfikat potwierdzający znajomość języka angielskiego na poziomie C1. Wydział zapewnia możliwość bezpłatnego uczestnictwa w kursie prowadzonym przez Studium Języków Obcych przygotowującego do takiego egzaminu.

7.4. Skala i zasięg mobilności i wymiany międzynarodowej studentów i kadry

Mobilność studentów wynika głównie z udziału w programie ERASMUS+. Od 2017 roku na kierunku *Informatyka i Systemy Informacyjne* skorzystało 32 osób: 9 osób w ramach studiów II st. oraz 23 osoby w ramach studiów I st. oraz na *Computer Science and Information Systems* skorzystała 1 osoba w ramach studiów I st. Szczegółowy wykaz wyjazdów znajduje się poniżej. Zwróćmy uwagę, że ze względu na ograniczenia wynikające z pandemii koronawirusa SARS-CoV-19 większość wyjazdów w roku akademickim 2020/2021 nie mogła zostać zrealizowana.

Zestawienie jednostek do których wyjechali studenci w ramach programu Erasmus+ -- mobilność jednosemestralna lub dłuższa z podziałem na stopnie studiów:

1. Rok akademicki 2017/2018
 - a. I st, Informatyka i Systemy Informacyjne: E BARCELO03, DK LYNGBY01, E BURGOS01, D CHEMNITZ01, UK OXFORD04 - 9 osób
2. Rok akademicki 2018/2019
 - a. I st, Informatyka i Systemy Informacyjne, CZ PLZEN01, D HEIDEL01, DK LYNGBY01, E MADRID04, D CHEMNITZ01, UK OXFORD04 - 6 osób
 - b. II st, Informatyka i Systemy Informacyjne, E BARCELO03, E BARCELO01, S STOCKHO04, B ANTWERP01 - 5 osób
 - c. I st Computer Science, DK LYNGBY01 - 1 osoba
3. Rok akademicki 2019/2020
 - a. I st, Informatyka i Systemy Informacyjne, DK LYNGBY01, S STOCKHO04, D HEIDELB01, A SALZBUR08, CY NICOSIA14 - 6 osób
 - b. II st, Informatyka i Systemy Informacyjne, I TRENTO01 - 1 osoba
4. Rok akademicki 2020/2021
 - a. II st Informatyka i Systemy Informacyjne, A LINZ01, UK OXFORD04 - 2 osoby

5. Rok akademicki 2021/2022
 - a. I st, Informatyka i Systemy Informacyjne, DK LYNGBY01 - 2 osoby
 - b. II st, Informatyka i Systemy Informacyjne, B LEUVEN01 - 1 osoba

Tabela 7.3. Zestawienie liczby studentów biorących udział w różnych programach wymian z innymi ośrodkami. () Wydział MINI nie prowadzi kursów w ramach programu ATHENS.*

	ATHENS		ERASMUS+	
Rok akademicki	Wyjazdy	Przyjazdy	Wyjazdy	Przyjazdy
2017/2018	1	*	9	10
2018/2019	3	*	12	7
2019/2020	2	*	7	7
2020/2021	0	*	2	9
2021/2022	11	*	3	7
RAZEM	17	0	33	40

Oferta Wydziału jest atrakcyjna dla studentów zagranicznych. W ramach programu Erasmus+ przyjeżdża mniej więcej tyle samo osób co wyjeżdża. Wydział nie prowadzi kursów w ramach programu Athens. Uczestnictwo w konsorcjum Enhance, w którym planowane jest uruchomienie tzw. micro-credentials (certyfikatów biegłości) będzie dodatkowym czynnikiem motywującym aby takie dedykowane kursy krótkoterminowe zorganizować.

Mobilność pracowników Wydziału, w tym osób biorących udział w kształceniu na kierunku *Informatyka i Systemy Informacyjne* stoi na bardzo wysokim poziomie. Tabela 7.3 podsumowuje liczbę wyjazdów i przyjazdów studentów w programach wymiany międzynarodowej w latach 2017-2022. W ramach współpracy naukowej pracownicy Wydziału byli wielokrotnie zapraszani do uniwersytetów zagranicznych i wielokrotnie gościli na Wydziale naukowców zagranicznych. W Tabeli 7.4 widać wyraźnie negatywny wpływ pandemii na liczbę wyjazdów pracowników i przyjazdów gości zagranicznych.

Tabela 7.4. Wymiana międzynarodowa (bez konferencji) w latach 2017-2022.

Rok	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Liczba staży i wyjazdów zagranicznych	47	44	39	15 (+1 kont.)	11	14 (+1 kont.)
Liczba wizyt gości zagranicznych	28	40	32	7	4	11

W ciągu ostatnich pięciu lat długoterminowe (powyżej 3 miesięcy) wyjazdy naukowe odbyli (lub są w trakcie) m.in.:

- dr hab. inż. Marek Gągolewski (Australia),
- prof. dr hab. inż. Marek Rutkowski (Australia),
- mgr inż. Paulina Tomaszewska (Austria),
- dr hab. inż. Anna Dembińska (Bułgaria),
- dr inż. Michał Dębski (Czechy),
- dr inż. Michał Stronkowski (Czechy),

- dr hab. inż. Anna Zamojska-Dzienio –Fulbright Senior Award (USA),
- dr Marcin Świeca (USA),
- prof. dr hab. inż. Zbigniew Lonc (USA),
- prof. dr hab. inż. Jacek Wesołowski (USA),
- prof. dr hab. Dariusz Plewczyński (USA).

Pracownicy biorący czynny udział w kształceniu studentów ISI mogą także pochwalić się międzynarodowymi projektami badawczymi, tj.:

1. *VaVel – Variety, Veracity, VaLue: Handling The Multiplicity of Urban Sensors* – projekt europejski przyznany w ramach konkursu HORYZONT 2020 H2020-ICT-2015, czas realizacji 01.12.2015 – 30.11.2018, instytucja realizująca Wydział matematyki i Nauk Informacyjnych (M. Grzenda, M. Luckner) w ramach międzynarodowego konsorcjum
2. *Co-designing inclusive mobility* (NOR/IdeaLab/CoMobility/0001/2020) - projekt europejski finansowany przez Norweski Mechanizm Finansowy i Mechanizm Finansowy Europejskiego Obszaru Gospodarczego (NCBiR). Czas realizacji: 01.03.2021 - 01.03.2024, instytucja realizująca: Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych PW (M. Grzenda) w ramach międzynarodowego konsorcjum.
3. *Metody boolowskie, wartości oczekiwane, rezolwenty, wolna probabilistyka* – (2022/04/Y/ST1/00008) projekt międzynarodowy przyznany w ramach konkursu WEAVE-UNISONO, finansowany przez NCN oraz Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forshung (Austria), czas realizacji: 01.10.2022-01.10.2025 (K. Szpojankowski-kierownik).
4. *Machine Learning-based systems for the automation of systematic literature reviews in food safety domain*- projekt europejski finansowany przez Norweski Mechanizm Finansowy i Mechanizm Finansowy Europejskiego Obszaru Gospodarczego (NCBiR). Czas realizacji: 01.10.2020 - 01.10.2022, instytucja realizująca: Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych PW- lider międzynarodowego konsorcjum (R.Pytlak-kierownik, M.Ganzha-wykonawca).

Wielu pracowników Wydziału związanych z obszarami *Computer Science and Information Systems* (np. uczenia maszynowego, informatyki, statystyki) jest zaangażowanych w działalność prestiżowych, międzynarodowych instytucji naukowych (zob. Tabela 7.5) oraz w komitetach redakcyjnych czasopism punktowanych o zasięgu międzynarodowym, m.in. dr hab. inż. Agnieszka Jastrzębska pełni rolę Associate Editor w *Applied Soft Computing* (200 pkt.), prof. dr hab. inż. Jacek Mańdziuk – Associate Editor w *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems* (200 pkt.), dr hab. Inż. Maria Ganzha jest członkiem komitetu redakcyjnego czasopisma *Journal of Network and Computer Applications* (140 pkt.).

Tabela 7.5. Działalność w międzynarodowych instytucjach naukowych kadry kształcącej na kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne w latach 2017-2020.

Nazwisko	Funkcja	Organizacja
Macukow Bohdan	Członek nadzwyczajny	SEFI Societe Europeenne pour la Formation des Ingeneurs
Mańdziuk Jacek	Członek rzeczywisty	IEEE Computational Intelligence Society Games Technical Committee
Mańdziuk Jacek	Członek rzeczywisty	IEEE Computational Intelligence Society Intelligent Systems Applications Technical Committee
Mańdziuk Jacek	Członek rzeczywisty	Lifeboat Foundation Robotics/AI Advisory Board

Nazwisko	Funkcja	Organizacja
Mańdziuk Jacek	Przewodniczący/a	IEEE Emergent Technology Technical Committee Task Force on "Towards Human-like Intelligence"
Mańdziuk Jacek	Członek rzeczywisty	IEEE Computational Intelligence Society Emergent Technologies Technical Committee
Mielniczuk Jan	Przedstawiciel Polski w European Regional Committee	Bernoulli Society
Plewczyński Dariusz	Członek czynny	ISMB International Society for Molecular Biology

W roku 2022, po pewnym spadku spowodowanym pandemią, pracownicy Wydziału MiNI ponownie brali czynny udział w wielu konferencjach międzynarodowych. Wielu pracowników było członkami komitetów programowych lub organizacyjnych. Wielokrotnie organizowali oraz prowadzili tematyczne sesje specjalne. W Tabeli 7.6 ukazano pełną aktywność konferencyjną Wydziału. W Tabeli 7.7 podano listę współorganizowanych przez Wydział MiNI.

Współpraca międzynarodowa z podziałem na kraje i jednostki zebrana jest w Tabelach 7.8 (wyjazdy pracowników) oraz 7.9 (przyjazdy gości). Wyraźnie widać stałość współpracy oraz wyraźny wpływ pandemii Covid-19.

Tabela 7.6. Konferencje naukowe w liczbach.

	ROK					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Liczba konferencji międzynarodowych zorganizowanych przez Wydział	4	3	1	0	0	3
Liczba konferencji krajowych zorganizowanych przez Wydział	1	4	2	0	1	1
Liczba wyjazdów na międzynarodowe konferencje naukowe	208	300	260	83	90	136
Liczba wyjazdów pracowników na krajowe konferencje naukowe	36	78	98	10	26	10
Liczba konferencji międzynarodowych współorganizowanych przez pracowników jednostki	16	31	23	10	3	13
Liczba konferencji krajowych współorganizowanych przez pracowników jednostki	2	8	9	0	3	2
Liczba wystąpień (komunikatów, referatów i posterów) na konferencjach międzynarodowych	208	300	260	33	54	62
Liczba wystąpień (komunikatów, referatów i posterów) na konferencjach krajowych	38	24	44	5	16	5

Tabela 7.7. Konferencje międzynarodowe zorganizowane (współfinansowane) przez Wydział MiNI od roku 2018 do 2022. Pandemia Covid-19 uniemożliwiła organizację konferencji międzynarodowych w latach 2010 i 2021.

Konferencja	Miejsce i czas
IEEE Symposium on Computational Intelligence for Human-like Intelligence	Bengaluru, Indie, 2018-11-18 do 2018-11-21
Data Science Summit	Warszawa, Polska, 2018-06-08 do 2018-06-08
16 th Federated Conference on Computer Science and Information Systems	Poznań, Polska, 2018-09-09 do 2018-09-12
Berlin-Poznań-Hamburg-Warsaw Seminar on Discrete Mathematics 2019	Warszawa, Polska, 2019-05-16 do 2019-05-18
17 th Conference on Computer Science and Intelligence Systems	Sofia, Bułgaria, 2022-09-04 do 2022-09-07
Independence and Conditional Aspects of Probability	Będlewo, Polska, 2022-07-17 do 2022-07-23
Symposium Platformy Genomiki II	Warszawa, Polska, 2022-06-23 do 2022-06-23
30th IFIP TC7 Conference System Modeling and Optimization	Warszawa, Polska, 2022-07-04 do 2022-07-08

Tabela 7.8. Liczba wyjazdów naukowych pracowników do zagranicznych instytucji w latach 2018-2022

Kraj / Jednostka	2018	2019	2020	2021	2022	Razem
Australia	1					1
Deakin University	1					1
Austria	3	2	2	2	1	9
Graz University of Technology	2	1	1	1	1	5
Institute of Science and Technology	1	1	1	1		4
Belgia	5	2	2	2	1	12
Ghent University	1					1
Hasselt University	3	1	1	1		6
University of Groeningen	1	1	1	1	1	5
Bułgaria	1					1
Bulgarian Academy of Sciences	1					1
Chile	2	2				4
Universidad Andres Bello	1	1				2
Universidad de Santiago de Chile	1	1				2
Chiny	4	3				7
Beijing Normal University	1					1
School of Mathematical Sciences	1	1				2
Tsinghua University	1	1				2
Zhejiang Normal University	1	1				2
Czechy	19	11	7	4	4	45
Charles University	3	1				4
CVUT	1	1	1	1	1	5

Kraj / Jednostka	2018	2019	2020	2021	2022	Razem
Czech Academy of Sciences	4	3	3	1	1	12
Czech University of Life Sciences	5	2	1	1	1	10
Institute of Mathematics	1					1
Institute of Molecular Genetics of the CAS	1	1	1	1	1	5
Masaryk University	2	1				3
University of Ostrava	1	1	1			3
Uniwersytet Karola	1	1				2
Estonia	1	1	1	1	1	5
Tallinn University of Technology	1	1	1	1	1	5
Etiopia	1					1
University of Gondar	1					1
Francja	11	8	7	6	6	38
Centre de vision numérique (Centrale Supélec)	1					1
ENS Lyon	1	1				2
INSERM	1	1	1	1	1	5
Paul Sabatier University - Toulouse III	1	1	1	1	1	5
Universite d'Angers	1					1
Universite de Lorraine	1	1	1	1	1	5
Universite de Paris-Sud	2	1	2	1	1	7
Universite de Strasbourg	1	1	1	1	1	5
Universite Paris 13	1	1				2
Universite Sorbonne Paris-Nord	1	1	1	1	1	5
Grecja	3					3
Foundation for Research & Technology	1					1
National and Kapodistrian University of Athens	1					1
Uniwersytet w Atenach	1					1
Hiszpania	10	6	4	3	3	26
Centre for Genomic Regulation	1	1	1	1	1	5
Complutense University of Madrid	1	1	1	1	1	5
IESE Business School	1	1	1			3
Universidad de Burgos	1					1
Universidad de Sevilla	1	1				2
Universitat de Barcelona	1	1	1	1	1	5
Universitat Politecnica de Catalunya	1					1
University of Granada	1	1				2
University of Valencia	2					2
Holandia	2	2	2	2	1	9
Eindhoven University of Technology	1	1	1	1	1	5
Tilburg University	1	1	1	1		4
Indie	6	4	3			13
Aliah University	1	1	1			3

Kraj / Jednostka	2018	2019	2020	2021	2022	Razem
Institute of Inform. Techn. and Management	1	1				2
Jalpaiguri Government Engineering College	1	1	1			3
MCKV Institute of Engineering Kolkata	1	1	1			3
Nat. Inst. of Techn. Teachers' Training & Res.	2					2
Iran	1	1	1	1	1	5
Allameh Tabataba'i University	1	1	1	1	1	5
Irlandia	1					1
Dublin City Council	1					1
Izrael	3	2	1	1	2	9
Hebrew University	1	1			1	3
Tel Aviv University	2	1	1	1	1	6
Japonia	6	2	1			9
Hokkaido University	3	2	1			6
Myazaki University	1					1
University of Tokyo	2					2
Kanada	8	5	1	1	1	16
Brock University	1	1				2
Fanxchange	1	1				2
PIMS	1	1	1	1	1	5
Saint Mary's University	1					1
University of Alberta	1	1				2
University of Waterloo	1					1
York University	2	1				3
Litwa	2	1				3
Uniwersytet Wileński	2	1				2
Meksyk	7	6	2	2	2	19
Benemerita Universidad Autónoma de Puebla	1	1				2
Universidad Autonoma de la Ciudad de Mexico	1	1	1	1	1	5
Universidad de Colima	1	1				2
Universidad Nacional Autónoma de México	4	3	1	1	1	10
Niemcy	10	6	5	4	2	27
Fachbereich Mathematik Univ. Duisburg-Essen	1					1
Hochschule Stralsund	1					1
Humboldt-Universität zu Berlin	1					1
Universitaet Duisburg-Essen	2	2	1	1		6
University of Freiburg	2	1	2	1	1	7
Uniwersytet w Jenie	1	1				2
Uniwersytet w Ulm	1	1	1	1		4
Wuerzburg University	1	1	1	1	1	5
Norwegia					2	2
Norwegian Scientific Committee for Food and Environment					2	2

Kraj / Jednostka	2018	2019	2020	2021	2022	Razem
Oslo Metropolitan University					2	2
RPA	1	1	1	1		4
Stellenbosch University	1	1	1	1		2
Rumunia	1	1				2
Alexandru Ioan Cuza University of Iași	1	1				2
Singapur	3	3				6
Nanyang Technological University	3	3				6
Słowacja	2	2	1			5
Pavol Josef Safarik University	1	1	1			3
Słowacka Akademia Nauk	1	1				2
Słowenia	2	1				3
University of Ljubljana	2	1				3
Szwajcaria	3	3	2	1	1	10
École Polytechnique Fédérale de Lausanne	1	1	1	1	1	5
University of Bern	1	1	1			3
University of Zurich	1	1				2
Szwecja	1	1				2
University of Lund	1	1				2
Tajwan	1					1
NKNU	1					1
Turcja	1	1				2
Haccetepe University	1	1				2
Ukraina	1	1	1	1	1	5
Kharkiv National University of Radio Electronics	1	1	1	1	1	5
USA	20	14	7	6	7	54
American Institute of Mathematics	1					1
Amherst College	1	1				2
Amherst University	1	1	1	1	1	5
Drexel University	1	1				2
George Washington University	1					1
Harvard University	1	1	1			3
Hofstra University	1	1	1	1	1	5
Iowa State University of Science and Technology	1	1	1	1	1	5
Jackson Laboratory for Genomic Medicine	1					1
Medical College of Georgia	1	1				2
National Institute of Health	1					1
Ohio State University	1	1	1	1	1	5
Princeton University	1	1	1	1	1	5
University of California	4	3				7
University of Cincinnati	2	1	1	1	1	6
University of North Texas					1	1

Kraj / Jednostka	2018	2019	2020	2021	2022	Razem
University of Texas at San Antonio	1	1				2
Wielka Brytania	16	4	2			22
Centre for Public Impact	1	1	1			3
Dundee	8					8
Durham University	1	1				2
Liverpool University	1	1				2
Oxford Brookes University	1					1
Swansea University	1					1
The University of Manchester	1					1
Transport for London	1	1	1			3
University of Edinburgh	1					1
Włochy	3	2	1	1	1	8
Sapienza University	1	1	1	1	1	5
Universita di Genova	1					1
University of Salerno	1	1				2
ZEA	1	1	1	1	1	5
United Arab Emirates University	1	1	1	1	1	5
Razem wyjazdów	163	99	55	40	40	397

Tabela 7.9. Liczba wizyt gości z jednostek zagranicznych w latach 2018-2022.

Kraj / Jednostka	2018	2019	2020	2021	2022	Razem
Australia	1					1
Deakin University	1					1
Austria	1	1		1		3
Graz University of Technology	1	1		1		3
Belgia	1	1		2		4
Ghent University	1					1
Hasselt University		1		2		3
Chiny	1					1
Beijing Normal University	1					1
Czechy	1				1	2
Charles University	1					1
Institute of Molecular Genetics of the CAS					1	1
Francja	1		1	1	1	4
INSERM					1	1
Paul Sabatier University - Toulouse III				1		1
Universite de Paris-Sud	1					1
Universite de Strasbourg			1			1
Grecja	1					1
Foundation for Research & Technology	1					1

Kraj / Jednostka	2018	2019	2020	2021	2022	Razem
Hiszpania		3			1	4
Centre for Genomic Regulation					1	1
Universidad de Sevilla		1				1
Universitat de Barcelona		2				2
Holandia				1	1	2
Eindhoven University of Technology					1	1
Tilburg University				1		1
Iran					1	1
Allameh Tabataba'i University					1	1
Izrael		1				1
Tel Aviv University		1				1
Japonia		2	1			3
Hokkaido University		2	1			3
Kanada	3	3				6
Brock University		1				1
Fanxchange		1				1
University of Alberta	1	1				2
University of Waterloo	1					1
York University	1					1
Litwa	1					1
Vilnius University	1					1
Meksyk					2	2
Universidad Autonoma de la Ciudad de Mexico					1	1
Universidad Nacional Autónoma de México					1	1
Republika Południowej Afryki	1					1
Stellenbosch University	1					1
Słowacja		1				1
Pavol Jozef Safarik University		1				1
Słowenia		1				1
University of Ljubljana		1				1
USA	2	2			2	6
The Ohio State University					1	1
Jackson Laboratory for Genomic Medicine	1					1
National Institute of Health	1					1
University of California		1				1
University of Cincinnati					1	1
--		1				1
Szwajcaria			1			1
University of Bern			1			1
Ukraina					1	1
--					1	1

Kraj / Jednostka	2018	2019	2020	2021	2022	Razem
Wielka Brytania	2	1				3
Albertay University	1					1
Liverpool University		1				1
Swansea University	1					1
Włochy					1	1
--					1	1
Razem przyjazdów	16	16	3	5	11	51

7.5. Udział wykładowców z zagranicy w prowadzeniu zajęć na ocenianym kierunku

Wydział zapewnia studentom kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne (I st. oraz II st.) możliwość uczestnictwa w otwartych wykładach prowadzonych przez zaproszonych gości – wykładowców i naukowców z zagranicy (np. w roku 2020 w ramach cyklicznych spotkań *Kolokwium Wydziałowe* prof. Tyll Krueger – założyciel międzynarodowego zespołu MOCOS.pl) opracowujący prognozy rozwoju epidemii dla Polski i Niemiec wygłosił wykład *Predictiong the unpredictable: mathematical models and the COVID 19 pandemic*) oraz w seminariach, np.:

- Nicholas Spyrison (Melbourne University), *Multivariate data vis, Linear projections, and their application to local explanations of models*, 2021-10-11
- Farah Shamout (New York University, MI2 responsible AI talks - *An artificial intelligence system for predicting the deterioration of COVID-19 patients in the emergency department*, 2021-06-17
- Mustafa Cauvus (Eskisehir Technical University), *The deriving of a computational approach test for testing equality of several populations' means in the presence of nuisance parameter*, 2021-05-17
- Marius Lindauer (Leibniz Universität Hannover), *Towards Explainable AutoML: xAutoML*, 2021-04-26

Od roku 2022, wobec trudności w znalezieniu pracowników, Wydział rozpoczął zatrudnienie obcokrajowców na stanowiskach badawczo dydaktycznych. Asystent zatrudniony w ten sposób prowadzi zajęcia (laboratoria) w języku angielskim na kierunku Computer Science and Information Systems.

Dodatkowo, wizyty zaproszonych gości – specjalistów różnych dziedzin powiązanych z *Computer Science and Information Systems* – na Wydziale MINI bardzo często uwzględniają organizację otwartych spotkań: seminariów i konsultacji dostępnych zarówno dla pracowników, jak i dla studentów. Liczbę wizyt zaproszonych gości od 2018 roku prezentuje Tabela 7.9.

7.6. Monitorowanie i umiędzynarodowienie procesu kształcenia

Monitorowanie i ocena umiędzynarodowienia procesu kształcenia na kierunku *Informatyka i Systemy Informacyjne (Computer Science and Information Systems)* wynika bezpośrednio z procedur wewnętrznych Politechniki Warszawskiej dotyczących oceny zajęć dydaktycznych. Zarówno w przypadku studiów polskojęzycznych (Ist. i II st.), jak i angielskojęzycznych (Ist. i II st.) metody oraz zakres oceny nie różnią się. W obu przypadkach obejmuje on ankietyzację zajęć przez studentów. Wyniki są analizowane przez Władze Wydziału. Proces umiędzynarodowienia jest także przedmiotem dyskusji i oceny Komisji Programowej dla kierunku *Informatyka i Systemy Informacyjne (Computer Science and Information Systems)*. Pierwsze w nowym roku akademickim spotkanie uwzględnia szczegółowe omówienie przebiegu procesu rekrutacji (zarówno dla obywateli UE jak i kandydatów zagranicznych) oraz jej wyników. Wyniki dyskusji są wykorzystywane w procesie udoskonalenia procesu rekrutacji.

Ocena okresowa nauczycieli akademickich uwzględnia wyjazdy pracowników zarówno w ramach współpracy naukowej jak i dydaktycznej. Premiowany jest udział pracowników w konferencjach międzynarodowych.

Pełnomocnik Dziekana ds. Studenckich Programów Międzynarodowych raportuje Dziekanowi liczbę wyjazdów i przyjazdów studentów w ramach wymiany międzynarodowej. Zestawienie to jest przedstawiane Radzie Wydziału w ramach corocznego sprawozdania dziekana.

7.7. Dodatkowe informacje, które uczelnia uznaje za ważne dla oceny kryterium 7:

Wydział MiNI bardzo pozytywnie ocenia poziom umiędzynarodowienia studiów. Przede wszystkim na uwagę zasługuje duża liczba studentów międzynarodowych na obu stopniach studiów i dostosowanie całego procesu dydaktycznego i obsługi administracyjnej do studentów posługujących się jedynie językiem angielskim.

Wydział aktywnie wspiera pracowników we współpracy międzynarodowej poprzez finansowanie wyjazdów i pobytów współpracowników z zagranicy, skutkujące licznymi publikacjami. Jednocześnie zachęca się pracowników do prowadzenia zajęć w języku angielskim.

Aktywnie rozwijana współpraca międzynarodowej w ramach programu Erasmus+, skutkujące zawarciem 40 umów z jednostkami zagranicznymi i licznymi wyjazdami studentów realizowanymi w ramach dostępnego na Uczelni limitu stypendiów wyjazdowych.

Kluczowe jest też uczestnictwo Wydziału w programie tworzenia „Uniwersytetów Europejskich” wraz z wiodącymi technicznymi uczelniami Europejskimi (Technische Universität Berlin, Universität Politecnica de Valencia, Politecnico Milano, RWTH Aachen University, Norwegian University of Technology, Chalmers University of Technology) poprzez projekty Enhance i Enhanceria finansowane przez Komisję Europejską. W roku akademickim 2022/2023 dojdzie do pierwszej mobilności w ramach tego programu.

Kryterium 8. Wsparcie studentów w uczeniu się, rozwoju społecznym, naukowym lub zawodowym i wejściu na rynek pracy oraz rozwój i doskonalenie form wsparcia

8.1. Systemy wspierania różnych grup studentów, w tym studentów z niepełnosprawnością

Na Wydziale i Uczelni funkcjonują systemy wspierania różnych grup studentów odpowiadające różnym potrzebom: system pomocy materialnej, system wspierania studentów w procesie uczenia się, system wspierania studentów wybitnych i motywowania studentów do osiągania jak najlepszych wyników w nauce.

System pomocy materialnej obejmuje: stypendia socjalne, stypendia dla osób niepełnosprawnych oraz zapomogi, a także stypendia za wyniki w nauce. System ten opiera się na wewnętrznych aktach prawnych i regulaminach przyznawania tej pomocy (Zarządzenie Rektora PW nr 109/2020 z 8.10.2020 oraz Regulamin świadczeń dla studentów i doktorantów Politechniki Warszawskiej stanowiący załącznik do Zarządzenia Rektora nr 8/2022 z dnia 23.02.2022)

System wsparcia w procesie uczenia się obejmuje różne formy pomocy dydaktycznej, motywowanie studentów do osiągania jak najlepszych wyników w nauce, zachęcanie do prowadzenia własnych badań naukowych oraz pomoc w rozwiązywaniu bieżących problemów w czasie odbywania studiów. Studenci niepełnosprawni mogą korzystać dodatkowo ze wsparcia opiekuna wydziałowego, którego zadaniem jest określanie i przedstawianie dziekanowi szczególnych potrzeb studenta w zakresie organizacji i realizacji procesu dydaktycznego, w tym dostosowania warunków odbywania studiów do rodzaju niepełnosprawności. Budynek Wydziału jest w pełni dostosowany do potrzeb osób niepełnosprawnych.

Wspieranie różnorodnej aktywności studentów opiera się częściowo na systemach uczelnianych. W Politechnice Warszawskiej funkcjonuje Biuro Karier, które przekazuje informacje o praktykach, stażach i wspiera absolwentów w wyborze kariery. Na Uczelni aktywnie działa też Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferu Technologii, które wspiera m.in. powstawanie nowych firm, które tworzą studenci lub absolwenci. Na Wydziale swoją działalność prowadzą koła naukowe i artystyczne, w których studenci mogą rozwijać swoje zainteresowania i pasje.

8.2. Zakres i formy wspierania studentów w procesie uczenia się

Wsparcie studentów w procesie uczenia się polega przede wszystkim na organizowaniu regularnych konsultacji z prowadzącymi zajęcia, umieszczaniu materiałów dydaktycznych na stronach internetowych oraz udostępnianiu sal i laboratoriów do samodzielnej nauki, zwłaszcza w czasie sesji. Studenci są zachęcani do regularnej pracy podczas całego semestru, co znacznie ułatwia osiąganie przez nich efektów uczenia się. Regulaminy większości przedmiotów, przede wszystkim na studiach pierwszego stopnia, są skonstruowane w taki sposób, aby ocena końcowa z przedmiotu uwzględniała nie tylko egzamin, ale także pracę studenta podczas semestru.

Za szczególnie istotne Wydział uznaje wspieranie studentów w pierwszym roku nauki. Podczas pierwszego roku studiów studenci korzystają z pomocy Opiekuna I roku – wyznaczonego pracownika naukowo-dydaktycznego lub dydaktycznego. Do zadań Opiekuna należy między innymi monitorowanie procesu dydaktycznego oraz organizowanie regularnych spotkań ze starostami grup dotyczących studiowania na pierwszym roku. Studenci mają możliwość zgłaszania skarg i bieżących problemów do Opiekuna, który następnie kontaktuje się bezpośrednio z prowadzącymi zajęcia lub z władzami dziekańskimi. Studenci rozpoczynający naukę na Wydziale MiNI zapraszani są na organizowany przez Wydziałową Radę Samorządu Studentów (WRS) Obóz Zerowy nazywany Miniówką, którego celem jest integracja studentów jeszcze przed rozpoczęciem zajęć.

Ważnym elementem systemu wsparcia w procesie uczenia się są dobre relacje łączące kadrę akademicką ze studentami. Wydział umożliwia studentom udział w kształtowaniu oferty dydaktycznej poprzez udział w posiedzeniach Komisji Programowej.

Wsparcie studentów w procesie uczenia się obejmuje także pomoc materialną dla studentów, na którą składają się stypendia socjalne, stypendia za wyniki w nauce i zapomogi, przyznawane zgodnie z Regulamin świadczeń dla studentów i doktorantów Politechniki Warszawskiej (Zarządzenia Rektora nr 109/2020 oraz 8/2022) oraz miejsca w domach studenckich Politechniki Warszawskiej które przyznawane są zgodnie z Regulaminem kwaterowania (Zarządzenie nr 23/2016).

Student naszego wydziału, kierunku Computer Science and Information Systems (w języku angielskim), otrzymał stypendium Google dla niepełnosprawnych studentów informatyki Google Europe Students with Disabilities Scholarship jako pierwsza osoba w Polsce w historii tego programu. (<https://buildyourfuture.withgoogle.com/scholarships/google-students-with-disabilities-scholarship>)

8.3. Formy wspierania mobilności studentów, prowadzenia działalności naukowej i wspierania we wchodzeniu na rynek pracy

Wspieranie międzynarodowej mobilności studentów polega przede wszystkim na umożliwieniu odbywania części studiów (1 lub 2 semestry) za granicą w ramach programu Erasmus+. Po powrocie studenci uzupełniają różnice programowe. W ramach programu Erasmus+ dla studentów kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne oferowane są miejsca na 40 uczelniach wymienionych szczegółowo w opisie kryterium 7.

Wspieranie prowadzenia badań przez studentów obejmuje angażowanie studentów w prace naukowo-badawcze prowadzone przez pracowników wydziału, organizację konferencji i warsztatów dla studentów oraz wsparcie udziału studentów w konferencjach naukowych.

Angażowanie studentów kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne w prace naukowo-badawcze stanowi dla nich motywację do osiągania jak najlepszych wyników w nauce oraz owocuje wspólnymi publikacjami studentów i pracowników Wydziału w czasopiśmie i materiałach konferencyjnych o międzynarodowym zasięgu. W okresie objętym aktualną oceną było to aż 41 publikacji (**w tym również za 200 i 140 punktów MEiN**) zebranych w Załączniku 3.0. Jedną z prac, której współautorem był student kierunku ISI ukazała się na prestiżowej konferencji PLDI 2021.

Studenci biorą też czynny udział w projektach realizowanych przez Ośrodek Badań dla Biznesu Wydziału MiNi PW. W szczególności w ostatnich latach jedna osoba pracowała w projekcie *Inwentaryzacja stanu technicznego Nieruchomości KUBaturowych oparta o wykorzystanie BSL i SI* finansowanym przez NCBiR (2022-2023).

Wydział wspiera uczestnictwo studentów w konferencjach naukowych. Wybitni studenci uzyskują wsparcie finansowe na wyjazdy na konferencje i warsztaty. W ciągu ostatnich lat studenci wygłosili m.in. następujące referaty:

- Kaczmarek K., **Wolant A.**, "Flavors: Library of AI Powered Trie Structures for Fast Parallel Lookup. GTC 2018 - GPU Technology Conference", San Jose, Stany Zjednoczone, od 2018-03-18 do 2018-03-22.
- Wróblewska A., **Czechliński B.**, Sysko-Romańczuk S., Seweryn K., *How Much Do Synthetic Datasets Matter in Handwritten Text Recognition? Neural* Neural Information Processing: 28th International Conference, ICONIP 2021, Sanur, Bali, Indonesia, December 8–12, 2021
- **Lamecki A.**, Kaczmarek K., Porter-Sobieraj J., Hierarchical data structures in rendering scenes containing a massive number of light sources, 17th Conference on Computer Science and Intelligence Systems, Sofia, Bulgaria, September 4-7, 2022 (on-line)
- **Hołda P.**, **Rachwał K.**, Sawicki J., Ganzha G., Paprzycki M.: Agents Assembly: Domain Specific Language for Agent Simulations. 20th International Conference on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems, L'Aquila, Italy, July 13-15, 2022.
- **Du H.**, Józwiak R., Representation of observations in reinforcement learning for playing arcade fighting game. 10th Machine Intelligence and Digital Interaction (MIDI Conference) - 12–15 December, 2022 (online)

Ponadto studenci Przemysław Hołda i Kajetan Rachwał uzyskali II miejsce w sesji demonstracyjnej IBM Demonstration Award na 20. Międzynarodowej Konferencji 21st Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems, L'Aquila, Włochy, 13-15 Lipca, 2022.

Poster na konferencji:

- **Moskal A.**, Jasionowska-Skop M., Ostrek G., Przelaskowski A., Artifact Detection on X-ray of Lung with COVID-19 Symptoms, e-Poster session on 9th International Conference Information Technology in Biomedicine, June 20-22, 2022

Nagrody w konkursach prac dyplomowych:

1. Zwycięstwo w ogólnopolskim konkursie 4 Science 2022 pod patronatem IEEE i GovTech Polska, praca dyplomowa pt. *"Procedural generation of an infinitely large 3D voxel world"* wygrała w rywalizacji z 31 najlepszymi pracami z największych 25 uczelni technicznych w Polsce. Członkowie jury, składające się z przedstawicieli firm (Billon, Intel) doceniło Panów: inż. Dawida Maksymowskiego, inż. Artura Michalskiego, inż. Mateusza Tabora jako autorów oraz Pana dr inż.

- Pawła Kotowskiego jako promotora za najwyższy poziom i wyjątkowe wyniki niniejszej pracy dyplomowej.
2. Zajęcie I miejsca w konkursie prac dyplomowych pod patronatem IEEE 2021, praca dyplomowa pt. *„Aplikacja umożliwiająca edycję oraz symulację obwodów kwantowych”* autorstwa Górzyński Kamil, Janaszekiewicz Jakub, Adam Kowalczyk, promotor: dr inż. Rafałko Janusz
 3. Konkurs Młodych Mistrzów organizowany przy Ogólnopolskim Forum Teleinformatyki. W roku 2021 Nagroda Specjalna Narodowego Banku Polskiego (Kategoria: Najlepsza praca z zakresu aspektów ekonomicznych informatyzacji), Robert Pniewski, Katsiaryna Stankievich, praca dyplomowa pt. *„Modelowanie i optymalizacja multimodalnego ruchu miejskiego przy wykorzystaniu platformy agentowej”*, promotor: dr hab. Maria Ganzha, prof. uczelni
 4. Konkurs Młodych Mistrzów organizowany przy Ogólnopolskim Forum Teleinformatyki. W roku 2021 Wyróżnienie Rady Programowej Forum Teleinformatyki, Łukasz Pałys, praca dyplomowa pt. *„Przewidywanie opóźnień komunikacji miejskiej w Warszawie”*, promotor: dr hab. Maria Ganzha, prof. uczelni
 5. Konkurs Tematyczny Prac I Stopnia Graphics 4 Science 2022: Zwycięska praca (I miejsce): *„Procedural generation of an infinitely large 3D voxel world”*, inż. Dawid Maksymowski, inż. Artur Michalski, inż. Mateusz Tabor, promotor: dr inż. Paweł Kotowski
 6. Konkurs Prac Dyplomowych I-go stopnia Engineer 4 Science 2022 (E4S 2022): Politechnika Warszawska, I miejsce: *„Procedural generation of an infinitely large 3D voxel world”*, inż. Dawid Maksymowski, inż. Artur Michalski, inż. Mateusz Tabor, promotor: dr inż. Paweł Kotowski
 7. Konkurs Prac Dyplomowych I-go stopnia Engineer 4 Science 2022 (E4S 2022): Politechnika Warszawska, wyróżnienie II stopnia: *„Simulating erosion in 3D terrain modeling”*, inż. Mateusz Zalewski, inż. Paweł Pohl, promotor: dr inż. Joanna Porter-Sobieraj
 8. Konkurs Młodych Mistrzów organizowany przy Ogólnopolskim Forum Teleinformatyki. W roku 2021 dwukrotnie nagrodzone (Kategoria: Najlepsza praca z zakresu informatyzacji ochrony zdrowia oraz Kategoria: Najlepsza praca z zakresu internetu rzeczy i sztucznej inteligencji) Moskal Alicja, Krzemińska Maja, praca dyplomowa pt. *„Narzędzie do komputerowego wspomagania rozpoznawania COVID-19 w obrazowaniu klatki piersiowej”*, promotor: dr inż. Magdalena Jasionowska-Skop
 9. Konkurs Młodych Mistrzów organizowany przy Ogólnopolskim Forum Teleinformatyki. W roku 2022 podwójnie nagrodzona Nagrodą specjalną w kategorii „Najlepsza praca z zakresu informatyzacji administracji publicznej” oraz Nagrodą specjalną w kategorii „Poza horyzont...”, Przemysław Hołda, Kajetan Rachwał „System symulacji społecznych oparty na środowisku wieloagentowym”, promotor: dr hab. Maria Ganzha, prof. uczelni
 10. Konkurs Młodych Mistrzów organizowany przy Ogólnopolskim Forum Teleinformatyki. W roku 2020, nagroda specjalna w kategorii „Najlepsza praca z dziedziny informatyzacji ochrony zdrowia ” - Centrum e-Zdrowie Piotr Piwowarski, praca dyplomowa pt. *„Komputerowe wspomaganie oceny resekcyjności guzów trzustki na obrazach tomografii komputerowej z kontrastem”*, promotor: dr inż. Magdalena Jasionowska-Skop.
 11. Konkurs Młodych Mistrzów organizowany przy Ogólnopolskim Forum Teleinformatyki. W roku 2020, Kategoria „Najlepsza praca z zakresu informatyzacji administracji publicznej”, Nagroda Specjalna – Ministerstwo Cyfryzacji (kategoria „Najlepsza praca z zakresu informatyzacji administracji publicznej”), Artur Haczek, Krzysztof Kamiński, praca dyplomowa „System przechowywania i udostępniania aktów notarialnych w oparciu o technologię Blockchain”, promotor: dr inż. Krzysztof Kaczmarski
 12. Konkurs Młodych Mistrzów organizowany przy Ogólnopolskim Forum Teleinformatyki. W roku 2019, Nagrodę Specjalną Prezesa Polskiego Towarzystwa Informatycznego (Kategoria

„Poza horyzont...”), Andżelika Domańska, Beata Kakareko, praca dyplomowa “Planetarium VR”, promotor: dr inż. Krzysztof Kaczmarek

Studenci mają możliwość rozwijania swoich pasji i zainteresowań poprzez działalność w kołach naukowych. Obecnie na Wydziale swoją działalność prowadzi sześć kół naukowych, z których trzy prowadzą działalność ściśle związaną z informatyką, są to:

- Koło Naukowe Informatyków (<https://www.facebook.com/knimini>), które zajmuje się szeroko pojętym IT, od programowania poprzez data science aż po zarządzanie. Aktualnie członkowie KNI realizują projekt Knotes wykorzystujący Node.js. Koło przy wsparciu Samorządu Studentów Politechniki Warszawskiej oraz Rady Kół Naukowych zorganizowało hackathon Coronathon, a obecnie własną tego typu imprezę – hackathon PiKNik, w którym wzięło udział 80 studentów.
- Koło Naukowe Wirtualnej Rzeczywistości (<https://knwr.mini.pw.edu.pl>) działa na polu modelowania geometrycznego, wirtualnej rzeczywistości, grafiki komputerowej i algorytmiki w grach komputerowych. W roku 2021 uzyskało grant rektorski dla kół naukowych "InnoHaptix - Biblioteka interakcji w Wirtualnej Rzeczywistości", a w roku 2022 roku grant rektorski "Rozwój InnoHaptix - biblioteki interakcji w wirtualnej rzeczywistości"
- Koło Naukowe Data Science (<https://www.facebook.com/kolonaukowedatascience>), które zrzesza osoby zainteresowane szeroko pojętą analizą danych. Uczestnictwo w działalności Koła umożliwia nabywanie konkretnych umiejętności przydatnych podczas pracy z danymi, poznawanie nowych narzędzi wykorzystywanych w branży, zdobywanie doświadczenia oraz doskonalenie umiejętności miękkich. Działalność Koła obejmuje m.in. organizację cyklu wydarzeń „Data Science Realm” (przy współpracy z firmami: Accenture, PKO Bank Polski, Pandata, QED Software, MI² DataLab, Devoteam), organizację wewnętrznego cyklu szkoleń, organizację hackathonu "StudentsDataHack 2021" przy współpracy z kołem naukowym SGH SKNI oraz organizację warsztatów z Pythona i R dla Data Science - PowerR przy współpracy z Lingaro, MI² DataLab, R-Ladies Warsaw.

Na Wydziale swoją działalność prowadzi także Koło Naukowe Zarządzania Projektami PMArt, które wspiera studentów w zakresie przedsiębiorczości. Ponadto działalność prowadzą Koło Naukowe Matematyków, Koło Naukowe Modelowania Matematycznego oraz Koło Naukowe Algebraiczno-Kombinatoryczne Koala. Studenci mogą rozwijać swoje pasje artystyczne w Kole Artystycznym „TeMat”, które przygotowuje między innymi słynne na Politechnice Warszawskiej przedstawienia na Wigilię Wydziałową.

Przygotowanie studentów do wejścia na rynek pracy, w kontekście działań podejmowanych przez Wydział, obejmuje między innymi: organizację panelu pracodawców, zawieranie umów i porozumień z instytucjami finansowymi, badawczymi i organami administracji publicznej, które oferują organizację praktyk i staży odpowiadających profilowi kształcenia. Na Wydziale odbywają się także (obecnie zdalnie) liczne spotkania z pracodawcami, zarówno w ramach zawartych porozumień, jak i z inicjatywy Wydziałowej Rady Samorządu Studentów oraz Kół Naukowych, a celem tych spotkań jest między innymi ukazanie specyfiki pracy w danej instytucji. Organizowane są także spotkania warsztatowo-informacyjne z firmami oferującymi praktyki i staże dla studentów (np. z PricewaterhouseCoopers, z Google, z Rządowym Zespołem Reagowania na Incydenty Komputerowe Agencji Bezpieczeństwa Wewnętrznego, itp.), a także różnego rodzaju spotkania z pracodawcami (Targi Pracy IT PW, Warszawskie Dni Informatyki).

Ważnym elementem przygotowania studentów do wejścia na rynek pracy są praktyki studenckie. Program studiów pierwszego stopnia przewiduje praktyki w wymiarze minimum 120 godzin (4 tygodnie pracy w pełnym wymiarze godzinowym), które muszą zostać rozliczone do końca 6. semestru studiów.

Studenci mają możliwość wyboru interesującej ich formy praktyk spośród ofert publikowanych na stronie internetowej Biura Karier PW (<https://www.bk.pw.edu.pl/>), rozsyłanych przez Pełnomocnika Dziekana ds. Praktyk Studenckich na studenckie listy mailingowe lub wywieszanych na tablicach ogłoszeń na Wydziale. Szczegółowe informacje dotyczące praktyk studenci uzyskują podczas spotkania

organizowanego raz w roku przez Pełnomocnika. Studenci kierunku Informatyka i systemy informacyjne odbywają praktyki przede wszystkim w firmach z branży IT oraz firmach i instytucjach zawierających działy badawczo-rozwojowe związane z informatyką. Są to m.in.: KMD Poland Sp. z o.o., Accenture Sp. z o.o., Samsung Electronics Polska Sp. z o.o., Suntech S.A., Deloitte Advisory Sp. z o.o. Sp. k., Leancode Sp. z o.o., IN Team Sp. z o.o., ATINEA Sp. z o.o., Intel Technology Poland Sp. z o.o., Ascron Sp. z o.o. Sp. k., EG Poland Sp. z o.o., Goldman Sachs Poland Services Sp. z o.o., PwC IT Services Sp. z o.o.

Na Wydziale MiNI organizowane są także spotkania warsztatowo-informacyjne z firmami oferującymi praktyki i staże dla studentów, a także różnego rodzaju spotkania z pracodawcami (Targi Pracy IT PW, Warszawskie Dni Informatyki). Więcej informacji na ten temat zawiera opis współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym w Kryterium 6.

8.4. System motywowania studentów do osiągania lepszych wyników w nauce oraz działalności naukowej

Elementem motywowania studentów do osiągania jak najlepszych wyników w nauce jest system stypendiów. Stypendia Rektora Politechniki Warszawskiej za wyniki w nauce oraz za osiągnięcia naukowe przyznawane są zgodnie z *Regulaminem świadczeń dla studentów Politechniki Warszawskiej (Zarządzenie Rektora nr 17/2022 z dnia 01.03.2022)* oraz zgodnie z *Kryteriami tworzenia list rankingowych na Wydziale MiNI* dostępnymi na stronie <https://ww2.mini.pw.edu.pl/studia/dziekanat/sprawy-socjalne/>. Poza stypendiami Rektora studenci mogą ubiegać się o stypendia fundowane corocznie przez inne instytucje lub osoby prywatne, jak np. Stypendium im. Mieczysława Króla, które przyznawane jest studentom Politechniki Warszawskiej osiągającym bardzo dobre wyniki w nauce i znajdującym się w trudnej sytuacji materialnej.

Wydział organizuje lub współorganizuje szkoły oraz konferencje dla studentów. Od roku 2018 (z przerwą w roku 2020 z powodu pandemii) odbywa się Konferencja Zastosowań Matematyki "DwuMIan" (<https://dwumian.mini.pw.edu.pl/>) organizowana wspólnie z Wydziałem Matematyki Informatyki i Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego. W ostatniej edycji, w roku 2022 uczestniczyło 120 osób, rok wcześniej, w edycji online, 250. Prelekcje konferencyjne odbyły się w dwóch równolegle prowadzonych ścieżkach tematycznych: *statystyka i inżynieria danych* oraz *zastosowania matematyki w naukach technicznych i przyrodniczych*. Prezentowane referaty poruszały tematy takie jak modele parametryczne i nieparametryczne, analiza wielowymiarowa, szeregi czasowe, a także przedstawiały przykłady ciekawych zastosowań metod analizy danych. Ponadto, w ramach Konferencji zorganizowano wykłady zaproszonych gości i sesje partnerskie.

Studenci studiów magisterskich, działający aktywnie na polu naukowym, mogą z poparciem swoich opiekunów naukowych starać się o specjalne stypendium studenta-stażysty, w ramach którego otrzymują wynagrodzenie za pracę dydaktyczną (30h na semestr) i naukową (50h na semestr). Dzięki temu studenci, którzy rozważają łączenie pracy i studiowania są mobilizowani do angażowania się we własny rozwój w połączeniu z pracą naukową.

8.5. Sposoby informowania studentów o systemie wsparcia

Informacje dziekanatu umieszczone są na wydziałowej stronie internetowej <https://ww2.mini.pw.edu.pl/studia/dziekanat/>, są to między innymi godziny dyżurów prodziekanów, pełnomocników dziekana, godziny otwarcia dziekanatu. Strona ta zawiera także dokumenty i formularze wykorzystywane w obsłudze procesu dydaktycznego. Na stronie <https://ww2.mini.pw.edu.pl/studia/dziekanat/sprawy-socjalne/> umieszczone są natomiast informacje, dokumenty i formularze dotyczące spraw socjalnych, w tym pomocy materialnej i kwaterunku w domach studenckich. Studenci informowani są o rodzajach dostępnych stypendiów, terminach składania wniosków i wymaganych dokumentach poprzez wiadomości wysyłane na studenckie listy mailingowe.

Wszelkie informacje, formularze oraz regulaminy dotyczące stypendiów są dostępne na wyżej podanej w stronie internetowej.

Studenci mają możliwość wyboru praktyk spośród ofert publikowanych na stronie internetowej Biura Karier PW <https://www.bk.pw.edu.pl>, rozsyłanych przez Pełnomocnika Dziekana ds. Praktyk Studenckich na studenckie listy mailingowe lub wywieszanych na tablicach ogłoszeń na Wydziale. Szczegółowe informacje dotyczące praktyk studenci uzyskują podczas spotkania organizowanego raz w roku przez Pełnomocnika. Regulacje dotyczące organizacji praktyk, a także wszelkie istotne informacje dotyczące zaliczenia praktyk studenckich znajdują się także na stronie <https://ww2.mini.pw.edu.pl/praktyki>.

Studenci są na bieżąco informowani o stypendiach, konkursach, konferencjach studenckich oraz spotkaniach z pracodawcami, poprzez listy mailingowe i stronę internetową Wydziału.

8.6. Rozstrzyganie skarg i rozpatrywanie wniosków zgłoszonych przez studentów

Skargi i wnioski studentów dotyczące procesu kształcenia wpływają bezpośrednio do prodziekana ds. nauczania, natomiast skargi i wnioski dotyczące spraw socjalnych i bytowych – do prodziekana ds. studenckich. Rozstrzygane są one w porozumieniu z Wydziałową Radą Samorządu Studentów, która reprezentuje interesy studentów na Wydziale.

Stały kontakt władz dziekańskich z przedstawicielami Samorządu umożliwia szybkie reagowanie na problemy i potrzeby studentów. Wnioski studentów omawiane są w trakcie cotygodniowych spotkań władz dziekańskich z przewodniczącym Wydziałowej Rady Samorządu Studentów (WRS). Studenci pierwszego roku mogą także zgłaszać ewentualne skargi i wnioski do Opiekuna I roku, który zbiera informacje na temat warunków studiowania na pierwszym roku poprzez ankiety, spotkania ze starostami oraz formularz internetowy, który pozwala zachować anonimowość osobie wysyłającej wiadomość. Wszelkie skargi i wnioski są przekazywane przez Opiekuna władzom dziekańskim bądź prowadzącym zajęcia.

8.7. Zakres, poziom i skuteczność systemu obsługi administracyjnej studentów, w tym kwalifikacje kadry wspierającej proces kształcenia

Obsługa administracyjna studentów prowadzona jest przez Dziekanat Studencki, który zajmuje się obsługą procesu dydaktycznego oraz sprawami socjalnymi studentów. Wydział zatrudnia pięciu pracowników obsługi administracyjnej studentów. Wszyscy pracownicy mają wykształcenie wyższe i sprawnie lub biegle posługują się językiem angielskim. Dodatkowo, jeden z pracowników dziekanatu biegle posługuje się językiem migowym. Pracownicy dziekanatu regularnie uczestniczą w kursach i szkoleniach.

Sprawy studentów załatwiane są w miarę możliwości na bieżąco, wiele z nich nie wymaga obecności studenta, a tylko kontaktu mailowego. Praca dziekanatu jest zorganizowana w taki sposób, aby minimalizować ewentualne kolejki. Z tego względu studenci przyjmowani są nie tylko w wyznaczonych godzinach przyjęć, ale również po umówieniu się, w dogodnym dla nich czasie. Pracownicy wykazują bardzo dużą otwartość i zrozumienie, co jest doceniane przez studentów.

Informacje dziekanatu umieszczone są na wydziałowej stronie internetowej <https://ww2.mini.pw.edu.pl/studia/diekanat/>, są to między innymi godziny dyżurów prodziekanów, pełnomocników dziekana, godziny otwarcia dziekanatu. Strona ta zawiera także dokumenty i formularze wykorzystywane w obsłudze procesu dydaktycznego. Na stronie <https://ww2.mini.pw.edu.pl/studia/diekanat/sprawy-socjalne/> umieszczane są informacje, dokumenty i formularze dotyczące spraw socjalnych, w tym pomocy materialnej i kwaterunku w domach studenckich. Skuteczność obsługi administracyjnej studentów jest na bieżąco monitorowana przez Kierownika Działu Administracji Wydziału.

8.8. Działania dotyczące bezpieczeństwa studentów oraz przeciwdziałanie dyskryminacji i przemocy

Wszyscy studenci rozpoczynający studia przechodzą obowiązkowe szkolenie BHP. Uczelnia zapewnia studentom łatwy dostęp do lekarzy pierwszego kontaktu oraz do specjalistów w placówkach medycznych współpracujących z PW. Zgodnie z Zarządzeniem Rektora nr 172/2020 z dnia 21.12.2022, co roku w terminie nie dłuższym niż 3 miesiące od początku semestru, odbywają się ćwiczenia ewakuacji budynku.

Wszelkie przypadki dyskryminacji, przemocy lub innych zagrożeń studenci mogą zgłaszać do prodziekana ds. studenckich lub do dziekana Wydziału, którzy w razie potrzeby podejmują działania adekwatne do zagrożenia. Przypadki takie mogą być zgłaszane także do studenckiego rzecznika zaufania. Na uczelni funkcjonuje również Komisja Dyscyplinarna ds. studentów i doktorantów, w której skład wchodzi przedstawiciele Wydziału. Przeciwdziałaniem dyskryminacji osób niepełnosprawnych zajmuje się działająca na uczelni Sekcja ds. osób niepełnosprawnych.

Uczelnianą politykę przeciwdziałania mobbingowi i dyskryminacji określa *Zarządzenie Rektora nr 27/2022 z dnia 05.04.2022*.

8.9. Współpraca z samorządem studentów i organizacjami studenckimi

Osobą odpowiedzialną za kontakty z Wydziałową Radą Samorządu (WRS) i organizacjami studenckimi jest prodziekan ds. studenckich, który jest w stałym kontakcie z przedstawicielami WRS. Co roku w styczniu, po wyborze nowego składu WRS, odbywają się spotkania dziekana i prodziekanów z członkami WRS, na którym określone są plany działania na nowy rok. Na początku każdego roku akademickiego ustalane są wspólnie z przedstawicielami WRS *Kryteria tworzenia list rankingowych* do stypendium Rektora dla studentów. Co roku odbywają się spotkania dziekana oraz prodziekana ds. nauczania ze starostami grup studenckich.

Podstawą współpracy władz dziekańskich z samorządem studentów jest regularny kontakt z przedstawicielami WRS. Na cotygodniowych spotkaniach podczas kolegiów dziekańskich, w których uczestniczy przewodniczący WRS, omawiane są bieżące sprawy studenckie. Przedstawiciele WRS uczestniczą w posiedzeniach komisji programowych, na których mają możliwość zgłaszania postulatów studenckich dotyczących oferty dydaktycznej. W skład Rady Wydziału wchodzi przedstawiciele studentów.

Ważnym aspektem współpracy z samorządem studentów i kołami naukowymi, a także odzwierciedleniem dobrych relacji, jest wspólna organizacja dużych wydarzeń na Wydziale takich jak *Drzwi Otwarte*, inauguracja roku akademickiego czy Wigilia Wydziałowa z przedstawieniem teatralnym, w którym biorą udział zarówno pracownicy jak i studenci Wydziału.

8.10. Monitorowanie, ocena i doskonalenie systemu wsparcia

Wsparcie studentów w procesie uczenia się podlega systematycznym przeglądom, w których uczestniczą studenci, a wyniki tych przeglądów są wykorzystywane w działaniach doskonalących.

Ocena okresowa nauczycieli akademickich uwzględnia zaangażowanie w proces dydaktyczny w stopniu przekraczającym formalne wymagania. Premiowane jest między innymi organizowanie dodatkowych konsultacji i umieszczanie materiałów na stronach internetowych.

Na Wydziale przeprowadzane są obowiązkowo w każdym semestrze ankiety studenckie, w których studenci oceniają swoich prowadzących i mają możliwość przekazania swoich komentarzy w sposób anonimowy. Ankietyzacji podlegają wszystkie zajęcia prowadzone na Wydziale z wyłączeniem seminariów dyplomowych. Studenci oceniają: przekazywanie informacji organizacyjnych, jasność kryteriów oceniania, dostępność i użyteczność materiałów dydaktycznych, punktualność rozpoczęcia i zakończenia zajęć, merytoryczne przygotowanie prowadzącego do zajęć, możliwość konsultowania się z prowadzącym zajęcia, umiejętność przekazywania wiedzy, oraz stosunek prowadzącego zajęcia do studentów. Wyniki ankiet są omawiane z przedstawicielami Wydziałowej Rady Samorządu. Dziekan przeprowadza

bezpośrednie rozmowy z osobami, które uzyskują niskie wyniki ankiet. Osoby, które otrzymują najlepsze wyniki wymieniane są na posiedzeniach Rady Wydziału. Wyniki ankiet studenckich odgrywają istotną rolę w ocenie działalności dydaktycznej pracowników, stanowią także cenną informację zwrotną dla osób prowadzących zajęcia oraz wpływają na decyzje o obsadzie zajęć dydaktycznych.

8.11. Dodatkowe informacje, które uczelnia uznaje za ważne dla oceny kryterium 8:

Wydział MiNI wspiera rozwój naukowy studentów na unikalnym poziomie dzięki zaangażowanej, działającej aktywnie naukowo kadrze oraz **dobrym praktykom**, które sprawdzają się w ocenie długoterminowej działalności: współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym, licznym stypendiom i nagrodom oraz włączaniu studentów, szczególnie studiów drugiego stopnia, do pracy naukowej. Zaowocowały one licznymi nagrodami za prace dyplomowe oraz publikacjami naukowymi, które wymienione są w opisie tego kryterium jak i również w Załączniku 3.1, w tym publikacji za 200 i 140 punktów. Do konkursu na stanowisko studenta-stażysty, który rozstrzygany będzie w styczniu 2023 zgłosiło się aż 9 studentów. Wszyscy oni są zainteresowani kontynuacją edukacji na poziomie studiów doktoranckich.

Wydział wspiera udział studentów w konferencjach naukowych. Studenci zachęceni są do wygłaszania referatów związanych z ich publikacjami, co pozwala im nabywać doświadczenia, rozwijać zdolności prezentacyjne i nawiązywać kontakty z naukowcami z innych jednostek.

Równie ważne dla wspierania rozwoju naukowego i zawodowego studentów są ogólnopolskie konferencje i wydarzenia współorganizowane przez Wydział MiNI i cyklicznie odbywające się w gmachu Wydziału, w których mogą bez opłat uczestniczyć wszyscy studenci, a które wymienione są szczegółowo w opisie Kryterium 6. Są to:

1. **Data Science Summit** – dużej skali konferencja popularyzująca najnowsze rozwiązania w obszarze Data Science połączona ze stoiskami Partnerów (Data Science Expo), elementami rekrutacyjnymi oraz inicjatywami towarzyszącymi.
2. **Warszawskie Dni Informatyki** - to największa (popularyzacyjna) konferencja IT w Europie Środkowo-Wschodniej złożona z prezentacji, paneli dyskusyjnych, konsultacji z ekspertami i praktycznych warsztatów oraz Giełdy Pracy IT.
3. **Targi Pracy IT PW** - to projekt organizowany co semestr już od ponad 12 lat, będący największym wydarzeniem o charakterze rekrutacyjnym skierowanym do studentów związanych z kierunkami z obszarów informatyki, analizy danych, matematyki czy metod ilościowych.
4. **Data Science Warsaw Meetup** to największa społeczność data science w Polsce, z siedzibą w Warszawie. Od 2014 roku organizuje regularne spotkania służące wymianie myśli i wiedzy na temat data science, inżynierii danych i tzw. sztucznej inteligencji.
5. **YalvaConf** – konferencja popularyzacyjna dotycząca technologii powiązanych z Java (organizowana od 2021 roku). Wydarzeniu towarzyszy część rekrutacyjna (Java Expo) oraz szereg inicjatyw towarzyszących.
6. **MS Tech Summit** to konferencja popularyzacyjna organizowana od 2021 roku, dotycząca technologii powiązanych z technologiami Microsoft. Wydarzeniu towarzyszy część rekrutacyjna (MS Expo) oraz szereg inicjatyw towarzyszących.
7. **The Hack Summit** – organizowana od 2018 roku wysokiej jakości, dużej skali, konferencja popularyzacyjna dotycząca obszaru cyberbezpieczeństwa. Wydarzeniu towarzyszy część rekrutacyjna (ITSec Expo) oraz szereg inicjatyw towarzyszących.

Kryterium 9. Publiczny dostęp do informacji o programie studiów, warunkach jego realizacji i osiągniętych rezultatach

Zasadniczym źródłem informacji publicznej jest w Politechnice Warszawskiej portal Biuletyn Informacji Publicznej dostępny pod adresem <http://bip.pw.edu.pl>. Dostępne są tam wszystkie programy studiów, informacje o strukturze uczelni, władzach, wewnętrznych aktach prawnych, sprawozdaniach, sprawach studenckich, szkołach doktorskich i wiele innych.

9.1. Informacje dla kandydatów na studia

Uczelnia posiada rozbudowany portal informacyjny dla kandydatów na studia pod adresem <http://pw.edu.pl/Przyszli-studenci>. Zawiera on pełną informację rekrutacyjną dotyczącą wszystkich kierunków studiów stacjonarnych i niestacjonarnych w zakresie warunków przyjęć na studia, terminarza i oferty. Szczegółowe informacje Wydziału umieszczone są na portalu wydziałowym pod adresem <https://ww2.mini.pw.edu.pl/studia/inzynierskie-i-licencjackie/rekrutacja> dla studiów I stopnia i <https://ww2.mini.pw.edu.pl/studia/magisterskie/kandydaci> dla studiów II stopnia. Podane są kontakty, procedury i miejsce składania dokumentów.

Informacje o studiach w języku angielskim dla kandydatów zagranicznych znajdują się pod adresem <https://ww4.mini.pw.edu.pl>.

9.2. Dostęp do informacji dla studentów

Wszelkie informacje dotyczące procesu nauczania opublikowane są na portalu wydziałowym <http://www.mini.pw.edu.pl> w zakładce **Studia**. Jest ona podzielona na następujące działy:

- **Dziekanat** – kontakty, dyżury, informacje dziekanatu, dokumenty i formularze, sprawy socjalne, dla dyplomantów i promotorów, Usosweb, APD
- **Plany zajęć i procedury** – harmonogram roku, plan zajęć, plan sesji, formularze zgłoszeń przedmiotów, bhp i ochrona przeciwpożarowa, rezerwacja sal
- **Studia Inżynierskie i licencjackie** – Rekrutacja I stopień, Matematyka i Analiza Danych, Matematyka I stopień, Informatyka i Systemy Informacyjne, Computer Science And Information Systems, Inżynieria i Analiza Danych I stopnia, Rankingi i opinie, Wymiana międzynarodowa, Praktyki studenckie.
- **Studia Magisterskie** – Rekrutacja II stopień, Matematyka II stopień, Informatyka i Systemy Informacyjne II stopień, Computer Science And Information Systems, Inżynieria i Analiza Danych II stopnia, Rankingi i opinie, Wymiana międzynarodowa
- **Doktoranci** – Studia doktoranckie z matematyki, Studia doktoranckie z informatyki, Szkoła doktorska, Rada doktorantów

Ponadto szczegółowe informacje dotyczące programu studiów dostępne są w serwisie internetowym <https://ects.pw.edu.pl>. Nadzór nad treścią internetową sprawuje prodziekan ds. Nauczania.

Wydział wdrożył USOS – Uniwersytecki System Obsługi Studentów, umożliwiający kompleksową obsługę spraw studiów, studentów, doktorantów i pracowników prowadzących zajęcia. Aplikacje stowarzyszone USOSweb oraz Mobile USOS są rozszerzeniem systemu USOS i stanowią główny interfejs dla nauczycieli akademickich oraz studentów. Pozwalają na przeniesienie na płaszczyznę elektroniczną wielu usług, czynności i procedur wykonywanych przez nauczycieli akademickich i studentów, które są związane z organizacją i dokumentacją przebiegu studiów. W chwili obecnej są to następujące czynności:

- przez pracowników prowadzących zajęcia: sprawdzanie planu prowadzonych zajęć i prowadzenie planu zajęć „własnych”, otrzymywanie list uczestników grup zajęciowych, eksport danych, wysyłanie wiadomości tekstowych do uczestników, przechowywanie wyników przeprowadzonych

sprawdzianów i przeliczanie ich na oceny końcowe z przedmiotów, wystawianie ocen i zaliczeń, zatwierdzanie protokołów

- przez studentów: sprawdzanie planu zajęć, uzyskanych ocen i zaliczeń, a także łączenie (podpinanie) zaliczanych przedmiotów z realizowanymi programami studiów, zapisywanie się na zajęcia, egzaminy, rejestracje według jednej z kilku dostępnych metod, składanie wybranych podań i oświadczeń w dziekanacie i monitorowanie przebiegu realizacji podań, uzyskiwanie informacji o płatnościach za usługi edukacyjne, otrzymanej pomocy materialnej itp., komunikowanie się z uczestnikami swoich grup zajęciowych i ich prowadzącymi.

Opiekę nad prawidłowością funkcjonowania systemu USOS sprawuje Dziekanat.

Ponadto każdy może zapoznać się z oferowanymi przedmiotami, wymaganiami dydaktycznymi na poszczególnych kierunkach studiów, strukturą uczelni, wyszukać pracowników. Każdy student ma dostęp do swojego konta, gdzie na bieżąco ma pełną informację o przebiegu studiów, rozliczeniach, wynikach rejestracji i ocenach, planie zajęć. Wydział posiada również portal e-mini, w którym umieszczone są program kształcenia oraz materiały dydaktyczne.

Każdy student posiada konto poczty elektronicznej na serwerze wydziałowym, na które otrzymuje wszystkie informacje związane ze studiami. Ponadto ogłoszenia umieszczane są na tablicy ogłoszeń.

9.3. Kanały komunikacji z interesariuszami zewnętrznymi

Wydział prowadzi stronę www pod adresem www.mini.pw.edu.pl. Jej zawartość oraz aktualizacja są przedmiotem nieustannej uwagi:

- prodziekana ds. rozwoju,
- prodziekana ds. nauczania,
- prodziekana ds. studenckich.

Przy organizacji treści na stronie Wydziału brane są pod uwagę opinie studentów i pracowników, a wszystkie poważniejsze zmiany konsultowane są na kolegium dziekańskim. Zawiera ona kompleksowe informacje o Wydziale, prowadzonych badaniach oraz studiach. Wyznaczono pracowników do opiekowania się stroną www od strony technicznej i merytorycznej. Informacje tam publikowane są nieustannie aktualizowane.

Ponadto, władze wydziału rozumiejąc potrzebę prowadzenia wielotorowej komunikacji z interesariuszami zewnętrznymi i wychodząc naprzeciw potrzebom nowoczesnego społeczeństwa uruchomiły profile na następujących portalach społecznościowych:

- **Facebook** (WMINIPW) – publikowanie wydarzeń wydziałowych i ogłoszeń,
- **LinkedIn** (minipw) – komunikacja z absolwentami i partnerami biznesowymi,
- **Youtube** (MiNI PW, Archipelag Matematyki, MathFigs) – popularyzacja nauki i edukacji,
- **Discord** (serwer Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych) – informacje dla kandydatów i organizacja synchronicznych wydarzeń informacyjnych o Wydziale w czasach pandemii (Otwarte Drzwi),
- **Github** (organizacja mini-pw oraz mis-wut) – publikowanie kodu otwartych projektów realizowanych na Wydziale.

Kryterium 10. Polityka jakości, projektowanie, zatwierdzanie, monitorowanie, przegląd i doskonalenie programu studiów

10.1. Polityka jakości

Podstawowym celem Wydziałowego Systemu Zapewnienia Jakości Kształcenia, który działa na podstawie Uchwały Rady Wydziału z dnia 13 grudnia 2007, jest koordynacja procesu stałego poprawiania jakości i budowania tzw. kultury jakości na Wydziale. Zapoczątkowany został jako wewnętrzna inicjatywa Wydziału w celu prowadzenia działań mających na celu tworzenie warunków dla jak najwyższej jakości kształcenia. W 2015 roku, równoległe z działaniami na rzecz rozwijania WSZJK, prowadzone były prace zmierzające do włączenia WSZJK do rozwijanego Uczelnianego Systemu Zapewniania Jakości Kształcenia, którego system wydziałowy jest formalnie częścią. System uczelniany, rozwijany jest przy udziale Rady ds. Jakości Kształcenia, w posiedzeniach której uczestniczy Wydziałowy Pełnomocnik ds. Jakości Kształcenia.

W 2015 roku, została utworzona Księga Jakości Kształcenia Wydziału Matematyki i Nauk Informacyjnych (Uchwała nr 13/V/2015 RW z dnia 23 kwietnia 2015 r.). W Księdze Jakości Kształcenia zostały zebrane wyniki dyskusji, która toczyła się na Wydziale od 2000 r. Księga Jakości Kształcenia nie jest jednak dokumentem zamkniętym i będzie nadal sukcesywnie uaktualniana w miarę pojawiania się nowych procedur. Koncepcja kształcenia jest omawiana na kolegium dziekańskim, na Radzie Wydziału, komisjach programowych, spotkaniach ze studentami oraz spotkaniach z pracodawcami. Do najistotniejszych zagadnień zawartych w Księdze Jakości w zakresie zadań edukacyjnych Wydziału zaliczyć należy:

- ogólne ramy Wydziałowego Systemu Zapewniania Jakości
- złożenie odpowiedzialności za jakość kształcenia w rękach władz dziekańskich
- powiązanie jakości z efektami uczenia się
- określenie sposobu sprawowania opieki nad studentami pierwszego roku
- sformułowanie celów dla podniesienia jakości kształcenia w wyniku przeprowadzonej ankiety wśród studentów pierwszego roku
- określenie zasad rekrutacji na II stopień studiów oraz zasad dyplomowania
- regulacje dotyczące studiów doktoranckich (nieaktualne po powołaniu szkół doktorskich)
- zdefiniowanie procedur przeprowadzania sprawdzianów i zasady zera tolerancji dla „ściągnięcia”
- zdefiniowanie zasad hospitacji zajęć
- zdefiniowania procedury współdziałania wydziału z otoczeniem gospodarczym

10.2. Projektowanie, zmiany i zatwierdzanie programu studiów

Projektowanie programów studiów regulowane jest przez Uchwałę Senatu PW 58/L/2020 z dnia 25.11.2020r w sprawie ustalania programów studiów w Politechnice Warszawskiej. Określa ona ogólne wytyczne projektowania programów studiów, zalecane efekty uczenia się dla przedmiotów matematycznych i fizyki oraz języków obcych zgodnie z art. 28 ust. 1 pkt 11 i ust. 2 oraz art. 67 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85, z późn. zm.).

Szczegółowe regulacje w tym wprowadzanie zmian w programie studiów ustalone są Zarządzeniem Rektora nr 158/2020 z dnia 2 grudnia 2020 r.

Projektowaniem i dokonywaniem zmian programów kształcenia na kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne zajmuje się stosowna Komisja Programowa Rady Wydziału powoływana na początku nowej kadencji, w skład której wchodzi profesorowie i nauczyciele akademicki prowadzący kluczowe przedmioty na studiach pierwszego i drugiego stopnia, przedstawiciele studentów oraz otoczenia społeczno-gospodarczego. W trakcie systematycznych posiedzeń komisji omawiane są wnioski z bieżącego monitorowania przebiegu procesu kształcenia na kierunku i okresowych przeglądów programu

kształcenia pod kątem ich aktualności. W szczególności w kompetencji Komisji Programowej leży: zmiana programu nauczania na studiach I i II stopnia, opiniowanie list przedmiotów obieralnych oraz opiniowanie tematów prac dyplomowych. Rada Wydziału zatwierdza propozycje zmian programów kształcenia przedstawionych przez Komisję Programową.

Zmiany w programie studiów opiniowane są przez Komisję Programową z inicjatywy własnej w wyniku analizy procesu kształcenia oraz sytuacji zewnętrznej, pod wpływem sugestii Pełnomocnika ds. Jakości Kształcenia, na wniosek studentów za pośrednictwem WRS lub przedstawicieli studentów wchodzących w skład Komisji, na wniosek pracowników Wydziału lub na wniosek Rady Pracodawców. Wszystkie zmiany podlegają dyskusji na forum Komisji Programowej kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne, następnie opiniowane są przez Radę Wydziału. Decyzję o zmianie podejmuje Dziekan Wydziału.

Przykładowo, w ostatnim czasie, po przeanalizowaniu wyników osiągnięcia efektów uczenia się oraz wsłuchując się w głos studentów Komisja Programowa zaproponowała modyfikację planu studiowania polegającą na:

1. Uproszczone kierunkowe efekty uczenia się zmniejszając ich liczbę, doprecyzowując stwierdzenia w nich występujące oraz uwzględniono nowo wprowadzone przedmioty
2. Unowocześnieniu ścieżki przedmiotów technicznych w zakresie informatyki na I stopniu:
 - zamianie na semestrze 1 przedmiotu *Podstawy elektroniki* na przedmiot *Architektura komputerów*, który lepiej odpowiada profilowi studiów;
 - zamianie na semestrze 2 przedmiotu *Elementy konstrukcji sprzętu cyfrowego* na przedmiot *Podstawy teorii informacji*, który lepiej odpowiada profilowi studiów;
3. Wprowadzeniu poszerzonych treści potrzebnych na dalszych semestrach I stopnia:
 - wprowadzeniu nowego przedmiotu *Algebra liniowa z geometrią 2* na semestrze 2
 - zamianie na semestrze 3 przedmiotu *Równania różniczkowe* na przedmiot *Modelowanie matematyczne*;
4. Dostosowanie liczby punktów ECTS za pracę dyplomową do nowych regulacji prawnych:
 - przypisanie 15 punktów za pracę dyplomową inżynierską
 - przypisanie 20 punktów za pracę dyplomową magisterską
 - przesunięcia przedmiotów, aby nie przekroczyć maksymalnej liczby punktów ECTS na sem. 7
5. Wprowadzenie programu 4-semesteralnego na II stopniu studiów dla specjalności Projektowanie Systemów CAD/CAM i Metody Sztucznej Inteligencji.
6. Udoskonalenie programu II stopnia dla specjalności CAD/CAM i MSI:
 - zamianie na semestrze 3 (CC) przedmiotu *Wprowadzenie do termomechaniki ciał odkształcanych* na przedmiot rozszerzony *Termomechanika ciał odkształcanych (CC)*;
 - przeniesieniu przedmiotu *Zaawansowane zagadnienia matematyki (blok obieralny)* na 1 lub 2 semestr - letni (MSI) i semestr 3 (CC);
 - zamianie na semestrze 3 przedmiotu *Fizyka* na przedmiot *Deep learning methods* (MSI)

Zmiany w programie studiów weryfikowane są przez Dział ds. Studiów PW w zakresie ich zgodności z wewnętrznymi aktami prawnymi PW oraz wymaganiami ustawowymi. Wszystkie zmiany dotyczące efektów uczenia się, wymiaru godzinowego przedmiotów oraz treści programowych rekomendowane są przez Komisję Senacką ds. Kształcenia, po wysłuchaniu opinii recenzentów, Senatowi PW, który je ostatecznie zatwierdza. Wszystkie programy studiów w formie zatwierdzonej przez Senat PW dostępne są na stronie <https://bip.pw.edu.pl>.

10.3. Monitorowanie programu i jakości procesu kształcenia

Monitorowanie odbywa się na podstawie zebranych opinii interesariuszy wewnętrznych i zewnętrznych. Podstawowym źródłem danych są wyniki ankietyzacji wśród studentów wszystkich zajęć

dydaktycznych. Ankieta jest przeprowadzana w każdym semestrze i jest obowiązkowa dla wszystkich przedmiotów i rodzajów zajęć. Każdy pracownik jest hospitowany co najmniej raz na trzy lata, w tym nowi pracownicy w ciągu pierwszego roku zatrudnienia.

Dodatkowo Wydział organizuje cykliczne spotkania Rady Pracodawców Wydziału w formie paneli eksperckich z udziałem przedstawicieli otoczenia społeczno-gospodarczego, na których zbierana jest informacja o przydatności efektów uczenia się na rynku pracy. Ostatni panel odbył się 25.11.2021. Opinie interesariuszy zewnętrznych uzyskiwane są także podczas licznych spotkań władz wydziału z przedstawicielami pracodawców.

Aktualność programu kształcenia monitoruje się także w ramach ankiet przeprowadzanych wśród pracodawców, u których studenci odbywają obowiązkowe praktyki. Po zakończeniu praktyki pracodawca wypełnia ankietę, w której ocenia, w jakim stopniu wiedza i umiejętności zdobyte na studiach były przydatne w realizacji praktyk. Dostarczenie tej ankiety jest warunkiem zaliczenia praktyk. Wyniki ankiet są brane pod uwagę przez Komisję Programową przy modyfikacjach programu studiów.

Warto dodać również, że Przewodniczący Wydziałowej Rady Studentów na bieżąco informuje władze dziekańskie o opiniach studentów dotyczących procesu kształcenia podczas cotygodniowych kolegiów dziekańskich.

Szczegółowe zasady prowadzenia prac dyplomowych i egzaminów dyplomowych na kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne zostały ustalone Zarządzeniem Dziekana nr 9/2020 z dnia 10 grudnia 2020 roku. Wprowadza ono zasady sprawowania opieki nad dyplomantami, ustalania tematów prac dyplomowych, przebiegu pracy dyplomowej inżynierskiej i magisterskiej oraz ich oceniania. Praca dyplomowa stanowiąca zakończenie etapu kształcenia podlega ocenie promotora i recenzenta, wybieranego przez prodziekana ds. nauczania. Podczas egzaminu dyplomowego kompleksowo oceniane jest osiągnięcie efektów uczenia się z całego przebiegu studiów na podstawie obrony pracy i odpowiedzi na pytania.

Oceny realizacji zakładanych efektów uczenia się na studiach pierwszego i drugiego stopnia dokonuje Rada Wydziału po każdym semestrze.

Nieodzownym elementem zapewnienia jakości kształcenia jest rygorystyczne przestrzeganie regulaminu studiów określającego sposób postępowania w przypadku wykrycia niesamodzielnej pracy studenta (§19. punkt 4):

„Jeżeli podczas weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się zostanie stwierdzona niesamodzielność pracy studenta lub korzystanie przez niego z materiałów lub urządzeń innych niż dozwolone w regulaminie przedmiotu, student uzyskuje ocenę niedostateczną i traci prawo do zaliczenia przedmiotu w jego bieżącej realizacji.”

oraz §38. punkt 1:

„Za czyny uchybiające godności studenta oraz za naruszenie przepisów obowiązujących w Uczelni, w szczególności za przypisywanie sobie autorstwa części lub całości cudzego utworu, student ponosi odpowiedzialność dyscyplinarną.”

Elementem tego systemu jest Jednolity System Antyplagiatowy (JSA), który jest zintegrowany z systemem obsługującym proces dyplomowania (apd.usos.pw.edu.pl). System JSA automatycznie porównuje wszystkie prace dyplomowe ze zbiorem prac przechowywanych w archiwum, stron internetowych i innych dokumentów dostępnych w Internecie. Raport JSA nt. oryginalności pracy przedstawiany jest promotorowi pracy dyplomowej, który musi go zaakceptować. W razie wątpliwości promotor może wstrzymać prace studenta i wyciągnąć odpowiednie konsekwencje zgodnie z regulaminem.

10.4. Ocenianie osiągnięcia efektów uczenia się

Ocena osiągnięcia efektów uczenia się dla danego przedmiotu następuje na wielu poziomach. W pierwszej kolejności oceny dokonuje koordynator danego przedmiotu. Drugi poziom kontroli zapewnia

kierownik zakładu. Z inicjatywy studentów kontrolę taką może przeprowadzić prodziekan ds. nauczania. Nierzadko sami prowadzący zajęcia konsultują sytuację w grupie studenckiej, w tym rozkład ocen z prodziekanem. W takich sytuacjach zwykle przedmiot prowadzony jest dla dwóch lub więcej kierunków, a analizie podlegają oceny studentów na poszczególnych kierunkach.

Po zakończonej rejestracji ocena efektów uczenia się jest wykonywana przez prodziekana ds. nauczania, który prezentuje ją Radzie Wydziału. Szczególnie uważnie analizowana jest sytuacja po zmianie programu studiów. W razie potrzeby, jeżeli pojawiają się niepokojące sygnały, podejmowane są odpowiednie kroki, np. przesunięcie przedmiotu na inny semestr, zmiana zakresu programu lub treści nauczania, zmiana formy zaliczenia przedmiotu i inne.

Po zakończeniu pierwszego stopnia studiów analizowana jest liczba studentów, którzy obronili się w terminie, którzy złożyli podanie o przedłużenie terminu składania pracy dyplomowej oraz którzy nie złożyli pracy w planowanym terminie i wobec których wszczęto procedurę skreślenia z listy studentów. Badana jest również liczba absolwentów, która złożyła podanie o przyjęcie na II stopień studiów.

Uzyskiwane informacje wykorzystywane są do proponowania zmian w programach nauczania poszczególnych przedmiotów, ustalania dopuszczalnej minimalnej liczby punktów dla rejestracji warunkowej czy szczegółowych warunków przeprowadzania egzaminu wstępnego na II stopień studiów dla absolwentów MiNI. Przykładowo, w roku 2021 ustalono szczegółowe zasady zwolnienia z egzaminu pisemnego i ustnego dla absolwentów kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne oraz Inżynieria i Analiza Danych ubiegających się o przyjęcie na II stopień studiów na kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne. Na wniosek studentów zezwolono na ubieganie się o takie zwolnienie w ciągu 13 miesięcy od uzyskania dyplomu inżyniera.

10.5. Wpływ interesariuszy wewnętrznych i zewnętrznych na doskonalenie i realizację programu studiów

Interesariusze wewnętrzni, czyli przede wszystkim studenci Wydziału MiNI biorą, poprzez wybraną ze swojego grona Wydziałową Radę Studentów, czynny udział w życiu wydziału we wszystkich jego aspektach dzięki:

- uczestnictwu przedstawicieli WRS w komisjach programowych dla wszystkich kierunków studiów realizowanych na Wydziale MiNI
- uczestnictwu w posiedzeniach Rady Wydziału
- uczestnictwu przewodniczącego WRS w cotygodniowych zebraniach kolegium dziekańskiego
- opiniowaniu planu zajęć oraz sesji egzaminacyjnych

Wydział zapewnia warunki do swobodnej pracy WRS w dedykowanych pomieszczeniach na parterze budynku. Jednym z owoców aktywnej współpracy władz Wydziału ze studentami jest stworzenie strefy relaksu na I piętrze budynku i zakup sprzętu rozrywkowego: stołu do ping-ponga, bilardu i piłkarzyków. Podobnie, otwarcie pracowni komputerowej dedykowanej wyłącznie do pracy własnej studentów zainicjowane zostało wnioskiem WRS.

Druga grupa interesariuszy zewnętrznych to pracodawcy zatrudniający absolwentów oraz studentów w ramach praktyk studenckich. Mają oni wpływ na program studiów poprzez Radę Pracodawców przy Wydziale MiNI. Skupia ona przedstawicieli bardzo różnorodnych firm z otoczenia społeczno-gospodarczego. Pełna lista członków Rady Pracodawców podana jest w opisie Kryterium 6. Przedstawiciele Rady Pracodawców są również członkami Komisji Programowej i w ramach jej prac mają realny wpływ na program studiów.

Interesariusze wewnętrzni, czyli pracownicy Wydziału mają wpływ na kształt i realizację programu studiów poprzez Komisję Programową i Radę Wydziału. Każdy pracownik ma również pełną swobodę w zgłaszaniu przedmiotów obieralnych, które jednak muszą potem jeszcze przejść przez akceptację Komisji Programowej. Ich uruchomienie zależy potem wyłączenie od liczby studentów, którzy je wybierają.

Decyzję taką każdorazowo podejmuje Dziekan analizując warunki prowadzenia danego przedmiotu, zapotrzebowanie wśród studentów, stopień studiów, na których przedmiot jest oferowany oraz ogólną liczbę studentów w danej grupie.

10.6. Wykorzystanie informacji dotyczących jakości kształcenia

W przypadku otrzymania informacji o niezgodności programu studiów z przepisami państwowymi, czy aktami uczelnianymi Komisja Kształcenia podejmuje zdecydowane działania naprawcze. Sytuacje takie spowodowane są najczęściej zmianami przepisów (państwowych lub uczelnianych), które pociągają za sobą konieczność dostosowania programu studiów. Było tak np. przy zmianie wymaganej liczby punktów ECTS za pracę dyplomową inżynierską i magisterską.

W przypadku stwierdzenia nieprawidłowości związanych z jakością kształcenia pojedynczego przedmiotu działania naprawcze dokonywane są przez kierowników zakładów, a w szczególnych przypadkach przez prodziekana ds. nauczania. Wyniki ankiet dostępne Dziekanowi mają wpływ na decyzje dotyczące awansów, bądź też przedłużania okresu zatrudnienia w przypadku pracowników zatrudnionych na czas określony.

10.7. Procedury dotyczące procesu studiowania

Wychodząc naprzeciw potrzebom współczesnych studentów, posługujących się nieustannie Internetem i wyszukiwarkami i dbając o wysoką jakość procesu studiowania Wydział przygotował na stronie www opisy wszystkich procedur, które dotyczą studentów od harmonogramu roku akademickiego, przez opłaty, zapisy na przedmioty, aż do egzaminu dyplomowego i odbioru dyplomu. Informacje te zostały zebrane w zakładce **Studia** z podziałem na poszczególne zagadnienia.

Lista opisów procedur dostępnych dla studentów na stronach www Wydziału MiNI:

Studia -> dziekanat -> informacje dziekanatu

Informacje dziekanatu:

- Godziny otwarcia dziekanatu;
- Harmonogram roku akademickiego;
- Warunki rejestracji na kolejny rok/semestr studiów;
- Procedura przeprowadzania sprawdzianów;
- Procedury dyplomowania;
- Elektroniczna legitymacja studencka – wydanie duplikatu legitymacji studenckiej

Biblioteka:

- Katalog Biblioteki Wydziału Matematyki i Nauk Informacyjnych PW- Gmach Fizyki PW pokój 227;
- Katalog Biblioteki Głównej PW – Gmach Główny PW;
- Przysposobienie biblioteczne dla studentów I roku.

Rzecznik zaufania na MiNI – informacja kto sprawuje funkcje.

Pomoc psychologa – informacja o pomocy psychologa oraz godziny dyżurów.

Przedmioty obieralne:

- Zapisy na przedmioty obieralne, Instrukcja zapisów w systemie USOSWeb – instrukcja;
- Katalog przedmiotów obieralnych w języku polskim i angielskim.

Zajęcia z Wychowania fizycznego:

- Regulamin organizacji zajęć i zaliczeń Wychowania fizycznego;
- Plan zajęć;
- Informacje o zwolnieniu lekarskim.

Zajęcia z języka obcego:

- Informacje o zapisach na zajęcia z języka obcego;
- Plan zajęć;
- Informacje o wymogach godzinowych

Opłaty:

- Opłaty za studia i za powtórne realizowanie zajęć – informacja o wysokości opłat zgodnie z uwzględnieniem rozpoczęcia studiów w konkretnym roku akademickim, opłaty dla obywateli polskich oraz cudzoziemców, opłaty w PLN oraz EUR;
- Rezygnacja ze studiów – informacja o zwrocie opłat;
- Opłata za wydanie dokumentów – wysokość opłaty za wydanie elektronicznej legitymacji studenckiej, wydanie duplikatu elektronicznej legitymacji studenckiej, opłaty za wznowienie studiów
- Faktura – zamówienie i odbiór;
- Zgodnie z zarządzeniem Rektora PW oraz Regulaminem studiów – informacja o postępowaniu w przypadku zaległości w regulowaniu przez studentów opłat, skreśleniu z listy studentów, możliwości rozłożenia płatności na raty.

Studia -> dziekanat -> dokumenty i formularze

Dokumenty i formularze:

- Podanie o ponowną rejestrację / Application for re-Registration
- Podanie o awanse/ Application for taking courses in advance
- Podanie o Indywidualny program Studiów IPS
- Podanie o urlop
- Wniosek o urlop zdrowotny
- Podanie o wznowienie
- Podanie o przeniesienie zewnętrzne (dot. przeniesienia z innej uczelni na PW)
- przeniesienie wewnętrzne – prośba o kontakt z dziekanatem
- Podanie o wydanie duplikatu legitymacji studenckiej
- Karta obiegu
- Oświadczenie o rzeczeniu się prawa do odwołania od decyzji Dziekana o skreśleniu z listy studentów
- Szablon podania / Application template

Studia -> dziekanat -> sprawy socjalne

Sprawy socjalne:

- Informacje o wysokościach świadczeń dla doktorantów i studentów PW;
- Informacje o procedurach składania wniosku o:
 1. Stypendium socjalne
 2. Stypendium dla osób niepełnosprawnych;
 3. Stypendium rektora dla studentów/doktorantów
 4. Stypendium dla cudzoziemców;

5. Stypendium ministra

Domy studenckie:

- Regulamin Domów Studenckich;
- Regulamin kwaterowania określający zasady rozdziału i przyznawania miejsc w domach studenckich

Politechniki Warszawskiej oraz funkcjonowania Banku Miejsc;

- Dokumenty wymagane do:
 1. przyznania miejsca w Domu Studenckim PW;
 2. uwzględnienia szczególnych okoliczności;
 3. Odwołanie od decyzji Wydziałowej Komisji Kwaterunkowej;
 4. Rezygnacja z miejsca w Domu Studenckim PW;
 5. Odpis decyzji o przyznaniu miejsca w Domu Studenckim PW;
- Terminarz Akcji Kwaterunkowej.
- Harmonogram kwaterowania

Ubezpieczenie zdrowotne:

- informacja o bezpłatnym dostępie do opieki zdrowotnej ;
- informacja o ubezpieczeniu od Następstw Nieszczęśliwych Wypadków.

Kredyt studencki – informacje o kredytach studenckich (doktoranckich)

Część II. Perspektywy rozwoju kierunku studiów

	POZYTYWNE	NEGATYWNE
Czynniki wewnętrzne	Mocne strony 1. Spójność koncepcji kształcenia na studiach pierwszego oraz drugiego stopnia, zgodność przyjętych przez Wydział efektów uczenia się z oczekiwaniami pracodawców. Prowadzenie studiów w języku angielskim na obu poziomach kształcenia. 2. Wysokie kwalifikacje kadry akademickiej zapewniającej zgodność treści kształcenia z aktualnym stanem nauki. 3. Doskonała infrastruktura informatyczna oraz światowej klasy sprzęt obliczeniowy dużej mocy. 4. Aktywna współpraca z pracodawcami w zakresie kształcenia studentów oraz angażowanie studentów w projekty naukowe oraz prace rozwojowe z podmiotami zewnętrznymi. 5. Posiadanie przez Politechnikę Warszawską statusu Uczelni Badawczej ułatwia pozyskiwanie grantów i projektów realizowanych z podmiotami zewnętrznymi.	Słabe strony 1. Rozpoczynanie przez studentów pracy zawodowej w trakcie trwania studiów, obciążenie obowiązkami zawodowymi powodującymi trudności w przygotowaniu się studentów do zajęć oraz terminowym przygotowaniu pracy dyplomowej. 2. Zbyt duża rotacja pracowników i trudności w pozyskaniu nowej kadry naukowej spowodowane niekonkurencyjnym poziomem wynagrodzenia. 3. Trudności w pozyskaniu profesjonalnej kadry administracyjnej ze względu na niekonkurencyjność zarobków. 4. Nadmierne obciążenie pracowników naukowo-dydaktycznych i dydaktycznych obowiązkami administracyjnymi. 5. Ograniczone możliwości wzrostu liczby studentów przyjmowanych na studia ze względu na brak środków na rozbudowę infrastruktury lokalowej.
Czynniki zewnętrzne	Szanse 1. Możliwość pozyskania dobrych kandydatów na studia dzięki silnej marce Wydziału oraz działalności promocyjnej i popularyzatorskiej wśród uczniów szkół średnich (konkurs, współpraca ze szkołami, MiNI Akademia itd.). 2. Duże zapotrzebowanie na wysoko wykwalifikowanych informatyków na otwartym światowym rynku pracy. 3. Bardzo dobra opinia o Wydziale wśród pracodawców (I miejsce w rankingu Perspektyw w kategorii opinie pracodawców na wszystkich kierunkach prowadzonych na Wydziale). 4. Rosnące wymagania ze strony szybko rozwijającej się dyscypliny stymulują nieustanne doskonalenie programu studiów i podnoszenia kompetencji pracowników. 5. Rosnąca liczba studentów zagranicznych w tym z Ukrainy i rozszerzanie wymiany międzynarodowej w ramach konsorcjum Enhance - Uniwersytety Europejskie.	Zagrożenia 1. Niestabilność rozwiązań prawnych w zakresie funkcjonowania uczelni. 2. Konkurencja ze strony elitarnych uczelni zagranicznych na poziomie studiów magisterskich i doktoranckich – migracja najlepszych absolwentów. 3. Ryzyko utraty pracowników na rzecz firm i uczelni zagranicznych. 4. Zbyt duża biurokratyzacja procesów kształcenia i prowadzenia badań naukowych skupiająca się nadmiernie na części formalno-prawnej przez co powodująca ograniczenie czasu, zasobów finansowych i ludzkich przeznaczonych na właściwy proces nauczania i badań naukowych. 5. Zbyt niskie nakłady finansowe Państwa na badania i szkolnictwo wyższe.

(Pieczęć uczelni)

.....

(podpis Dziekana/Kierownika jednostki)

.....

(podpis Rektora)

....., dnia

(miejscowość)

Część III. Załączniki

Załącznik nr 1 – Zestawienia dotyczące kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne

Załącznik nr 2.1a – Program studiów dla kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne dla studiów pierwszego stopnia

Załącznik nr 2.1b – Program studiów dla kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne dla studiów drugiego stopnia

Załącznik nr 2.1c – Plany studiów dla kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne

Załącznik nr 2.2 – Obsada zajęć

Załącznik nr 2.3 – Harmonogram zajęć na studiach stacjonarnych, obowiązujący w semestrze zimowym roku akademickiego 2022/2023

Załącznik nr 2.4 – Charakterystyka nauczycieli akademickich oraz innych osób prowadzących zajęcia lub grupy zajęć oraz opiekunów prac dyplomowych

Załącznik nr 2.5 – Charakterystyka działań zapobiegawczych podjętych przez uczelnię w celu usunięcia błędów i niezgodności wskazanych w zaleceniach o charakterze naprawczym sformułowanych w uzasadnieniu uchwały Prezydium PKA w sprawie oceny programowej na kierunku studiów, która poprzedziła bieżącą ocenę oraz przedstawienie i ocena skutków tych działań

Załącznik nr 2.6a – Charakterystyka wyposażenia sal wykładowych, pracowni, laboratoriów i innych obiektów, w których odbywają się zajęcia związane z kształceniem na kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne

Załącznik nr 2.6b – Informacja o bibliotece i dostępnych zasobach bibliotecznych i informacyjnych

Załącznik nr 2.7 – Wykaz tematów prac dyplomowych na kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne uporządkowany wg lat, z podziałem na poziomy oraz formy studiów z roku 2021 i 2022

Załącznik nr 2.8 – Raport z panelu pracodawców

Załącznik nr 2.9 – Księga Jakości Kształcenia Wydziału Matematyki i Nauk Informacyjnych PW

Załącznik nr 3.1 – Lista publikacji naukowych, których współautorami są studenci kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne

Załącznik nr 3.2 – Lista realizowanych tematów dyplomowychrealizowanych we współpracy z firmami otoczenia gospodarczego

Załącznik nr 3.3 – Procedura współpracy z otoczeniem gospodarczo-społecznym w zakresie badań potrzeb, opinii i konsultacji społecznych

Załącznik nr 3.4 – Opinia Fundacji Academic Partners