

POLITECHNIKA WARSZAWSKA
WYDZIAŁ MATEMATYKI I NAUK INFORMACYJNYCH

Uchwała nr 50/VII/2021
Rady Wydziału Matematyki i Nauk Informatycznych
z dnia 20 maja 2021 r.

w sprawie poparcia wniosku o przyznanie nagrody zespołowej ministra właściwego do spraw szkolnictwa wyższego i nauki.

§ 1

Na podstawie § 58 ust. 2 pkt 2 Statutu PW w związku z art. 362 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478, z późn. zm.) uchwała się, co następuje:

§ 2

1. Rada Wydziału Matematyki i Nauk Informatycznych Politechniki Warszawskiej popiera wnioski o przyznanie nagrody zespołowej ministra właściwego do spraw szkolnictwa wyższego za znaczące osiągnięcia w zakresie działalności dydaktycznej.
2. Lista pracowników i studentów Wydziału wraz z procentowym udziałem w powstaniu osiągnięcia stanowi załącznik nr 1 do niniejszej uchwały.
3. Opinia o zasadności wystąpienia z wnioskiem o nagrodę, o której mowa w ust. 1, stanowi załącznik nr 2 do uchwały.

§ 3

Uchwała wchodzi w życie z dniem jej podjęcia.

Sekretarz Rady Wydziału MiNI


dr Tomasz Kostrzewa

Dziekan Wydziału MiNI


dr hab. inż. Wojciech Domitrz, prof. uczelni

Lista pracowników Wydziału wraz z procentowym udziałem w powstaniu osiągnięcia

1. Marek Gągolewski	– 15%
2. Maciej Grzenda	– 15%
3. Marcin Luckner	– 15%
4. Przemysław Biecek	– 7%
5. Magdalena Bogucka	– 6%
6. Anna Cena	– 6%
7. Przemysław Grzegorzewski	– 6%
8. Konstanty Junosza-Szaniawski	– 6%
9. Jan Mielniczuk	– 6%
10. Anna Wróblewska	– 6%
11. Marcin Borkowski	– 2%
12. Piotr Korneta	– 2%
13. Bogdan Macukow	– 2%
14. Szymon Maksymiuk	– 2%
15. Jacek Mańdziuk	– 2%
16. Radosław Pytlak	– 2%

**Osiągnięcia zespołu związane z opracowaniem i uruchomieniem
na Wydziale Matematyki i Nauk Informatycznych Politechniki Warszawskiej
innowacyjnego programu studiów magisterskich na kierunku Inżynieria i Analiza
Danych (Data Science)**

1. Informacje ogólne

Obecny program studiów II stopnia kierunku Inżynieria i Analiza Danych (IAD) (ang. Data Science¹) prowadzonych na Wydziale Matematyki i Nauk Informatycznych Politechniki Warszawskiej został opracowany w okresie październik 2019 - luty 2020. Od października 2020 roku studia w ramach w/w realizowanego w języku angielskim programu podjęli pierwsi studenci. Program ten powstał z wykorzystaniem doświadczeń kształcenia uczestników poprzedzającego programu studiów tego samego kierunku. W pierwszej fazie program studiów II stopnia Data Science był realizowany w języku polskim, a dedykowane przedmioty składające się na ten program uruchomiono po raz pierwszy w roku 2019.

Przygotowanie studiów II stopnia Data Science realizowanych w języku angielskim stanowiło kluczowy element dopełniający uruchomienie przez Politechnikę Warszawską kompleksowego programu kształcenia w obszarze Data Science składającego się ze studiów I i II stopnia, przynależnego do dyscypliny *Informatyka techniczna i telekomunikacja*. W październiku roku 2017 po raz pierwszy uruchomiono kształcenie na studiach I stopnia kierunku Inżynieria i Analiza Danych. Od tego czasu studia na tym kierunku są podejmowane przez elitarnie grono studentów o czym świadczy najwyższy w skali Politechniki Warszawskiej próg punktowy rekrutacji spośród wszystkich kierunków studiów oferowanych przez uczelnię, który obowiązywał dla studiów I stopnia kierunku IAD zarówno w roku 2017, jak i wszystkich kolejnych rekrutacjach. Zgodnie z informacją Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (<http://studia.gov.pl/kandydaci-na-studia/najpopularniejsze-kierunki/>) kierunek Inżynieria i Analiza Danych był w roku 2017 najbardziej popularnym kierunkiem studiów na studiach stacjonarnych pierwszego stopnia i jednolitych studiach magisterskich ze wskaźnikiem 54,6 kandydata na jedno miejsce, a w roku 2018 był drugi co do popularności (nieznacznie ustępując pierwszemu) ze wskaźnikiem 18,3 kandydata na jedno miejsce.

Studia II stopnia kierunku IAD zapewniają wiedzę i umiejętności przynależne do dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja, a jednocześnie skoncentrowane na zagadnieniach Data Science. Studia te zapewniają znajomość metod analizy danych, w tym metod uczenia maszynowego (ang. machine learning) oraz metod sztucznej inteligencji, czemu dedykowane są m.in. przedmioty *Advanced Machine Learning*, *Deep Learning* oraz *Natural Language Processing*. W obszarze przetwarzania danych ważnym elementem programu studiów są między innymi przedmioty skoncentrowane na aspektach technologicznych i architektonicznych, w tym szczególnie *Big Data Analytics* oraz *Cloud Computing*. Budowaniu

¹ Nazwa kierunku w języku polskim to Inżynieria i Analiza Danych, a w języku angielskim to Data Science. Obie nazwy są stosowane zamiennie w poszczególnych dokumentach składających się na wniosek.

**Osiągnięcia zespołu związane z opracowaniem i uruchomieniem
na Wydziale Matematyki i Nauk Informatycznych Politechniki Warszawskiej
innowacyjnego programu studiów magisterskich na kierunku Inżynieria i Analiza
Danych (Data Science)**

1. Informacje ogólne

Obecny program studiów II stopnia kierunku Inżynieria i Analiza Danych (IAD) (ang. Data Science¹) prowadzonych na Wydziale Matematyki i Nauk Informatycznych Politechniki Warszawskiej został opracowany w okresie październik 2019 - luty 2020. Od października 2020 roku studia w ramach w/w realizowanego w języku angielskim programu podjęli pierwsi studenci. Program ten powstał z wykorzystaniem doświadczeń kształcenia uczestników poprzedzającego programu studiów tego samego kierunku. W pierwszej fazie program studiów II stopnia Data Science był realizowany w języku polskim, a dedykowane przedmioty składające się na ten program uruchomiono po raz pierwszy w roku 2019.

Przygotowanie studiów II stopnia Data Science realizowanych w języku angielskim stanowiło kluczowy element dopełniający uruchomienie przez Politechnikę Warszawską kompleksowego programu kształcenia w obszarze Data Science składającego się ze studiów I i II stopnia, przynależnego do dyscypliny *Informatyka techniczna i telekomunikacja*. W październiku roku 2017 po raz pierwszy uruchomiono kształcenie na studiach I stopnia kierunku Inżynieria i Analiza Danych. Od tego czasu studia na tym kierunku są podejmowane przez elitarnie grono studentów o czym świadczy najwyższy w skali Politechniki Warszawskiej próg punktowy rekrutacji spośród wszystkich kierunków studiów oferowanych przez uczelnię, który obowiązywał dla studiów I stopnia kierunku IAD zarówno w roku 2017, jak i wszystkich kolejnych rekrutacjach. Zgodnie z informacją Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (<http://studia.gov.pl/kandydaci-na-studia/najpopularniejsze-kierunki/>) kierunek Inżynieria i Analiza Danych był w roku 2017 najbardziej popularnym kierunkiem studiów na studiach stacjonarnych pierwszego stopnia i jednolitych studiach magisterskich ze wskaźnikiem 54,6 kandydata na jedno miejsce, a w roku 2018 był drugi co do popularności (nieznacznie ustępując pierwszemu) ze wskaźnikiem 18,3 kandydata na jedno miejsce.

Studia II stopnia kierunku IAD zapewniają wiedzę i umiejętności przynależne do dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja, a jednocześnie skoncentrowane na zagadnieniach Data Science. Studia te zapewniają znajomość metod analizy danych, w tym metod uczenia maszynowego (ang. machine learning) oraz metod sztucznej inteligencji, czemu dedykowane są m.in. przedmioty *Advanced Machine Learning*, *Deep Learning* oraz *Natural Language Processing*. W obszarze przetwarzania danych ważnym elementem programu studiów są między innymi przedmioty skoncentrowane na aspektach technologicznych i architektonicznych, w tym szczególnie *Big Data Analytics* oraz *Cloud Computing*. Budowaniu

¹ Nazwa kierunku w języku polskim to Inżynieria i Analiza Danych, a w języku angielskim to Data Science. Obie nazwy są stosowane zamiennie w poszczególnych dokumentach składających się na wniosek.

obowiązek Politechniki Warszawskiej, wynikający także z idei społecznej odpowiedzialności uczelni.

Przyjęta koncepcja tych studiów jest zgodna z misją i wizją rozwoju Politechniki Warszawskiej; elementem tej wizji jest bowiem dążenie do tego, aby Politechnika Warszawska była krajowym liderem wprowadzania innowacji programowych i metodycznych w procesie kształcenia. Uruchomienie nowego kierunku studiów Data Science przez Politechnikę Warszawską, który poprzez gamę dedykowanych przedmiotów buduje kompetencje związane ze składowaniem i przetwarzaniem danych (studia I stopnia) oraz ukierunkowane na zaawansowaną analizę danych (studia II stopnia) stanowiło rozwiązanie o charakterze pionierskim w skali kraju i jedno z pierwszych o takim zakresie kształcenia w środowisku międzynarodowym.

Uruchomienie studiów na kierunku Inżynieria i Analizy Danych wpisuje się w realizację strategii rozwoju Politechniki Warszawskiej⁴ w obszarze kształcenia poprzez:

- Dostosowanie oferty edukacyjnej do potrzeb gospodarczych i społecznych. Program powstał w konsultacji z przedstawicielami przedsiębiorstw i w wyniku obserwacji potrzeb społecznych podczas realizacji projektów badawczych przy współpracy z partnerami gospodarczymi i społecznymi.
- Zapewnienie wysokiej jakości kształcenia. Program studiów, czerpiący z międzynarodowych wzorców jest ukierunkowany na przyciągnięcie kandydatów najwyższej jakości i zapewnienie im starannie dopracowanych przedmiotów łączących znajomość zaawansowanych metod i ich podstaw teoretycznych z umiejętnością ich użycia w złożonych środowiskach informatycznych.
- Dostosowanie wymagań programowych do standardów międzynarodowych. W tym celu uwzględniono w planie studiów m.in. wnioski z analizy zbliżonych kierunków światowych i planowanych zasad certyfikacji studiów Data Science.
- Podniesienie umiędzynarodowienia uczelni. Program studiów drugiego stopnia, prowadzony w języku angielskim, oferuje alternatywę w stosunku do podejmowania edukacji o podobnej tematyce w zagranicznych ośrodkach oraz umożliwia znacznie szerszą współpracę międzynarodową w obszarze edukacji.

Nowy program studiów wpisuje się także w działania związane z uzyskaniem przez PW statusu uczelni badawczej. „Cyberbezpieczeństwo i analiza danych” stanowi jeden z wyodrębnionych przez PW priorytetowych obszarów badawczych (POB), a przedstawiciele Wydziału byli współautorami założeń merytorycznych obszaru.

Należy podkreślić, iż wiele zaleceń i strategii zarówno na poziomie krajowym, jak i europejskim akcentuje znaczenie inżynierii i analizy danych w kształtowaniu gospodarki, przemysłu i społeczeństwa. W szczególności, 19 lutego 2020 roku Komisja Europejska opublikowała Europejską Strategię Danych⁵ (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. Analiza danych

⁴ <https://www.bjp.pw.edu.pl/index.php/Wewnetrzne-akty-prawne/Dokumenty-ogolne/Strategia-Rozwoju-Politechniki-Warszawskiej-do-roku-2020>

⁵ https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-data-strategy_pl

jest wobec tego niezbędna 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. Europejska Strategia Danych wskazuje również na fakt, iż dane wspomagają rozwiązywanie problemów społecznych, klimatycznych i środowiskowych, przyczyniając się do budowy zdrowszych, zamożniejszych i bardziej zrównoważonych społeczeństw, a także osiągnięcia celów europejskiego Zielonego Ładu.

W przypadku dokumentów opracowanych na poziomie krajowym, Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.)⁶ – 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 Przemysle 4.0 i usługach Smart Cities. Z kolei Rozporządzenie o Ochronie Danych osobowych z 2016 r. (RODO)⁷ mówi wprost o potrzebie tworzenia nowych narzędzi zapewniających anonimowość danych oraz transparentność modeli predykcyjnych/decyzyjnych.

Podkreślenie roli Politechniki Warszawskiej w realizacji w/w celów stanowiło podpisanie w dniu 23 kwietnia 2018 r. porozumienia o współpracy w zakresie działalności naukowej, badawczej i realizacji wspólnych projektów w obszarze analitycznym oraz infrastruktury IT między Minister Finansów dr hab. Teresą Czerwińską, prof. UW a Dziekanem Wydziału Matematyki i Nauk Informacyjnych dr hab. inż. Wojciechem Domitrzem, prof. uczelni.

Dobitnym potwierdzeniem znaczenia kształcenia specjalistów w omawianym obszarze były również współorganizowane przez Wydział konferencje Data Science Summit i Warszawskie Dni Informatyki oraz spotkania z pracodawcami prowadzonymi w ramach w/w konferencji szeroko zakrojone działania rekrutacyjne.

Odpowiedzią na wyżej wymienione potrzeby kształcenia specjalistów w dziedzinie przetwarzania i analizy danych są studia kierunku Data Science, w tym szczególnie studia II stopnia, będące przedmiotem niniejszego wniosku. Kluczowym założeniem, które legło u ich podstaw było zapewnienie oferty studiów, które mają międzynarodowy charakter, światowy poziom i czerpią szeroko ze wzorców światowych⁸. Wykorzystują one także doświadczenie badawcze zdobywane m.in. w ramach współpracy międzynarodowej z takimi ośrodkami badawczymi jak Institute Polytechnique de Paris, Technion, Ghent University, Hasselt University, Deakin University, Melbourne University, Aalborg University oraz Porto University.

⁶ <https://www.gov.pl/web/fundusze-regiony/informacje-o-strategii-na-rzecz-odpowiedzialnego-rozwoju>

⁷ <https://www.uodo.gov.pl/pl/131/224>

⁸ Song Zhu, Il-Yeol; Yongjun (2016). "Big data and data science: what should we teach?" Expert Sys: J. Knowl. Eng. 33(4): 364–373. doi:<https://doi.org/10.1111/exsy.12130>

3. Organizacja prac

3.1. Zespół wykonawców

W przygotowaniu programu studiów Data Science wziął udział interdyscyplinarny zespół pracowników Politechniki Warszawskiej, grupujący pracowników badawczo-dydaktycznych prowadzących badania w obszarze dziedzin informatyki i matematyki kluczowych dla tematyki Data Science.

Na potrzeby rozwoju programu studiów kierunku Inżynieria i Analiza Danych, Rada Wydziału Matematyki i Nauk Informacyjnych Politechniki Warszawskiej powołała Komisję Programową kierunku Inżynieria i Analiza Danych, powierzając rolę przewodniczącego dr hab. inż. Maciejowi Grzendzie, prof uczelni, a rolę wiceprzewodniczącego dr hab. Markowi Gągolewskiemu, prof uczelni. Przygotowanie studiów II stopnia na kierunku Inżynieria i Analiza Danych zostało zrealizowane przez zespół pracowników uczelni – członków Komisji Programowej kadencji 2016-2020 obejmujący m.in. w/w osoby oraz pozostałe osoby wymienione we wniosku. Proponowane rozwiązania były poddawane dyskusji z udziałem przedstawicieli pracodawców oraz studentów, w tym z udziałem studentów studiów I stopnia kierunku Inżynieria i Analiza Danych.

Ważnym kontekstem dla przygotowania programu studiów były zarówno doświadczenia realizowanych badań w obszarze analizy danych, potwierdzone m.in. publikacjami w prestiżowych czasopismach naukowych i grantami badawczymi, jak i doświadczenia bogatej gamy projektów badawczo-rozwojowych realizowanych we współpracy z przedsiębiorstwami oraz na rzecz przedsiębiorstw i skoncentrowanych na zastosowaniu metod analizy danych.

Prace nad studiami II stopnia przeprowadzono w dwóch etapach:

- Przygotowanie i uruchomienie studiów II stopnia w języku polskim. Studia uruchomione w tej fazie, na które rekrutowano studentów w latach 2018/2019 oraz 2019/2020 pozwoliły na przyciągnięcie bardzo dobrych kandydatów - absolwentów studiów I stopnia kierunków innych niż Data Science. Należy zaznaczyć, iż pierwsi absolwenci studiów I stopnia zakończyli studia w roku 2021 – mogli zatem wziąć udział dopiero w rekrutacji na studia II stopnia również w roku 2021. Efektem prac w tym okresie było ugruntowanie oferty studiów Inżynieria i Analiza Danych jako oferty wymagającej i dedykowanej dla interdyscyplinarnego grona kandydatów, w tym w znacznej mierze kandydatów – najlepszych absolwentów kierunków informatycznych.
- Ugruntowanie oferty studiów II stopnia w języku polskim pozwoliło na przygotowanie studiów II stopnia w języku angielskim, co nastąpiło w latach 2019-2020. Program ten zastąpił dotychczasowy program studiów, a przyjęte w nim rozwiązania zostały opisane szczegółowo poniżej. Studia II stopnia w języku angielskim zostały uruchomione w roku akademickim 2020/2021 i ponowiły sukces rekrutacyjny - przyciągając zarówno bardzo dobrych kandydatów – pierwszych absolwentów studiów I stopnia kierunku IAD, jak i bardzo dobrych kandydatów – absolwentów innych kierunków i innych polskich oraz zagranicznych uczelni.

W toku prac nad programem studiów w języku angielskim ustalono również potrzebę wprowadzenia do planu studiów przedmiotu zapewniającego wiedzę i umiejętności związane z zagadnieniami prawa autorskiego i przedsiębiorczości w obszarze innowacyjnych rozwiązań

informatycznych. Przygotowania takiego przedmiotu podjął się specjalista – przedstawiciel Wydziału Zarządzania Politechniki Warszawskiej.

W związku z powyższym przygotowanie i uruchomienie studiów II stopnia kierunku Data Science zostało zrealizowane przez interdyscyplinarny zespół autorski, obejmujący pracowników przynależnych do następujących dyscyplin: matematyka, informatyka techniczna i telekomunikacja oraz nauki o zarządzaniu i jakości. W gronie autorów programu studiów i koordynatorów przedmiotów są zarówno naukowcy o dorobku naukowym potwierdzonym m.in. publikacjami w prestiżowych, najwyżej punktowanych wg klasyfikacji Ministerstwa Edukacji i Nauki międzynarodowych czasopismach naukowych oraz materiałach konferencyjnych, eksperci współpracujący z przedsiębiorstwami w realizacji zaawansowanych projektów wdrożeniowych, jak i np. certyfikowani kierownicy projektów (m.in. posiadacze międzynarodowych certyfikatów Project Management Professional i PRINCE2 Practitioner) z bogatym doświadczeniem w realizacji krajowych i międzynarodowych projektów badawczych, badawczo-rozwojowych i wdrożeniowych.

3.2. Rola współpracy z interesariuszami reprezentującymi potrzeby społeczno-gospodarcze

Osoby współtworzące program studiów były zaangażowane, w tym na kierowniczych stanowiskach, m.in. w realizację trzyletniego projektu H2020 ICT-16 VaVeL Variety, Veracity, VaLue: Handling the Multiplicity of Urban Sensors. Wniosek dotyczący w/w projektu uzyskał najwyższą (maksymalną) ocenę wśród wniosków złożonych w ramach tematyki Big Data (ICT-16-2015). Członkowie zespołu współpracowali m.in. z IBM Irlandia, Instytutem Fraunhofera (Niemcy), Institute Polytechnique de Paris czy też Technion (Izrael). Doświadczenia tej współpracy wpłynęły na kształtowanie oferty studiów magisterskich jak studiów przygotowujących m.in. do pracy w międzynarodowych zespołach badawczych i badawczo-rozwojowych w dziedzinie analizy danych.

Proponowane rozwiązania składające się na ofertę studiów II stopnia były poddawane bieżącej dyskusji z udziałem przedstawicieli pracodawców w Komisji Programowej kierunku, reprezentujących sektor przedsiębiorstw technologicznych (dr J. Legierski, pracownik Orange Polska), jak i perspektywę potrzeb ogółu przedsiębiorstw (Z. Redzisz, PWC Polska). Przedstawiciele ci zaopiniowali zdecydowanie pozytywnie program studiów zarówno w języku polskim, jak i program studiów w języku angielskim, podkreślając zapotrzebowanie na absolwentów kierunku Data Science z perspektywy rynku pracy.

Wkład w przygotowanie i ocenę oferty studiów II stopnia miały również wystąpienia i dyskusje w ramach konferencji Data Science Summit – największej w Polsce konferencji poświęconej Data Science, której współorganizatorem i współinicjatorem był Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych Politechniki Warszawskiej, a partnerami honorowymi m.in. Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Ministerstwo Cyfryzacji oraz Ministerstwo Rozwoju. Założenia programu kierunku IAD były prezentowane m.in. w referacie plenarnym *Data Science i Analiza Danych. Stan aktualny i nowe działania* w trakcie konferencji Data Science Summit w roku 2019, jak również m.in. w trakcie konferencji SAS Academic Data Science Summit, czy też w ramach konferencji *European Big Data Value Forum* w Wiedniu. Te i inne

prezentacje oraz spotkania indywidualne były okazją do gromadzenia i weryfikowania założeń programu studiów.

Ważnym doświadczeniem wpływającym na rozwój oferty kształcenia w obszarze Data Science było również zawarcie porozumienia o współpracy ze Szkołą Biznesu Politechniki Warszawskiej i realizacja przez przedstawicieli zespołu bloku zajęć Data Science dla kadry zarządczej polskich przedsiębiorstw – uczestników studiów MBA Digital Transformation.

W trakcie przygotowania omawianego programu studiów II stopnia przedstawiciel zespołu współpracował również z Big Data Value Association (BDVA, <https://www.bdva.eu/>) – organizacją pełniącą rolę partnera eksperckiego Komisji Europejskiej w programach finansowania badań w obszarze przetwarzania danych wielkoskalowych i analizy danych. Elementem współpracy był udział przedstawiciela zespołu w opiniowaniu rozwiązań programu międzynarodowych certyfikatów potwierdzających kompetencje nabywane w ramach programów kształcenia w obszarze Data Science.

3.3. Analiza potrzeb i światowych rozwiązań

W ramach przygotowań programu studiów przeanalizowano programy m.in. głównych uczelni w USA oferujących programy Data Science na poziomie Master degree. Przeprowadzono analizę morfologiczną zgromadzonych programów w celu potwierdzenia zasadności głównego trzonu opracowanego programu studiów, wykrycia elementów nie pokrytych planowanym programem i identyfikacji przedmiotów obieralnych, które mogą zostać zaproponowane jako uzupełnienie studiów. Podobną analizę przeprowadzono dla programów oferowanych przez polskie uczelnie, skupiając się jednakże, ze względu na innowacyjny kierunek studiów, na programach studiów podyplomowych.

Ze względu na zaangażowanie w proces tworzenia programu studiów praktyków z obszaru Data Science europejskie wzorce edukacyjne analizowane były podczas wizyt studyjnych i konferencji tematycznych w tym na konferencjach z cyklu European Data Forum/ European Big Data Value Forum będących jednymi z kluczowych europejskich spotkań grupujących przedstawicieli przemysłu, ośrodków badawczych i różnych szczebli administracji europejskiej zajmujących się problematyką przetwarzania i analizy danych w Europie i budową strategii rozwoju Unii Europejskiej w omawianym obszarze.

Analizie poddano także opracowywane wówczas przez BDVA robocze założenia dotyczące programu międzynarodowej certyfikacji m.in. dedykowanej dla programów studiów w dziedzinie Data Science i wymagania związane z planowaną certyfikacją, przekładając je na rozwiązania obecne w planie studiów.

O wyzwaniu stojącym przed zespołem tworzącym kierunek Data Science świadczy fakt, iż wiodące organizacje światowe np. Association for Computing Machinery (ACM) jeszcze obecnie opracowują standardy kształcenia w obszarze Data Science. Przykładowo rozdział poświęcony Data Science obecny w opublikowanym z datą 31.12.2020 r. *Computing Curricula 2020. Paradigms for Global Computing Education*⁹ – obszernym raporcie formułującym

⁹ A Computing Curricula Series Report Computing Curricula 2020CC2020 *Paradigms for Global Computing Education encompassing undergraduate programs in Computer Engineering, Computer Science, Cybersecurity,*

zalecenia związane z kształceniem w różnych obszarach informatyki jest opatrzony adnotacją, iż jest jeszcze przedmiotem prac (ang. under development).

3.4. Wykorzystanie dofinansowania ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego

Prace nad uruchomieniem studiów II stopnia w języku angielskim zostały przeprowadzone w ramach realizowanego przez Politechnikę Warszawską projektu „Nauka – Edukacja – Rozwój – Współpraca (NERW PW)”, współfinansowanego w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego. Ramowe założenia studiów II stopnia zostały poddane recenzji na etapie oceny wniosku o finansowanie projektu NERW PW przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

Realizacja prac na przygotowaniu studiów II stopnia w języku angielskim w ramach projektu NERW PW umożliwiła m.in. przygotowanie kompletu materiałów dydaktycznych w języku angielskim do wszystkich przedmiotów dedykowanych dla studiów II stopnia. Zrealizowano również materiały do grupy przedmiotów dedykowanych dla absolwentów kierunków innych niż informatyczne. Materiały te ułatwiają uzupełnienie różnic programowych i tym samym przyczyniają się do skutecznego podejmowania studiów na kierunku przez grono kandydatów o różnorodnych wcześniej uzyskanych kwalifikacjach w ramach studiów I stopnia.

4. Uzyskane efekty

4.1. Organizacja studiów II stopnia

Celem przygotowania studiów na kierunku Data Science było zaproponowanie oferty kształcenia, która zapewni połączenie wiedzy i umiejętności technologicznych z przygotowaniem do podejmowania wyzwań w analizie danych, w tym wyzwań o charakterze naukowym.

Studia II stopnia kierunku IAD zapewniają wiedzę i umiejętności przynależne do dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja, a jednocześnie skoncentrowane na zagadnieniach Data Science. Do kluczowych przedmiotów należą m.in. przedmioty *Advanced Machine Learning*, *Deep Learning*, *Natural Language Processing* czy też przedmiot poświęcony analizie sieci złożonych *Social Networks and Recommendation Systems*. W obszarze przetwarzania danych ważnym elementem programu studiów są między innymi przedmioty skoncentrowane na aspektach technologicznych i architektonicznych, w tym szczególnie *Big Data Analytics* oraz *Cloud Computing*. Zgodnie z założeniami kierunku i Data Science, umiejętność podejmowania rzeczywistych zadań analitycznych i tworzenia dedykowanych dla nich rozwiązań odgrywa szczególną rolę w procesie kształcenia. W przedmiocie Data Science Workshop dedykowanym budowie umiejętności podejmowania rzeczywistych wyzwań związanych z analizą danych uczestniczyli m.in. przedstawiciele przedsiębiorstw pracujących w takich obszarach jak cyberbezpieczeństwo, bioinformatyka, usługi dedykowane dla inteligentnych miast i technologie finansowe.

Ważnym elementem studiów II stopnia stało się również zapewnienie najwyższych kompetencji technologicznych, w tym nawiązanie współpracy z firmą Amazon na potrzeby

przedmiotu dedykowanego technologiom chmurowym. Grupa pracowników wydziału na potrzeby realizacji zajęć z technologii chmurowych zrealizowała program szkoleń, ukończony egzaminami certyfikacyjnymi i uzyskaniem statusu akredytowanych instruktorów AWS. W ramach opracowania oferty studiów podpisano również porozumienie z SAS Institute, USA, na mocy którego realizacja akredytowanych przedmiotów obowiązkowych i obieralnych oferowanych przez Politechnikę Warszawską, w tym przedmiotów kierunku Data Science jest podstawą do uzyskania przez studentów międzynarodowego certyfikatu SAS Data Science sygnowanego przez firmę i Politechnikę Warszawską. Certyfikat ten jest w sposób szczególnie dedykowany dla zainteresowanych studentów kierunku Data Science.

Zgodnie z praktyką innych światowych programów kształcenia w obszarze Data Science, cechą utworzonego kierunku jest otwarcie na kandydatów - absolwentów innych kierunków niż informatyka i matematyka. Dla omawianego obszaru ważną cechą jest rozwój kwalifikacji w gronie studentów o interdyscyplinarnym przygotowaniu i zainteresowaniach. Wobec powyższego podjęto decyzję, iż studenci studiów II stopnia mogą realizować studia wg jednego z dwóch planów:

- Plan trzysemestralny zawierający przedmioty dedykowane dla kierunku Data Science, w tym wymienione powyżej. Plan ten jest dedykowany dla absolwentów studiów I stopnia pokrewnych kierunków informatycznych, w tym kierunku Data Science
- Plan czterosemestralny – plan, w którym realizacja w/w dedykowanego planu jest poprzedzona dodatkowym semestrem, w trakcie którego studenci realizują przedmioty zapewniające uzupełnienie efektów uczenia się w obszarach takich jak podstawy uczenia maszynowego, czy też bazy danych jako obszarach kluczowych dla podjęcia studiów II stopnia. Plan ten jest dedykowany dla szczególnie uzdolnionych absolwentów innych kierunków np. Matematyki lub Robotyki, którzy swój dalszy rozwój chcą wiązać z dziedziną Data Science i umożliwia im uzupełnienie wiedzy i umiejętności poprzez udział w indywidualnie dobranych przedmiotach, których przykłady przedstawiono w planie studiów.

4.2. Wyniki rekrutacji na studia II stopnia i kształcenia w ramach omawianego programu studiów

Zarówno plan studiów dedykowany dla absolwentów kierunków informatycznych związanych z analizą danych, jak i plan studiów dedykowany dla osób o kompetencjach wymagających dodatkowego dopelnienia przed podjęciem studiów II stopnia spotkały się z wysokim zainteresowaniem kandydatów. Wśród uczestników studiów II stopnia licznie reprezentowani są absolwenci studiów I stopnia kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne (od roku 2019 do chwili obecnej) oraz Data Science (od roku 2021). Ponadto wśród studentów II stopnia znaleźli się absolwenci takich kierunków jak *Matematyka, Informatyka i robotyka, Inżynieria nanostruktur, Informatyka i ekonometria, Biotechnologia, Metody ilościowe w ekonomii i systemy informacyjne*, jak również *Fizyka Techniczna i Elektronika*.

Istotny jest także ponadregionalny charakter studiów. W szczególności wśród studentów studiów II stopnia znaleźli się absolwenci nie tylko uczelni warszawskich, ale również Akademii Górniczo-Hutniczej, Politechniki Wrocławskiej, Uniwersytetu Jagiellońskiego,

Politechniki Śląskiej, Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie oraz ośrodków zagranicznych.

Ważnym uzyskanym efektem jest zainteresowanie absolwentów studiów I stopnia kierunku Data Science dalszym rozwojem poprzez podejmowanie studiów II stopnia. W szczególności 95 procent pierwszych absolwentów studiów I stopnia¹⁰ podjęło studia II stopnia, co stanowi najwyższy odsetek wśród trzech kierunków oferowanych przez Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych i potwierdza wysoką ocenę studiów II stopnia przez kluczowych kandydatów.

W tym kontekście na dodatkowe podkreślenie zasługuje fakt, iż studia I stopnia przyciągają kandydatów o szczególnie wysokich wynikach uzyskiwanych w procesie rekrutacji. Próg punktowy studiów I stopnia kierunku Data Science jest najwyższy spośród wszystkich kierunków studiów oferowanych na Politechnice Warszawskiej poczynając od pierwszej rekrutacji zrealizowanej w roku 2017 do chwili obecnej, a więc również w latach 2018, 2019 i 2020. Tym samym poprzez oferowanie kompleksowego programu kształcenia w ramach studiów I i II stopnia, który został oceniany jako atrakcyjny przez kandydatów na studia I stopnia i absolwentów tych studiów, uzyskano planowany efekt kompleksowego kształcenia.

W podsumowaniu wskaźników kwalifikacji i zainteresowania kandydatów studiami Data Science należy dodać, iż na jedno miejsce na studiach II stopnia Data Science realizowanych w języku angielskim przypadło 3.35 kandydata.

Program studiów Data Science został również doceniony poza Polską – jako jedyny kierunek studiów magisterskich w Polsce został umieszczony w europejskim wykazie programów magisterskich Big Data prowadzonym przez Big Data Value Association.

Powyższe efekty pozwalają na stwierdzenie, iż studia II stopnia kierunku Data Science przyczyniają się do odwrócenia kierunku przepływu studentów — tzw. drenażu mózgow — dzięki kształceniu w języku angielskim na bardzo wysokim poziomie już przyciągnęły studentów spoza Polski, jak również licznych najlepszych absolwentów polskich uczelni. Efektem jest m.in. możliwość kształcenia nowych kadr, jak również wspierania istniejących zespołów badawczych przez angażowanie studentów.

Studenci II stopnia kierunku Data Science już obecnie biorą aktywny udział w pracach naukowych realizowanych na Politechnice Warszawskiej. Są zaangażowani w projekty dofinansowane w ramach konkursów ogłoszonych przez Centra Badawcze Priorytetowych Obszarów Badawczych, w tym obszarów *Sztuczna inteligencja i Robotyka* oraz *Cyberbezpieczeństwo i Analiza Danych* oraz granty Narodowego Centrum Nauki. Wśród studentów II stopnia są m.in. współautorzy publikacji naukowych przygotowanych m.in. na postawie dotychczasowych prac badawczych, w tym prac inżynierskich.

Kolejnym ważnym efektem jest zainteresowanie najlepszych absolwentów studiów II stopnia dalszym rozwojem podejmowanym na studiach doktoranckich. Spośród pierwszych osób, które ukończyły program studiów II stopnia w roku 2020, już trzy osoby podjęły studia doktoranckie na Politechnice Warszawskiej.

¹⁰ Łącznie 19 spośród 20 pierwszych absolwentów studiów I stopnia kierunku Data Science.