



**OŚRODEK
PRZETWARZANIA
INFORMACJI**
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

 www.opi.org.pl

Rozwój sztucznej inteligencji w sektorze nauki w Polsce

Badanie stanu przygotowania uczelni i ośrodków naukowych w Polsce do prowadzenia badań nad sztuczną inteligencją (SI) oraz ich oferty edukacyjnej w zakresie kształcenia specjalistów SI

Ekonomiczne losy absolwentów kierunków informatycznych ze specjalizacją SI w latach 2014–2018

Warszawa 2019

Ekonomiczne losy absolwentów kierunków informatycznych ze specjalizacją SI w latach 2014–2018: najważniejsze wnioski

Eksperci zajmujący się sztuczną inteligencją alarmują, że ich branża cierpi na niedobory kadrowe. Taka sytuacja odbija się negatywnie na przedsiębiorstwach rozwijających produkty oparte na technologii SI, ale jednocześnie przynosi wymierne korzyści finansowe absolwentom kierunków informatycznych.

W niniejszym opracowaniu przedstawiono szacunki skali premii w zarobkach wynikającej z ukończenia kierunków informatycznych na studiach magisterskich (II stopnia bądź jednolitych).

Zwrócono uwagę w szczególności na sytuację osób po studiach „ze specjalizacją SI”. Pod pojęciem tym rozumiemy kierunki informatyczne znajdujące się w ofercie polskich uczelni, na których w latach 2010–2018 powstało co najmniej siedem prac magisterskich i im równorzędnych, które w swoim tytule bądź słowach kluczowych zawierały terminy z obszaru SI. Szczegóły procedury doboru

tych prac zawiera załącznik metodologiczny.

Analizy pokazały, że miesięczne wynagrodzenie absolwentów kierunków informatycznych ze specjalizacją SI (w skrócie: absolwentów SI), w pierwszym roku po ukończeniu studiów, wynosiło średnio 3 362 zł brutto. Ta kwota była o 13% wyższa od średnich zarobków absolwentów kierunków informatycznych niezwiązanych z SI i aż o 36% wyższa od średniego wynagrodzenia absolwentów pozostałych kierunków.

W czwartym roku po uzyskaniu dyplomu dysproporcje te się zwiększyły – absolwenci SI zarabiali średnio 5 661 zł brutto, czyli o 15% więcej niż informatycy niezwiązani z SI, oraz o 47% więcej od absolwentów pozostałych kierunków.

Na wysokość pensji absolwentów SI w dużym stopniu wpływało dotychczasowe doświadczenie pracy oraz płeć.

Niemal połowa absolwentów kierunków informatycznych ze specjalizacją SI pracowała w momencie obrony. Ci z nich, którzy posiadali

doświadczenie zawodowe z okresu studiów, w pierwszym roku po obronie, mogli spodziewać się wynagrodzenia wyższego o 44% w stosunku do zarobków osób bez doświadczenia. Natomiast cztery lata po uzyskaniu dyplomu, premia za pracę w trakcie studiów wynosiła w ich przypadku już tylko 17%.

Zmienną, która z czasem zwiększała dysproporcje w zarobkach absolwentów SI jest płeć. Średnie miesięczne wynagrodzenie brutto mężczyzn, którzy ukończyli kierunki informatyczne ze specjalizacją SI w pierwszym roku po ukończeniu studiów było o 38% wyższe niż kobiet. Natomiast w czwartym roku po uzyskaniu dyplomu różnica ta zwiększyła się do 53%.

Epizodu bezrobocia na jakimkolwiek etapie kariery doświadczyła ponad jedna czwarta absolwentów kierunków informatycznych ze specjalizacją SI. Bezrobocie dotknęło także 28% absolwentów kierunków informatycznych niezwiązanych z SI oraz 38% absolwentów pozostałych kierunków.

Najważniejsze uwagi metodologiczne

Na potrzeby raportu wykorzystano informacje o studentach, którzy obronili prace magisterskie w 2014 roku. Pochodziły one z Systemu Monitoringu Ekonomicznych Losów Absolwentów Szkół Wyższych (ELA), łączącego dane ze Zintegrowanego Systemu Informacji o Szkolnictwie Wyższym (POL-on) z danymi pochodzącymi z Zakładu Ubezpieczeń Społecznych (ZUS).

Podstawowym źródłem informacji o sytuacji absolwentów na rynku pracy były rejestry ZUS. Są one rzetelnym i kompleksowym źródłem danych. Nie figurują w nich jednak dane osób, na których konto nie wpłynęła żadna składka z tytułu ubezpieczeń. W części przypadków brak składki jest jednoznaczny z brakiem zatrudnienia tych osób, ale niekiedy oznacza zatrudnienie na umowę o dzieło lub umowę zlecenie podpisywaną ze studentami (z wyjątkiem umów cywilnoprawnych, które są zawierane z pracodawcą zatrudniającym osoby na umowę o pracę), umowę zawieraną za

granicą lub pracę bez formalnej umowy. Ponadto w rejestrach ZUS brakuje także danych osób, które wyjechały po studiach za granicę oraz osób ubezpieczonych w Kasie Rolniczego Ubezpieczenia Społecznego (KRUS).

Losy absolwentów szkół wyższych na rynku pracy analizowane są na podstawie danych dotyczących osób, które uzyskały stopień zawodowy magistra na studiach drugiego stopnia lub jednolitych studiach magisterskich. W analizach pominięto absolwentów studiów pierwszego stopnia, którzy w większości (ponad 60%) kontynuują naukę na studiach magisterskich. Wyciąganie wniosków z analizy osiągnięć absolwentów studiów licencjackich na rynku pracy może być obciążone błędem, ponieważ studenci tacy rządziej podejmują pracę w pełnym wymiarze. Co więcej, dla osób ze statusem studenta nie odprowadza się składek, zatem takie osoby nie figurują w bazie ZUS, a co za tym idzie także w systemie ELA.

Prezentowane w raporcie informacje przedstawiają sytuację na rynku pracy absolwentów z roku 2014 w pierwszym, drugim, trzecim i czwartym roku po uzyskaniu dyplomu.

Kontekst badania

Prezentowane analizy stanowią część badania „Rozwój sztucznej inteligencji w sektorze nauki w Polsce”, realizowanego przez Ośrodek Przetwarzania Informacji – Państwowy Instytut Badawczy na zlecenie Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Celem badania jest diagnoza stanu sektora nauki w odniesieniu do badań nad sztuczną inteligencją, identyfikacja jego mocnych stron oraz najważniejszych obszarów problemowych, które mogą spowolnić rozwój sztucznej inteligencji w Polsce.

Prezentacja pełnego raportu z badania planowana jest na grudzień 2019 roku.

Średnie miesięczne wynagrodzenie brutto absolwentów, w kolejnych latach po uzyskaniu dyplomu, według ukończonego kierunku i specjalizacji



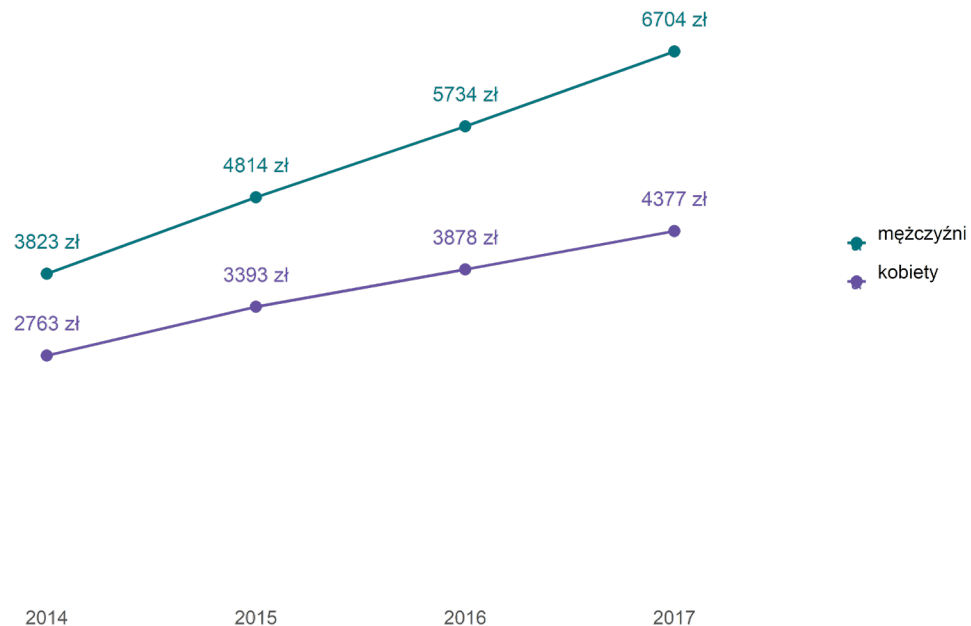
Uwaga: do kierunków informatycznych ze specjalizacją SI zaliczono wszystkie kierunki informatyczne, na których w latach 2010–2018 powstało co najmniej siedem prac magisterskich i im równorzędnych, zawierających w tytule bądź słowach kluczowych co najmniej jeden termin z obszaru SI znajdujący się na opracowanej w tym celu liście. Lista zawierała 294 terminy z obszaru SI w języku angielskim, które przetłumaczono także na język polski.

Źródło: opracowanie OPI PIB na podstawie systemu ELA (stan na 31.05.2019) oraz ORPPD (stan na 11.06.2019).

Średnie miesięczne wynagrodzenie absolwentów kierunków informatycznych ze specjalizacją SI, którzy obronili się w roku 2014, wynosiło 3 362 zł brutto w pierwszym roku po ukończeniu studiów. Ta kwota była o 13% wyższa od zarobków absolwentów kierunków informatycznych niezwiązanych z SI i aż o 36% wyższa od wynagrodzenia absolwentów pozostałych kierunków.

W czwartym roku po uzyskaniu dyplomu dysproporcje te zwiększyły się – absolwenci SI zarabiali 5 661 zł brutto, czyli o 15% więcej niż informatycy niezwiązani z SI, oraz o 47% więcej niż absolwenci pozostałych kierunków.

Średnie miesięczne wynagrodzenie brutto absolwentów kierunków informatycznych o specjalizacji SI, w kolejnych latach po uzyskaniu dyplomu, według płci



Uwaga: do kierunków informatycznych ze specjalizacją SI zaliczono wszystkie kierunki informatyczne, na których w latach 2010–2018 powstało co najmniej siedem prac magisterskich i im równorzędnych, zawierających w tytule bądź słowach kluczowych co najmniej jeden termin z obszaru SI znajdujący się na opracowanej w tym celu liście. Lista zawierała 294 terminy z obszaru SI w języku angielskim, które przetłumaczono także na język polski.

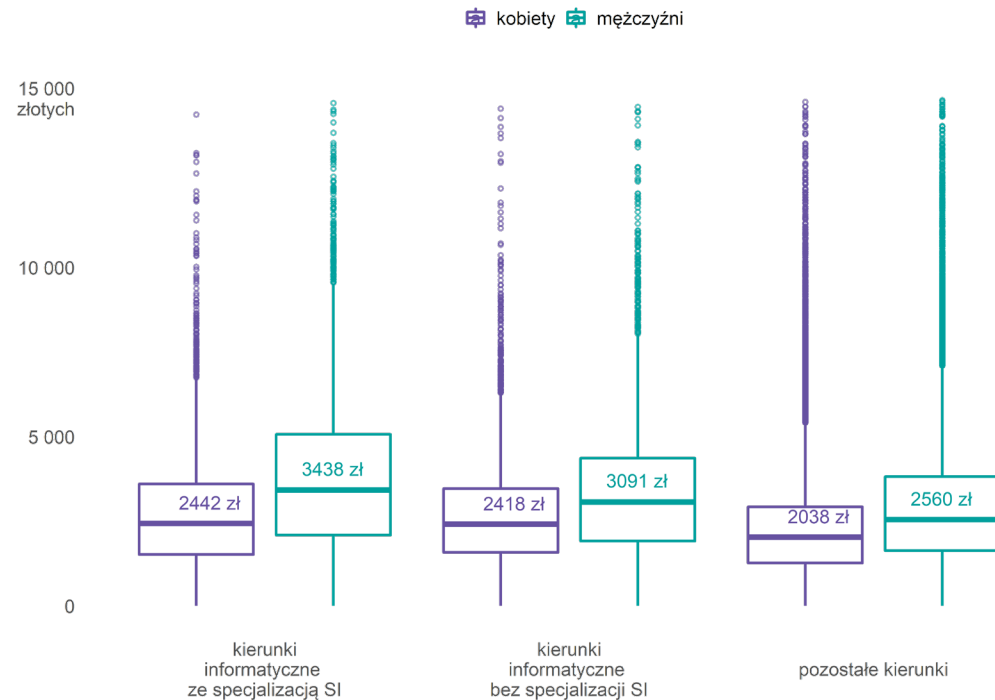
Źródło: opracowanie OPI PIB na podstawie systemu ELA (stan na 31.05.2019) oraz ORPPD (stan na 11.06.2019).

Znaczące różnice wystąpiły również między zarobkami absolwentek i absolwentów SI. W pierwszym roku po ukończeniu studiów średnie miesięczne wynagrodzenie brutto mężczyzn, którzy ukończyli kierunki informatyczne ze specjalizacją SI było o 38% wyższe niż kobiet. W czwartym roku po uzyskaniu dyplomu różnica ta zwiększyła się do 53%.

W przypadku mężczyzn, którzy ukończyli kierunek informatyczny ze specjalizacją SI zarobki w czwartym roku po uzyskaniu dyplomu były o 75% wyższe niż w pierwszym roku.

Z kolei w przypadku kobiet dynamika wzrostu poziomu wynagrodzenia wynosiła 58% pomiędzy pierwszym a czwartym rokiem od uzyskania dyplomu.

Miesięczne wynagrodzenie brutto absolwentów kierunków informatycznych i pozostałych, rok po uzyskaniu dyplomu, według płci



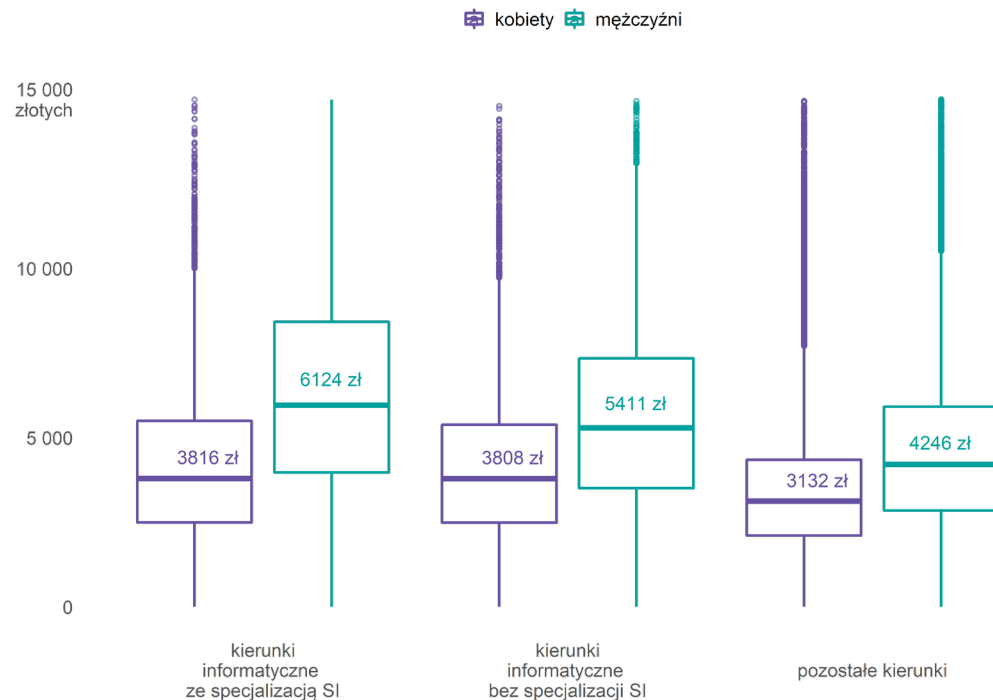
Uwaga: do kierunków informatycznych ze specjalizacją SI zaliczono wszystkie kierunki informatyczne, na których w latach 2010–2018 powstało co najmniej siedem prac magisterskich i im równorzędnych, zawierających w tytule bądź słowach kluczowych co najmniej jeden termin z obszaru SI znajdujący się na opracowanej w tym celu liście. Lista zawierała 294 terminy z obszaru SI w języku angielskim, które przetłumaczono także na język polski.

Źródło: opracowanie OPI PIB na podstawie systemu ELA (stan na 31.05.2019) oraz ORPPD (stan na 11.06.2019).

Objaśnienie, jak czytać informacje na wykresie



Miesięczne wynagrodzenie brutto absolwentów kierunków informatycznych i pozostałych, cztery lata po uzyskaniu dyplomu, według płci



Uwaga: do kierunków informatycznych ze specjalizacją SI zaliczono wszystkie kierunki informatyczne, na których w latach 2010–2018 powstało co najmniej siedem prac magisterskich i im równorzędnych, zawierających w tytule bądź słowach kluczowych co najmniej jeden termin z obszaru SI znajdujący się na opracowanej w tym celu liście. Lista zawierała 294 terminy z obszaru SI w języku angielskim, które przetłumaczono także na język polski.

Źródło: opracowanie OPI PIB na podstawie systemu ELA (stan na 31.05.2019) oraz ORPPD (stan na 11.06.2019).

Mediana wynagrodzenia absolwentów kierunków informatycznych o specjalizacji SI rok po uzyskaniu dyplomu wynosiła 3 438 zł brutto w przypadku mężczyzn, a 2 442 zł brutto w przypadku kobiet (patrz wykres na poprzedniej stronie).

Absolwentki SI na początku kariery zawodowej zarabiały przeciętnie 20% więcej niż absolventki kierunków studiów niezwiązanych z informatyką. W przypadku mężczyzn premia wynikająca z wyboru kierunku informatycznego ze specjalizacją SI wynosiła przeciętnie 34% zarobków.

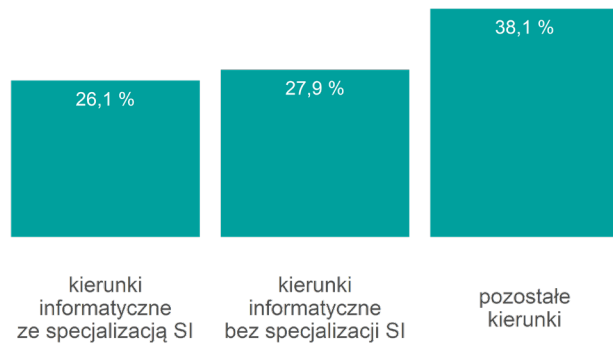
W grupie kobiet, które ukończyły studia informatyczne bez specjalizacji SI przeciętne wynagrodzenie nie różniło się od zarobków kobiet wybierających studia ze specjalizacją SI.

Cztery lata po uzyskaniu dyplomu różnice w zarobkach pomiędzy absolwentami poszczególnych kierunków są szczególnie duże w grupie mężczyzn (patrz wykres po lewej).

Mediana zarobków mężczyzn kończących kierunki SI była wyższa o 13% od mediany zarobków absolwentów pozostałych kierunków informatycznych, a od absolwentów kierunków niezwiązanych z informatyką aż o 44%.

Cztery lata po uzyskaniu dyplomu mediana zarobków mężczyzn, którzy ukończyli kierunki informatyczne ze specjalizacją SI, była o 60% wyższa niż kobiet o takim wykształceniu. W przypadku kierunków nieinformatycznych, dysproporcja między zarobkami kobiet i mężczyzn wynosiła zaś 36%.

Odsetek absolwentów, którzy doświadczyli bezrobocia*, według ukończonego kierunku i specjalizacji



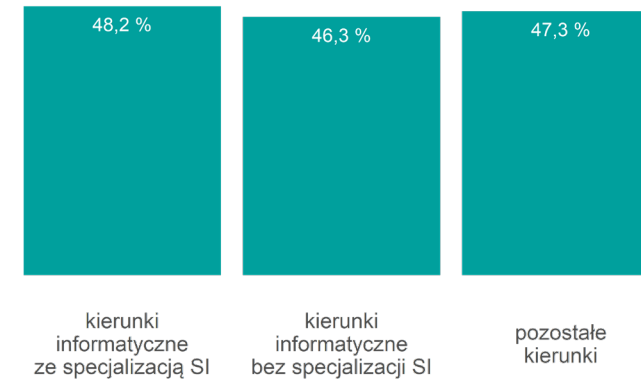
*Wskaźnik ten informuje, jaki procent absolwentów ze zbiorowości objętej badaniem był kiedykolwiek w analizowanym okresie zarejestrowany jako osoby bezrobotne, nawet jeżeli był to bardzo krótki czas.

Uwaga: do kierunków informatycznych ze specjalizacją SI zaliczono wszystkie kierunki informatyczne, na których w latach 2010–2018 powstało co najmniej siedem prac magisterskich i im równorzędnych, zawierających w tytule bądź słowach kluczowych co najmniej jeden termin z obszaru SI znajdujący się na opracowanej w tym celu liście. Lista zawierała 294 terminy z obszaru SI w języku angielskim, które przetłumaczono także na język polski.

Źródło: opracowanie OPI PIB na podstawie systemu ELA (stan na 31.05.2019) oraz ORPPD (stan na 11.06.2019).

Ponad jedna czwarta absolwentów kierunków informatycznych ze specjalizacją SI na którymś etapie kariery doświadczyła bezrobocia. Bezrobocie dotknęło także 28% absolwentów kierunków informatycznych niezwiązanych z SI oraz 38% absolwentów pozostałych kierunków.

Odsetek absolwentów pracujących w momencie uzyskania dyplomu, według ukończonego kierunku i specjalizacji

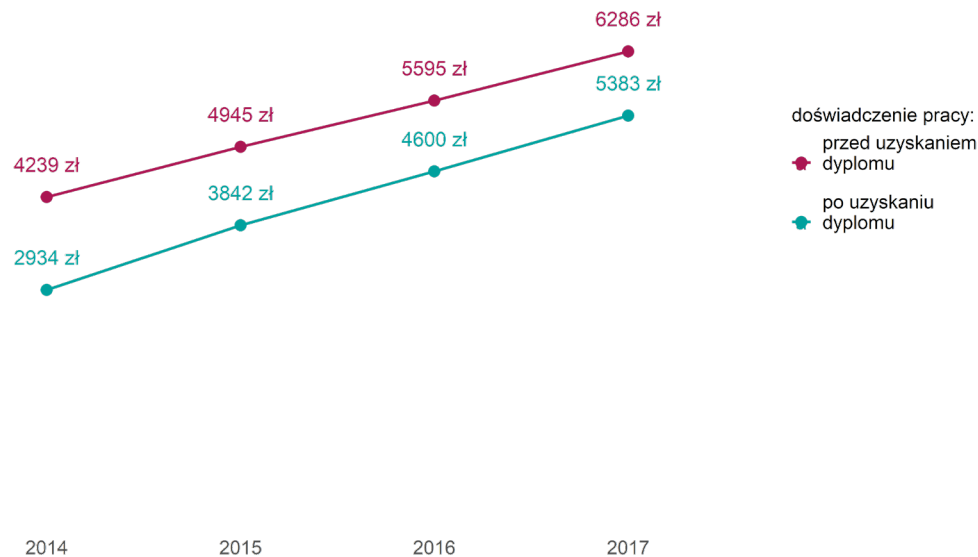


Uwaga: do kierunków informatycznych ze specjalizacją SI zaliczono wszystkie kierunki informatyczne, na których w latach 2010–2018 powstało co najmniej siedem prac magisterskich i im równorzędnych, zawierających w tytule bądź słowach kluczowych co najmniej jeden termin z obszaru SI znajdujący się na opracowanej w tym celu liście. Lista zawierała 294 terminy z obszaru SI w języku angielskim, które przetłumaczono także na język polski.

Źródło: opracowanie OPI PIB na podstawie systemu ELA (stan na 31.05.2019) oraz ORPPD (stan na 11.06.2019).

Niemal połowa absolwentów wszystkich specjalizacji pracowała w momencie uzyskania dyplomu.

Średnie miesięczne wynagrodzenie brutto absolwentów kierunków informatycznych ze specjalizacją SI, w kolejnych latach po uzyskaniu dyplomu, według okresu uzyskania pierwszego doświadczenia zawodowego



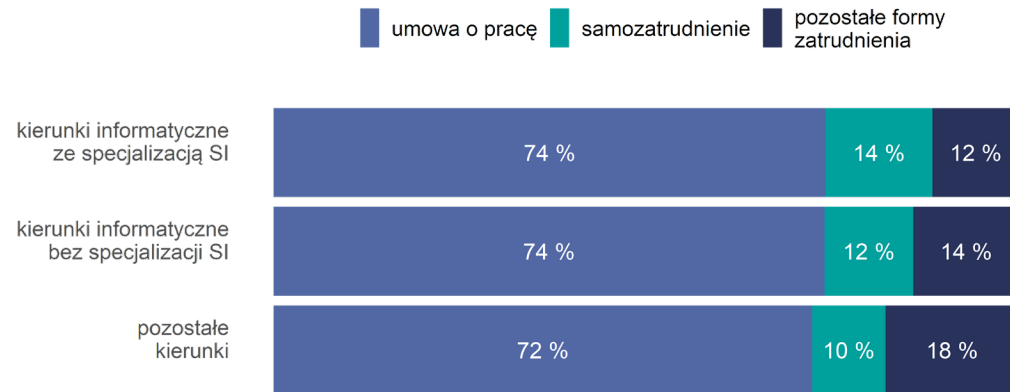
Uwaga: do kierunków informatycznych ze specjalizacją SI zaliczono wszystkie kierunki informatyczne, na których w latach 2010–2018 powstało co najmniej siedem prac magisterskich i im równorzędnych, zawierających w tytule bądź słowach kluczowych co najmniej jeden termin z obszaru SI znajdujący się na opracowanej w tym celu liście. Lista zawierała 294 terminy z obszaru SI w języku angielskim, które przetłumaczono także na język polski.

Źródło: opracowanie OPI PIB na podstawie systemu ELA (stan na 31.05.2019) oraz ORPPD (stan na 11.06.2019).

Absolwenci SI, którzy pracowali jeszcze przed uzyskaniem dyplomu, otrzymywali wyższe wynagrodzenie niż absolwenci nieposiadający doświadczenia zawodowego. Różnica w zarobkach zmniejszała się wraz z upływem czasu od uzyskania dyplomu: od 44% w pierwszym roku po obronie, do 17% cztery lata po uzyskaniu dyplomu.

Pomiędzy pierwszym a czwartym rokiem po obronie dynamika wzrostu poziomu zarobków absolwentów SI, którzy nie pracowali podczas studiów wynosiła 83%, a w przypadku absolwentów z wcześniejszym doświadczeniem pracy – 48%.

Forma zatrudnienia absolwentów cztery lata po uzyskaniu według ukończonego kierunku i specjalizacji



Uwaga: do kierunków informatycznych ze specjalizacją SI zaliczono wszystkie kierunki informatyczne, na których w latach 2010–2018 powstało co najmniej siedem prac magisterskich i im równorzędnych, zawierających w tytule bądź słowach kluczowych co najmniej jeden termin z obszaru SI znajdujący się na opracowanej w tym celu liście. Lista zawierała 294 terminy z obszaru SI w języku angielskim, które przetłumaczono także na język polski.

Źródło: opracowanie OPI PIB na podstawie systemu ELA (stan na 31.05.2019) oraz ORPPD (stan na 11.06.2019).

Wybór kierunku studiów nieznacznie wpływa na późniejszą formę zatrudnienia.

Cztery lata po uzyskaniu dyplomu trzy czwarte absolwentów SI było zatrudnionych na umowę o pracę, 14% prowadziło własną działalność gospodarczą, a 12% korzystało z pozostałych form zatrudnienia.

Samozatrudnienie było popularniejsze wśród absolwentów kierunków informatycznych ze specjalizacją SI niż wśród absolwentów kierunków niezwiązanych z informatyką.

ZAŁĄCZNIK METODOLOGICZNY

Załącznik

Metoda doboru słów kluczowych do analizy danych z systemu Ogólnopolskie Repozytorium Pisemnych Prac Dyplomowych

Wyboru prac dyplomowych z obszaru sztucznej inteligencji dokonano z wykorzystaniem metod maszynowych (automatyczne przeszukiwanie baz danych), na podstawie listy słów kluczowych. Założono, że wyodrębnione w ten sposób prace dyplomowe powinny dotyczyć badań nad metodami sztucznej inteligencji, jej zastosowaniami lub też społecznych aspektów rozwoju nowych technologii, a zatem mogą przedstawiać wąskie (techniczne) lub szerokie ujęcie problematyki sztucznej inteligencji.

Lista słów kluczowych powstała w czterech krokach. Na początek wyodrębniono szeroki zbiór słów kluczowych na podstawie literatury przedmiotu. W kolejnym kroku został on zweryfikowany przez ekspertów: praktyków i naukowców z obszaru sztucznej inteligencji (łącznie sześć osób). Na tym etapie wyeliminowano słowa, które niewłaściwie identyfikują publikacje z obszaru sztucznej inteligencji lub też nie są dla nich unikatowe. Eksperti mieli także możliwość przedstawienia własnych propozycji słów kluczowych. Ustalona w ten sposób lista liczyła 294 terminy w języku angielskim.

Na kolejnym etapie lista słów w języku angielskim została przetłumaczona na język polski. Uwzględniono przy tym wszystkie możliwe wersje tłumaczeń, co oznacza, że słów kluczowych w języku polskim jest więcej niż tych w języku angielskim. Zastosowana technologia przeszukiwań pozwoliła wyodrębnić pracę na podstawie liczby pojedynczej, mnogiej i deklinacji zaproponowanych słów kluczowych.

Na ostatnim etapie, już po wyszukaniu publikacji w bazach danych wybrano próbkę tytułów i abstraktów prac, aby ostatecznie zweryfikować efektywność wytypowanych słów kluczowych w identyfikacji właściwych prac. Na tym etapie wyeliminowano ze zbioru łącznie 29 fraz (w języku polskim i angielskim), które okazały się zbyt wieloznaczne, by precyzyjnie wskazywać na prace z zakresu SI. Ponadto w przypadku czterech fraz (*emotion recognition*, *expression recognition*, *object recognition*, *pattern recognition*) zdecydowano się na usunięcie ich z listy słów kluczowych jedynie w przypadku niektórych dyscyplin naukowych (np. psychologia, językoznawstwo, nauki medyczne), w ramach których frazy te wykorzystywane są w innym kontekście.

Weryfikacja listy słów kluczowych pozwoliła zatem na usunięcie zbyt szerokich pojęć, które nie są wyróżnikiem jedynie sztucznej inteligencji (np. *clustering*, *casualty*, *Python*, *smart devices*). Wybrane pojęcia natomiast są

jednocześnie na tyle szerokie, że identyfikują także węższe frazy (np. *convolutional neural network* identyfikuje *neural network*).

Opracowaną listę słów kluczowych można w przyszłości poszerzać o nowe słowa kluczowe oraz inne języki obce oraz konsultować z kolejnymi ekspertami.

Najważniejsze źródła, które posłużyły do wyodrębnienia słów kluczowych:

- Association for the Advancement of Artificial Intelligence, AITopics: <https://aitopics.org/search>.
- China Institute for Science and Technology Policy at Tsinghua University (2018) China AI Development, http://www.sppm.tsinghua.edu.cn/eWebEditor/UploadFile/Executive_susmmary_China_AI_Report_2018.pdf.
- Corea F. (2018) AI Knowledge Map: How To Classify AI Technologies, <https://www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2018/08/22/ai-knowledge-map-how-to-classify-ai-technologies/#35a4feaf7773>.
- Glossary of Artificial Intelligence, https://en.wikipedia.org/wiki/Glossary_of_artificial_intelligence.
- Goodfellow I. et. al. (2019) Deep Learning, <https://github.com/janishar/mit-deep-learning-book-pdf/blob/master/complete-book-pdf/deeplearningbook.pdf>.



**OŚRODEK
PRZETWARZANIA
INFORMACJI**
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

 www.opi.org.pl

Ośrodek Przetwarzania Informacji – Państwowy Instytut Badawczy

al. Niepodległości 188 b
00-608 Warszawa

tel.: +48 22 570 14 00

faks: +48 22 825 33 19

Pytania dotyczące badania prosimy
przesyłać na adres: labstat@opi.org.pl