

digitalpoland

PARTNERZY:

accenture

Microsoft

SZTUCZNA INTELIGENCJA W POLSCE

Kompetencje ekspertów AI



Tytuł raportu:

**Sztuczna inteligencja w Polsce
– kompetencje ekspertów AI**

Wydanie I,

**Warszawa, październik 2020
ISBN: 978-83-951530-7-5**

Wydawca:

**Fundacja Digital Poland
Plac Europejski 1, 00-844 Warszawa, Polska
info@digitalpoland.org , www.digitalpoland.org**

Partnerzy merytoryczni publikacji:

**Fundacja Digital Poland dziękuje Accenture i Microsoft
za wsparcie w przygotowaniu niniejszego raportu.**

Finansowanie:

**Publikacja finansowana w ramach działań edukacyjnych
ze środków statutowych Fundacji Digital Poland.**

Podziękowania:

**Fundacja Digital Poland dziękuje wszystkim Fundatorom
i Partnerom, dzięki którym może realizować swoją misję.
Więcej informacji na stronie Fundacji pod adresem digitalpoland.org**

PRZEDMOWA

Wiele elementów składa się na sukces rozwoju sztucznej inteligencji w gospodarce – od nakładów inwestycyjnych przeznaczanych na jej rozwój po otwartość firm i instytucji na wdrożenia w tym obszarze. Jednak jednym z najważniejszych czynników powodzenia są ludzie i ich kompetencje. Rozwój rozwiązań AI (ang. Artificial Intelligence) oraz ich wdrożenia nie są możliwe bez kompetentnych specjalistów – to właśnie wiedza, umiejętności oraz dostępność talentów mogą zaważyć o stopniu wykorzystania potencjału sztucznej inteligencji w gospodarce. Dlatego chcemy przedstawić Państwu kolejny raport Fundacji – przygotowany we współpracy z Accenture oraz Microsoft – mający na celu wsparcie działań w kierunku rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce. Została w nim podjęta próba zwymiarowania rynku pracy AI w naszym kraju poprzez pryzmat danych z portalu LinkedIn. W raporcie analizowana jest dostęp-

ność specjalistów sztucznej inteligencji, ich wykształcenie i umiejętności, zestawione z zapotrzebowaniem pracodawców. Przyglądamy się także kompetencjom kluczowym dla szerokiego rozwoju sztucznej inteligencji. Dzięki analizie danych z LinkedIn, obejmującej całą Unię Europejską, możliwe jest przyjrzenie się, jak Polska prezentowała się na tle innych krajów. Zdefiniowanie zarówno mocnych stron, ale też obszarów, które wymagają szczególnej uwagi, wsparcia i współpracy, pozwala na ukierunkowanie działań wspierających rozwój AI w Polsce tam, gdzie są one najbardziej potrzebne i przyniosą najwięcej korzyści ekonomicznych i społecznych. Jednocześnie biorąc pod uwagę zrównoważony rozwój oraz etyczne aspekty sztucznej inteligencji. Do dyskusji w raporcie zaproszeni zostali eksperci biznesowi oraz przedstawiciele świata nauki, tak by różnorodne perspektywy oraz doświadcze-

nia pokazały pełniejszy obraz sytuacji i dały pole do kontynuowania dyskusji na temat rozwoju i potencjału talentów sztucznej inteligencji w Polsce. Analizując raport warto pamiętać, że został w nim przedstawiony obraz rynku z 2019 roku i w związku z tym ścieżki rozwoju kompetencji specjalistów AI – zarówno w obszarze tworzenia, jak i wdrożeń rozwiązań – powinny brać pod uwagę intensywny rozwój branży i dynamicznie zmieniającą się rzeczywistość, a zdolność do adaptacji do nowych warunków oraz elastyczność zdecydowanie powinny być ich elementami. Serdecznie zapraszamy do lektury i liczymy, że poniższe opracowanie zachęci Państwa do dalszej dyskusji, co wesprze rozwój dynamicznego ekosystemu AI w Polsce, tak aby stała się ona wiodącym centrum innowacji cyfrowych w Europie.



Piotr Mieczkowski

Fundacja Digital Poland



Paweł Jakubik

Dyrektor ds. Transformacji Cyfrowej
w Chmurze, Członek Zarządu,
oddział Microsoft w Polsce



Jacek Borek

Dyrektor Zarządzający
Accenture Technology



SPIS TREŚCI

PRZEDMOWA	3
PODSUMOWANIE	5
01. EKSPERCI AI W POLSCE I EUROPIE	9
02. PRAKTYCY AI W SEKTORACH GOSPODARKI	18
Sektory gospodarki	18
Najwięksi pracodawcy	25
03. UMIĘTNOŚCI, WYKSZTAŁCENIE, MOBILNOŚĆ I STAŻ PRACY	29
Umiejętności	29
Edukacja	35
Kierunki studiów.....	35
Poziom wykształcenia.....	36
Mobilność	37
Staż pracy praktyków AI	40
04. ZAPOTRZEBOWANIE NA UMIĘTNOŚCI	44
05. KOBIECY W AI	54
METODYKA	60
REDAKTORZY I EKSPERCI RAPORTU	61
WYDAWCA I PARTNERZY RAPORTU	65



PODSUMOWANIE

Praktycy AI w Polsce i na tle Europy

» Polska zajmuje **dalekie, 24. miejsce w całym zestawieniu nasycenia praktykami AI w Unii Europejskiej** (udział specjalistów wśród ogółu pracujących), a w środku zestawienia biorącego pod uwagę kraje z Europy Środkowo-Wschodniej. Polska traci aż 70% do Estonii,

cyfrowego lidera naszego regionu. Mimo więc, że Polska jest największym krajem regionu i słynie z dużej liczby programistów, w przypadku najnowszych, zaawansowanych kompetencji AI nie wypada korzystnie.

» **W Warszawie pracuje ponad 30% specjalistów AI, co sprawia, że miasto można uznać za stolicę AI Polski.** Podobne wnioski

można wysnuć na bazie liczby firm AI funkcjonujących w danym mieście i regionie z raportu „Map of Polish AI”¹. Taki wynik nie może dziwić, gdyż to właśnie w Warszawie wiele największych firm ma swoje centrale. Kolejne miejsca zajmują Kraków (blisko 17%) i Wrocław (ponad 13%).

Specjaliści AI według branż i miejsca zatrudnienia

» **Udział specjalistów w sektorze usług IT i tworzenia oprogramowania jest w Polsce znacząco większy (58%) niż średnio w Unii Europejskiej (40,6%).** Z kolei w obszarze edukacji (przede wszystkim

kim w podsektorach: badań oraz uczelni wyższych) udział specjalistów jest blisko o połowę niższy w Polsce (12,6%) niż w Europie (24,5%). W przemyśle udział specjalistów jest o prawie jedną trzecią niższy w Polsce od udziału specjalistów w Europie.

» W Polsce największymi pracodawcami dla specjalistów AI są uczelnie akademickie (6 na 10 największych

pracodawców to uczelnie wyższe) oraz kapitał zagraniczny umieszczający w Polsce centra badawcze (między innymi Intel, Nokia, Samsung, Aptiv). Międzynarodowe korporacje pełnią obecnie w Polsce kluczową funkcję w transferze wiedzy.

¹ www.digitalpoland.org/assets/reports/map-of-the-polish-ai---2019-edition-i.pdf

Umiejętności specjalistów AI

- » **Polscy eksperci AI** na tle europejskich kolegów zdecydowanie **rzadziej deklarują posiadanie umiejętności „miękkich”**. Szczególnie duże dysproporcje widać w obszarze nauczania, komunikacji, przyswajania wiedzy oraz współpracy w zespole.
- » Na obecnym etapie rozwoju AI brak tego typu umiejętności może jednak nie być znaczącą przeszkodą. Aktualnie głównie cenione są kompetencje „twarde”, jednak w przyszłości może to stanowić szczególną barierę rozwoju, kiedy AI będzie stawała się coraz bardziej powszechna w całej

Wykształcenie i mobilność specjalistów AI

- » **Wszystkie kierunki studiów wskazane przez specjalistów AI mieszczą się w obszarze nauk ścisłych**, z przewagą kierunków w obszarze technologii informacyjno-komunikacyjnych. Ponad 50% specjalistów AI w Polsce ukończyło kierunki: Informatykę, Matematykę, Inżynierię Elektryczną i Elektroniczną, Technologię Informacyjną oraz Mechatronikę, Robotykę i Inżynierię Automatyki. Blisko 35% ekspertów AI z Polski otrzymało dyplom w dziedzinie informatyki, podczas gdy w Unii Europejskiej tylko 20%.
- » **Rynek pracy dla praktyków AI jest z natury rzeczy międzynarodowy**: prawie połowa (42%) eksper-

gospodarce, i tym bardziej konieczna będzie dynamiczna współpraca w różnych zespołach.

- » **Polscy eksperci AI**, podobnie jak ich europejscy koledzy, **posiadają znajomość programowania w bardzo wielu językach**, co wskazuje na wszechstronność obecnych specjalistów AI. Można przypuszczać, że historycznie – zanim zostali oni ekspertami AI – programowali w zupełnie innych językach niż Python czy R.
- » Do najpopularniejszych bibliotek/środowisk programistycznych wśród ekspertów AI należy zaliczyć TensorFlow (Google), OpenCv (zapoczątkowany przez Intel, wykorzystywany

tów AI w Unii Europejskiej studiowała na uczelni wyższej, która nie znajduje się w tym samym kraju, w którym obecnie pracują.

- » **W Polsce więcej praktyków AI, niż średnio w Unii Europejskiej, pracuje i studiuje lokalnie (ponad 67,2%)**. Wysoki wskaźnik retencji ekspertów i pozostania w kraju może świadczyć o dopasowaniu programu studiów uczelni wyższych do zapotrzebowania pracodawców oraz zapewnieniu atrakcyjnych możliwości zawodowych, a także relatywnie wysokim zapotrzebowaniu na specjalistów AI w kraju. Z drugiej strony, wyższy odsetek specjalistów AI pracujących i studiujących tylko w Polsce może wynikać z faktu, że w Polsce wielu specjalistów AI pracuje na uczelniach wyższych. Co ciekawe, do Polski

w obszarze widzenia komputerowego, ang. *computer vision*), Scikit-learn (zapoczątkowany przez Google, rozwinięty przez francuski instytut INRIA) oraz Keras (rozwinięty przez pracowników Google, wykorzystywany szczególnie w procesach głębokiego uczenia, ang. *deep learning*). Większość bibliotek wykorzystuje język Python. Wyraźnie widać, że znacząca większość specjalistów AI nie deklaruje korzystania z bibliotek/środowisk programistycznych AI, gdyż znajomość TensorFlow na początku 2019 roku oznaczyło 4,5% specjalistów AI.

migruje mniej praktyków AI z Unii Europejskiej w porównaniu z innymi państwami członkowskimi (10,2%, w stosunku do średniej w Europie wynoszącej blisko 22%), ale Polska na podobnym poziomie przyciąga zagraniczne talenty spoza Unii Europejskiej.

- » Wśród praktyków AI pracujących w Polsce i posiadających dyplom wyższej uczelni najwięcej jest osób, które uzyskały wykształcenie w Stanach Zjednoczonych (blisko 44%), Wielkiej Brytanii (7,4%) oraz Niemczech (4,2%) (LinkedIn nie bada narodowości użytkowników, zatem mogą być to zarówno obcokrajowcy pracujący w Polsce, jak i Polacy, którzy wrócili po uzyskaniu dyplomów na uczelniach zagranicznych).

Staż pracy specjalistów AI

» **Rynek sztucznej inteligencji w Polsce i w Europie opiera się głównie na młodych pracownikach.** Chociaż AI nie jest nową dziedziną, to postęp w zakresie mocy obliczeniowej i dostępności danych w ostatnich latach doprowadził do przyspieszenia badań nad sztuczną inteligencją i rozwoju komercyjnych rozwiązań. Nie jest zatem zaskoczeniem, że średnia dłu-

gość kariery zawodowej AI jest stosunkowo niska (5,1 roku). Pokazuje to, że masowy rozwój AI jest ciągle na wczesnym etapie rozwoju. Niższa wartość mediany długości kariery (4 lata) w stosunku do średniej kariery z kolei pokazuje, że do branży AI dołączyło wiele osób z krótszym doświadczeniem zawodowym.

» Patrząc na staż pracy praktyków AI w Polsce, można zaobserwować, że **63,1% z nich posiada maksymalnie 5 lat doświadczenia zawodowego**, natomiast 11,3%

jeszcze studiuje. Zaledwie 15,5% specjalistów posiada ponad 10-letnie doświadczenie zawodowe. Jest to spójne z rozwojem rynku sztucznej inteligencji w Polsce, gdzie zaczęła się ona pojawiać na szerszą skalę po 2010 roku, a połowa firm posiadających rozwiązania i produkty w tym obszarze wprowadziła je w ostatnich latach².

Zapotrzebowanie na specjalistów AI

» W Polsce można zaobserwować **niedopasowanie dostępnych ekspertów AI do potrzeb rynku.** Zdecydowanie **brakuje w Polsce ekspertów od widzenia komputerowego** (ang. *computer vision*).

» W przeciwieństwie do tego, co widzimy w innych branżach, w których istnieje duże zapotrzebowanie na kompetencje miękkie, niewiele ofert pracy związanych z AI opublikowanych na LinkedIn wyraż-

nie wymienia ten rodzaj kompetencji wśród kluczowych wymagań.

» Patrząc na zapotrzebowanie na ekspertów posiadających wiedzę z bibliotek/środowisk programistycznych AI, można zaobserwować znaczne niedopasowanie na rynku. W Polsce szczególnie poszukiwani są eksperci znający *PyTorch*, *OpenCv*, *Scikit-learn*, *Caffe* oraz *NLTK*. Niestety wśród ekspertów AI w kraju zdecydowanie brakuje specjalistów z tych obszarów. Jedyne liczbę specjalistów znających *TensorFlow* jest porównywalna do zapotrzebowania praco-

dawców. Na rodzimym rynku istnieje duży niezaspokojony popyt na eksperckie biblioteki AI.

» W Polsce zdecydowanie brakuje ekspertów posiadających wiedzę na temat bibliotek/środowisk programistycznych data -science. Dla najpopularniejszych z nich zapotrzebowanie przekracza nawet pięciokrotnie liczbę specjalistów dostępnych na rynku.

² www.digitalpoland.org/assets/reports/map-of-the-polish-ai---2019-edition-i.pdf

Kobiety w AI

» **Jedynie około 16% wszystkich pracowników AI zatrudnionych w Unii Europejskiej to kobiety.**

Na podobnym poziomie kształtuje się udział kobiet w AI w Stanach Zjednoczonych, gdzie mniej niż 20% ekspertów AI to kobiety, przy czym ogólnościatowa średnia wynosi 22%. Pomimo pewnych różnic pomiędzy krajami Unii, udział kobiet w dziedzinie AI nie przekracza 30% w żadnym z państw członkowskich. Najwięk-

szy udział kobiet w AI jest na Łotwie (29,25%), w Finlandii (26,47%) i Włoszech (26,13%), **a najmniej w Polsce (12,98%), Danii (12,19%), na Słowacji (9,69%) i w Czechach (8,78%).**

» Zmiany w zatrudnieniu kobiet w AI zaczynają być jednak dostrzegalne. W całej Unii Europejskiej odsetek kobiet jest większy wśród młodszego pokolenia. Procent kobiet w AI, które jeszcze nie ukończyły studiów wyższych lub ich doświadczenie w AI jest krótsze niż 5 lat, wynosi ponad 18%.

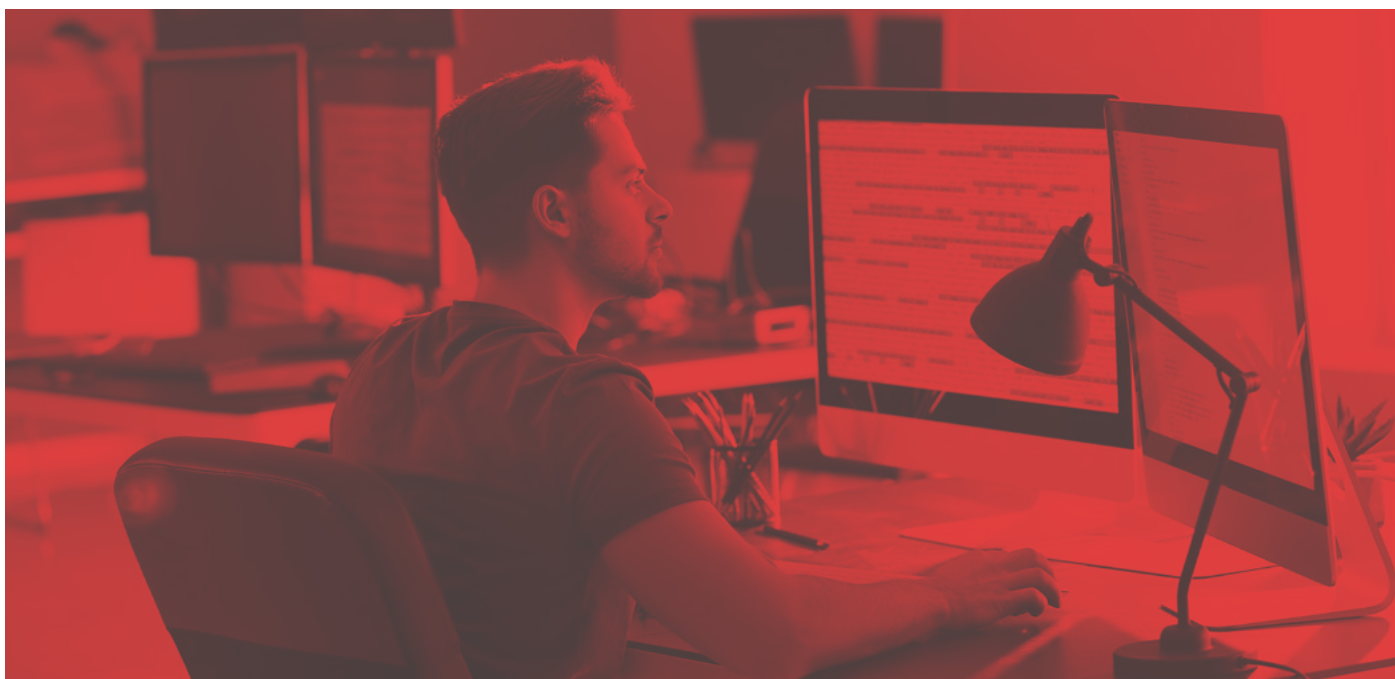
Z kolei udział kobiet w AI z ponad 10-letnim doświadczeniem wynosi jedynie 12%. Sytuacja wygląda gorzej w Polsce, gdyż udział kobiet w AI, które nie ukończyły studiów wyższych, wynosi 14,9%, a kobiet z doświadczeniem 10-letnim wynosi jedynie 7,5%. To odpowiednio o 18% i 38% mniej niż średnia w Unii Europejskiej. Różnica pogłębia się wraz z większym stażem pracy kobiet.

Metodyka

» W badaniu LinkedIn ekspert AI został zdefiniowany jako osoba, która posiada umiejętności zarówno w zakresie modelowania statystycz-

nego, jak i przetwarzania dużych zbiorów danych. To właśnie te specjalności są wymagane w procesie budowania i wykonywania algorytmów, które tworzą rozwiązania AI. Podejście do badania przedstawiono

w rozdziale „Metodyka”. Źródłem danych przedstawionych w wykresach są analizy przeprowadzone przez LinkedIn (w tym LinkedIn Economic Graph).





EKSPERCI AI W POLSCE I EUROPIE

Na początku analizy nasycenia gospodarki ekspertami AI w Polsce i Europie warto zaznaczyć, że porównując Stany Zjednoczone do Unii Europejskiej, widoczna jest znaczna różnica w liczebności specjalistów AI. W Stanach Zjednoczonych znajduje się ich dwa razy więcej niż w Unii Europejskiej, mimo że liczba osób w wieku produkcyjnym jest blisko o 35% mniejsza w Stanach Zjednoczonych. To jasno pokazuje, że jeszcze na początku 2019 roku Europa znacząco odstawała od Stanów Zjednoczonych w obszarze kompetencji AI.

Patrząc z kolei na udział specjalistów AI w Unii Europejskiej, można zauważyć,

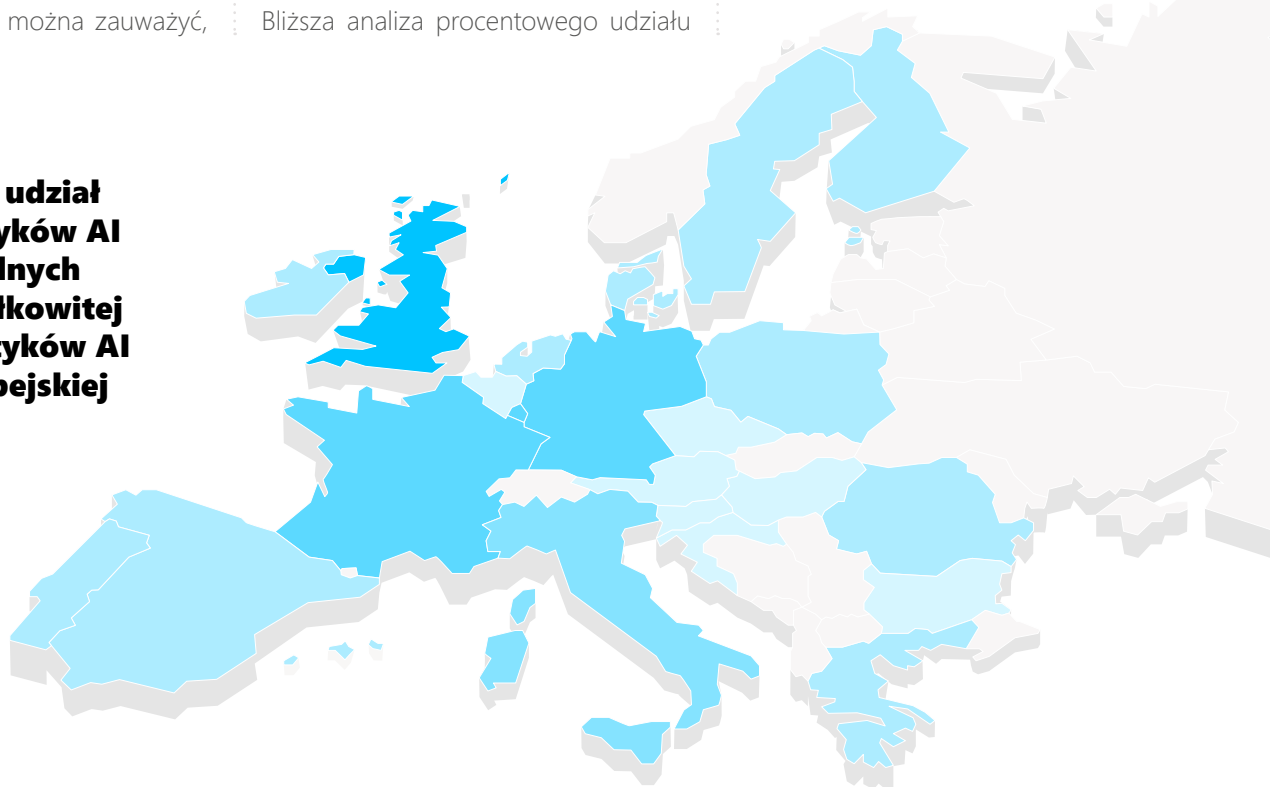
że różni się on znacząco pomiędzy krajami. W Europie połowa specjalistów AI znajduje się w trzech krajach: Wielkiej Brytanii (23,88%), Niemczech (14,14%) i Francji (12,33%). Z kolei po uwzględnieniu dodatkowo Włoch (7,32%), Holandii (6,66%) i Hiszpanii (4,86%), aż 70% specjalistów znajduje się tylko w sześciu krajach Unii Europejskiej. Wielka Brytania jest przy tym niekwestionowanym liderem (24%), gdyż blisko jedna czwarta talentów AI znajduje się właśnie tam, mimo że liczba osób w wieku produkcyjnym w Wielkiej Brytanii stanowi tylko około 13,5% całkowitej siły roboczej w Unii Europejskiej. Bliższa analiza procentowego udziału

liczby praktyków AI z poszczególnych krajów Unii pokazuje, że sztuczna inteligencja jest domeną rozwiniętych gospodarek.

W Polsce znajduje się 3% wszystkich specjalistów AI w Europie, zarazem najwięcej z całego regionu Europy Środkowo-Wschodniej (EŚW), co plasuje nasz kraj na 9. miejscu w Unii Europejskiej. To o trzy miejsca niżej w rankingu liczby specjalistów AI, niż mogłoby to wynikać z liczebności całej siły roboczej Polski. Natomiast w regionie Europy Środkowo-Wschodniej Polska pod tym kątem zajmuje pierwsze miejsce.

Wykres 1.

Procentowy udział liczby praktyków AI z poszczególnych krajów w całkowitej liczbie praktyków AI w Unii Europejskiej





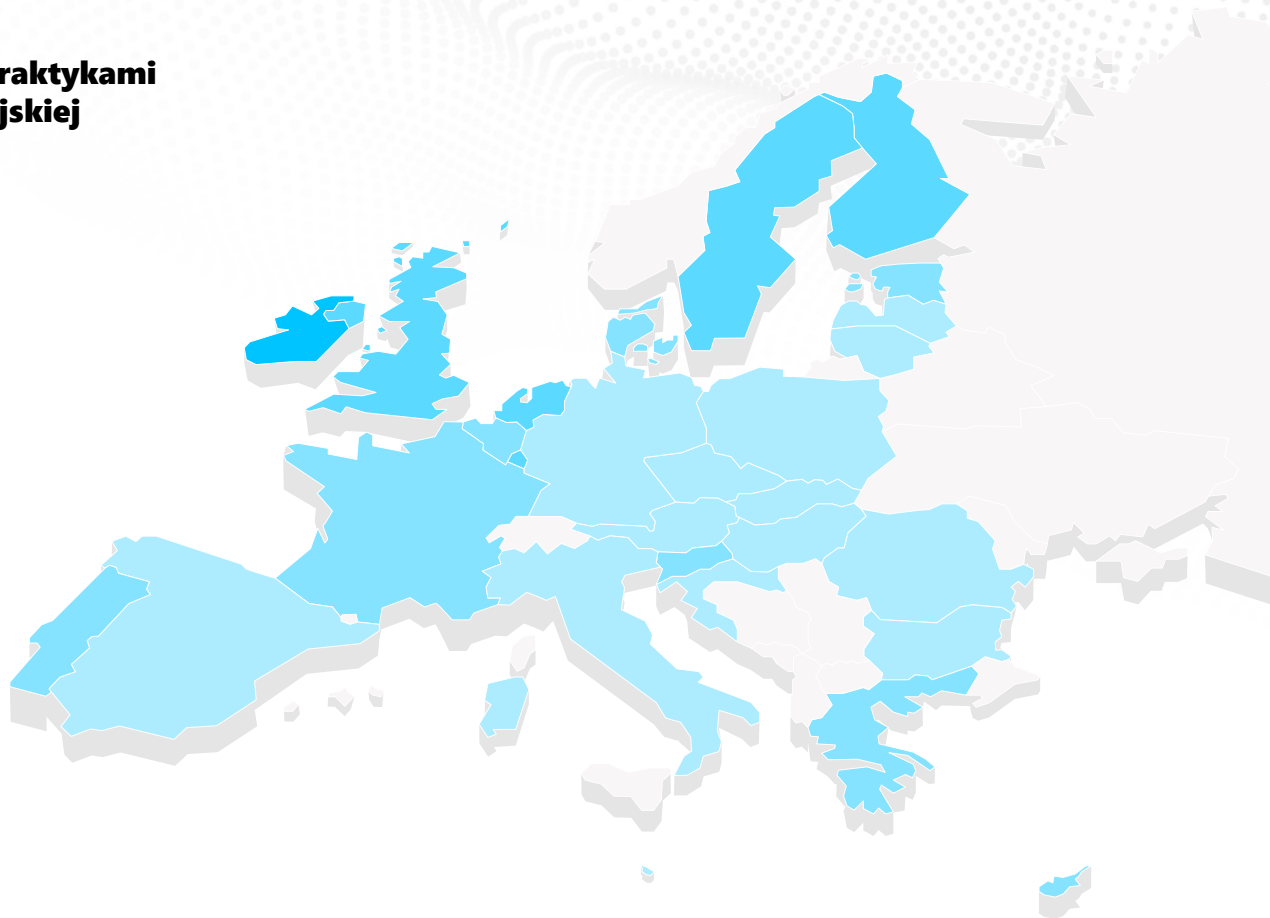
Kompetencje w zakresie AI otwierają drzwi do cyfrowej Europy. Niestety, udział polskich specjalistów ds. AI na tle Europy wyraźnie pokazuje, że jako gospodarka mamy na tym polu jeszcze sporo do zrobienia. Optymizmem napawa miejsce w czołówce państw regionu i to moim zdaniem powinniśmy potraktować jako czynnik motywacyjny. Na szczęście, coraz bardziej śmiałe głosy z rynku potwierdzają również, że znaczenie kompetencji cyfrowych, także tych związanych z AI, będzie rosło. Aby mogło się to jednak stać już w niedalekiej przyszłości, konieczne są do spełnienia odpowiednie warunki. Z jednej strony gotowość biznesu do wykorzystania odpowiednich technologii, w tym chmury obliczeniowej. Z drugiej rozwój kompetencji cyfrowych. To ludzie i ich możliwości powinni być priorytetem, jeżeli mówimy o transformacji biznesu w oparciu o technologie.

Paweł Jakubik

Dyrektor ds. Transformacji Cyfrowej w Chmurze, Członek Zarządu,
oddział Microsoft w Polsce

Wykres 2.

Nasylenie praktykami AI w europejskiej gospodarce



Do ciekawych wniosków można także dojść, analizując tzw. stopień nasycenia specjalistami AI. Wskaźnik powyżej 1 wskazuje, że specjalistów AI w danym kraju jest proporcjonalnie więcej, niż mogłoby to wynikać z liczebności ludności w wieku produkcyjnym danego kraju na tle innych krajów Unii Europejskiej. Liderem w tym zestawieniu jest Irlandia z wynikiem 3,5, co jest zrozumiałe z uwagi na fakt, że kraj ten stał się swoistym centrum przetwarzania danych w Europie dla platform amerykańskich takich firm jak Google czy Facebook. Dodatkowo centrum B+R w zakresie AI ma tutaj szereg globalnych korporacji takich jak Accenture (The Dock)³. Naturalnie wysokie

są również pozycje krajów nordyckich (np. Finlandii), co wynika m.in. z wysokich miejsc w rankingu wykorzystania technologii big data⁴, jak i samej cyfryzacji⁵. AI potrzebuje bowiem rozwoju cyfrowej gospodarki i dostępności dużych zbiorów danych. Cztery wiodące kraje pod względem nominalnej liczebności specjalistów AI, takie jak Niemcy, Włochy, Hiszpania czy Francja, są znacząco niżej w tym rankingu, co z kolei może oznaczać, że kraje te mają wolniejszy postęp w zakresie cyfryzacji i nie wykorzystują w pełni swojego potencjału, wynikającego chociażby z uprzemysłowienia gospodarki. Z kolei wysoki indeks Cypru (1,91), Luksemburga (1,88), Holandii (1,81)

i Malty (1,78) pokazuje, jak kluczowe jest AI w sektorze finansów i podatków. To właśnie w tych krajach wiele firm ma swoje europejskie oddziały z uwagi na korzystniejszy system podatkowy czy ułatwienia w prowadzeniu działalności gospodarczej. Polska nie wypada korzystnie w tym zestawieniu, gdyż wskaźnik 0,44 lokuje nas w środku rankingu krajów z Europy Środkowo-Wschodniej. Polska traci przy tym blisko aż 70% do Estonii, cyfrowego lidera naszego regionu. W całym zestawieniu nasycenia praktykami AI w Unii Europejskiej Polska znajduje się na dalekim 24. miejscu.

³ Szerzej o AI w Irlandii: www.idaireland.com/IDA/Ireland/media/Infographics/IDA_AI_Ireland.pdf?ext=.pdf

⁴ digitalpoland.org/assets/publications/big-data-w-polsce/raport-big-data-w-polsce-v2.pdf

⁵ ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi



Niski wynik Polski w obszarze nasycenia praktykami AI jest niesatysfakcjonujący. Jednak nie powinien on być zaskoczeniem. Praktycznie wszystkie państwa UE, które przed 1989 rokiem były po drugiej stronie żelaznej kurtyny, plasują się na dole rankingu. Niżej od Polski wypadają również nasi sąsiedzi z Grupy Wyszehradzkiej. Ma to kilka przyczyn. Przede wszystkim polskie firmy nadal są opóźnione technologicznie względem Zachodu. Niskie PKB, a tym samym niskie płace, powodują, że polskie firmy konkurują przede wszystkim kosztami. Z tego też powodu nie dysponują one budżetami na inwestycje w technologie. Niskie pensje skutkują też emigracją ekspertów AI. Osobną kwestią są trudności polskich instytucji akademickich. Potrafią one dobrze kształcić studentów, jednak nadal odstają względem instytucji zachodnich pod kątem realizacji badań naukowych. Polsce bardzo brakuje sprawnych, dobrze opłacanych akademickich zespołów badawczych. To właśnie tam rozwijają swój talent najlepsi eksperci od AI, którzy potem mogą tworzyć innowacje na skalę światową. Można jednak oczekiwać, że w najbliższych latach pozycja Polski będzie się umacniać. Podstawową siłą polskiego sektora IT jest podaż zdolnych absolwentów kierunków informatycznych i technicznych. Dostrzegają to giganci technologiczni i lokują w naszym kraju kolejne centra B+R; większość z nich zajmuje się również AI. W Polsce są rozwijane technologie autonomicznych aut, rozpoznawania mowy, analizy tekstu. Jest to świetna szkoła technologii AI dla absolwentów rodzimych uczelni. Jest jeszcze jeden czynnik o charakterze ekonomicznym. Bardzo niskie bezrobocie w połączeniu z presją płacową wymusza na rodzimych firmach odejście od modelu niskich płac i inwestowanie w nowe technologie. Będzie to stanowić dodatkowy bodziec popytowy na usługi rodzimych ekspertów AI. Jeszcze kilkanaście lat temu problemami polskiej gospodarki był ogromny deficyt handlowy i bardzo wysokie bezrobocie. Jednak polskie firmy nauczyły się eksportować i stworzyły nowe miejsca pracy, tym samym rozwiązując te dwa palące problemy. Dlatego też jestem optymistyczny co do rozwoju sektora AI w Polsce. Już teraz widzimy rosnące polskie startupy, które z powodzeniem sprzedają swoje usługi oparte o AI poza granicami Polski. W kolejnych latach to grono z pewnością się powiększy.

dr Łukasz Borowiecki

Współzałożyciel 10 Senses oraz Ekspert ds. sektora AI Fundacji Digital Poland



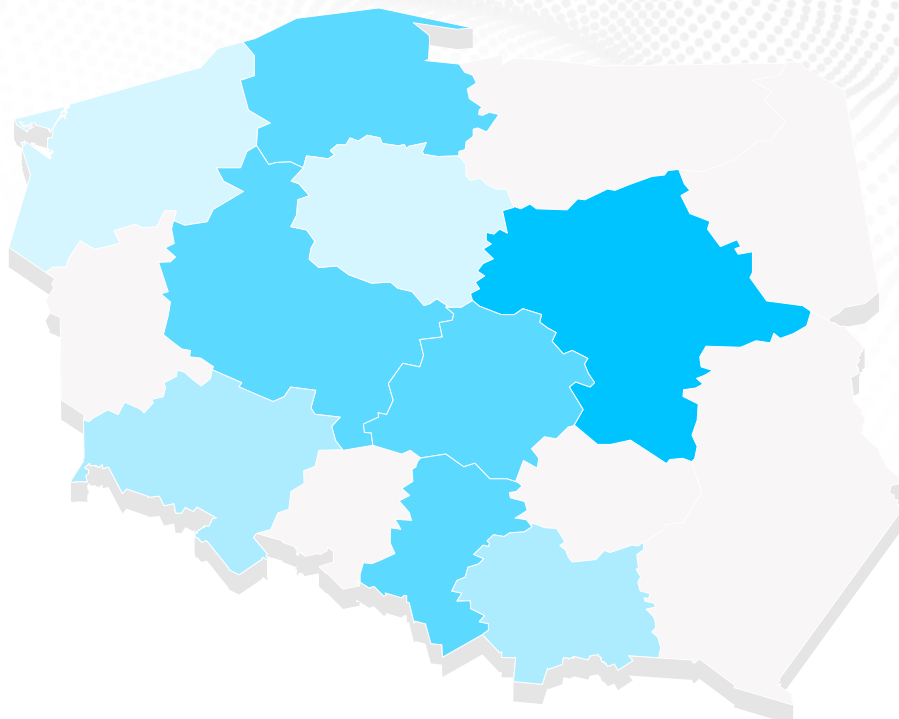
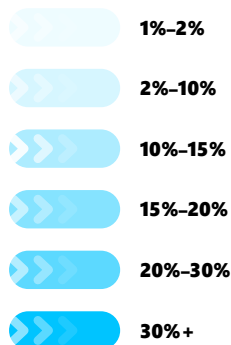
Statystyki dotyczące nasycenia polskiej gospodarki praktykami AI są dość zwodnicze. Pozornie wynika z nich, że polski system edukacyjny kształci dużo mniej specjalistów IT niż systemy w zachodnich krajach UE, a nawet w innych krajach Europy Środkowo-Wschodniej, takich jak Estonia. Niewielki odsetek specjalistów od sztucznej inteligencji w społeczeństwie nie jest jednak efektem braku odpowiednich form kształcenia, ale przede wszystkim konsekwencją niskiego zapotrzebowania na opracowywanie programów opartych na algorytmach – zarówno w sektorze przedsiębiorstw, jak i w sektorze publicznym. W rezultacie spora część kształconych w Polsce informatyków wyjeżdża na Zachód, aby podjąć pracę w firmach i instytucjach, które potrzebują ich usług. Polscy przedsiębiorcy wciąż są niechętnie nastawieni do zatrudniania informatyków. To po części efekt braku jasno zdefiniowanych procesów biznesowych, co powoduje, że trudno je zalgorytmizować, a po części rezultat tego, że przedsiębiorcy nie widzą dużych korzyści z zastosowania AI. Rozwiązania oparte na uczeniu maszynowym są dla nich wciąż głównie elementem budowania wizerunku, a nie inwestycją poprawiającą efektywność i ograniczającą koszty. Podobnie jest w przypadku instytucji publicznych, które dodatkowo są związane anachronicznymi regulacjami wymuszającymi papierowy obieg dokumentacji i praktycznie uniemożliwiający automatyzację.

Adam Czerniak

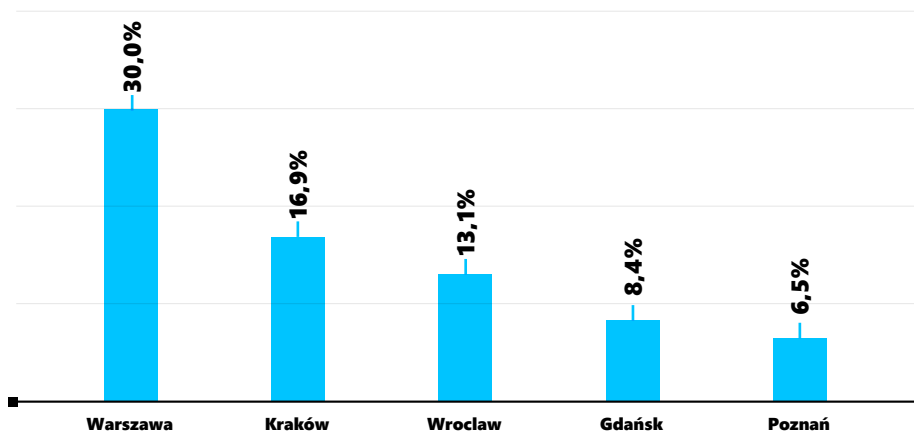
Dyrektor ds. badań, Polityka Insight oraz Kierownik Zakładu Ekonomii Instytucjonalnej i Politycznej w Szkole Głównej Handlowej w Warszawie

Wykres 3.

Koncentracja specjalistów AI w Polsce



Miasta z największą liczbą talentów AI w Polsce



W samej Polsce także występuje duże zróżnicowanie pod kątem liczby specjalistów AI. Centrum polskiego AI stanowi Warszawa, gdzie znajduje się najwięcej firm zajmujących się tym

obszarem. Jest to najbardziej znacząca lokalizacja, gdyż pracuje tam ponad 30% specjalistów AI. Pozostałe ważne lokalizacje to także duże miasta: Kraków, Wrocław, Gdańsk (Trójmiasto)

i Poznań. Powyższe dane pokrywają się z danymi zebranymi w raportach: „Map of Polish Science in the Field of AI”⁶ (najwięcej naukowców publikujących w obszarze AI jest w województwach: mazowieckim, małopolskim oraz śląskim) oraz „Map of the Polish AI”⁷, zgodnie z którym firmy zajmujące się sztuczną inteligencją mieszczą się przede wszystkim w następujących metropoliach: Warszawie (43%), Trójmieście (11%), Krakowie (9%), Poznaniu (8%) oraz Wrocławiu (8%). Jednakże można zauważyć większe rozproszenie profesjonalistów względem lokalizacji firm, co może sugerować możliwość pracy zdalnej w firmach zajmujących się obszarem sztucznej inteligencji.

⁶ www.digitalpoland.org/assets/publications/map-of-polish-science-in-the-field-of-ai/2019-map-of-polish-science-in-the-field-of-ai-v2.pdf

⁷ www.digitalpoland.org/assets/reports/map-of-the-polish-ai---2019-edition-i.pdf



Wykres 4.

Oferty pracy według miast

Rozkład geograficzny ofert pracy w obszarze AI także pokrywa się z lokalizacją firm działających w obszarze AI („Map of Polish AI”⁸). Zdecydowanie przeważają duże ośrodki miejskie, ze szczególnym uwzględnieniem Warszawy, Trójmiasta, Wrocławia, Krakowa i Poznania.

Warszawa	22,7%
Poznań	8,2%
Wrocław	7,9%
Kraków	7,8%
Gdańsk	7,1%
Katowice	4,1%
Łódź	3,9%
Gdynia	2,4%
Bydgoszcz	1,8%
Lublin	1,8%

⁸ www.digitalpoland.org/assets/reports/map-of-the-polish-ai---2019-edition-i.pdf



Decyzje oparte o dane są podejmowane na podstawie analizy stanu obecnego, łatwiej jest ustalić dla nich mierzalny cel i łatwiej jest weryfikować stopień jego realizacji.

W polskiej debacie publicznej dyskusji opartych o dane trzeba jednak ze świecą szukać, a strategiczne dokumenty są pisane językiem ogólnym wskazującym kierunki starań, a nie mierzalne rezultaty. Publikowany przez Fundację Digital Poland raport „Sztuczna Inteligencja w Polsce – kompetencje ekspertów AI” jest chlubnym wyjątkiem. Opiera się o badania ilościowe i prezentuje opartą o twarde dane analizę stanu i struktury kompetencji ważnych dla tworzenia i wykorzystywania rozwiązań sztucznej inteligencji w Polsce. Raport wspiera wiele też już prezentowanych w dyskusji o AI w Polsce i pozwala skutecznie zderzyć je z kilkoma obiegowymi opiniami.

Powszechne jest zadowolenie z siły polskiego sektora informatycznego, a szczególnie z potencjału polskich specjalistów z obszaru sztucznej inteligencji. W pełni zgadzając się z wysokimi kompetencjami absolwentów kierunków computer science, warto się jednak skonfrontować z pełnym obrazem.

Raport pokazuje, że nasycenie gospodarki specjalistami AI w Polsce plasuje nasz kraj na 24. miejscu w Unii Europejskiej, i jasno podkreśla potrzebę kształcenia znacznie większej liczby specjalistów AI. Jest to w pełni zgodne z obrazem nasycenia gospodarki polskiej specjalistami ICT; w nim Polska zajmuje 21. miejsce w UE. Należałoby co najmniej podwoić liczbę specjalistów ICT w Polsce, aby osiągnąć poziom nasycenia taki jak w Szwecji, a wzrost o 50% zrównałby pod tym względem Polskę z Austrią. Wyznaczenie liczby absolwentów studiów obejmujących zagadnienia sztucznej inteligencji oraz liczby absolwentów kierunków informatycznych jest konieczne dla uporządkowania dyskusji w tym obszarze. Kolejną kwestią wartą poruszenia są kompetencje do wdrażania rozwiązań sztucznej inteligencji w poszczególnych branżach.



czytaj dalej



Raport pokazuje, że polscy specjaliści AI pracują głównie jako programiści na rzecz innych firm informatycznych, z reguły zagranicznych. W znacznie mniejszym stopniu pracują w obszarze wdrażania i wykorzystywania rozwiązań AI w poszczególnych branżach. Powszechne jest twierdzenie, że dzieje się tak z powodu braku popytu na te rozwiązania. Jednak istnieje druga strona medalu. Nie ma w Polsce dostatecznej liczby specjalistów AI rozumiejących wymagania poszczególnych branż i mogących z nimi efektywnie współpracować. Większość kierunków studiów informatycznych nastawiona jest na podstawy computer science i programowanie, i nie skupia się na kwestiach związanych z wykorzystaniem rozwiązań informatycznych w konkretnych sektorach gospodarki. Jeśli przynajmniej część kierunków nie wprowadzi dużego nacisku na interdyscyplinarną współpracę i zrozumienie potrzeb głównych branż, to będzie trudno oczekiwać cyfrowego przyspieszenia rozwoju gospodarki napędzanego sztuczną inteligencją.

Trudno jest też oczekiwać, że problem braku zrozumienia innych branż sam się rozwiąże.

Nie należy się tego spodziewać, patrząc na część raportu oceniającą kompetencje specjalistów AI pod kątem ich potencjału do współpracy i uczenia się od innych. Kompetencje komunikacyjne, wymiana wiedzy i umiejętność pracy w zespole są oceniane dużo poniżej średniej w Europie. Wysoka samoocena potencjału przywódczego przez pracowników wskazuje raczej na dobre samopoczucie, a niekoniecznie chęć zrozumienia perspektywy innych współpracowników. Trudno jest więc liczyć na efektywną kooperację i komunikację specjalistów ukształtowanych w zamkniętych dziedzinowych bańkach, a negatywne tego efekty już widzimy w niskim nasyceniu gospodarki technologią. Drogą do zmiany tego stanu rzeczy jest wprowadzenie na wszystkich etapach edukacji, w tym edukacji ustawicznej, elementów rozwoju kompetencji współpracy. Trzymam kciuki, aby raport wsparł opartą o dane dyskusję na temat koniecznych działań dla rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce i efektywnej współpracy pomiędzy pracownikami różnych branż.

Tomasz Klekowski

Członek Rady Fundacji Platforma Przemysłu Przyszłości, Ekspert Rady ds. Kompetencji IT



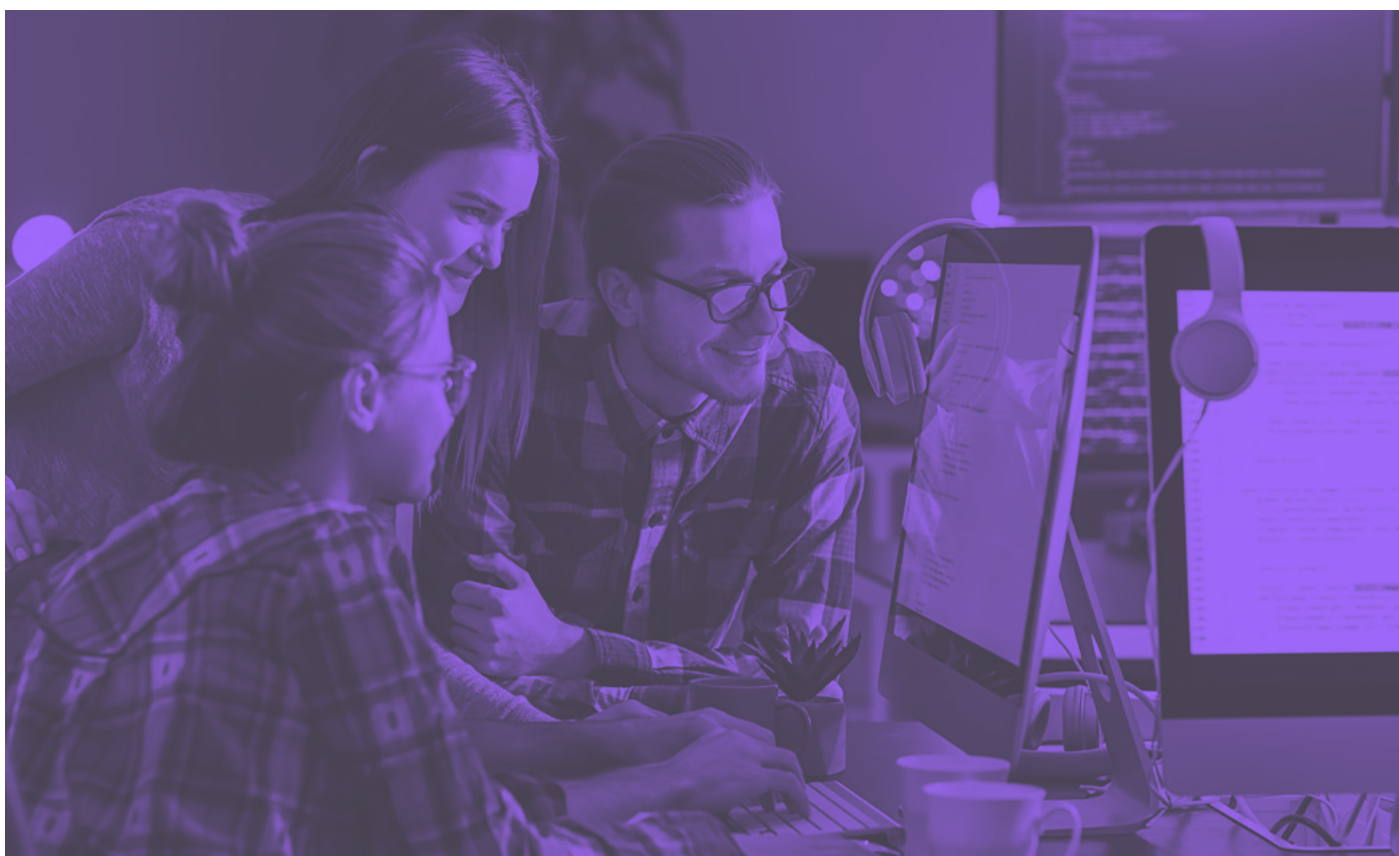
PRAKTYCY AI W SEKTORACH GOSPODARKI

1_Sektory gospodarki

Można lepiej zrozumieć, jak wykorzystywana jest sztuczna inteligencja w całej gospodarce europejskiej, analizując firmy i sektory, w których obecnie pracują specjaliści AI. Mimo że zastosowania AI nie ograniczają się do żadnego konkretnego obszaru gospo-

darki, zdecydowana większość (77%) europejskich ekspertów AI znajduje zatrudnienie w trzech sektorach: technologii, edukacji i produkcji. Podobny trend można zaobserwować również w Stanach Zjednoczonych (76% specjalistów AI pracujących w tych obszarach). Do kolejnych sektorów, w których pracuje najwięcej specjalistów AI, należą finanse (4,3%), sprzęt i usługi

telekomunikacyjne (4,3%) oraz sektor ochrony zdrowia (3,6%). W pozostałych sektorach jest zdecydowanie mniej specjalistów AI, co sugeruje, że wiedza i technologie ciągle skoncentrowane są jedynie w kilku sektorach gospodarki i nie nastąpiła jeszcze ich szersza adopcja w gospodarce.





O sztucznej inteligencji i perspektywach jej rozwoju mówimy już od dłuższego czasu, jednak dopiero teraz spodziewamy się szybszego jej rozwoju. Znikają kolejne bariery technologiczne, jedną z najważniejszych z nich była dostępność chmury obliczeniowej, bo bez możliwości przetwarzania danych, którą oferuje chmura, trudno mówić o zaawansowanym wykorzystaniu algorytmów opartych na sztucznej inteligencji.

Budowanie kompetencji związanych z rozwojem rozwiązań basujących na AI jest dla naszego rynku ogromną szansą – jak wynika z raportu zapotrzebowanie na głęboką wiedzę rośnie, ważne jest również to, że rynkiem odbioru usług opartych na sztucznej inteligencji może być cały świat.

Mamy w tej chwili bardzo dobry moment na inwestycję w umiejętności budowy systemów wykorzystujących AI – inwestycje wielkich graczy chmurowych – czyli Google i Microsoft – to bowiem nie tylko inwestycje w infrastrukturę, w centra przetwarzania danych. To również duże fundusze na szkolenia, edukację, stworzenie w Polsce zespołów, które będą pracować nad oprogramowaniem wykorzystującym usługi udostępniane przez chmurę.

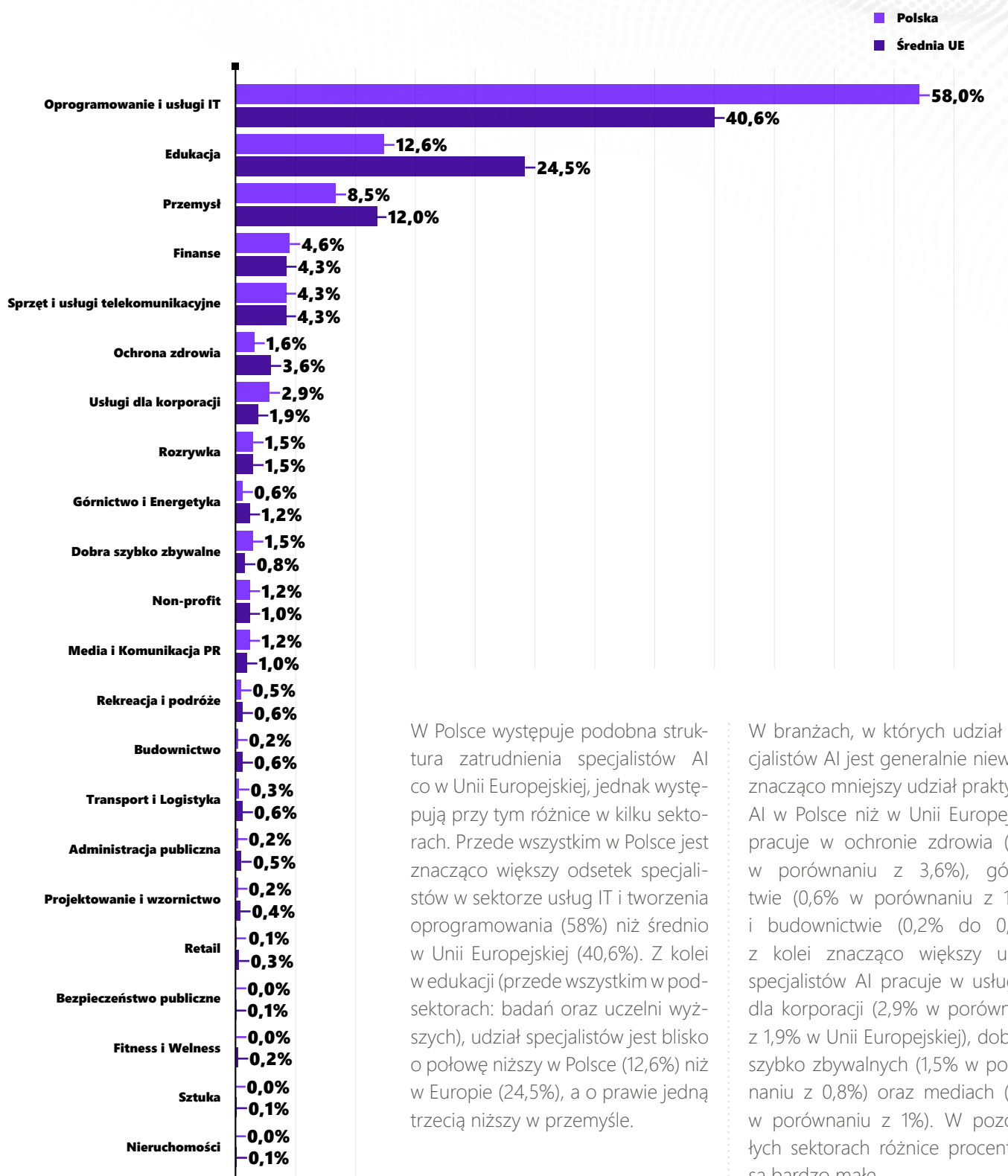
Ważne jest również dostosowanie edukacji akademickiej tak, aby uczyła ona praktycznych zastosowań dla nowoczesnych technologii, w tym sztucznej inteligencji. Dotyczy to zarówno programistów, jak i analityków danych, gdyż dobre przygotowanie danych jest niezbędne do wykorzystania AI.

Karol Mazurek

Dyrektor Zarządzający, Accenture Strategy & Consulting

Wykres 5.

Pracownicy w AI w sektorach w Europie i Polsce



W Polsce występuje podobna struktura zatrudnienia specjalistów AI co w Unii Europejskiej, jednak występują przy tym różnice w kilku sektorach. Przede wszystkim w Polsce jest znacząco większy odsetek specjalistów w sektorze usług IT i tworzenia oprogramowania (58%) niż średnio w Unii Europejskiej (40,6%). Z kolei w edukacji (przede wszystkim w podsektorach: badań oraz uczelni wyższych), udział specjalistów jest blisko o połowę niższy w Polsce (12,6%) niż w Europie (24,5%), a o prawie jedną trzecią niższy w przemyśle.

W branżach, w których udział specjalistów AI jest generalnie niewielki, znacząco mniejszy udział praktyków AI w Polsce niż w Unii Europejskiej pracuje w ochronie zdrowia (1,6% w porównaniu z 3,6%), górnictwie (0,6% w porównaniu z 1,2%) i budownictwie (0,2% do 0,6%), z kolei znacząco większy udział specjalistów AI pracuje w usługach dla korporacji (2,9% w porównaniu z 1,9% w Unii Europejskiej), dobrach szybko zbywalnych (1,5% w porównaniu z 0,8%) oraz mediach (1,2% w porównaniu z 1%). W pozostałych sektorach różnice procentowe są bardzo małe.



W Polsce specjaliści AI koncentrują się przede wszystkim w sektorze usług IT i tworzenia oprogramowania. Nasze kompetencje cyfrowe w innych sektorach gospodarki są wciąż względnie niskie. Firmy dysponują ograniczonymi środkami, które mogą inwestować w badania i eksperymenty ze sztuczną inteligencją, a zwrot z inwestycji jest rozciągnięty w czasie. Dlatego większość firm dostarcza oprogramowanie pod zamówienie lub wdraża gotowe rozwiązania. Ci, którzy chcą rozwijać się w oparciu o AI, muszą zdobyć kapitał, przez inwestora zewnętrznego lub nawiązać współpracę z właściwymi instytucjami, które pomogą sfinansować badania i zatrudnienie najlepszych ekspertów (środowisko akademickie nadal pozostaje największą bazą specjalistów AI). Najbardziej martwi to, że polscy przedsiębiorcy wykazują przejawy zadowolenia z intensywności prowadzonych działań badawczo-rozwojowych. Moim zdaniem nie ma czegoś takiego jak „wystarczająco dużo” B+R. Polska przeznaczająca zaledwie 1,03% swojego PKB na wydatki związane z działalnością badawczo-rozwojową, w tym także na AI. Nawet jeżeli naszym celem jest osiągnięcie 1,7%, to doścignięcie poziomem Estonii, jednego z liderów naszego regionu, będzie wyzwaniem.

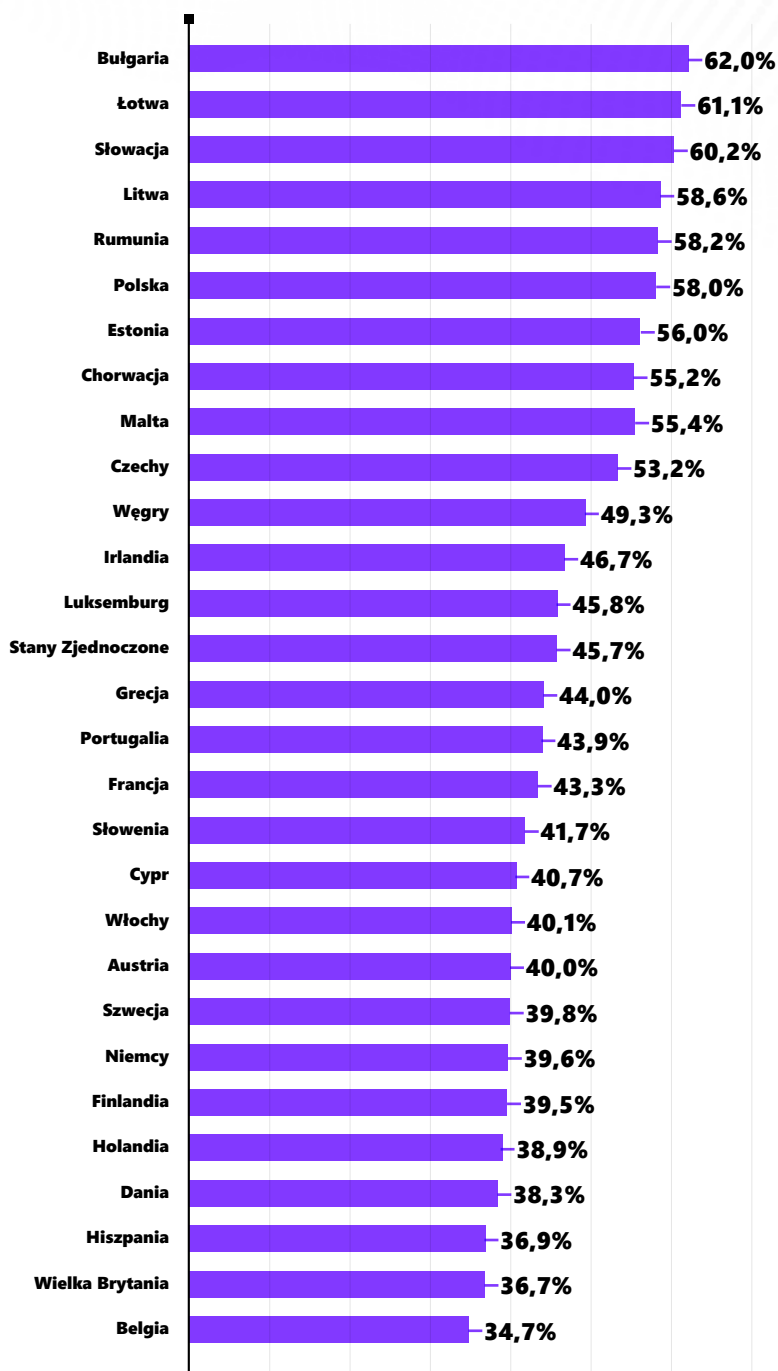
Hubert Rachwalski

Prezes, Nethone

Z kolei porównując poszczególne kraje pomiędzy sektorami widać wyraźnie, że im bardziej rozwinięta gospodarka, tym więcej specjalistów pracuje w sektorach innych niż usługi IT i tworzenie oprogramowania. Do krajów o najmniejszym udziale specjalistów AI pracujących w tym sektorze należą Belgia (34,7%) i Wielka Brytania (36,7%), a także Holandia, Niemcy, Hiszpania oraz Szwecja, natomiast o największym – Bułgaria (prawie 62%) oraz Łotwa (61%). Najlepiej w Europie Środkowo-Wschodniej wypadają Czechy i Węgry, w których udział specjalistów AI pracujących w obszarze badań (podkategoria edukacji) oraz przemysłu jest większy niż średnia dla regionu.

Wykres 6.

Udział pracowników pracujących w sektorze usług IT i rozwoju oprogramowania w podziale na kraje Unii Europejskie





Najwięcej polskich specjalistów AI pracuje w sektorze IT i jak wskazują dane, najczęściej dołączają do dużych, międzynarodowych biznesów. Te dwa fakty nie zaskakują: branża IT rozwija się z duchem czasu, rozumie aktualne trendy i za nimi podąża. Z kolei korporacje technologiczne mają zasoby, aby inwestować w tworzenie laboratoriów i zespołów badawczych. W Polsce od kilku lat następują pozytywne zmiany w niektórych aspektach: coraz więcej firm pracuje nad rozwiązaniami opartymi o sztuczną inteligencję; wachlarz możliwości rozwoju młodych ludzi w kierunku nowych technologii stał się bogatszy; liczba inżynierów zwiększa się z każdym rokiem, a tendencja specjalistów do zdobywania kompetencji w obszarze AI jest bardzo widoczna. Niezmiennie natomiast zderzamy się z jedną zasadniczą barierą, którą stanowi brak zrozumienia dla potencjału wykorzystania AI. Ograniczona wiedza właścicieli firm z innych branż powoduje istotny hamulec dla zmian. Na tle Europy wypadamy niekorzystnie. Problem ten jest zauważalny już od dłuższego czasu i odnoszę wrażenie, że niewiele poprawiło się w tej materii. Niewątpliwie przestrzeń w kształtowaniu świadomości rodzimych przedsiębiorców pozostaje cały czas do zagospodarowania.

Tomasz Kułakowski

Prezes, Deepsense.ai

Pomijając obszar usług IT oraz edukacji, można zaobserwować, że praktyków AI jest najwięcej w wiodących sektorach danego kraju. Przykładowo Niemcy przodują w Europie pod względem udziału AI w produkcji, w której z kolei

blisko połowa specjalistów AI pracuje w przemyśle motoryzacyjnym. Ta sama tendencja występuje w przypadku finansów w Wielkiej Brytanii, na Cyprze i w Luksemburgu, produkcji we Włoszech, Słowenii i Szwecji, ochronie

zdrowia w Belgii i Danii, a także telekomunikacji w Finlandii, Hiszpanii i Grecji. Wskazuje to również, że firmy z tych sektorów szybciej i łatwiej wdrażają AI niż firmy z innych gałęzi gospodarki w danym kraju.



Najwięcej specjalistów AI zatrudniają w Polsce software houses i firmy ogólnie zajmujące się obszarem IT. Odsetek ten jest dużo większy niż w pozostałej części Europy i dzieje się tak z co najmniej dwóch powodów.

Po pierwsze, posiadamy bardzo duże zaplecze talentów ze znajomością tematyki związanej ze sztuczną inteligencją nabytej podczas studiów (co potwierdzają np. znakomite rezultaty polskich programistów w międzynarodowych informatycznych i algorytmicznych konkursach, które kształtują przyszłych specjalistów AI). Dzięki przełomowi w badaniach naukowych nad tą dziedziną oraz jej popularyzacji dokonującej się w ostatnich latach, uniwersytety coraz więcej uwagi poświęcają sztucznej inteligencji. Osobiście często jestem zaskoczony poziomem zaawansowania studentów i absolwentów, których przyjmuję na staż czy do pracy. Ich umiejętności nierzadko pozwalają na pełne zaangażowanie w projekty zaraz po dołączeniu do firmy.

Druga sprawa to fakt, że wielu utalentowanych specjalistów trafia do firm tworzących oprogramowanie, ponieważ inne sektory wciąż nie mają świadomości potencjału tkwiącego w sztucznej inteligencji. Natomiast podkreślimy też, że nasze rodzime software houses nadal dają ogromne możliwości, budując własne zespoły AI i oferując usługi klientom z całego świata.

Przewiduję, że w następnym roku ujawni się trend, w którym coraz więcej firm posiadających w Polsce centra usług wspólnych (ang. *shared services centres*) zacznie wykorzystywać możliwości AI i przeniesie do Polski cały szereg stanowisk związanych ze sztuczną inteligencją. To z kolei da ekspertom AI większy wybór miejsca pracy. Biorąc pod uwagę wyżej wymienione dwa czynniki, uważam, że Polska wkrótce może się stać liderem AI w naszej części Europy.

Maciej Wolański

Head of Poland Technology, Global Head of AI and Data Platform
for Investment Banking, UBS

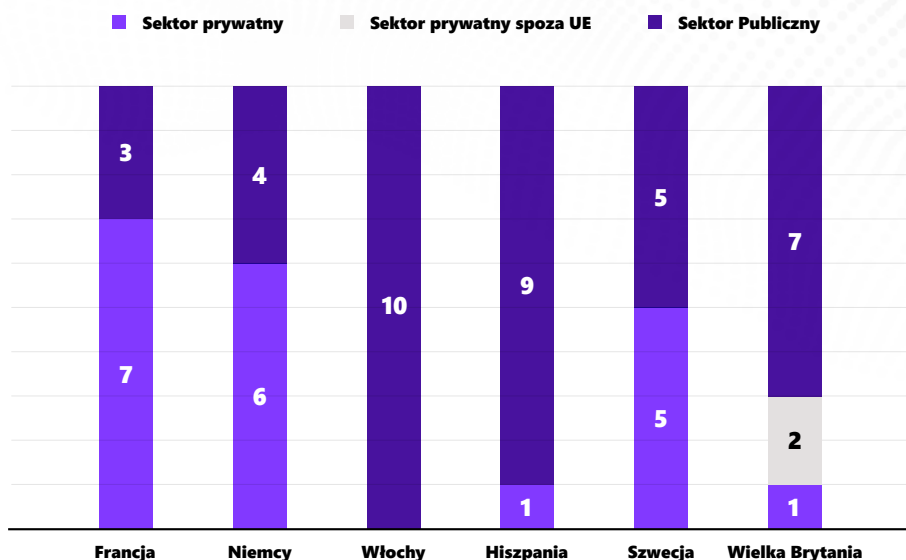
2_Najwięksi pracodawcy

W przeciwieństwie do tego, co można zaobserwować na rynku amerykańskim, gdzie rynek AI jest zdominowany przez nowych uczestników cyfrowego rynku i liderów branży internetowej – większość czołowych organizacji zatrudniających ekspertów AI w Unii Europejskiej to duże firmy mające ugruntowaną pozycję na rynku. Dzieje się tak prawdopodobnie dlatego, że to właśnie one mają zarówno motywację, jak i możliwości wdrożeń rozwiązań AI wspierających ich główną działalność – nowe technologie umożliwiają zwiększenie produktywności i wydajności w oparciu o dane generowane w trakcie procesów produkcyjnych.

W pierwszej dziesiątce pracodawców w krajach zatrudniających nominalnie najwięcej ekspertów AI dominują uczelnie i ośrodki badawcze (obszar sektora publicznego) – w większym stopniu tam, gdzie jest niższy poziom nasycenia specjalistami AI (czyli udział specjalistów AI wśród osób w wieku produkcyjnym). Widać to na przykładzie Włoch i Hiszpanii, gdzie specjalistów AI jest proporcjonalnie mniej, niż mogłoby to wynikać z liczebności ludności w wieku produkcyjnym danego kraju na tle innych krajów Unii Europejskiej (w obu krajach wskaźnik nasycenia jest niższy niż 1), co kontrastuje z sytuacją w Wielkiej Brytanii (1,78) oraz Szwecji (1,84). Wśród pierwszej dziesiątki pracodawców zatrudniających ekspertów AI w tych krajach, firmy spoza Unii Europejskiej są obecne tylko w Wielkiej Brytanii, głównie ze względu na obecność europejskich central i ośrodków badawczych światowych firm technologicznych.

Wykres 7.

Kategorie pracodawców zatrudniających najwięcej nominalnie ekspertów AI w krajach o największym udziale specjalistów AI w Europie⁹



⁹ Z wyłączeniem Holandii.

Warto zaznaczyć, że chociaż środowisko akademickie w Wielkiej Brytanii jest mocno reprezentowane w pierwszej dziesiątce brytyjskich pracodawców zajmujących się sztuczną inteligencją, to wynika to prawdopodobnie nie z powodu niskiego poziomu rozprzestrzeniania się sztucznej inteligencji do innych dziedzin gospodarki, ale ze względu na zaawansowanie i wysoki poziom samych badań, które z jednej strony przyciągają specjalistów z innych krajów, z drugiej strony otrzymują duże wsparcie od sektora prywatnego. Tym Wielka Brytania może różnić się od pozostałych krajów europejskich. Wysoka liczba specjali-

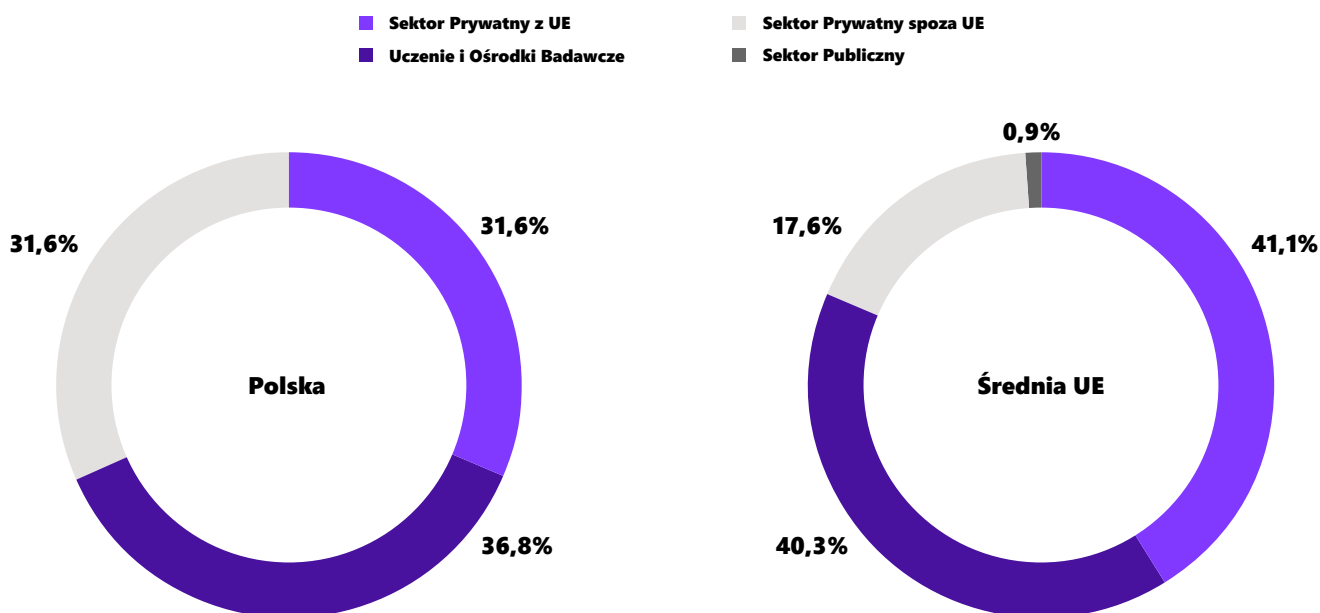
stów w środowisku akademickim (sektor publiczny) w Hiszpanii i Włoszech może wskazywać, że AI nie została powszechniej wdrożona w sektorze prywatnym. Z kolei bardziej zróżnicowani pracodawcy AI są przykładowo w Niemczech i Francji, gdzie występują zarówno silne podmioty badawcze (np. Inria – National Institute for Research in Digital Science and Technology – we Francji, dzięki któremu powstała jedna z najlepszych bibliotek AI „Scikit-Learn”), jak i ugruntowane firmy sektora prywatnego w kluczowych branżach (jak Amadeus, Orange czy Airbus). W krajach pokazanych na wykresie X wśród firm zatrudniają-

cych najwięcej specjalistów AI znajdują się dwie europejskie firmy z branży cyfrowej: Zalando (Niemcy) i Spotify (Szwecja).

W Polsce na początku 2019 roku największymi pracodawcami AI były uczelnie akademickie (6 na 10 największych pracodawców to uczelnie wyższe) oraz kapitał zagraniczny umieszczający w Polsce centra badawcze (Intel, Nokia, Samsung, Aptiv). W 18 największych firmach w Polsce znalazły się również TomTom, Google, Roche, Capgemini, Luxost, UBS, IBM czy Allegro. Międzynarodowe korporacje są zatem w Polsce kluczowe dla transferu wiedzy.

Wykres 8.

Kategorie pracodawców w Polsce – udział w porównaniu z Unią Europejską





Sztuczna inteligencja już dawno przestała być tylko ciekawostką technologiczną. To dziś jeden z najważniejszych trendów transformacyjnych światowej gospodarki. Szeroki zakres zastosowania tej technologii sprawia, że coraz więcej branż interesuje się jej potencjałem. Jest oczywiste, że liderem są najbardziej dynamicznie rozwijające się firmy z obszaru nowych technologii. Ich wzrost oparty jest na zdolności przekuwania najbardziej innowacyjnych rozwiązań w biznes. Z raportu jasno wynikają dwa trendy. Z jednej strony duże firmy czują na plecach oddech hojnie finansowanych i szybko rosnących startupów technologicznych, które w wielu branżach coraz bardziej zagrażają tradycyjnym modelom prowadzenia biznesu. Z drugiej, nadal dużą rolę w rozwoju tej technologii pełnią specjalistyczne firmy programistyczne oraz ośrodki akademickie. Fakt, że w Polsce znacznie więcej specjalistów AI pracuje w sektorze usług IT, wskazuje na to, że polskie firmy nie budują jeszcze wewnętrznych kompetencji związanych z tą technologią, na wzór liderów rynku z takich sektorów jak automotive w Niemczech czy finanse w Wielkiej Brytanii. Jednak, dzięki doskonałej opinii o polskich programistach, wiele zachodnich korporacji decyduje się na rozwijanie swoich ośrodków badawczo-rozwojowych w Polsce, w których AI odgrywa coraz większą rolę. Tak potężny zastrzyk transferu wiedzy w dłuższej perspektywie powinien przynieść doskonały efekt dla naszego rynku wysokiej klasy specjalistów AI. Należy jednak pamiętać, że skala zmian związanych z automatyzacją procesów oraz sztuczną inteligencją będzie tak wielka, że już dziś powinniśmy wziąć pod uwagę przekazywanie wiedzy na temat tej technologii na poziomie szkolnym.

Michał Dżoga

Global Partnerships & Initiatives, EMEA Territory Director, Intel

Zgodnie z raportem „*Map of Polish AI*”,¹⁰ aż 85% firm działających w obszarze sztucznej inteligencji w Polsce planowało w 2019 roku rozbudowę zespołów AI. Mimo tego że nie były planowane znaczne przyrosty (dwie na trzy firmy zamierzały zatrudnić nie więcej niż 5

dotychczasowych osób, a zaledwie 13% chciało powiększyć zespół o ponad 10 osób), to jednak można założyć, że trend wzrostowy się utrzyma także pomimo pandemii. Przy tym należy wspomnieć, że uczelnie wyższe odgrywają ważną rolę w ekosystemie AI i jest bardzo

prawdopodobne, że osoby zatrudnione na uczelniach w tym obszarze pracują także w środowisku biznesowym i łączą w swoim życiu zawodowym dwie role, o czym świadczy też wysoki procent firm, które zatrudniają osoby z tytułem doktora.

¹⁰ www.digitalpoland.org/assets/reports/map-of-the-polish-ai---2019-edition-i.pdf



Uważam za naturalne to, że większość specjalistów zajmujących się AI, a dokładnie uczeniem maszynowym, pracuje w obrębie uczelni i jednostek naukowych. Wynika to przede wszystkim z eksperymentalnej fazy tej dyscypliny i jej akademickiego rodowodu. Wraz z jej popularyzacją, pragmatycznymi rezultatami wdrożeń, które zakończą się sukcesem, odsetek specjalistów pracujących w biznesie oraz usług będzie rósł, oraz zapewne nastąpi wiele transferów z jednostek badawczych do podmiotów komercyjnych. Nie zmienia to faktu, że wielu naukowców już dziś doradza na co dzień firmom w zakresie AI, w ramach dodatkowych obowiązków bierze udział w dziedzinowych projektach badawczych i konsorcjach biznesowych. Prywatnie uważam, że jako Polacy powinniśmy skupić się na rywalizacji opartej o twarde IP, a nie na umiejętnościach sprzedażowych. Warto poszukać marżowości w jakości rozwiązań, a nie w postawach, do których predyspozycji nie posiadamy.

Osobiście wierzę, że aktualnie branża wysokich technologii nie skaluje się absolutnie wyłącznie liczbą specjalistów oraz alokowaniem finansowania, a przede wszystkim intelektem. W środowisku AI, bardzo mocno hype'owanym, jest niewiele firm, które prezentują jakiegokolwiek osiągnięcia w tej dziedzinie, a forma dostarczanych rozwiązań jest zdecydowanie na poziomie juniorskim. Zdecydowanie lepszym wskaźnikiem rozwoju AI byłaby analiza publikacji naukowych przez instytucje lub firmy, które pchają tę dyscyplinę na wyższy poziom. Szacuje się, że jedynie 30% firm realnie zajmuje się sztuczną inteligencją, a wielu specjalistów czy przedsiębiorstw mówi o swoim zaangażowaniu w ten sektor lub przyjmuje stanowiska związane z tą dziedziną na wyrost. Natomiast, w związku z tym, że biznes zdecydowanie czeka na rezultaty, cieszy również to, że odbiorcy tych technologii coraz częściej pragną metryk potwierdzających jakość wdrożenia, a nie sam fakt jego istnienia. Liczę, że za moment nastąpi twarda weryfikacja realnych umiejętności specjalistów i firm na rynku.

Jarosław Królewski

Prezes, Synerise

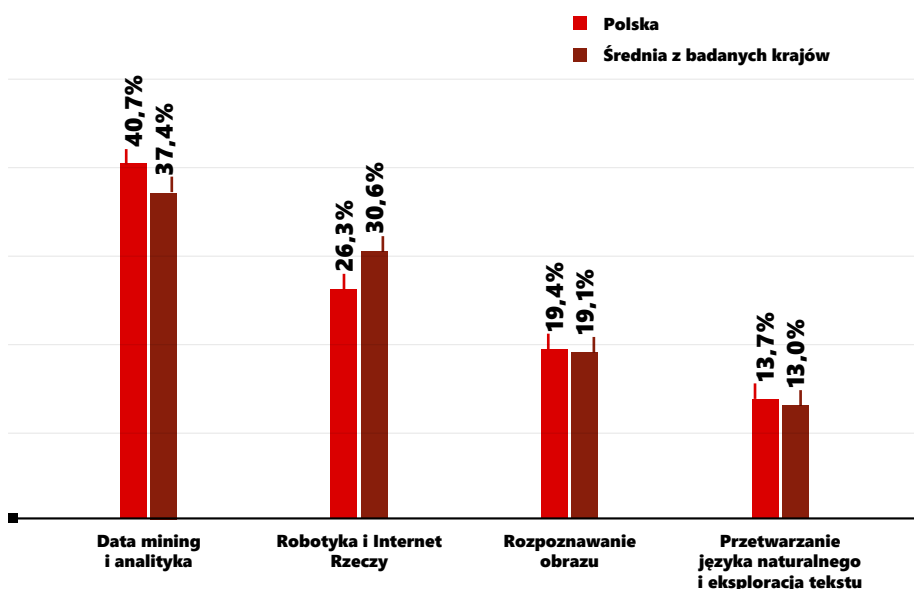


UMIĘTNOŚCI, WYKSZTAŁCENIE, MOBILNOŚĆ I STAŻ PRACY

1 Umiejętności

Wykres 9.

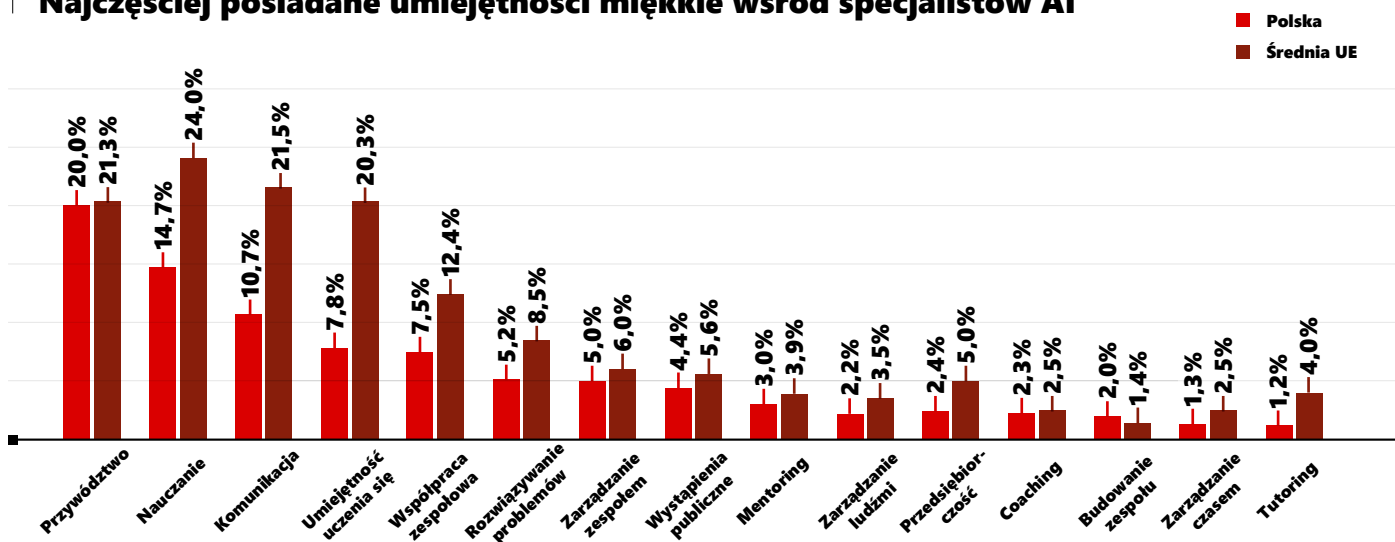
Specjaliści według obszaru AI



Najpopularniejszym obszarem specjalizacji w ramach AI w Polsce jest „Eksploracja danych i analityka” (ang. *Data mining and analytics*), gdzie pracuje ponad 40% praktyków AI. Na drugim miejscu znajduje się „Robotyka i Internet Rzeczy” (ang. *Robotics and IoT*), w czym specjalizuje się ponad 26% pracowników obszaru AI, z przewagą kategorii Internet Rzeczy z uwagi na przetwarzanie danych z urzędów. Mniejsza liczebność specjalistów z umiejętnościami odpowiedzialnymi za kreowanie rozwiązań w obszarze „Rozpoznawania obrazu” (ang. *Computer vision*) czy „Przetwarzania języka naturalnego i eksploracja tekstu” (ang. *Natural language processing and text mining*) wskazuje na koncentrację działań ekspertów AI na analizie danych w firmach i instytucjach.

Wykres 10.

Najczęściej posiadane umiejętności miękkie wśród specjalistów AI



Polscy specjaliści AI na tle swoich europejskich kolegów zdecydowanie rzadziej deklarują posiadanie tzw. umiejętności miękkich. Szczególnie duże dysproporcje widać w obszarze nauczania, komunikacji, przyswajania wiedzy oraz współpracy w zespole. Z kolei równie często jak specjaliści w Europie, polscy praktycy AI dekla-

rują umiejętności przywódcze. Mimo że wybrane umiejętności miękkie polscy specjaliści AI deklarują nawet dwukrotnie rzadziej, to na obecnym etapie rozwoju AI brak tego typu umiejętności może nie być znaczącą przeszkodą. Obecnie cenione są kompetencje techniczne (w rozdziale „Zapotrzebowanie na umiejętności” przedstawiamy

zapotrzebowanie pracodawców na poszczególne umiejętności specjalistów AI), jednak w przyszłości może to stanowić przeszkodę w rozwoju, kiedy AI będzie stała się coraz bardziej powszechna w całej gospodarce i tym bardziej konieczna będzie dynamiczna współpraca w różnych zespołach.



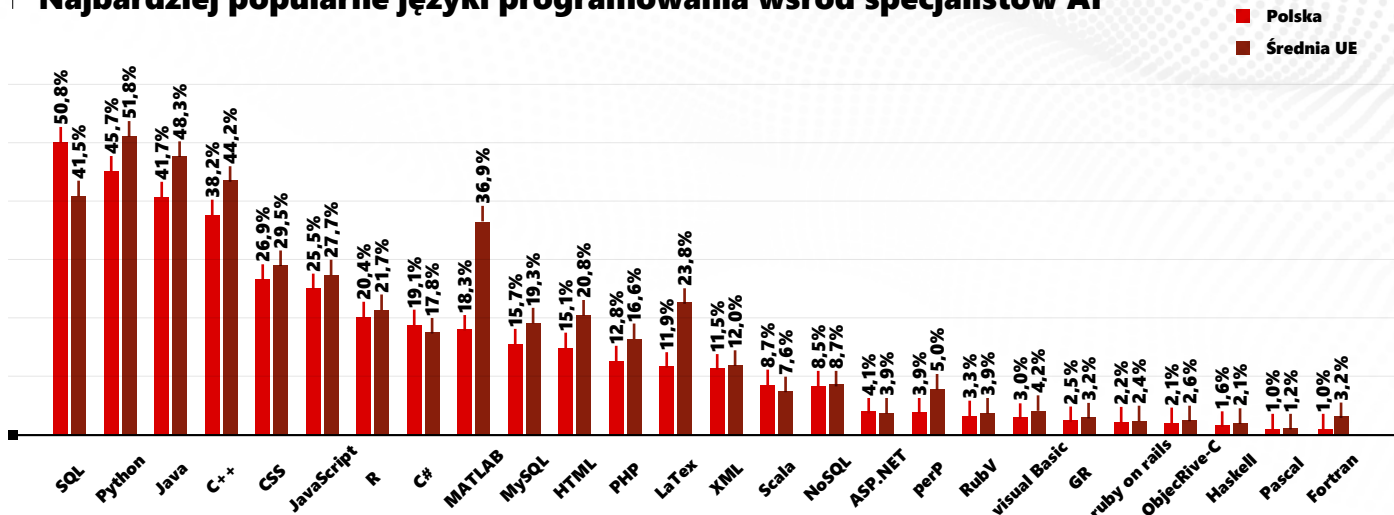
Historycznie, silnikiem rozwoju polskiej branży IT były kontrakty realizowane dla zagranicznych firm. Wskutek tego polski specjalista IT charakteryzuje się o wiele bardziej technicznym profilem. To za granicą były wypracowywane strategie, produkty i koncepcje, a Polacy byli głównie podwykonawcami. Rozwijanie kompetencji miękkich nie było kluczowe. To przyczynia się do pogłębienia przepaści komunikacyjnej pomiędzy specjalistami IT oraz menedżerami oraz ekspertami domenowymi. Jednak efektywna budowa rozwiązań sztucznej inteligencji wymaga bliskiej współpracy z ekspertami domenowymi i dobrej komunikacji ze stroną biznesową. Dlatego kompetencje miękkie, takie jak nauczanie, komunikacja, praca zespołowa, nabiorą znaczenia w ciągu najbliższych kilku lat, szczególnie jeśli chcemy budować wytłumaczalne modele sztucznej inteligencji, które da się przełożyć na decyzje biznesowe.

Marek Zieliński

Współzałożyciel, 10 senses

Wykres 11.

Najbardziej popularne języki programowania wśród specjalistów AI

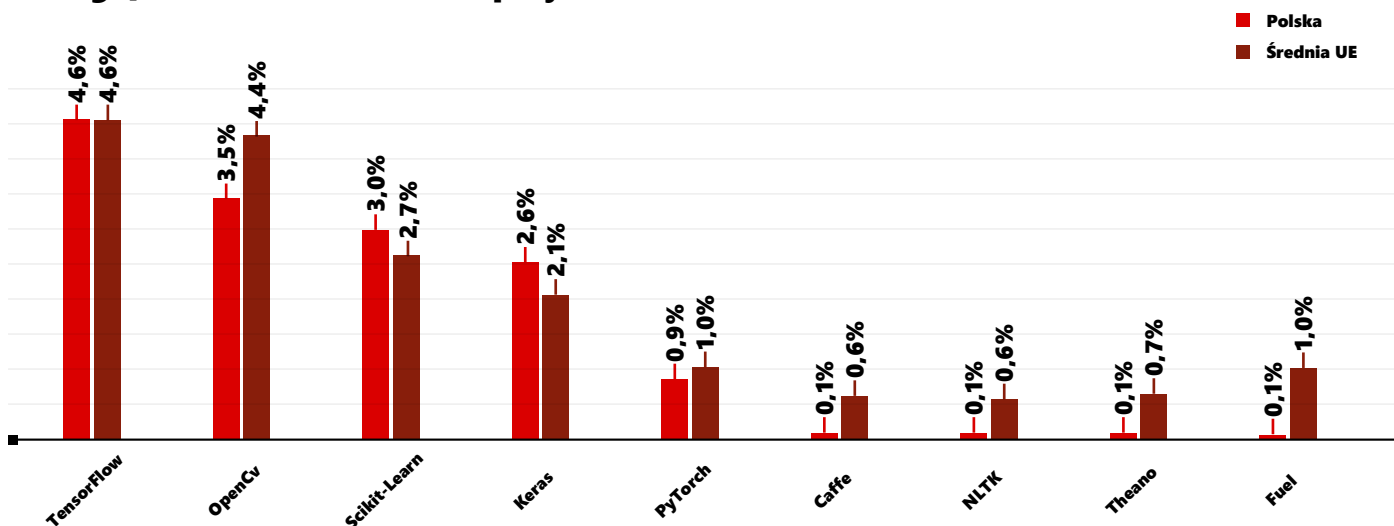


Polscy eksperci AI, podobnie jak ich europejscy koledzy, posiadają znajomość programowania w bardzo wielu językach, co wskazuje na wszechstronność obecnych specjalistów AI. Pokazuje to również, że historycznie – zanim zostali oni ekspertami AI – programowali w zupełnie innych językach niż Python czy R. Na bazie przedstawionych danych można także założyć, że obecni specjaliści AI to w dużej mierze byli programiści, znający język Java, C++ czy SQL.

Natomiast znaczne dysproporcje pomiędzy polskimi ekspertami AI a ich europejskimi kolegami występują w znajomości języka MATLAB i systemu LaTeX, przy czym w tym pierwszym prym wiodą eksperci z Brukseli i Niemiec. Wysokie wykorzystanie MATLAB i LaTeX wskazuje na znaczą liczbę prac i projektów tworzonych również w środowisku naukowym w tych krajach. LaTeX jest bowiem systemem do składu tekstu, idealnie nadającym się do pisania prac naukowych, publi-

kacji wysokiej jakości typograficznej. W Polsce eksperci AI najczęściej potrafią posługiwać się językiem SQL służącym do tworzenia i modyfikowania baz danych, jak i do zarządzania w nich danymi. Nieznacznie mniej osób posługuje się językiem Python, najbardziej popularnym w rozwoju AI.

Wykres 12.

Najbardziej popularne biblioteki/środowiska programistyczne (ang. *framework*) AI wśród specjalistów AI



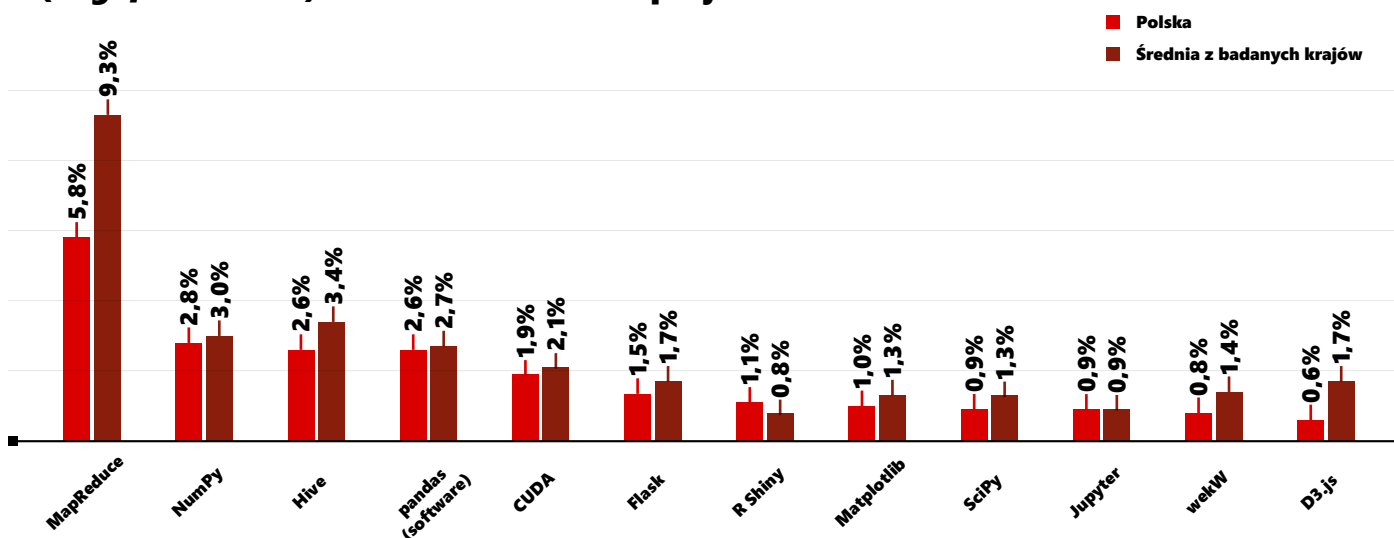
Do najpopularniejszych bibliotek/środowisk programistycznych wśród ekspertów AI należy zaliczyć *TensorFlow* (Google), *OpenCv* (zapoczątkowany przez Intel, wykorzystywany w obszarze widzenia komputerowego, ang. *computer vision*), *Scikit-learn* (zapo-

czątkowany przez Google, rozwinięty przez francuski instytut INRIA) oraz *Keras* (rozwinięty przez pracowników Google, wykorzystywany szczególnie w procesach głębokiego uczenia, ang. *deep learning*). Większość bibliotek wykorzystuje język Python. Wyrząd-

nie widać, że wielu specjalistów AI nie deklaruje korzystania z bibliotek/środowisk programistycznych AI, gdyż znajomość *TensorFlow* na początku 2019 roku oznaczało 4,5% specjalistów AI.

Wykres 13.

Najbardziej popularne biblioteki/środowiska programistyczne (ang. *framework*) data science wśród specjalistów AI



Polscy eksperci AI wykorzystują podobne biblioteki/środowiska programistyczne *data science*, co ich koledzy z innych części świata. Zdecydowana różnica występuje w *MapReduce*

(stworzonym przez Google), będącym środowiskiem (ang. *framework*) służącym do przetwarzania dużych zbiorów danych (ang. *big data*) w sposób równoległy. Jest to zrozumiałe

ze względu na fakt, że polscy eksperci AI nie wykorzystują tak często *big data*, jak ich koledzy ze Stanów Zjednoczonych czy zachodniej Europy.



Rosnący багаż doświadczeń związany z upowszechnieniem Data Science w biznesie, powodowane pandemią przyspieszenie procesów cyfryzacji, istotne zmiany w dotychczasowych schematach mobilności, zachowaniach konsumenckich oraz społecznych, to jedne z głównych czynników, które wpływają na wymagania stawiane przed praktykami AI.

Z uwagi na korzyści płynące z zastosowania Sztucznej Inteligencji w biznesie, większość przedsiębiorstw ma za sobą punktowe próby we wdrażaniu AI. Badania i praktyka pokazują, że tylko części udało się z sukcesem wyskalować AI na całą firmę. Według raportu Accenture „AI: Built to scale”¹¹, około 80% firm globalnie należy do tej pierwszej grupy. Raport ten wskazuje również krytyczną rolę podejścia strategicznego do wdrażania analityki i konieczność wyjścia poza paradygmat tak zwanego Proof of Concept. Jak taka sytuacja przekłada się na umiejętności, którymi powinni dysponować liderzy działów analitycznych i osoby zajmujące się analityką? Podejście strategiczne wymaga większego zaangażowania CEO i osób na najwyższych stanowiskach kierowniczych. W związku z tym rośnie zapotrzebowanie na liderów analityki z rozbudowanymi umiejętnościami miękkimi. W szczególności chodzi o umiejętność efektywnego tłumaczenia skomplikowanych zagadnień analitycznych na język biznesu, jakim komunikuje się CEO. Trend związany z takim zapotrzebowaniem zarysowuje się również w Polsce¹², przy czym z uwagi na mniejszą dojrzałość naszego rynku trudniej jest o doświadczonych specjalistów, którzy mogliby pełnić wspomnianą funkcję lidera.

W praktyce obserwujemy również, że udane skalowanie AI wymaga większej skuteczności we wdrażaniu opracowywanych modeli analitycznych. Prowadzi to do postępującej specjalizacji i wydzielenia się ról takich jak Machine Learning Engineer. Od osób pracujących na takim stanowisku oczekuje się połączenia kompetencji inżyniera danych, developera i rozumienia podstaw w obszarze Data Science. Wprowadzenie takiej specjalizacji pozwala na odciążenie zespołów Data Science oraz szybsze i bardziej efektywne industrializowanie modeli analitycznych w środowiskach produkcyjnych.



czytaj dalej



Obecna sytuacja wywołana przez pandemię wymaga od przedsiębiorstw zarówno stworzenia środowisk pracy zdalnej, jak i dalszego usprawnienia procesów przetwarzania informacji, tak aby szybciej podejmować decyzje w oparciu o dane. W wymiarze technicznym prowadzi to do przyspieszenia cyfryzacji i zbiega się z trendem migracji przedsiębiorstw do chmury. Dla osób zajmujących się analityką koniecznością staje się posiadanie biegłości w pracy z platformami AI oferowanymi przez Google Cloud Platform, Microsoft Azure czy AWS. Trend ten dobrze odzwierciedla obecna liczba uczestników kursów, pozwalających na zdobycie adekwatnych umiejętności na popularnych serwisach e-learningowych.

Można również sądzić, że nagłe zmiany w schematach mobilności, zachowaniach konsumenckich oraz społecznych staną się bodźcem do badań nad bardziej stabilną Sztuczną Inteligencją¹³. Niewykluczone, że w przyszłości od zespołów odpowiedzialnych za tworzenie i akceptację modeli analitycznych oczekiwać się będzie dużo szerszych kompetencji w tym zakresie. Tymczasem w mijającym roku zespoły Data Science, które dobrze opanowały zwinną metodykę prowadzenia projektów analitycznych były w dużo lepszej sytuacji i mogły znacznie sprawniej zareagować na konieczność aktualizacji wielu kluczowych modeli analitycznych.

Dominik Perykasa

Senior Manager, Data Science Innovation Community of Practice regional lead, Accenture

¹¹ Raport Accenture – "AI: Built To Scale", Autorzy: Ketan Awalegaonkar, Robert Berkey, Greg Douglass, Athena Reilly.

¹² Wg raportu digitalpoland „Map of the Polish AI”, główną przeszkodą we wdrażaniu AI jaką deklarują firmy w Polsce jest właśnie brak zrozumienia własnych potrzeb i korzyści płynących z AI.

¹³ MIT Technology Review, Our weird behavior during the pandemic is messing with AI models, Autor Will Douglas Heaven.

2_Edukacja

Kierunki studiów

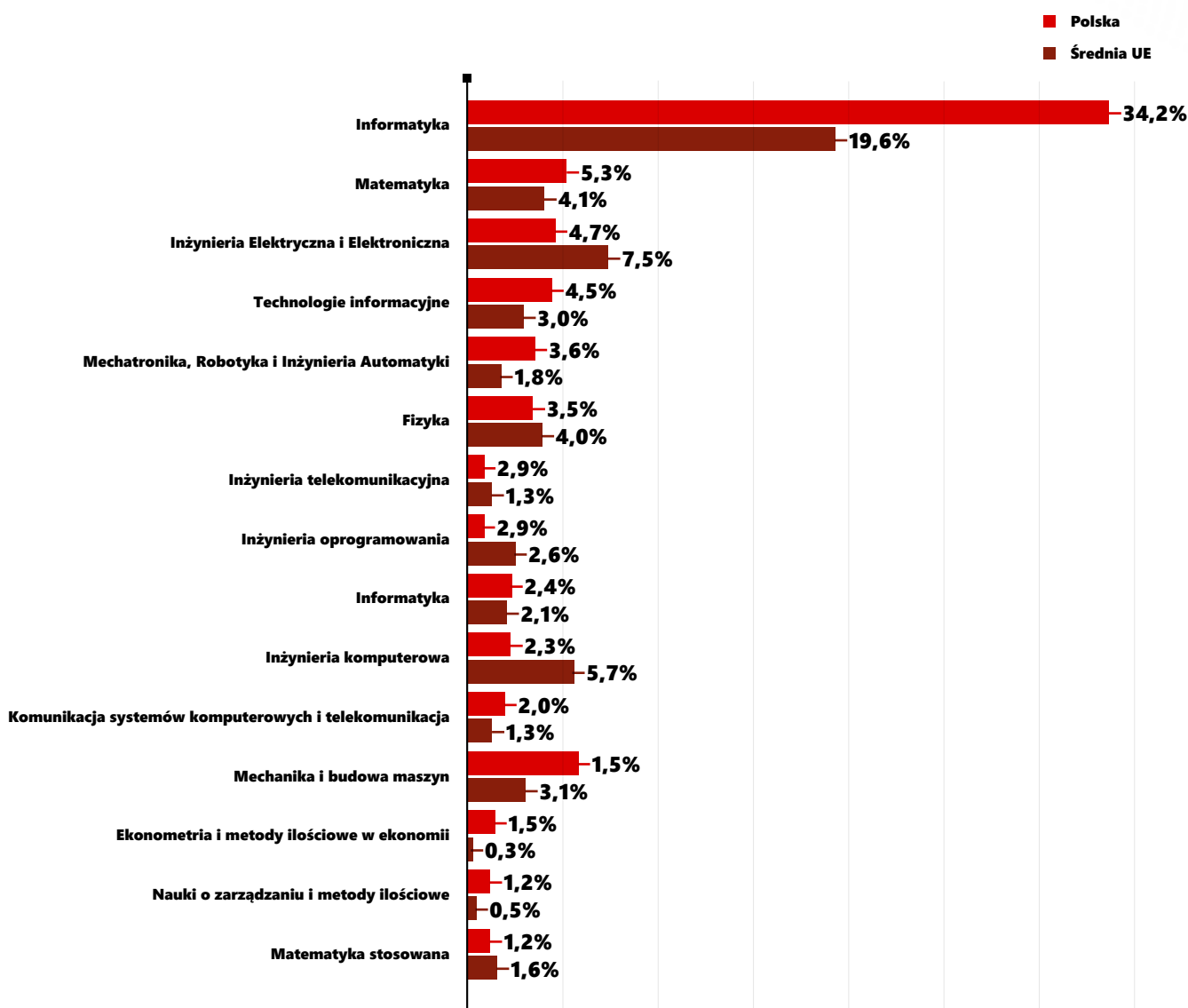
Wszystkie kierunki studiów wskazane przez specjalistów AI mieszczą się w obszarze nauk ścisłych, z przewagą kierunków w obszarze technologii

informatyjno-komunikacyjnych. Ponad 50% specjalistów AI w Polsce ukończyło kierunki takie jak: Informatyka, Matematyka, Inżynieria Elektryczna i Elektroniczna, Technologia Informatyczna oraz Mechatronika, Robotyka i Inżynieria Automatyki. Na tych

kierunkach studenci mogą rozwinąć umiejętności konieczne przy tworzeniu rozwiązań AI, takie jak modelowanie statystyczne i przetwarzanie dużych zbiorów danych.

Wykres 14.

Najbardziej popularne kierunki studiów specjalistów AI



Warto zastanowić się, czy w kontekście dalszego rozwoju i bardziej powszechnej adopcji rozwiązań AI nie rozszerzyć definicji specjalisty AI. Kształcenie i badania nad sztuczną inteligencją (a zatem też praca w tym obszarze) są bardzo interdyscyplinarne – rozwiązania AI mogą powstawać dla różnych branż i zastosowań. Dlatego w tym kontekście równie ważne, jak kompetencje techniczne, stają się także wiedza i umiejętności biznesowe (związane ze znajomością branży, poszukiwaniem korzyści) oraz tzw. umiejętności miękkie, takie jak współpraca czy przekazywanie wiedzy. Warto zwrócić uwagę, że w celu dalszego rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce niezbędni są profesjonalści, którzy współtworzą – wraz ze specjalistami AI – oraz wykorzystują rozwiązania AI, posiadający wiedzę na temat AI, ale też określoną ekspertyzę branżową. Dzięki temu wspomagają przekładanie rozwiązań AI na zastosowania biznesowe. Także w dokumencie „Sztuczna Inteligencja dla Europy” podkreślane jest znaczenie interdyscyplinarnych zespołów, na przykład poprzez „zachęcanie do łączenia stopni naukowych, np. w dziedzinie prawa, psychologii i SI”¹⁴. Jest to szerokie pole do rozwoju grupy specjalistów, do których mogą należeć: zarządy i zarządzający firmami, specjaliści oraz menedżerowie w dziedzinach, gdzie rozwiązania AI mają dużą wartość (takie jak finanse, medycyna, organizacja przemysłu, konstrukcja pojazdów, bezpieczeństwo i cyberbezpieczeństwo), a także legislatorzy i kancelarie prawne¹⁵.

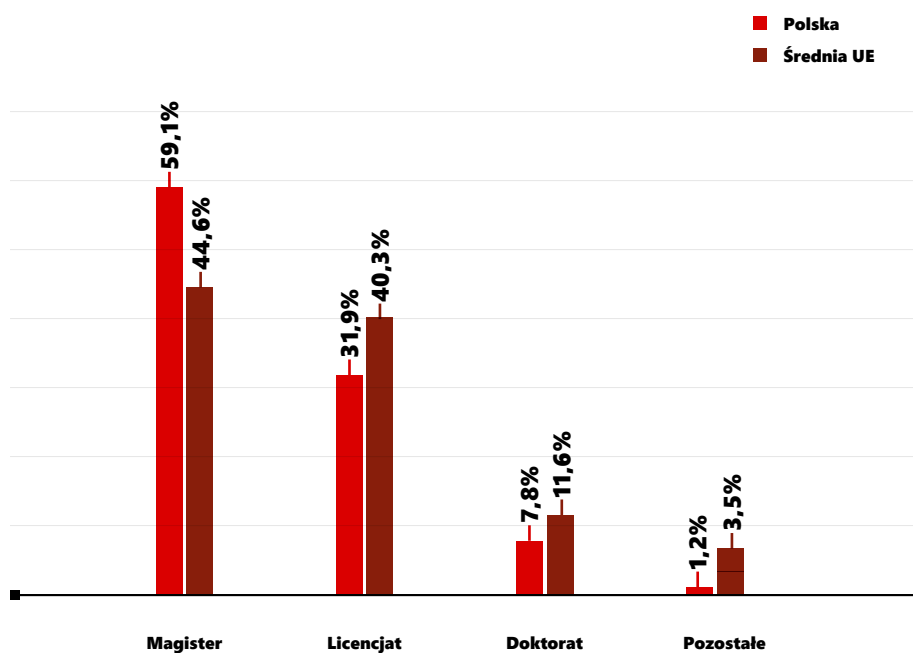
Poziom wykształcenia

W Polsce przeważająca część specjalistów AI (prawie 60%) posiada wyższe wykształcenie magisterskie. Jest to zatem branża zdecydowanie wymagająca pod względem kompetencji. Najniższym poziomem wykształcenia praktyków AI jest licencjat, co może też oznaczać, że dużo osób jeszcze w trakcie studiów podejmuje pracę i kolejne stopnie naukowe planuje zdobywać, będąc aktywnym zawodowo. Charakterystyczne dla branży AI jest przenikanie się środowiska naukowego

i biznesowego. Z jednej strony wiele firm w branży AI wywodzi się z uczelni wyższych lub jest zakładanych przez pracowników akademickich, z drugiej – sama praca w obszarze sztucznej inteligencji często wymaga naukowego przygotowania oraz swobodnego poruszania się w zagadnieniach matematycznych i statystycznych. Aż 8% specjalistów AI w Polsce posiada tytuł doktora, natomiast prawie połowa firm biorących udział w badaniu „Map of the Polish AI”¹⁶ zatrudnia przynajmniej jedną osobę z tytułem doktora.

Wykres 15.

Poziom wykształcenia specjalistów AI



¹⁴ Dokument „Sztuczna inteligencja dla Europy”, Komisja Europejska, 2018 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0237&from=PL>).

¹⁵ Poruszone w „Założeniach do strategii AI w Polsce. Plan działań Ministerstwa Cyfryzacji”, 2018, obszar „Edukacja” oraz dokumencie

„Polityka Rozwoju Sztucznej Inteligencji w Polsce na lata 2019-2027”, 2019.

¹⁶ www.digitalpoland.org/assets/reports/map-of-the-polish-ai---2019-edition-i.pdf

Utrzymanie wykwalifikowanych specjalistów w kraju, a także przyciąganie uzdolnionych pracowników z zagranicy są kluczowymi elementami strategii rozwoju talentów w poszczególnych krajach, zwłaszcza w zakresie niszowych lub wyspecjalizowanych zawodów wymagających wysokich kwalifikacji.

Jako przykład interesujących – z punktu widzenia wyboru miejsca pracy ekspertów AI – informacji można podać dane dotyczące wystąpień na konferencji NeurIPS w 2019 roku¹⁷. Jest to elitarna konferencja, na której występują wysokiej klasy badacze w obszarze AI. Eksperti prezentujący swoje prace w 2019 roku pracowali w pięciu krajach: Francji (52%), Holandii (21%), Szwecji (16%), Belgii (5%) oraz Niemczech (5%). Ci sami eksperci kończyli

jednak studia wyższe (rozważany został poziom licencjacki) aż w 11 krajach. Francja pozostała w tym zestawieniu znaczącym ośrodkiem (29% badaczy studiowało właśnie tam), natomiast pojawiły się w nim także kraje Europy Środkowo-Wschodniej, w których studiowało 15% ekspertów (według udziałów: Węgry – 7%, Czechy – 4%, Polska – 4%).

Zdolność gospodarki do zatrzymania talentów po zainwestowaniu w ich edukację może pomóc zwiększyć korzyści społeczne netto związane z edukacją, ale stworzenie atrakcyjnych warunków dla wykwalifikowanych specjalistów z zagranicy również może być podstawowym składnikiem strategii rozwoju AI w Polsce – zwłaszcza biorąc pod uwagę mobilność specjalistów AI.

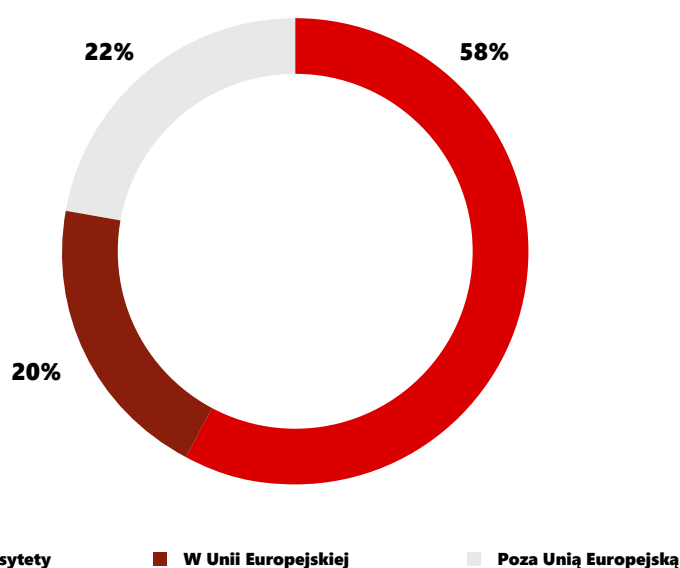
3 Mobilność

Rynek pracy dla praktyków AI jest z natury rzeczy międzynarodowy: prawie połowa (42%) ekspertów AI w Unii Europejskiej studiowała na uczelni wyższej, która nie znajduje się w tym samym kraju, w którym obecnie pracują. Po części może to wynikać ze stosunkowo młodego wieku praktyków AI i ich chęci migracji. Prawdopodobnie jednak nie wszystkie kraje członkowskie oferują takie same możliwości rozwoju ekspertom AI i w związku z tym młodzi specjaliści podejmują decyzje o wyjeździe za granicę. Należy zaznaczyć, że w miarę dojrzewania ekosystemu AI w danym kraju, możliwości rozwoju pracowników zajmujących się sztuczną inteligencją mogą być coraz lepsze. Przy odpowiedniej polityce rozwoju AI w kraju jest bardzo możliwe, aby więcej osób zostało w kraju, w którym się kształciło. Studiowanie i pracę w tym samym kraju w Unii Europejskiej można zaobserwować wśród 58% praktyków AI.

W Polsce więcej praktyków AI, niż średnio w Unii Europejskiej, pracuje i studiuje lokalnie (ponad 67,2%). Wysoki wskaźnik retencji ekspertów i pozostania w kraju może świadczyć o dopasowaniu programu studiów uczelni wyższych do zapotrzebowania pracodawców oraz zapewnieniu atrakcyjnych możliwości zawodowych, a także relatywnie wysokim zapotrzebowaniu na specjalistów AI w kraju. Z drugiej strony wyższy odsetek specjalistów AI pracujących i studiujących tylko w Polsce może być związany z faktem, że w Polsce wielu specjalistów AI pracuje na uczelniach wyższych. Co ciekawe, do Polski migruje mniej osób z Unii Europejskiej na tle innych państw członkowskich (10,2%, w stosunku do średniej w Europie wynoszącej blisko 22%), ale Polska na podobnym poziomie przyciąga zagraniczne talenty spoza Unii Europejskiej.

Wykres 16.

Miejsce ukończenia studiów wyższych przez praktyków AI z uwzględnieniem obecnego miejsca pracy. Dane uśrednione dla całej Unii Europejskiej



¹⁷ macropolo.org/digital-projects/the-global-ai-talent-tracker/the-state-of-european-ai-talent/

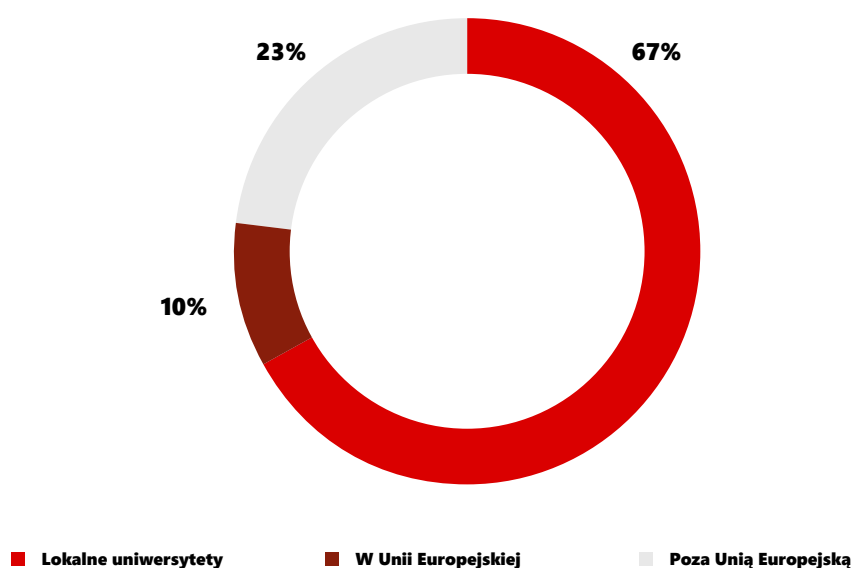


Wśród praktyków AI pracujących w Polsce i posiadających dyplom wyższej uczelni zagranicznej najwięcej jest osób, które uzyskały wykształcenie w Stanach Zjednoczonych (blisko 44%), Wielkiej Brytanii (7,4%) oraz Niemczech (4,2%).

Należy w tym miejscu zaznaczyć, że LinkedIn nie zbiera danych dotyczących obywatelstwa użytkowników – na potrzeby badań mobilności praktyków AI w krajach Unii Europejskiej porównywano miejsce zdobywania wykształcenia wyższego oraz aktualne miejsce pracy. To oznacza, że badanie nie określa, jaki udział specjalistów AI pracuje w swoim kraju pochodzenia oraz jaki udział specjalistów AI studiował w kraju swojego pochodzenia, a pokazuje ogólną ich mobilność, tzn. jaki odsetek specjalistów pracuje w kraju, w którym zdobywali wyższe wykształcenie, a jaki procent zdecydował się na zmianę miejsca zamieszkania po ukończeniu studiów (w ramach pierwszej lub kolejnej pracy).

Wykres 17.

Lokalne i zagraniczne uczelnie wyższe praktyków pracujących w Polsce





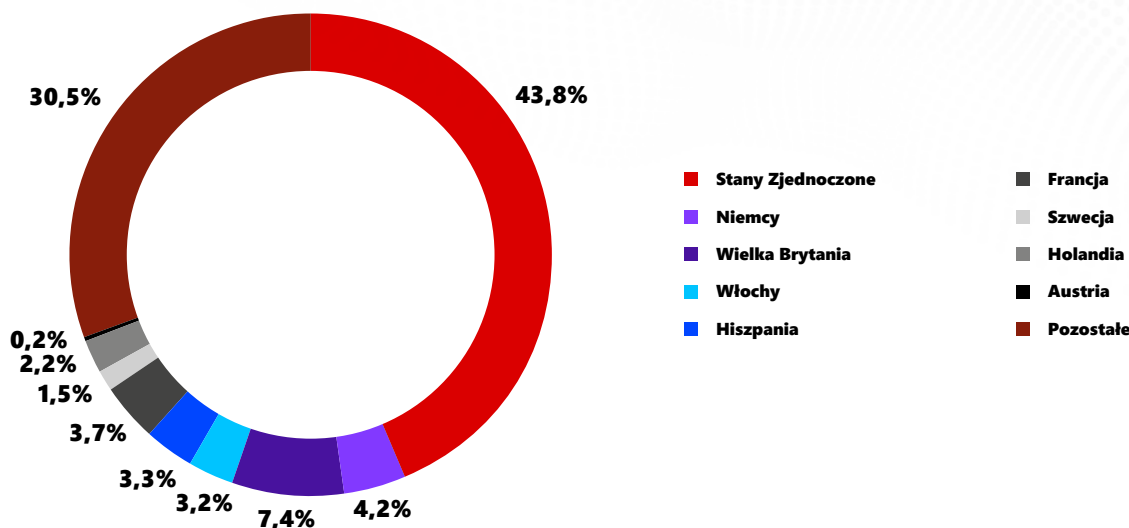
Postępująca adopcja technologii AI, a w szczególności horyzontalny charakter metod sztucznej inteligencji, sprawia, iż coraz ważniejsze stają się tzw. umiejętności miękkie pozwalające na komunikację pomiędzy osobami odpowiedzialnymi za rozwój i wdrożenia metod AI. Wraz z pauperyzacją wiedzy dotyczącej metod uczenia maszynowego, krytycznym punktem edukacji kolejnych pokoleń praktyków AI staje się zrozumienie realiów okołotechnicznych realizowanych projektów, takich jak uwarunkowania biznesowe (opłacalność wdrożenia, zwrot z inwestycji) czy wręcz socjologiczne (jak wprowadzać metody AI ze wsparciem osób, które mogą czuć lęk o swoje miejsce pracy). Tutaj na pomoc mogą przyjść pozytywne dane dotyczące zwiększającej się liczby wykwalifikowanych specjalistów z doktoratami, którzy w ramach swojej kariery naukowej uczą się, jak tłumaczyć skomplikowane mechanizmy w przystępny sposób. Te umiejętności są szczególnie istotne na uniwersytetach zagranicznych – tym bardziej optymizmem napawa blisko 30% populacja pracujących w Polsce praktyków AI, którzy swoje dyplomy zdobywali poza granicami naszego kraju, gdyż przynoszą dobre praktyki rozpowszechniania wiedzy dotyczącej AI do Polski.

Tomasz Trzcinski

Członek Zarządu, Tooploox, MicroscopeIT, Comixify oraz Adiunkt PW i UJ

Wykres 18.

Kraj, w którym specjaliści AI praktykujący w Polsce uzyskali zagraniczne wykształcenie



4. Staż pracy praktyków AI

Sztuczna inteligencja w Polsce i w Europie opiera się głównie na młodych pracownikach. Chociaż AI nie jest nową dziedziną, to postęp w zakresie mocy obliczeniowej i dostępności danych w ostatnich latach doprowadził do przyspieszenia badań nad sztuczną inteligencją i rozwoju komercyjnych rozwiązań. Nie jest zatem zaskoczeniem, że średnia długość kariery zawodowej AI jest stosunkowo niska (5,1 roku).

Większość praktyków AI ukończyła studia niedawno, a więc ma krótszą ścieżkę kariery niż przeciętny specjalista pracujący w obszarze IT.

Według Amerykańskiego Biura Statystyk Pracy¹⁸ mediana wieku pracowników dla branży IT wynosi prawie 41, co odpowiada długości kariery zawodowej wynoszącej około 16 lat (zakładając, że początek kariery przypada na wiek w momencie ukończenia studiów, tj. 24 lata).

W Unii Europejskiej mediana długości kariery zawodowej wynosi 3,69 roku, a w Polsce równe 4 lata. Mediana kariery zawodowej w Europie jest zatem nieco wyższa niż mediana dla USA, która wynosi 3 lata, ale znacznie niższa niż mediana dla pracowników sektora ICT.

Pokazuje to, że masowy rozwój AI jest ciągle na wczesnym etapie rozwoju. Porównując medianę długości kariery w obszarze AI ze średnią w poszcze-

gólnych krajach – także w Polsce – warto zwrócić uwagę na dwa aspekty tych danych. Z jednej strony wyższa średnia – na tle innych krajów europejskich – wskazuje, w których krajach nastąpił wcześniejszy rozwój AI. Z drugiej strony mediana może pokazywać, w których krajach jest znaczny potencjał do rozwoju branży pod kątem dostępności specjalistów, a które powinny się zatroszczyć o zapewnienie odpowiedniej liczby specjalistów w przyszłości – jeśli mediana jest relatywnie wysoka, może to oznaczać, że mniej osób rozwija się w tym właśnie kierunku, co może utrudnić rozwój AI w kolejnych latach.

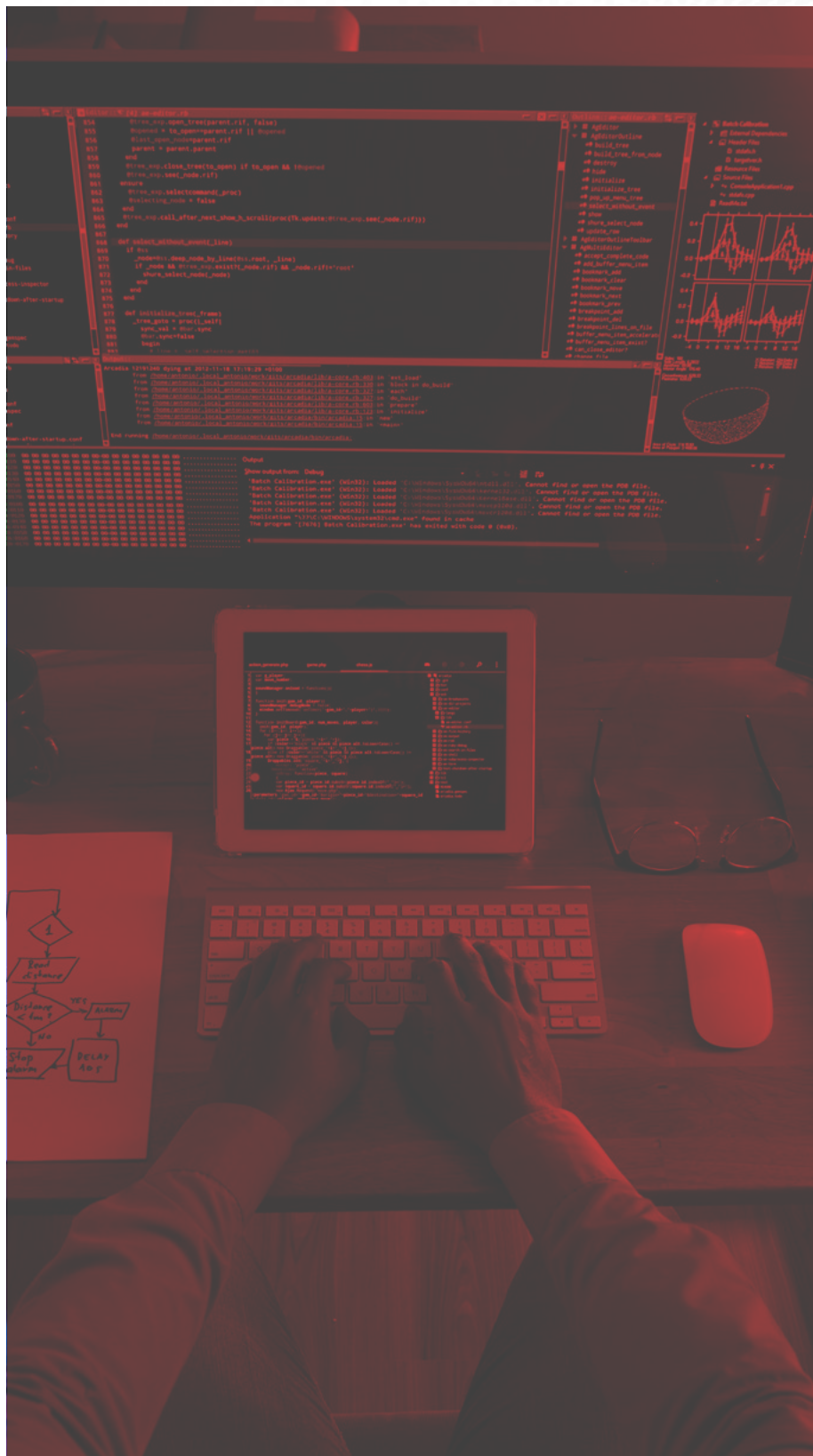
¹⁸ Bureau of Labour Statistics: Employed persons by detailed industry and age. www.bls.gov/cps/cpsaat18b.htm



Posiadanie kompetencji cyfrowych to swoista polisa na przyszłość. W ostatnim czasie cyfrowa transformacja wymuszona pandemią ogromnie przyspieszyła, dobitnie obnażając braki w obszarze kompetencji cyfrowych, a jednocześnie pokazując możliwości technologii. Szczególną rolę w procesie budowania kompetencji cyfrowych odgrywa edukacja na wszystkich szczeblach procesu kształcenia, ze szczególnym uwzględnieniem sztucznej inteligencji (AI). Z przeprowadzonego niedawno przez Microsoft badania wynika, że aż 67 proc. rodzimych organizacji jest na etapie wprowadzania lub stosowania elementów sztucznej inteligencji w swoim biznesie. A aż 80 proc. badanych widzi silne powiązanie rozwoju kompetencji z zakresem AI z wartością, jaką technologia ta przynosi biznesowi. W badaniu wzięło udział 12 000 pracowników i liderów z większych przedsiębiorstw na 20 rynkach na całym świecie, w tym w Polsce. Badanie wyraźnie wskazuje, jak ogromnie ważne jest położenie szczególnego nacisku na wzmocnienie nauki tych kompetencji od najmłodszych lat.

Cecylia Szymańska

Dyrektor ds. Edukacji, oddział Microsoft w Polsce



Wykres 19.

Średnia długość kariery w AI w wybranych krajach

Kraj	Średnia długość kariery
Belgia	6,8
Bułgaria	6,8
Wielka Brytania	6,7
Włochy	6,6
Holandia	6,6
Norwegia	6,6
Szwecja	6,4
Finlandia	6,2
Stany Zjednoczone	6,1
Grecja	6,0
Węgry	6,0
Słowacja	5,9
Unia Europejska	5,9
Słowenia	5,8
Szwajcaria	5,8
Austria	5,7
Cypr	5,6
Czechy	5,6
Dania	5,6
Irlandia	5,4
Portugalia	5,3
Rumunia	5,3
Francja	5,2
Łotwa	5,2
Polska	5,1
Hiszpania	5,1
Estonia	4,7
Niemcy	4,7
Litwa	4,5
Chorwacja	4,4
Malta	3,6

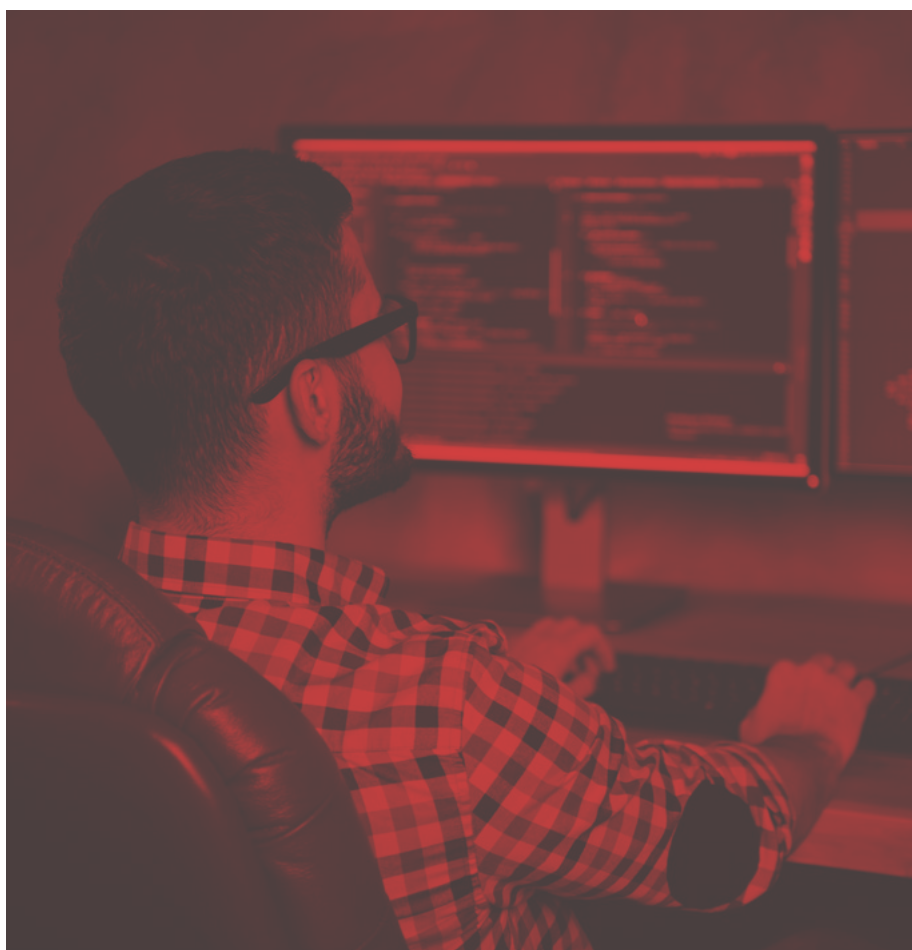
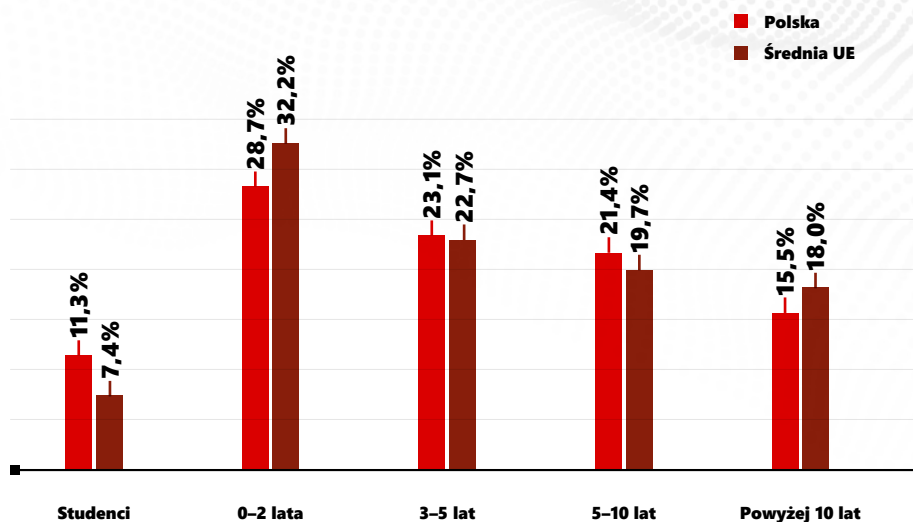
Specjaliści z najdłuższym średnim stażem kariery w AI pochodzą najczęściej z krajów takich jak Wielka Brytania (6,8), Belgia (6,8), Holandia, Włochy, Szwecja czy Finlandia. Wśród krajów, w których praktycy AI mają najkrótszy staż, są Niemcy, Estonia, Litwa, Chorwacja (4,4) i Malta (3,6).

Patrząc na staż pracy praktyków AI w Polsce, można zaobserwować, że 63,1% z nich posiada maksymalnie 5 lat doświadczenia zawodowego, natomiast 11,3% jeszcze studiuje. Zaledwie 15,5% specjalistów posiada ponad 10-letnie doświadczenie zawodowe. Jest to spójne z rozwojem rynku sztucznej inteligencji w Polsce, gdzie zaczęła się ona pojawiać na szerszą skalę po 2010 roku, a połowa firm posiadających rozwiązania i produkty w tym obszarze wprowadziła je w ostatnich latach¹⁹. Istnieje zatem ciągle rosnące zapotrzebowanie na specjalistów AI. Dla części bardziej doświadczonych profesjonalistów może to oznaczać potrzebę (oraz szansę) dokończenia się z zakresu AI lub wręcz rozpoczęcie nowej drogi zawodowej. AI stanowi bardzo interesujący obszar dla kariery zawodowej i taka ścieżka może być bardzo korzystna z szerszej perspektywy rozwoju AI w Polsce. Zespoły AI korzystałyby dzięki temu z doświadczenia biznesowego osób z dłuższym stażem zawodowym, stawałyby się także bardziej interdyscyplinarne. Takie zróżnicowanie byłoby też istotne z perspektywy rozwijania i szerszego wdrażania rozwiązań AI w poszczególnych branżach.

Warto zauważyć, że znaczny udział młodych talentów w zakresie AI w stosunku do ich udziału w ogólnej liczbie praktyków AI w Polsce może być szansą, by znacząco rozwinąć AI lokalnie, poprzez znaczne inwestycje oraz badania w tym obszarze, co zapewni atrakcyjne miejsca pracy i pozwoli zatrzymać młodych specjalistów AI w kraju.

Wykres 20.

Liczebność praktyków AI w podziale na długość średniej kariery w Polsce i Unii Europejskiej



¹⁹ www.digitalpoland.org/assets/reports/map-of-the-polish-ai---2019-edition-i.pdf



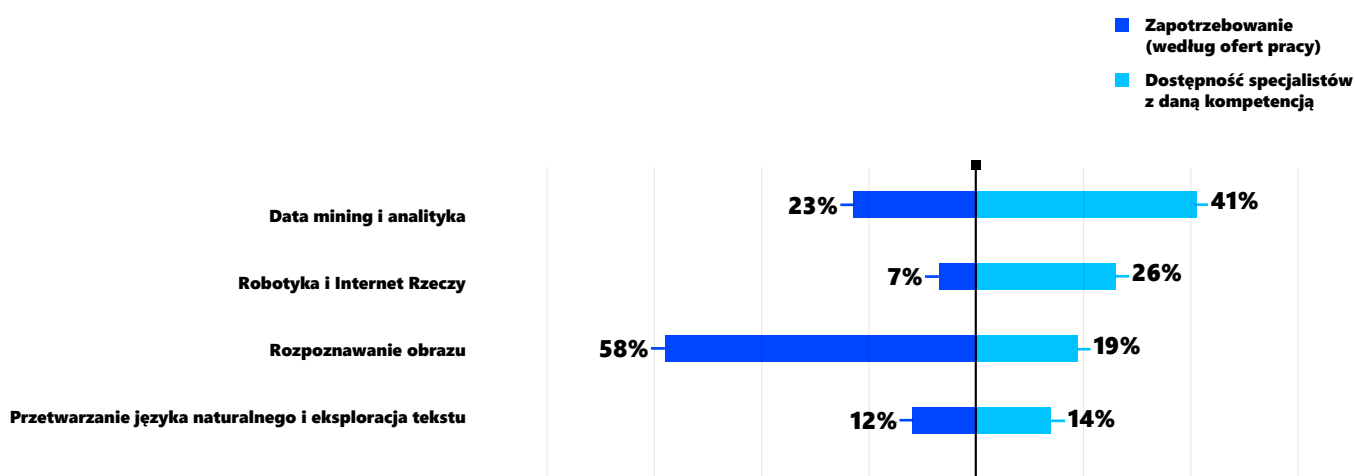
ZAPOTRZEBOWANIE NA UMIEJĘTNOŚCI

04

1_Podaż i popyt na umiejętności w danym obszarze AI

Wykres 21.

Zapotrzebowanie i dostępność specjalistów AI według obszarów kompetencji



W Polsce można zaobserwować niedopasowanie kompetencji ekspertów AI do potrzeb rynku.

Największa jest dostępność specjalistów z zakresu „Eksploracji danych i analityki” (ang. *Data mining and analytics*). Jednak największe zapo-

trzebowanie na rynku na podstawie dostępnych ofert pracy jest w obszarze Rozpoznawania Obrazu (ang. *Computer Vision*, 58% ofert pracy). Różnica w procentowym udziale ofert w tym obszarze a podażą talentów (19% wśród badanych profili) może wska-

zywać na lukę kompetencyjną w tej dziedzinie. Zwraca też uwagę małe zapotrzebowanie na obszar Robotyka i Internet Rzeczy (ang. *Robotics and IoT*), co może świadczyć o wciąż małej liczbie wdrożeń w biznesie z tego obszaru.



Moje doświadczenia z ostatnich 10 lat budowania zespołów AI są zgodne z tymi przedstawionymi w raporcie. W TCL Research Europe rekrutuję głównie ekspertów wysoko wyspecjalizowanych w wizji komputerowej i wielokrotnie przekonałem się, że w Polsce nie jest łatwo takich znaleźć. Moim zdaniem ich niedobór wynika z historycznie niewielkiego zainteresowania tym obszarem na polskich uczelniach. Wyzwaniem jest również szerokie spektrum wymaganych w tej dziedzinie kompetencji, takich jak uczenie maszynowe, zaawansowana matematyka (we wciąż używanych klasycznych technikach przetwarzania obrazów) oraz programowanie niskopoziomowe (aby efektywnie przetwarzać duże ilości danych w obrazach i wideo). W przeciwieństwie do obszaru wizji komputerowej, NLP ma długie tradycje badań naukowych na polskich uczelniach (szczególnie Poznań, Wrocław, Kraków, Warszawa) wspieranych wieloletnimi międzyuczelnianymi grantami naukowymi (np. Clarin, SyNaT). Znacznie ułatwiło to budowanie ponadstuosobowego zespołu NLP w Samsung R&D Polska, gdzie zarządzałem działem AI. Na szczęście, NLP i wizja komputerowa są sobie coraz bliższe i coraz częściej używa się w nich tych samych metod, więc eksperci NLP mogą łatwiej wdrożyć się w wizję komputerową i vice versa.

Bartosz Biskupski

Dyrektor Zarządzający, TCL Research Europe



Według badań Międzynarodowej Federacji Robotyki gęstość robotów przemysłowych w przeliczeniu na 10 tys. osób zatrudnionych przy produkcji przemysłowej w Polsce wynosi 42 (stan na koniec 2018 roku) – łącznie działa w naszym kraju prawie 13 700 urządzeń. To niewiele, jeśli porównamy tę wartość ze średnią dla całej Europy na poziomie 114. Co więcej, plasujemy się zdecydowanie poniżej wyników naszych sąsiadów – Czechy i Słowacja uzyskały gęstość robotyzacji przemysłu na poziomie 135 urządzeń na 10 tys. stanowisk (a więc ponad 3 razy więcej niż w Polsce), a w Niemczech (piątym co do wielkości rynku robotów przemysłowych na świecie) wartość ta wynosi 338 urządzeń na 10 tys. (a więc ponad 8 razy więcej niż w naszym kraju). W kontekście powyższych danych – wyniki dotyczące zapotrzebowania na specjalistów robotyzacji i urządzeń IoT (<10%) to bardzo zły prognostyk. Powinniśmy nie tylko gonić, ale wręcz „biec” szybciej od liderów robotyzacji – aby nam nie uciekli. Należy mieć świadomość, że przy zachodzących w Polsce zmianach demograficznych (starzenie się społeczeństwa) i gospodarczych (rosnące koszty pracy) nasz kraj zostanie zepchnięty na margines w zachodzącej właśnie rewolucji przemysłowej. Obawiam się jednak, że te wyniki odkrywają polski obraz „innowacyjności”. Poza nielicznymi wyjątkami często jest ona tylko deklaracyjna, papierowa, na poziomie działań CSR/marketingowych. W większości przypadków dyrektor zarządzający fabryką w Polsce woli jednak pracowników posługujących się przysłowiowym młotkiem niż pracujących przy obsłudze robotów bo tak jest (krótkoterminowo) taniej i mniej ryzykownie. Dlatego tak niezbędne są działania edukacyjne wśród kadry zarządzającej (bo to od jej decyzji zależy, czy i w jakim zakresie będą podejmowane działania dotyczące robotyzacji procesów w firmach). W tym kontekście należy zwrócić uwagę na inicjatywę „Akademia AI dla Managerów” organizowaną już od dwóch lat przez Fundację Digital Poland.

prof. SGH, dr hab. Andrzej Sobczak

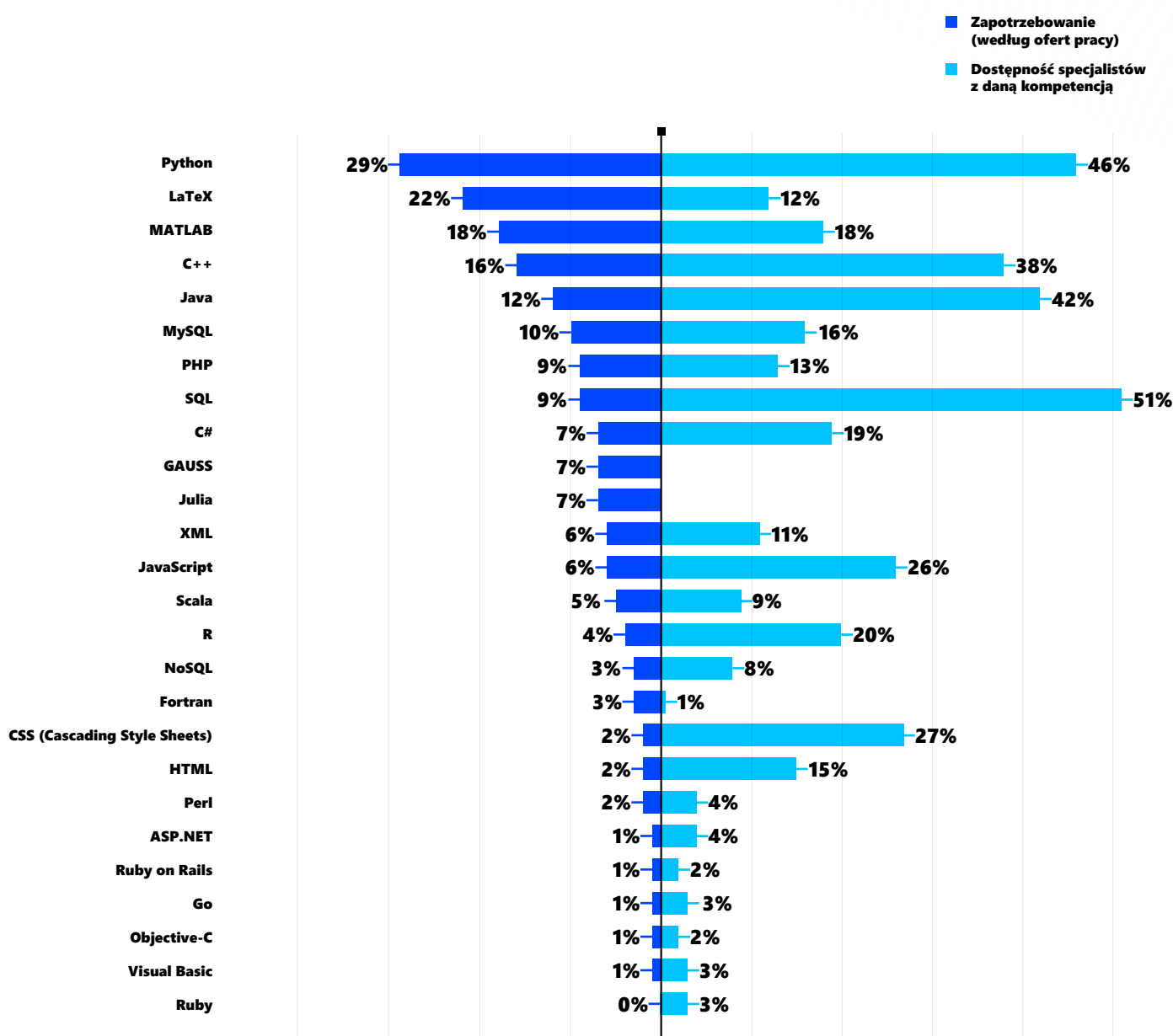
ze Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie

W celu pokazania szerszego obrazu kompetencji w obszarze AI, biorąc pod uwagę wysokie wyspecjalizowanie praktyków AI, analizie zostały poddane

także cztery kategorie umiejętności: języki programowania, biblioteki związane z AI, biblioteki data science oraz tzw. umiejętności miękkie.

Wykres 22.

Zapotrzebowanie i dostępność specjalistów AI według języków programowania



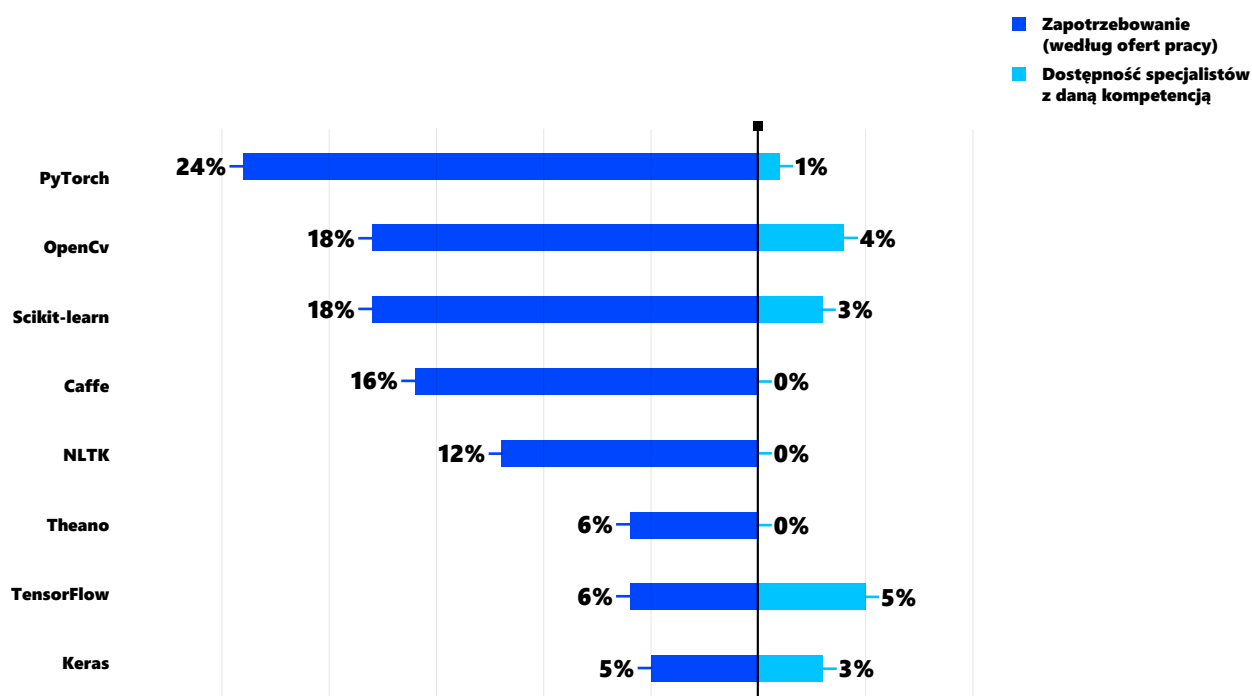
Na trzy najpopularniejsze biblioteki/środowiska programistyczne AI jest zapotrzebowanie w ponad 16% ofert pracy ogłaszanych na LinkedIn, natomiast ich znajomość deklaruje maksymalnie 3% specjalistów AI. Ta luka umiejętności kontrastuje ze znajomością języków programowania.

Patrząc na zapotrzebowanie na ekspertów posiadających wiedzę z bibliotek/środowisk programistycznych AI, można zaobserwować znaczne niedopasowanie do potrzeb rynku. W Polsce szczególnie poszukiwani są eksperci znający *PyTorch*, *OpenCv*, *Scikit-learn*, *Caffe* oraz *NLTK*. Niestety, wśród ekspertów AI w kraju zdecydowanie

brakuje specjalistów z tych obszarów. Jedyne liczbę specjalistów znających *TensorFlow* jest porównywalna do zapotrzebowania pracodawców. Na rynku w Polsce zatem istnieje duży niezaspokojony popyt na eksperckie biblioteki AI.

Wykres 23.

Zapotrzebowanie i dostępność specjalistów AI według bibliotek/środowisk programistycznych (ang. *framework*) AI





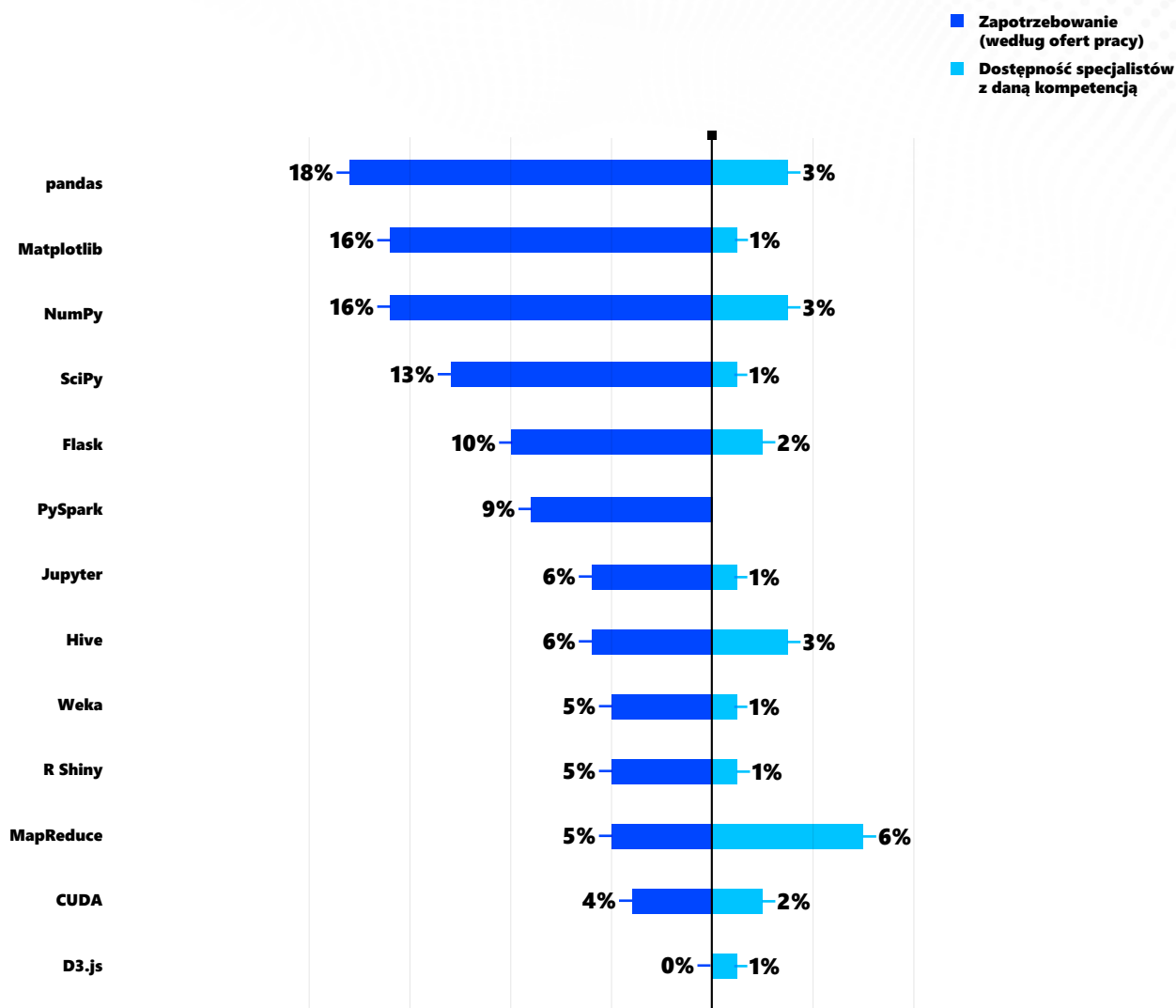
Dokument Unii Europejskiej „Roadmap for recovery” jednoznacznie wskazuje, że zielona transformacja i transformacja cyfrowa odegrają centralną i priorytetową rolę w ożywieniu i modernizacji naszej gospodarki. Małe i średnie przedsiębiorstwa (MŚP) są siłą napędową wzrostu gospodarczego w UE, jednak te przedsiębiorstwa, zatrudniające około dwóch trzecich siły roboczej w UE, muszą być w stanie funkcjonować cyfrowo, aby móc się rozwijać w przyszłości. Potencjał sztucznej inteligencji jest największy w połączeniu z ludzką, specjalistyczną wiedzą. Dzisiejszym wyzwaniem jest trudność w połączeniu tej wiedzy eksperckiej (domenowej) z wiedzą programistyczną i znajomością bibliotek w jednej osobie. Z tym wyzwaniem na pewno będzie musiał się zmierzyć sektor MŚP. Przyjmując definicję, że sztuczna inteligencja to „zdolność systemu do prawidłowego interpretowania danych pochodzących z zewnątrz”, wówczas dostęp do odpowiedniej ilości i jakości danych powinien być głównym punktem skupienia dla firm o aspiracjach SI niezależnie od ich wielkości i skali działania.

Przemysław Zakrzewski

Dyrektor Korporacyjnego Centrum Technologicznego, ABB

Wykres 24.

Zapotrzebowanie i dostępność specjalistów AI według bibliotek/środowisk programistycznych (ang. *framework*) data science



Na rynku zdecydowanie brakuje ekspertów posiadających wiedzę na temat bibliotek/środowisk programistycznych data science. Sytuacja jest analogiczna do bibliotek AI, gdyż można mówić o zdecydowanym braku ekspertów

z odpowiednimi umiejętnościami. Dla najpopularniejszych z nich zapotrzebowanie przekracza nawet pięciokrotnie liczbę specjalistów dostępnych na rynku.



Od momentu, kiedy organizacje zaczęły dostrzegać wartość, jaką posiadają dane, do których mają dostęp, zapotrzebowanie na pracowników potrafiących z nimi pracować nieustannie rośnie. Jest to trend ogólnosiwiatowy, który obserwujemy także w Polsce. Dynamicznie zmienia się także charakter umiejętności pożądaných na rynku pracy spowodowany rozwojem technologii i dostępnością szerokiego wachlarza narzędzi. Coraz doskonalsze narzędzia analityczne pozwalają osobom z wiedzą branżową przetwarzać informacje bez głębokiej wiedzy z zakresu data science. Z drugiej jednak strony głęboka wiedza w tym drugim obszarze jest niezbędna do budowania dedykowanych rozwiązań opartych na sztucznej inteligencji. Zaangażowanie technologii do przetwarzania obrazu, procesowanie języka naturalnego itp. wymaga wiedzy i umiejętności posługiwania się bibliotekami AI i językami programistycznymi. Tutaj możemy zauważyć duże dysproporcje 5:1 pomiędzy popytem a podażą. Podobnie jest w obszarze wykorzystania bibliotek data science. Jesteśmy świadkami intensywnego wzrostu wykorzystywania technologii kognitywnych (big data, AI, ML), a zapotrzebowanie na umiejętności w tym zakresie będzie nadal rosnać w szybkim tempie. Dlatego konieczne jest wprowadzenie elementów nauczania z zakresu nowych technologii do systemu nauczania w szkołach we wczesnych latach i łatwy dostęp do szkoleń kształtujących umiejętności data science/AI pozwalających na doszkalanie i przekwalifikowanie pracowników.

Piotr Beńke

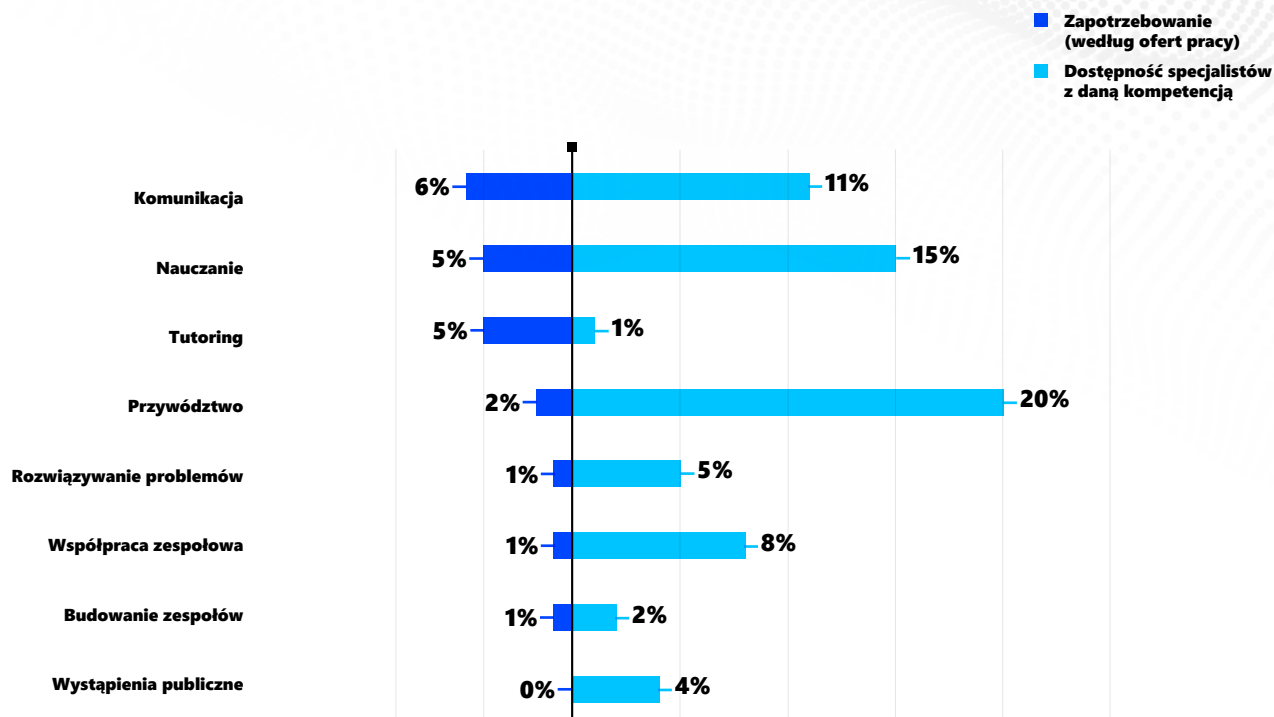
Chief Technology Officer, IBM Poland & Baltics

Należy jednak pamiętać, że implementacje AI wynikają z krzyżowania kompetencji AI z odpowiednią wiedzą branżową – wartościowe wdroże-

nia w biznesie będą wymagały zatem szerszej wiedzy i doświadczenia niż same umiejętności „techniczne”.

Wykres 25.

Zapotrzebowanie i dostępność specjalistów AI według umiejętności miękkich



W przeciwieństwie do tego, co obserwujemy w innych branżach, w których istnieje duże zapotrzebowanie na umiejętności miękkie, niewiele ofert pracy związanych z AI opublikowanych na LinkedIn wyraźnie wymienia umiejętności miękkie wśród kluczowych wymagań. Bazując na ogłoszeniach o pracę, można wysnuć wniosek, że popyt na umiejętności miękkie jest niski, a rekruterzy preferują twarde, techniczne umiejętności. Zawody i zadania związane ze sztuczną inteligencją są nadal bardzo wyspecjalizowane i niekoniecznie wiążą się z częstymi interakcjami z „nietechnicznymi” współpracownikami, co wymaga rozwiniętych umiejętności miękkich. Specjaliści AI są też bardzo poszukiwani, w związku z tym brak określonych umiejętności miękkich stanowi znacz-

nie mniejszy w tym kontekście problem dla pracodawcy.

Jednak prawdopodobnie ulegnie to zmianie wraz z rozpowszechnieniem AI w różnych sektorach i wzrostem znaczenia umiejętności związanych z przekazywaniem wiedzy, współpracą i sprawnym komunikowaniem się. Kompetencje w obszarze przejrzystego objaśniania zagadnień i rozwiązań AI oraz korzyści z nich wynikających mogą być kluczowe do osiągnięcia sukcesu w tym obszarze.

Ciekawe informacje podaje przykładowo Anaconda w podsumowaniu corocznej ankiety „State of Data Science”²⁰. Specjaliści data science określili w niej swoją efektywność w prezentowaniu wpływu, jaki ma data science na wyniki biznesowe. O ile prak-

tycy pracujący w Konsultingu określili swoją skuteczność na 71%, a w Technologii na 60%, o tyle w pozostałych branżach kształtuje się ona poniżej 60%, co oznacza w co najmniej 40% przypadkach, że specjalistom AI nie udało się przekonać współpracowników z innych obszarów o wartości i znaczeniu data science dla wyników biznesowych. Może to oczywiście świadczyć o gotowości danej branży na przyjmowanie nowych technologii, otwartości na nowe podejście do biznesowych zagadnień i zaawansowaniu AI w tych obszarach, można jednak postawić tu pytanie, czy na adopcję rozwiązań AI nie miały jednak wpływu także umiejętności komunikacji, przekazywania wiedzy i współpracy specjalistów AI.

²⁰ www.anaconda.com/state-of-data-science-2020



Polska dopiero wchodzi w świat data science, jednakże tutaj dość szybko musimy nauczyć się biegać.

Jeszcze parę lat temu duże korporacje mające swoje siedziby w Polsce nieśmiało zaczynały rozwijać swoje działy Business Intelligence o kompetencje big data czy data science, dziś jest to standard. Każda licząca się globalna korporacja w obecnym świecie stawia na rozwój Data & Analytics, a co za tym idzie, istnieje rosnące zapotrzebowanie na umiejętności z tym związane. Dzieje się tak przez zmiany w strategii firm. Biznes jakiś czas temu zaczął używać zaawansowanej analityki nie tylko w swoich produktach (np. pojazdach autonomicznych), ale także w tak zwanych działaniach day-to-day. Nie jest więc niczym nowym używanie analityki predykcyjnej przy przewidywaniu przepływów pieniężnych, zadłużeń klientów czy zapasów. Jak podaje raport #CFOReimagined, aż 74% respondentów z funkcji finansowych w korporacjach podawało, że w ich firmie wykorzystywane są algorytmy predykcyjne.

Wracając zaś do Polski. Po pierwsze Polska zaczyna stawiać na tworzenie talentów w DS, bo tak można odczytać najnowszą strategię rozwoju SI (Polityka Rozwoju Sztucznej Inteligencji w Polsce na lata 2019–2027). Dodatkowo, wśród największych polskich firm zauważalny stał się trend ‘forward looking’ – coraz częściej chcą one używać najnowszych technologii, a co za tym idzie, przyciągać najlepsze talenty. Jednakże to, co warto podkreślić, a co jest także widoczne w tym raporcie, to fakt, że międzynarodowe korporacje są aktualnie kluczowe w procesie transferu wiedzy oraz talentów AI, tak więc polskie organizacje muszą nie tylko sięgać po talenty z zespołów zbudowanych w globalnych korporacjach, ale także konkurować z nimi o nie.

Na koniec warto zwrócić uwagę na to, jaki kierunek wskazują globalne trendy. Narzędzia analityczne stają się coraz bardziej ‘user-friendly’, globalne firmy często starają się rozwijać kompetencje data science w swoich obecnych pracownikach biznesowych, ponieważ przy wdrożeniu projektu analitycznego kluczową jest poprawna wiedza biznesowa jego uczestników.

Karol Tajduś

Manager - Finance Analytics, Accenture



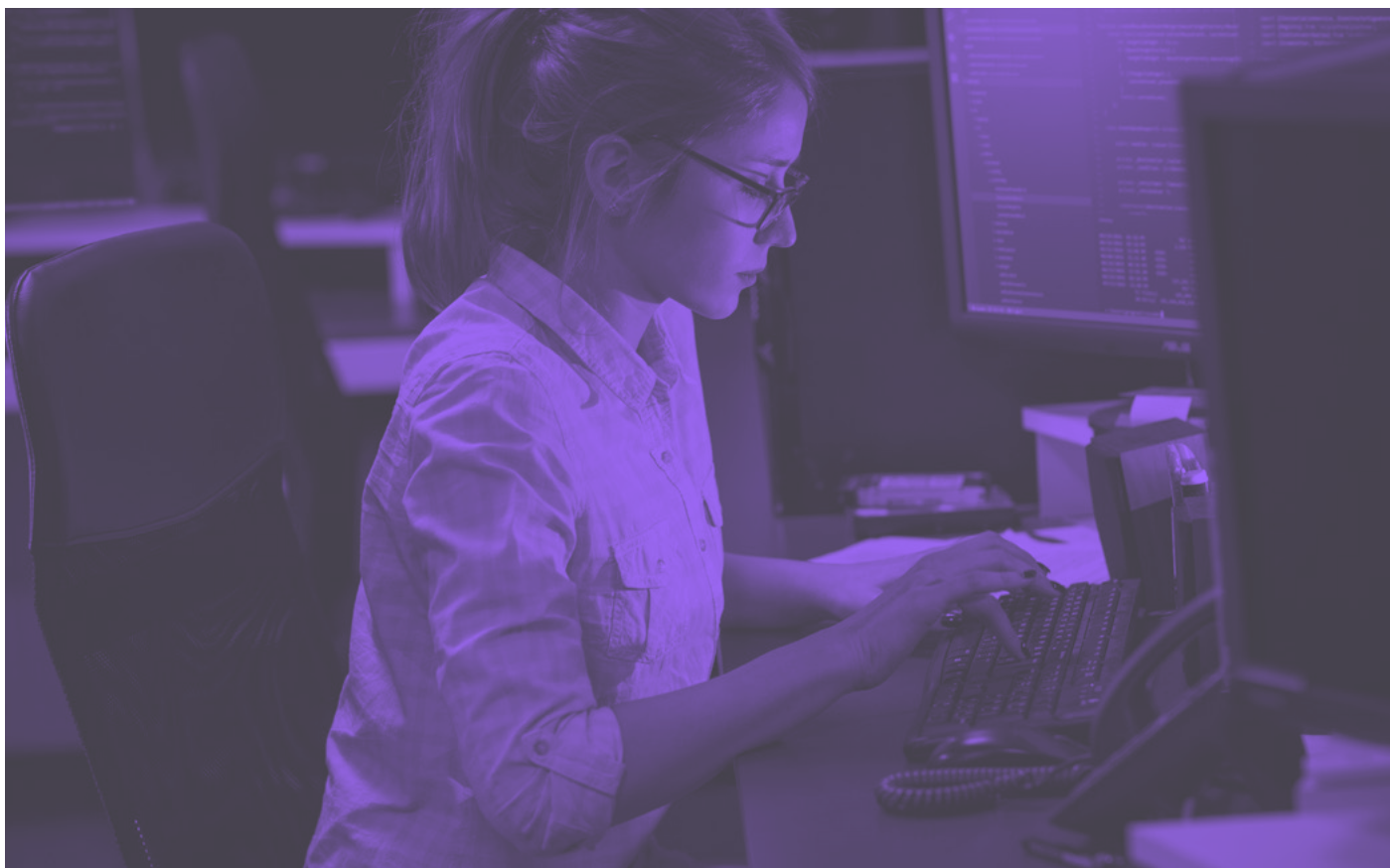
KOBIECY W AI

05

Algorytmy sztucznej inteligencji, tworzone przez konkretną grupę osób, mogą zawierać szereg uprzedzeń i być po prostu stronnicze w swojej ocenie. Jednym ze sposobów ograniczenia stronniczości jest zwiększenie różnorodności zespołów tworzących rozwiązania AI. Zespoły złożone z osób

posiadających różne doświadczenie, w różnym wieku, płci czy pochodzeniu etnicznym na ogół tworzą bardziej reprezentatywne rozwiązania AI. Niestety z analizy danych profili LinkedIn wynika, że typowym profilem pracownika zajmującego się AI w Europie jest młody, wysoko wykwalifi-

fikowany mężczyzna pracujący w Europie Zachodniej, co może budzić obawy co do zróżnicowania praktyków AI w krajach Unii Europejskiej, a co za tym idzie – zapewnienia jakości i adekwatności tworzonych rozwiązań.





Obecnie obserwujemy olbrzymie przyspieszenie w emancypacji kobiet w najważniejszych obszarach życia gospodarczo-społecznego – jakimi są polityka, biznes i technologie. Te ostatnie są szczególnie trwałym męskim bastionem – bowiem w dużej części skuteczne „wejście” w ten obszar wymaga, w przeciwieństwie do dwóch pozostałych – wykształcenia kierunkowego. W przypadku obszaru AI – wyższego. A wybory edukacyjne są wciąż naznaczone wpływem niezwykle mocnych stereotypów dotyczących roli kobiety w społeczeństwie. Raport potwierdza ten stan rzeczy, przedstawiając postać typowego eksperta ds. AI jako młodego, wysoko wyspecjalizowanego mężczyznę. Udział kobiet w obszarze AI odzwierciedla w przybliżeniu ich udział w obszarze tworzenia nowych technologii, na różnych odcinkach. Jak zauważa się w raporcie, zwiększa się on w ostatnich latach. Warto zaznaczyć, że choć udział kobiet wśród studentów kierunków informatycznych wynosi około 15%, to dynamika przyrostu kobiet na tych kierunkach jest dwukrotnie szybsza niż mężczyzn – co pokazuje, że stabilizuje się nowy, mocny trend w tym zakresie. I to dobrze, bo kobiety mają szansę wnieść wiele nowego do rozwoju sztucznej inteligencji i jej zastosowań – i w obszarze twardej kompetencji programistycznych, jak i odpowiedzialnego podejścia do rozwiązywania problemów ludzkości za jej pomocą. Ostatnio odbyła się pierwsza globalna konferencja Women in AI. Co bardzo charakterystyczne, tematy wystąpień i dyskusji panelowych w dużej części koncentrowały się na aspekcie etycznym rozwoju sztucznej inteligencji i jej zastosowaniach dla dobra świata i człowieka. Ważnym tematem było też zagrożenie replikowania przez AI mechanizmów związanych z dyskryminacją płciową.

dr Bianka Siwińska

Dyrektor wykonawczy, Fundacja Edukacyjna Perspektywy

W miarę przyspieszenia tempa rozwoju rozwiązań AI i ich wdrażania, standardy etyczne stają się podstawowym narzędziem służącym poprawnemu kształtowaniu tych rozwiązań. Zagadnienie „etyki sztucznej inteligencji” jest poruszane w europejskiej strategii „Sztuczna inteligencja dla Europy”: „W rozwój sztucznej inteli-

gencji należy zaangażować większą liczbę kobiet i osób o różnym pochodzeniu, w tym osoby niepełnosprawne, począwszy od kształcenia i szkolenia w zakresie sztucznej inteligencji sprzyjającego włączeniu społecznemu, tak aby sztuczna inteligencja nie stwarzała pola do dyskryminacji oraz by sprzyjała włączeniu społecznemu”²¹. W miarę

postępu technologii AI oraz nowych wdrożeń, coraz wyraźniej zaznaczają się wyzwania z nimi związane. Można wśród nich wymienić kwestię *algorithmic bias*, czyli skrzywienia procesu podejmowania decyzji z pomocą algorytmów z powodu wadliwie dobranych danych, na których uczył się algorytm.

²¹ „Sztuczna inteligencja dla Europy”, Komisja Europejska, 2018 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0237&from=PL>).



Sztuczna inteligencja nie działa w odizolowanej przestrzeni. Może z łatwością powielać przesady i uprzedzenia, które ludzie, świadomie lub nie, wyznawali od dłuższego czasu. Potwierdza to głośna sprawa dotycząca próby wdrożenia AI u giganta e-commerce – firmy Amazon. System miał pomóc w rekrutacji pracowników poprzez wprowadzenie automatycznego agenta analizującego życiorysy kandydatów i dokonującego ich wstępnej selekcji. Model, według którego działał program, został opracowany na bazie przeszłych decyzji pracowników działu rekrutacji firmy Amazon. Bardzo szybko okazało się, że narzędzie (imitujące decyzje człowieka) dyskryminowało kobiety, przyznając im mniej punktów. Tym samym powiełało uprzedzenie, że kobiety w mniejszym stopniu nadają się do pracy w branży technologicznej, a dane wejściowe stawały się czymś w rodzaju samosprawdzającej się przepowiedni.

Agnieszka Tokarska

Dyrektor Zarządzający – Accenture Technology

Dziedzina AI okazuje się być porównywalnie podatna na różnice płci jak inne dyscypliny STEM (ang. *Science, Technology, Engineering, Mathematics*). Jedynie około 16% wszystkich pracowników AI zatrudnionych w Unii Europejskiej to kobiety. Na podobnym

poziomie kształtuje się udział kobiet w AI w Stanach Zjednoczonych, gdzie mniej niż 20% ekspertów AI to kobiety, przy czym średnia dla całego świata wynosi 22%. Pomimo pewnych różnic pomiędzy krajami Unii, udział kobiet w dziedzinie AI nigdy nie przekra-

cza 30% w żadnym z państw członkowskich. Największy odsetek kobiet w AI jest na Łotwie (29,25%), w Finlandii (26,47%) i Włoszech (26,13%), a najmniejszy w Polsce (12,98%), Danii (12,19%), na Słowacji (9,69%) i w Czechach (8,78%).



Rozwijanie i wdrażanie sztucznej inteligencji wymaga odpowiedzialnego i etycznego podejścia. Misją Microsoft jest to, żebyta technologia mogła służyć wszystkim, a więc kluczowe jest, by w jej tworzeniu uczestniczyły różnorodne zespoły. Aby było to możliwe, konieczne jest bardzo mocne zwrócenie uwagi na nauczanie kompetencji technologicznych już na poziomie szkolnictwa podstawowego i zagwarantowanie dostępu do nich wszystkim bez względu na miejsce zamieszkania, płeć czy pochodzenie. Podejmujemy w tym zakresie bardzo szerokie działania, aby dawać jak najszerszy dostęp do wiedzy i umiejętności, które są swoistą polisą na przyszłość młodych ludzi. Uczennice biorące udział w naszym programie AI Intelli-GIRLS zgadzały się, że wiedza dotycząca najnowszych technologii, takich jak AI, powinna być dostępna w ramach planowych zajęć w szkole. Potwierdza to, że świat technologii to przestrzeń, w której każdy głos się liczy.

Anna Klimczuk

Head of Communication, oddział Microsoft w Polsce

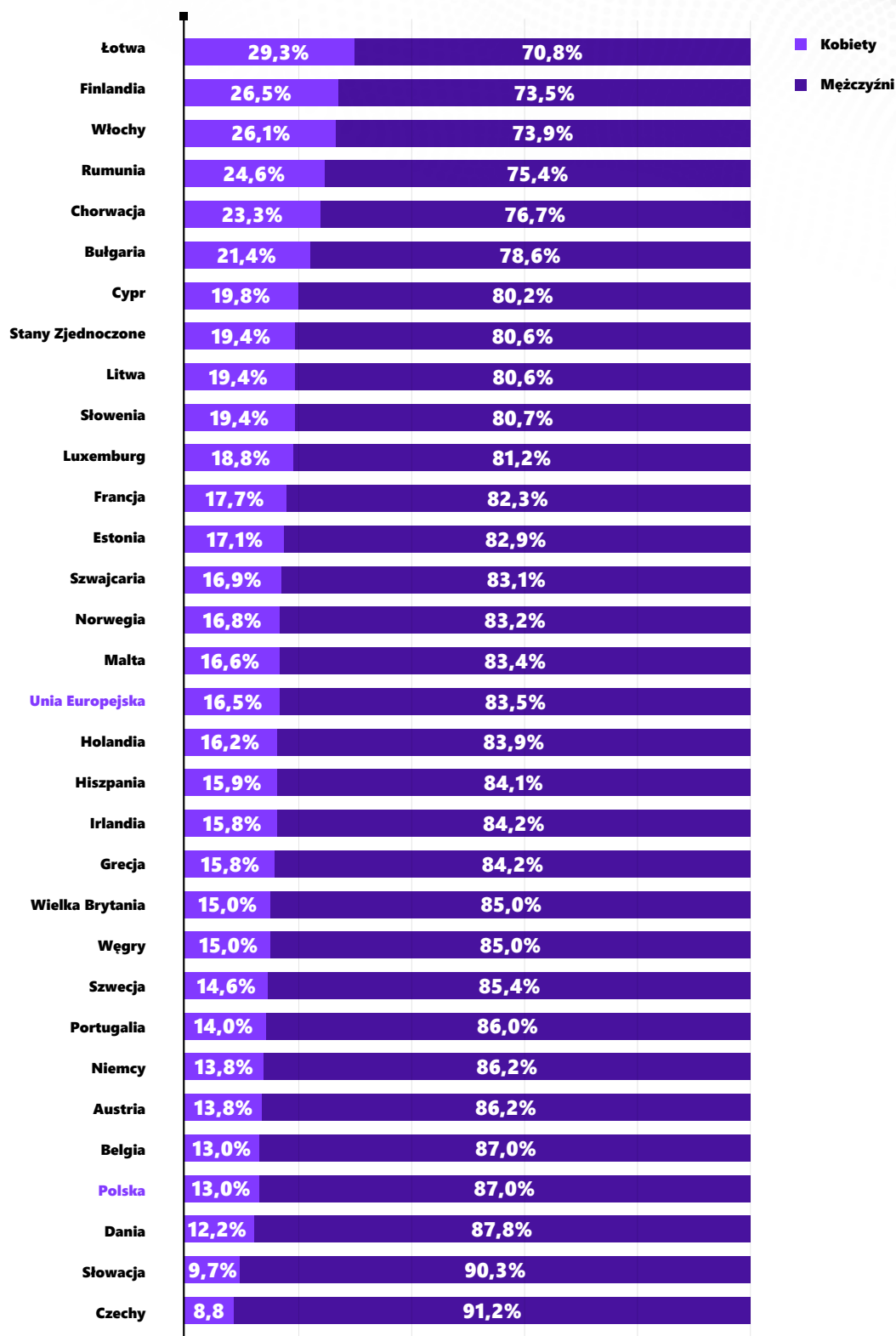
Co ciekawe, udział kobiet w AI nie ma związku z szerszym udziałem kobiet w rynku pracy w danym kraju. Z wyjąt-

kiem wysokiej pozycji Finlandii, kraje o znacznym udziale kobiet w rynku pracy (np. kraje nordyckie czy Niemcy)

nie plasują się wcale wysoko pod kątem procentu kobiet wśród praktyków AI.

Wykres 26.

Kobiety w AI w Europie



Trochę lepiej prezentuje się udział kobiet w AI w badaniach. Według raportu Gender Diversity in AI research²² w takich krajach jak Holandia, Norwegia, Dania, Irlandia, Portugalia, Włochy i Hiszpania kobiety w ponad 30% przypadków są współautorami prac naukowych w AI. Polska z Czechami prezentuje się przy tym najgorzej, z wynikiem blisko 22%. Gdyby jednak spojrzeć na udział kobiet w publikacjach AI, których są jedy-

nymi autorkami, to udział kobiet spada do 15% w Holandii, 10% w Polsce i 7,5% w Czechach.

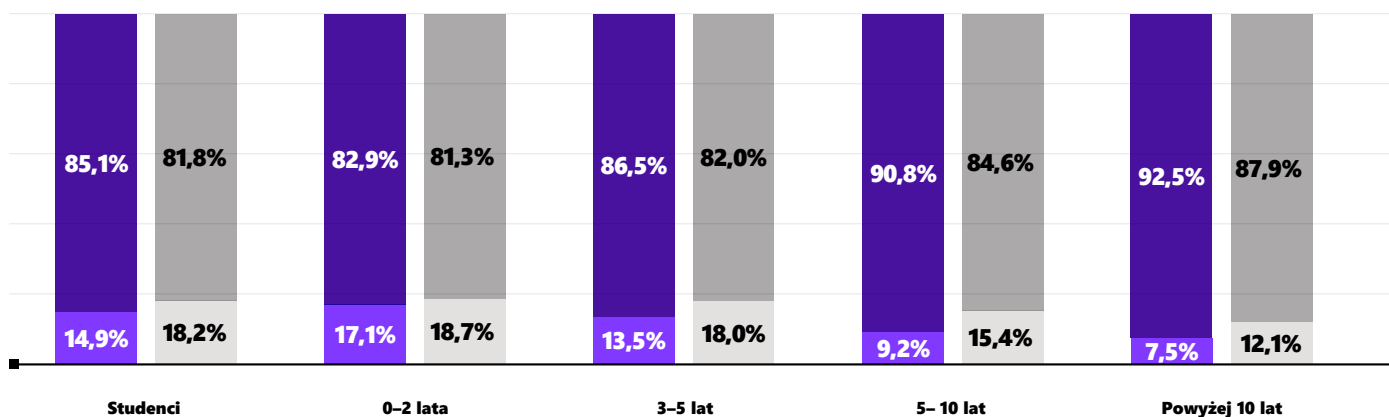
Różnica w zatrudnieniu kobiet w AI zaczyna być dostrzegalna. Gdyby spojrzeć na różnice w zatrudnieniu kobiet w zależności od długości kariery zawodowej, to widać wyraźnie, że w całej Unii Europejskiej udział kobiet jest większy wśród młodszego pokolenia. Udział kobiet w AI, które jeszcze nie ukończyły studiów wyższych, lub

ich doświadczenie w AI jest krótsze niż 5 lat, wynosi ponad 18%. Z kolei udział kobiet w AI z ponad 10-letnim doświadczeniem wynosi jedynie 12%. Sytuacja wygląda gorzej w Polsce, gdyż udział kobiet w AI, które nie ukończyły studiów wyższych, wynosi 14,9%, a kobiet z doświadczeniem 10-letnim wynosi jedynie 7,5%. To odpowiednio o 18% i 38% mniej niż średnia dla Unii Europejskiej. Różnica pogłębia się wraz z większym stażem kobiet.

Wykres 27.

Udział kobiet wśród praktyków AI w podziale na długość średniej kariery w Polsce i Unii Europejskiej

■ Kobiety – Polska
■ Kobiety – średnia UE
■ Mężczyźni – Polska
■ Mężczyźni – średnia UE



Większy udział kobiet w AI na wczesnym etapie rozwoju kariery i w czasie studiów można prawdopodobnie uznać za dobry prognostyk – kariera w AI staje się zauważalna, atrakcyjna i jest coraz częściej wybierana przez osoby, które tradycyjnie wybierały inne ścieżki rozwoju zawodowego. Prezentowane obserwacje pokrywają się z ogólnym trendem wzrostu odsetka kobiet studiujących na uczel-

niach technicznych kierunku informatyczne w latach 2014–2019. Jeszcze w 2011 roku 11% kobiet studiowało taki kierunek na uczelni technicznej, podczas gdy w 2019 roku było to 15%. Jednak na kierunku automatyka i robotyka kobiety stanowiły tylko 9% studiujących²³.

Kolejnym przykładem wzrostu udziału kobiet w AI w Polsce może być rosnący udział kobiet w konferencji PyData

w Polsce: w 2017 roku kobiety stanowiły 13% uczestników, w 2018 - 21%, a w 2019 roku – 22%²⁴. Tendencja ta może być wspierana przez różnego rodzaju organizacje (np. Fundacja Edukacyjna Perspektywy czy Geek Girls Carrots) i wydarzenia (np. konferencja Perspektywy Women in Tech Summit, która jest największym tego typu działaniem w Europie).

²² Źródło: Wykres 7, Gender Diversity in AI research, lipiec 2019, Nesta Foundation https://media.nesta.org.uk/documents/Gender_Diversity_in_AI_Research.pdf

²³ Źródło: Kobiety na politechnikach 2020, Fundacja Edukacyjna Perspektywy.

²⁴ Dane dotyczące uczestników konferencji PyData: Piotr Migdał oraz Rafał Małanij.



METODYKA

Praktycy AI nie posiadają jednego – jasno określonego – tytułu i stanowiska pracy, raczej działają w szerzej rozumianej dziedzinie. By zdefiniować specjalistę rozwijającego systemy symulujące funkcje poznawcze człowieka, należy zatem mówić o pewnym zakresie kompetencji. Aby zidentyfikować specjalistów AI wśród wszystkich użytkowników portalu LinkedIn, wzięto pod uwagę konkretny zestaw umiejętności oraz zatrudnienie, w tym rodzaj zajmowanego stanowiska. W wyniku wykonania prostej kwerendy w portalu LinkedIn ze słowem kluczowym takim jak „sztuczna inteligencja”, „uczenie maszynowe” czy „głębokie uczenie maszynowe” znajdziemy nie tylko faktycznych praktyków AI, ale również osoby z działów sprzedaży, rekruterów, mówców i myślicieli prezentujących poglądy w tym obszarze. Wyzwaniem jest przy tym identyfikacja zamkniętego obszaru umiejętności i stanowisk definiujących prawdziwych praktyków AI, gdyż nawet definicja AI może podlegać dyskusji i każde podejście do tematu może okazać się w czyjejs ocenie stronnicze. Dodatkowym problemem związanym z analizą profili zamieszczonych w serwisie LinkedIn może być również ich sama wiarygodność, gdyż osoby tworzące swój profil mogą nie do końca świadomie określić kompetencje požądane w obszarze AI. Właśnie dlatego do wykonania analizy profili LinkedIn wykorzystano algorytmy uczenia maszy-

nowego, zasilając je wiedzą z ogłoszeń o pracę z całego świata. To właśnie w nich zawarte są opisy požądanych przez pracodawców bibliotek, technologii, kompetencji czy nazwane są stanowiska pracy. Stworzono w ten sposób syntetyczne profile idealnych praktyków AI w podziale na różne obszary, takie jak przetwarzanie tekstu (ang. *NLP*), widzenie komputerowe (ang. *computer vision*) czy robotykę. Każdy z profili zawierał zestaw umiejętności, opis czy tytuł stanowiska. Dodatkowo, by wykluczyć fałszywie pozytywne wyniki, stworzono przy tym syntetyczne opisy profili osób, które w opisie stanowiska pracy co prawda zawierały słowa kluczowe takie jak np. AI i uczenie maszynowe, poprawny opis, lecz z uwagi np. na swoje stanowisko nie są praktykami AI (np. sprzedawcy technologii, opiekunowie klienta, menedżerowie produktu, inżynierowie sprzedaży, analitycy biznesowi). Sumarycznie ponad 30% sztucznie stworzonych profili AI zostało zaklasyfikowanych jako profile osób, które nie są praktykami AI. Tak skonstruowany algorytm dokonał analizy wszystkich użytkowników portalu LinkedIn zarejestrowanych w 44 krajach.

Ograniczenia

Wielkość zbioru danych profili LinkedIn uniemożliwia ręczną analizę danych. Wykorzystano zatem techniki uczenia maszynowego do typowania praktyków AI. Algorytmy cechowała przy tym

74% precyzja w typowaniu praktyków AI w stosunku do indywidualnego i ręcznego wyszukiwania praktyków AI.

Obecnie baza portalu zawiera blisko 706²⁵ milionów użytkowników i nie pokrywa wszystkich osób pracujących w gospodarce. W 2019 roku na dzień badania wykorzystano ówczesne 660 milionów profili. Baza pokrywała blisko 50% osób w wieku produkcyjnym w Stanach Zjednoczonych i Europie. W Polsce zarejestrowanych było przy tym ponad 3 mln osób, a np. w Wielkiej Brytanii ponad 29 mln. Widać zatem, że penetracja usług LinkedIn na rynku pracy różni się pomiędzy krajami. Zarówno jeśli chodzi o członkostwo w serwisie, jak również liczbę ogłaszanych ofert pracy. W serwisie można znaleźć też różnice w zakresie aktywności płci pomiędzy krajami.

Mimo powyższych ograniczeń przedstawione wyniki są dobrą estymacją w zakresie praktyków AI i ich umiejętności w Europie i Stanach Zjednoczonych. Wynika to z faktu, że serwis LinkedIn jest popularny w szeroko rozumianej branży ICT, zatem wyniki są reprezentatywne nawet w krajach, w których ogólny udział LinkedIn w rynku jest mniejszy. Wyniki dodatkowo skorygowano, mając na uwadze wcześniej omówione ograniczenia.

Więcej o metodyce przeczytasz w specjalnym artykule dra Thomasa Roca²⁶.

²⁵ news.linkedin.com/about-us#1 z dnia 2020-08-03.

²⁶ Identifying AI talents among LinkedIn members A machine learning approach, Thomas Roca, PhD, Microsoft and LinkedIn Economic Graph.



REDAKTORZY I EKSPERCI RAPORTU

Redaktorzy Raportu

Piotr Mieczkowski

Dyrektor Zarządzający, Fundacja Digital Poland



Posiada 16-letnie praktyczne doświadczenie w sektorze nowoczesnych technologii, w szczególności w zakresie transformacji cyfrowej, najnowszych trendów, modelowania procesów biznesowych, doradztwa strategicznego i operacyjnego, regulacji rynku nowych technologii. Doradza decydom w regionie EŚW, funduszom inwestycyjnym, instytucjom i firmom w formułowaniu skutecznej strategii oraz rozwoju innowacji i działań B+R. Posiada przy tym aktualną wiedzę z takich zagadnień, jak sztuczna inteligencja, monetyzacja danych, chmura obliczeniowa, internet rzeczy czy 5G. Piotr dzieli się zdobytą wiedzą na szkoleniach, spotkaniach, konferencjach czy wykładach na uczelniach wyższych takich jak Szkoła Biznesu Politechniki Warszawskiej, Akademia Leona Koźmińskiego, stawiając przy tym na współpracę i budowanie społeczności. Piotr poprzednio pracował dla NCBiR, EY, Cyfrowy Polsat, Plus, Orange, Shell. Absolwent Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego oraz Elektroniki i Techniki Informatycznej Politechniki Warszawskiej.

Dorota Pietrzak

Business Strategy Consultant, Accenture

Posiada ponad 10-letnie doświadczenie zawodowe integrujące wiedzę z obszaru analiz, finansów oraz strategii, w szczególności w zakresie modelowania finansowego, wdrożeń narzędzi Business Intelligence wspierających controlling oraz analiz strategicznych, które zdobyła pracując branży doradczej oraz telekomunikacyjnej. Dodatkowo jako trener umiejętności psychospołecznych wspiera menedżerów i pracowników w zarządzaniu zmianą i transformacji kulturowej, opracowując i prowadząc szkolenia służące rozwojowi osobistemu. Absolwentka Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie, w ramach programów stypendialnych studiowała także w Aarhus School of Business (obecnie Aarhus University) w Danii oraz w Vienna University of Economics and Business Administration w Austrii.



EKSPERCI AI
W POLSCE
I EUROPIE

PRAKTYCY AI
W SEKTORACH
GOSPODARKI

UMIĘJĘTNOŚCI,
WYKSZTAŁCENIE,
MOBILNOŚĆ
I STAŻ PRACY

ZAPOTRZEBOWANIE
NA UMIĘJĘTNOŚCI

KOBIETY
W AI

Eksperci raportu



Piotr Beńke

Chief Technology Officer,
IBM Poland & Baltics



Bartosz Biskupski

Dyrektor Zarządzający,
TCL Research Europe



dr Łukasz Borowiecki

Współzałożyciel 10 Senses
oraz ekspert ds. sektora AI
Fundacji Digital Poland



Adam Czerniak

Dyrektor ds. badań, Polityka Insight
oraz Kierownik Zakładu Ekonomii
Instytucjonalnej i Politycznej w Szkole
Głównej Handlowej w Warszawie



Michał Dżoga

Global Partnerships & Initiatives,
EMEA Territory Director, Intel



Paweł Jakubik

Dyrektor ds. Transformacji Cyfrowej
w Chmurze, Członek Zarządu,
oddział Microsoft w Polsce



Tomasz Klekowski

Członek Rady Fundacji Platforma
Przemysłu Przyszłości,
Ekspert Rady ds. Kompetencji IT



Anna Klimczuk

Head of Communication,
oddział Microsoft w Polsce

EKSPERCI AI
W POLSCE
I EUROPIE

PRAKTYCY AI
W SEKTORACH
GOSPODARKI

UMIĘJĘTNOŚCI,
WYKSZTAŁCENIE,
MOBILNOŚĆ
I STAŻ PRACY

ZAPOTRZEBOWANIE
NA UMIĘJĘTNOŚCI

KOBIETY
W AI



Tomasz Kułakowski

Prezes, Deepsense.ai



Jarosław Królewski

Prezes, Synerise



Karol Mazurek

Dyrektor Zarządzający, Accenture
Strategy & Consulting



Dominik Perykasz

Senior Manager, Data Science
Innovation Community of Practice
regional lead, Accenture



Hubert Rachwałski

Prezes, Nethone



**prof. SGH, dr hab.
Andrzej Sobczak**

ze Szkoły Głównej Handlowej
w Warszawie



Cecylia Szymańska

Dyrektor ds. Edukacji,
oddział Microsoft w Polsce



dr Bianka Siwińska

Dyrektor wykonawczy,
Fundacja Edukacyjna Perspektywy

EKSPERCI AI
W POLSCE
I EUROPIE

PRAKTYCY AI
W SEKTORACH
GOSPODARKI

UMIĘTNOŚCI,
WYKSZTAŁCENIE,
MOBILNOŚĆ
I STAŻ PRACY

ZAPOTRZEBOWANIE
NA UMIĘTNOŚCI

KOBIETY
W AI



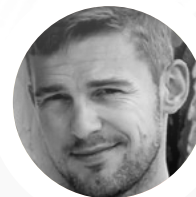
Karol Tajduś

Manager - Finance Analytics,
Accenture



Agnieszka Tokarska

Dyrektor Zarządzający
- Accenture Technology



Tomasz Trzcíński

Członek Zarządu, Tooploox,
MicroscopeIT, Comixify
oraz Adiunkt PW i UJ



Maciej Wolański

Head of Poland Technology, Global
Head of AI and Data Platform
for Investment Banking, UBS



Przemysław Zakrzewski

Dyrektor Korporacyjnego Centrum
Technologicznego, ABB



Marek Zieliński

Współzałożyciel, 10 senses



WYDAWCA I PARTNERZY RAPORTU

digitalpoland

Fundacja

Jako organizacja non profit podejmuje działania mające sprawić, by Polska stała się jednym z głównych centrów innowacji cyfrowych na świecie. Poprzez swoje aktywności zmienia cyfrowe wyzwania stojące przed Polską w szansę dla rodzimej gospodarki. Bez społeczeństwa nie uda się cyfrowa transformacja kraju, dlatego założyciele Fundacji stawiają na edukację społeczeństwa i firm, organizując szereg akcji promujących nowe technologie. W oczach inwestorów zagranicznych pozycjonują Polskę

jako idealne miejsce dla działalności B+R i rozwijania innowacji o zasięgu międzynarodowym. We wszystkich działaniach Fundacja Digital Poland stawia na współpracę, tworząc sieć kontaktów i bliskich relacji – tylko dzięki współpracy jesteśmy w stanie sprawić, że Polska dołączy do wiodących ekosystemów innowacji na świecie. Fundacja Digital Poland zaprasza do współpracy wszystkich, którzy są zainteresowani realizowaniem innowacyjnych projektów, które odmienią polską gospodarkę. Wśród fundatorów i partnerów strategicznych są takie

firmy jak: Baker McKenzie, Daftcode, Ghelamco Poland, MCI Capital, Microsoft, Polpharma, Ringier Axel Springer Polska, Sage, TVN Digital, T-Mobile Polska, UPC, Visa. Partnerami Fundacji Digital Poland są m.in. Instytut Ośrodek Przetwarzania Informacji, Korn Ferry, Straal, Plugin, Fundacja Polska Innowacyjna, Po prostu energia oraz Prowly. Więcej informacji na temat realizowanych projektów i podejmowanych działań na digitalpoland.org.

Festiwal Cyfryzacji

W 2019 roku Fundacja Digital Poland zorganizowała po raz pierwszy

Festiwal Cyfryzacji

– największą ogólnopolską inicjatywę technologiczno-edukacyjną, której celem jest przybliżenie nowych technologii Polakom. Świat nowych technologii jest dla wszystkich, którzy chcą być jego częścią, a Festiwal Cyfryzacji to okazja na zdobycie nowych, cyfrowych umiejętności i aktualizację wiedzy. Nowe technologie nie tylko zmieniają niektóre profesje, ale coraz częściej zastępują

je nowymi zawodami. Fundacja Digital Poland, tworząc Festiwal Cyfryzacji, chce przygotować Polaków na nadchodzącą zmianę. Dlatego w trakcie 10 dni festiwalu można na własnej skórze przekonać się, na czym polega cyfryzacja i jakie korzyści przyniesie każdemu z nas. Festiwal Cyfryzacji to nie tylko Noc Innowacji, w czasie której każdy może zobaczyć, jak wyglądają najbardziej innowacyjne miejsca w Polsce, i zapytać najtęższe umysły w kraju, nad czym obecnie pracują. To też wielkie święto zakupów, które ukryte

jest pod hasłem Cyfrowe Zniżki, czy spotkania z liderami cyfryzacji, których Fundacja Digital Poland co roku nagradza statuetką i tytułem Digital Shapers. Dzięki akcji Cyfrowy Bohater pokazujemy z kolei, że cyfryzacja może pomóc osobom wykluczonym i upośledzonym dołączyć do rynku pracy, dzięki np. pracy zdalnej. Festiwal Cyfryzacji to także czas ważnych debat o przyszłości Polski i rosnącej roli innowacji oraz cyfryzacji w nowoczesnej gospodarce. Więcej na festiwalcyfryzacji.pl.

**Accenture**

Accenture jest wiodącą globalną firmą, świadcząca profesjonalne usługi i rozwiązania w obszarach: Strategy & Consulting, Interactive, Technology i Operations. Dzięki szerokiemu doświadczeniu i spe-

cjalistycznej wiedzy ekspertów z ponad 40 branż oferujemy usługi łączące biznes z technologią. Działamy na całym świecie – 513 000 pracowników pomaga klientom z ponad 120 krajów zwiększać efektywność ich przedsiębiorstw oraz

osiągać realną wartość dla udziałowców. Innowacyjne rozwiązania Accenture zmieniają funkcjonowanie świata oraz sposób, w jaki żyjemy.

**Microsoft**

Misją firmy jest umożliwianie każdej osobie i organizacji na świecie, by realizowały swoje cele. Microsoft dostarcza gamę rozwiązań, które są fundamentem dla innych do rozwoju – lepszego życia obywateli, transformacji polskich przedsiębiorstw, szkół, urzędów i ekspansji polskich firm IT – Partnerów Microsoft – którzy tworzą własne rozwiązania w oparciu

o technologii Microsoft i konkurują globalnie. Microsoft konsekwentnie zmienia sposób, w jaki ludzie żyją, pracują, uczą się i bawią, a także czerpią z czasu wolnego i komunikują się za pomocą technologii. Jako lider w obszarze chmury obliczeniowej firma nieustannie tworzy nowe rozwiązania i usługi. Jako jedyny dostawca na rynku posiada kompleksową ofertę zarówno infrastruktury,

platformy programistycznej oraz aplikacji w chmurze obliczeniowej. Dzięki wykorzystaniu środowiska chmurowego Azure, Office 365 czy Dynamics 365, Microsoft pomaga transformować biznes, administrację publiczną i edukację, a przez to przyczynia się do rozwoju polskiej gospodarki cyfrowej.

digital**poland**