

# 5.0

## WYKORZYSTANIE SZTUCZNEJ INTELIGENCJI PRZEZ MAŁE I ŚREDNIE FIRMY W EUROPIE

Wojciech Nowakowski  
Uniwersytet Warszawski

### Streszczenie

Rozdział przedstawia badanie, którego celem było ustalenie poziomu wykorzystania sztucznej inteligencji (AI) przez małe i średnie przedsiębiorstwa (MŚP) w Europie. Z wykorzystaniem narzędzia analizy skupień i wykresu osuwiska wydzielono trzy skupienia, w których znajdują się państwa o zbliżonym do siebie poziomie wykorzystania rozwiązań AI przez MŚP. Wszystkie europejskie kraje zostały przypisane do jednego z trzech klastrów. Z analizy skupień wynika, że w klastrze liderów AI średnie wykorzystanie przez MŚP narzędzi AI spadło. Jest to jedyny klaster, w którym średnia z 2023 r. jest niższa niż z 2021. W pozostałych dwóch klastrach wzrosła średnia wykorzystania narzędzi AI przez małe i średnie firmy. Wzrost średnich w klastrze drugim jest większy niż w klastrze pierwszym. Z analizy wynika, że w państwach, które mają najwięcej do nadrobienia, wzrost jest szybszy. Skłania to do wniosku, że nie zawsze firmom opłaca się korzystać z nowych, rewolucyjnych rozwiązań.

**Słowa kluczowe:** sztuczna inteligencja, konkurencyjność, sektor małych i średnich przedsiębiorstw

Rozdział z monografii: Doligalski T., Kaszyński D. (red. nauk.), Sztuczna inteligencja w przedsiębiorstwach i gospodarce (AI Spring 2024), Warszawa 2025.

Monografia oferowana jest w swobodnym dostępie do pobrania na stronie AI Lab SGH.

## Wprowadzenie

Rozwój sztucznej inteligencji (AI) stał się jednym z głównych tematów badań i dyskusji środowisk naukowych oraz biznesowych. Sztucznej inteligencji poświęca się wiele uwagi, opisuje się jej potencjalne zastosowanie, konsekwencje, wpływ na społeczeństwo czy też związane z nią zagrożenia i bariery. W dyskusji akademickiej zwrócono już uwagę, że AI może oddziaływać na wiele dziedzin i aspektów związanych z funkcjonowaniem gospodarki, pracą i życiem codziennym.

Wyniki badań pokazują również, że sztuczna inteligencja jest w stanie wpływać na rynek pracy poprzez zautomatyzowanie niektórych czynności, optymalizację zadań i poprawę efektywności pracy. Badacze wskazują również, że postęp w dziedzinie AI może skutkować istotnymi przemianami w zakresie podziału pracy i redystrybucji dochodów społecznych [Agrawal, Gans, Goldfarb, 2019; Arntz, Gregory, Zierahn, 2016; Atack, Margo, Rhode, 2019; Korinek, Stiglitz, 2017].

Zastosowanie przez firmy sztucznej inteligencji pozytywnie wpływa na poprawę konkurencyjności tych firm poprzez większe zdolności do realizowania określonych celów przedsiębiorstwa, jakimi są udział w rynku oraz zwiększenie obrotu i zysku [Hamilton, Tee, Maxwell, 2023; Kasior, 2024; Senadjki i in., 2023]. Poprawa konkurencyjności jest istotnym elementem rozwoju wszystkich przedsiębiorstw, dlatego też państwa na całym świecie stosują różne zachęty, aby firmy wdrażały i implementowały narzędzia AI. Sztuczna inteligencja to jeden z elementów sektora cyfrowego. Sektor ICT wraz z kluczowymi przejawami cyfrowej aktywności gospodarczej, np. takimi jak platformy internetowe, tworzy sektor cyfrowy, który rozwinął się niezwykle prężnie w ciągu ostatnich dwóch dekad. W wyniku rozszerzania się i nasilania pojedynczych procesów cyfryzacji we wszystkich obszarach życia gospodarczego i społecznego cała gospodarka ulega ucyfrowieniu [Śledziwska, Włoch, 2020]. Unia Europejska przeznaczająca znaczne środki finansowe na rozwój sektora cyfrowego. W budżecie na lata 2021–2027 przewidziano ponad 150 mld euro na rozwój jednolitego rynku, innowacji i gospodarki cyfrowej [European Council, 2024].

Celem niniejszej pracy jest ustalenie poziomu wykorzystywania przez małe i średnie firmy rozwiązań sztucznej inteligencji w różnych państwach europejskich z wykorzystaniem analizy klastrowej oraz identyfikacja grup państw z podobnym wykorzystaniem narzędzi AI przez MŚP. Dodatkowo zbadane zostały odległości państw od centroidów poszczególnych klastrow. Ta analiza jest punktem wyjścia do dalszych badań, które mają na celu ukazanie głównych czynników warunkujących rozwój i integrację AI w europejskim sektorze małych i średnich firm.

Monitorowanie wykorzystania przez sektor MŚP narzędzi AI pomoże zobrazować i zrozumieć aktualne trendy w wykorzystaniu tej technologii do budowania konkurencyjności. Zrównoważony rozwój małych i średnich przedsiębiorstw jest kluczowy dla stałego rozwoju gospodarczego państw Unii Europejskiej. Wszystkie firmy w Unii Europejskiej powinny mieć możliwość uczciwej konkurencji i równego dostępu do narzędzi AI, tak aby nie powstały nierówności technologiczne, które mogłyby przełożyć się na nierówności ekonomiczne i społeczne. Jest to szczególnie ważne w kontekście małych i średnich przedsiębiorstw, odgrywających ważną rolę w rozwoju całej gospodarki w Unii Europejskiej [Lukács, 2005; Savlovski, Robu, 2011].

## 5.1. Dane i metoda analizy skupień

Do przeprowadzenia badania wybrane zostały dane Eurostatu, które dostarczają informacji na temat procentowego udziału małych i średnich przedsiębiorstw, wykorzystujących co najmniej jedno narzędzie oparte na rozwiązaniach sztucznej inteligencji. W badaniu zastosowano definicję sztucznej inteligencji, którą proponuje Eurostat [2024a]: „Sztuczna inteligencja odnosi się do systemów, które wykorzystują technologie takie jak: eksploracja tekstu, wizja komputerowa, rozpoznawanie mowy, generowanie języka naturalnego, uczenie maszynowe, głębokie uczenie się w celu gromadzenia i/lub wykorzystywania danych do przewidywania, rekomendowania lub decydowania, z różnym poziomem autonomii, o najlepszym działaniu w celu osiągnięcia określonych celów”.

Dane zostały umieszczone na stronie Eurostatu w zakładce „Nauka, technologia, cyfryzacja” w sekcji „Gospodarka i społeczeństwo cyfrowe” [Eurostat, 2024b]. Ich dostępność ograniczona była wyłącznie do dwóch lat pomiarowych: 2021 i 2023, co powoduje pewne trudności badawcze. Niepełność danych i niewielka liczba lat pomiarowych wynikają z nowości zagadnienia, co wskazuje, że narzędzia AI są stosowane przez małe i średnie firmy od niedawna. Dane dotyczyły 30 państw: wszystkich członków Unii Europejskiej oraz dodatkowo Turcji, Serbii i Norwegii. Taka dostępność danych pozwoliła na przeprowadzenie analizy skupień oraz porównanie powstałych klastrów.

Zebrane przez Eurostat dane zawierają pewne ograniczenia badawcze, takie jak możliwość wyznaczenia długookresowego trendu. Dodatkowo wskazują na potrzebę dalszego zgłębiania tematu, aby w większym stopniu wyjaśnić wykorzystanie rozwiązań AI przez małe i średnie firmy w Europie. W badaniu uwzględniono 30 państw, dla których wyznaczono odsetki przedsiębiorstw małych i średnich firm korzystających z AI w latach 2021 i 2023.

Tabela 5.1. Charakterystyka próby

| Zmienna                                              | Parametr | 2021     | 2023     | Różnica  | Test     | p-value |
|------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| Odsetek MŚP korzystających ze sztucznej inteligencji | N        | 30       | 30       | 30       | Wilcoxon | 0,0093  |
|                                                      | średnia  | 7,42     | 7,95     | 0,527    |          |         |
|                                                      | mediana  | 6,96     | 7,45     | 0,75     |          |         |
|                                                      | zakres   | 0,9-23,9 | 1,5-15,2 | -8,7-3,5 |          |         |

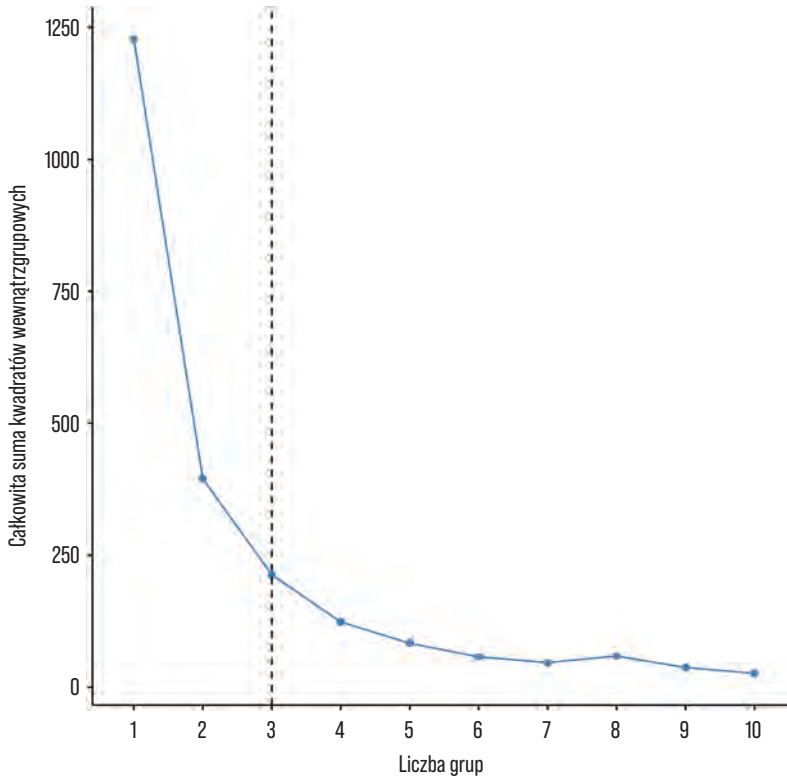
Źródło: opracowanie własne.

Zmienne, które zostały uwzględnione w badaniu, są pomiarami powtarzalnymi dla tych samych państw w latach 2021 i 2023 – aby zweryfikować istotność statystyczną zmiany poziomu wykorzystania AI przez MŚP wykonano nieparametryczny test Wilcoxona, ponieważ dane nie pochodziły z rozkładów normalnych. Przy poziomie istotności 0,05 wszystkie zmiany w poziomie wykorzystania sztucznej inteligencji przez MŚP są istotne statystycznie.

Do zmapowania poziomu wykorzystania sztucznej inteligencji w państwach europejskich użyto analizy skupień, wykonanej z wykorzystaniem metody k-średnich z algorytmem MacQueena [1967]. Analiza skupień to jedno z narzędzi analizy danych, które pozwalają na podzielenie danych na K niepustych, rozłącznych i podobnych pod względem wybranych zmiennych klastrów nazywanych skupieniami. Głównym celem tej analizy jest wykrycie z zbiorze danych tzw. naturalnych skupień, czyli skupień, które dają się w sensowny sposób interpretować [Wołyński, Górecki, 2013]. Istotą i zaletą analizy skupień jest zredukowanie liczby informacji do kilku podstawowych skupień, co pozwala na łatwe zorientowanie się w danym zjawisku oraz wyciągnięcie wniosków uogólniających [Pietrzykowski, Kobus, 2006]. Przy wykorzystaniu tej metody oblicza się środki klastrów, zwane centroidami, które są zróżnicowane, a obiekty wewnątrz grupy jednorodne. Aby wybrać optymalną liczbę klastrów, zastosowano metodę wykresu ospiska (*elbow method*), dzięki której udało się podzielić państwa na trzy klastry. Metoda ta pomaga określić optymalną liczbę klastrów na podstawie wykresu zależności między liczbą klastrów a sumą kwadratów odchyłeń wewnątrz klastrów. Punkt na wykresie, gdzie zauważalna jest znaczna zmiana nachylenia wykresu (*elbow*), wskazuje, że dodanie następnych klastrów nie przyniesie już istotnej poprawy jakości podziału. W badaniu zdecydowano się na wybór trzech klastrów, ponieważ taka ich liczba umożliwiła wyodrębnienie możliwie jednorodnych klastrów, charakteryzujących się centroidami (wartościami średnimi, środkowymi zmiennych, na których oparto analizę skupień). W przypadku wyodrębnienia czterech klastrów dodatkowy klaster składałby się jedynie z Danii, która wykazuje odstający poziom w analizie.

Oznaczałoby to pominięcie Danii w analizie, a ponieważ jest to kraj należący do UE, nie chciano go wykluczać. Rysunek 5.1 przedstawia ośpiska bazujące na całkowitej sumie kwadratów wewnątrzgrupowych.

**Rysunek 5.1. Wykres ośpiska**



Źródło: opracowanie własne.

Trzeba zwrócić uwagę na fakt, że wykorzystanie sztucznej inteligencji to stosunkowo nowe rozwiązania, dlatego też przedsiębiorcy uczą się jeszcze stosować je do różnych procesów. Występują też zauważane różnice pomiędzy zastosowaniem sztucznej inteligencji w zależności od branży. Rozwój wykorzystania sztucznej inteligencji prowadzi do adaptacji technologii w klasycznych sektorach gospodarki w całym łańcuchu wartości i przekształca je, prowadząc do algorytmizacji niemal wszystkich funkcjonalności, od logistyki po zarządzanie firmą [Berdiyorova, Akhtamova, Ganiev, 2021]. Możliwe, że wykorzystanie sztucznej inteligencji zależy od wielkości gospodarki, zróżnicowania sektorów gospodarki, rozwoju poszczególnych branż oraz dostępnych zasobów finansowych, co wymagałoby dalszego zbadania.

5.2. Wyniki

Przeprowadzona analiza skupień pozwoliła podzielić wszystkie badane państwa na trzy klastry ze względu na wykorzystanie narzędzi AI przez MŚP. Poniżej zaprezentowano centroidy dla wszystkich klastrów państw.

Centroid klastrowy, będący punktem centralnym klastra, reprezentuje średni profil wykorzystania AI w danym klastrze. Tabela 5.2 przedstawia centroidy dla trzech klastrów w latach 2021 i 2023.

Tabela 5.2. Centroidy w poszczególnych klastrach

| Klaster | 2021  | 2023  |
|---------|-------|-------|
| 1       | 9,44  | 10,31 |
| 2       | 3,53  | 4,46  |
| 3       | 16,45 | 14,53 |

Źródło: opracowanie własne.

Interpretacja przedstawionych wyników centroidów dla trzech klastrów w latach 2021 i 2023 wskazuje na zróżnicowaną dynamikę zmian w wykorzystaniu narzędzi sztucznej inteligencji przez małe i średnie przedsiębiorstwa w różnych klastrach państw. Wyniki są zaskakujące, ponieważ obecnie następuje bardzo szybki rozwój AI, dodatkowo dużo narzędzi sztucznej inteligencji jest bezpłatnych, a do tego zyskuje bardzo szybko nowych użytkowników, dlatego interesujący wydaje się spadek wartości centroidu klastra 3.

Klaster 3 odnotował spadek wartości centroidu z 16,45 w 2021 r. do 14,53 w 2023. To jedyny klaster, w którym zanotowano spadek. Dodatkowo należy zwrócić uwagę, że jest to klaster liderów AI, państw, w których największy odsetek małych i średnich przedsiębiorstw korzysta z narzędzi AI.

W klastrze 1 centroid wzrósł z wartości 9,44 w 2021 r. do 10,31 w 2023 r., co wskazuje na wzrost zastosowania narzędzi AI przez MŚP.

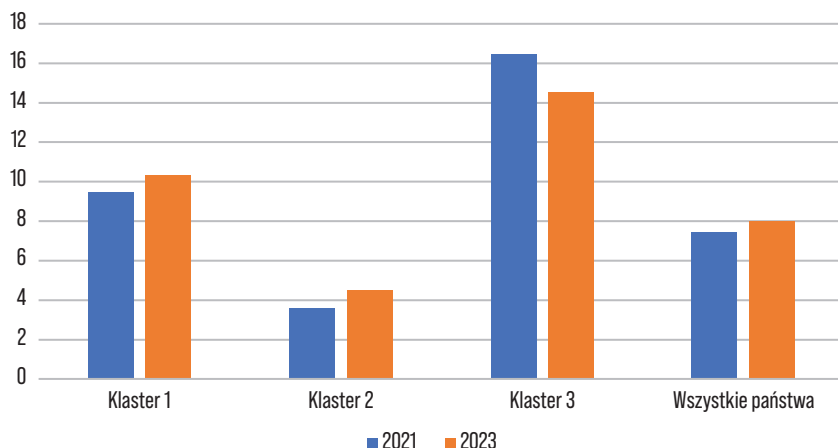
Klaster 2 także wykazał wzrost centroidów, z 3,53 w 2021 r. do 4,46 w 2023 r., co świadczy o zwiększonym wykorzystaniu AI, choć z niższego poziomu startowego w porównaniu z klastrami 1.

Poniżej zaprezentowano również średnie dla poszczególnych klastrów oraz zmiany, które zaszły w wynikach między 2021 a 2023 r.

Na rysunku 5.2 przedstawiono średnie wykorzystanie narzędzi AI przez małe i średnie firmy w dwóch obserwowanych latach. Średnie przedstawiono za pomocą

analizy skupień klastrów dla wszystkich wyróżnionych oraz dodatkowo dla wszystkich badanych państw łącznie.

**Rysunek 5.2. Średnie wykorzystanie narzędzi AI w MŚP w poszczególnych klastrach (%)**



Źródło: opracowanie własne.

Analiza danych z lat 2021 i 2023 wykazała, że średnie wykorzystanie narzędzi AI w klastrze 3 spadło z 16,45% do 14,525%, co reprezentuje spadek o 1,925 p.p. Warto zauważyć, że jest to jedyne skupienie, w którym odnotowano spadek. Klaster 1 wykazał wzrost ze średniej 9,44% do 10,3%, co oznacza wzrost o 0,86 p.p. Również klaster 2 odnotował wzrost wykorzystania AI, z 3,53% do 4,46%, co przekłada się na zwiększenie o 0,93 p.p. Przy rozpatrywaniu wszystkich krajów jako jednej kategorii średnie wykorzystanie AI przez małe i średnie przedsiębiorstwa wzrosło z 7,42% w 2021 r. do 7,95% w 2023, co wskazuje na umiarkowany wzrost o 0,527 p.p. Wśród 30 analizowanych państw tylko siedem zanotowało spadek wykorzystywanych rozwiązań sztucznej inteligencji w małych i średnich firmach. Największy spadek, aż o 8,7 p.p., dotyczy Danii, która pomimo tak dużego spadku dalej jest w Europie liderem w wykorzystaniu sztucznej inteligencji przez małe i średnie firmy. Drugi pod względem wielkości spadek, o 1,6 p.p., zanotowała Norwegia, zaś trzeci dotyczy Włoch, w których liczba małych i średnich firm wykorzystujących rozwiązania sztucznej inteligencji zmniejszyła się o 1,2 p.p. Przyczyny spadków w tych krajach mogą być zróżnicowane. Możliwe, że rynek osiągnął nasycenie w zakresie zastosowań sztucznej inteligencji (AI) przez sektor małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP), co spowodowało stagnację w dalszym rozwoju. Inne czynniki mogą obejmować zamknięcie firm korzystających z AI z powodu trudności finansowych lub przesunięcie priorytetów w kierunku innych

innowacji, takich jak transformacja energetyczna. Analiza barier ograniczających wdrażanie AI przez MŚP jest istotnym zagadnieniem, które wymaga dalszych badań.

Wzrosty w wykorzystaniu AI, w klastrach 1 i 2, mogą być rezultatem kilku czynników. Przede wszystkim przedsiębiorstwa starają się dogonić liderów rynkowych, którzy już osiągnęli przewagę dzięki sztucznej inteligencji. Możliwe, że nowo powstałe firmy, chcąc osiągnąć przewagę konkurencyjną i wyróżnić się na tle konkurencji, od razu zaczynają od wdrażania AI. Wzrosty mogą także wynikać z rosnącej świadomości firm co do korzyści płynących z zastosowania sztucznej inteligencji.

Przyczyny wzrostu i spadków wykorzystywania AI przez sektor MŚP powinny być przedmiotem dalszych badań i dyskusji naukowych.

Zgromadzone dane dotyczące lat 2021 i 2023 pokazują spadek zaangażowania w technologie AI w klastrze krajów, które pierwotnie charakteryzowały się najwyższym odsetkiem implementacji tych rozwiązań. Jest to zjawisko wymagające głębszej analizy, mogące sugerować dojście do punktu nasycenia, problemy ze skalowalnością rozwiązań AI czy konieczność dokonywania efektywniejszych inwestycji w tej sferze. Zmiany w klastrze 1 i 2 pokazują, że rośnie odsetek małych i średnich firm wykorzystujących rozwiązania AI w obu tych klastrach

Na podstawie analizy skupień kraje zostały podzielone na trzy klastry, które różnią się poziomem wykorzystania rozwiązań sztucznej inteligencji przez małe i średnie firmy. Klaster 1 to średniacy AI, klaster 2 stanowią początkujący AI, klaster 3 to liderzy AI.

Klaster 1 – średniacy AI – to kraje o średnim poziomie wykorzystania sztucznej inteligencji w małych i średnich przedsiębiorstwach. Zalicza się do niego 11 państw, są to: Belgia, Niemcy, Irlandia, Hiszpania, Chorwacja, Malta, Austria, Portugalia, Słowenia, Szwecja, Norwegia.

Średniacy AI to klaster państw, w których około 10% małych i średnich przedsiębiorstw korzysta z chociaż jednego rozwiązania sztucznej inteligencji. Liderami tego klastra są: Belgia, Niemcy oraz Irlandia.

Klaster 2 – początkujący AI – to kraje o niskim poziomie wykorzystania sztucznej inteligencji w małych i średnich przedsiębiorstwach. Należy do niego 15 państw: Bułgaria, Czechy, Estonia, Grecja, Francja, Włochy, Cypr, Łotwa, Litwa, Węgry, Polska, Rumunia, Słowacja, Serbia, Turcja.

Początkujący AI to najliczniejszy klaster, w którym jedynie około 4% małych i średnich przedsiębiorstw korzysta z chociaż jednego rozwiązania sztucznej inteligencji.

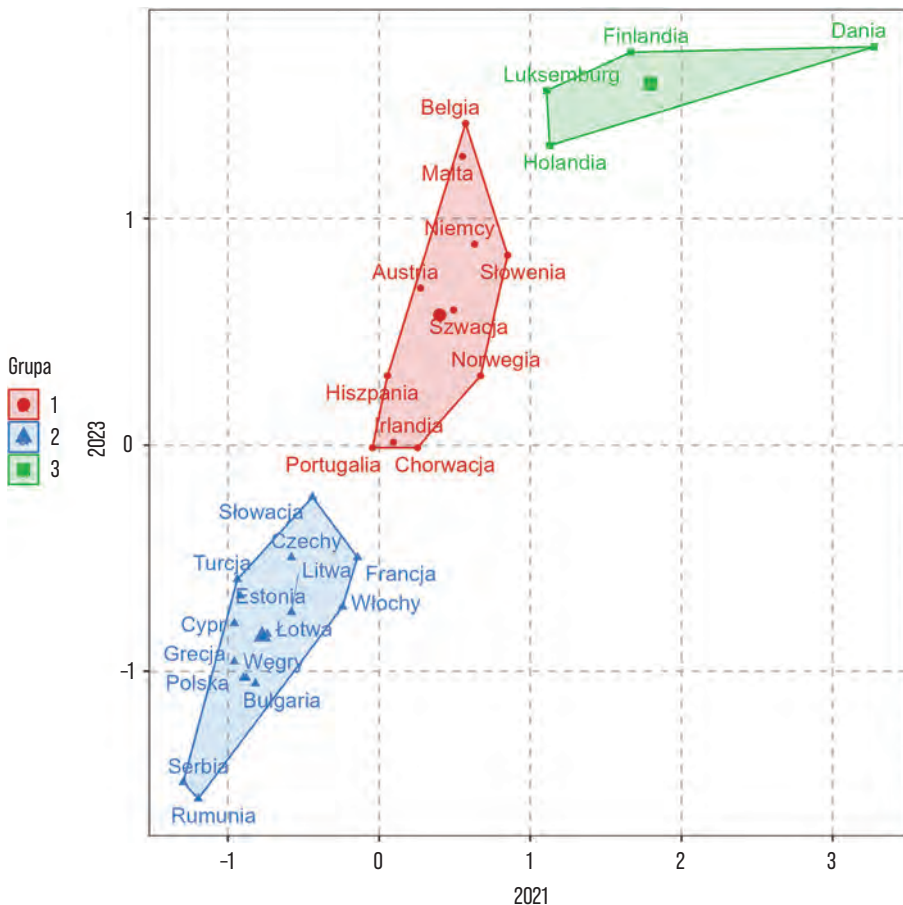
Klaster 3 – liderzy AI – to kraje o wysokim poziomie wykorzystania sztucznej inteligencji w małych i średnich przedsiębiorstwach. Należą do niego cztery państwa: Dania, Luksemburg, Holandia, Finlandia.



Liderzy AI to kraje, w których około 15% małych i średnich firm korzysta z rozwiązań sztucznej inteligencji. Liderem klastra jest Dania, gdzie w 2023 r. 15,2% małych i średnich firm korzystało z przynajmniej jednego rozwiązania sztucznej inteligencji.

Na rysunku 5.3 zaprezentowano rozmieszczenie państw w poszczególnych klastrach skupień. Wśród liderów AI wyraźnie wyróżniają się dane z 2021 r. dotyczące Danii, gdzie w omawianym czasie aż 23,9% małych i średnich firm korzystało z rozwiązań sztucznej inteligencji. Zauważyć można też ogromne dysproporcje w liczbie państw składających się na dany klaster. Na 30 przedstawionych państw jedynie cztery znajdują się w klastrze 3 – liderzy AI.

**Rysunek 5.3.** Położenie państw w dwuwymiarowej przestrzeni wyznaczonej przez znormalizowane wartości pomiarów w latach 2021 i 2023



Źródło: opracowanie własne.

W świetle bieżącej analizy dotyczącej implementacji rozwiązań sztucznej inteligencji przez małe i średnie przedsiębiorstwa w różnych państwach europejskich już na wstępnym etapie wprowadzania tych rozwiązań widoczne są wyraźne dysproporcje. Pomimo relatywnej nowości tematu i rosnącej powszechności sztucznej inteligencji badania wskazują na niejednorodne wyniki wykorzystania sztucznej inteligencji przez małe i średnie przedsiębiorstwa, co może odzwierciedlać zarówno zróżnicowane ścieżki rozwoju technologicznego, jak i nierównomierność dostępu do zasobów i wiedzy, niezbędnych do skutecznej integracji rozwiązań AI w MŚP.

Skład poszczególnych klastrów jest interesujący. W państwach zachodniej i północnej Europy z rozwiązań sztucznej inteligencji korzysta zdecydowanie więcej małych i średnich firm niż w państwach południowej i wschodniej Europy. W następnym badaniu należy poszukać determinant wpływających na przyjęcie rozwiązań sztucznej inteligencji w małych i średnich firmach w państwach europejskich.

W celu zbadania odległości poszczególnych państw od centroidów wykorzystano metodę euklidesową, która polega na obliczeniu odległości geometrycznej w przestrzeni wielowymiarowej:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2},$$

gdzie:  $x_1, y_1$  to współrzędne pierwszego punktu, a  $x_2, y_2$  to współrzędne drugiego punktu.

Wyniki odległości przedstawiono w wartościach bezwzględnych.

Odległość poszczególnych państw od centroidu świadczy o wielkości odsetka MŚP, które wykorzystują sztuczną inteligencję. Kraje położone najbliżej centroidu można uznać za typowych przedstawicieli danego klastra.

Klaster 1 to kraje o średnim poziomie wykorzystania narzędzi AI przez MŚP. W tym klastrze Szwecja znajduje się najbliżej centroidu, co wskazuje, że wykorzystanie AI przez szwedzkie MŚP jest najbardziej reprezentatywne dla tego klastra. Kraje takie jak Belgia i Portugalia są dalej od centroidu, co sugeruje, że w tych krajach wykorzystanie narzędzi AI przez MŚP jest mniej typowe niż w innych państwach w klastrze.

W klastrze 2, w którym znajdują się kraje z najniższym wykorzystaniem narzędzi AI wśród MŚP, Łotwa znajduje się najbliżej centroidu, stosowanie AI w tym kraju jest bliskie średniej dla klastra, podczas gdy Serbia jest najdalej, co może oznaczać, że serbskie MŚP są najmniej zaangażowane w integrację narzędzi AI.

### 5.3. Dyskusja

Analiza skupień pozwoliła na podzielenie państw europejskich ze względu na wykorzystanie narzędzi sztucznej inteligencji przez małe i średnie firmy i wydzielanie trzech klastrów (początkujący AI, średniacy AI, liderzy AI). Następnie analiza średnich i centroidów w klastrach pokazała zmiany, jakie zaszły pomiędzy 2021 a 2023 r. w każdym z wyodrębnionych klastrów. Niezbędne są dalsze badania, które wskażą, dlaczego następują zmiany w odsetku MŚP wykorzystujących narzędzia AI w Europie. Dodatkowo należy poświęcić uwagę kwestii determinant, wpływających na przyjmowanie przez sektor MŚP nowych narzędzi AI.

Zaprezentowane w rozdziale wyniki są zgodne z najnowszymi publikacjami i badaniami naukowymi. Z opublikowanego w 2020 r. badania wynika, że państwami europejskimi, które w największym stopniu wprowadziły AI w usługach publicznych, są Holandia – 20 rozwiązań AI oraz Dania – 19 rozwiązań AI. Badaniu poddano łącznie 15 państw, pozostałe państwa wdrożyły około 3 rozwiązań AI [Misuraca, Noordt, Boukli, 2020].

W innym badaniu, poświęconym dojrzałości cyfrowej europejskich przedsiębiorstw, podzielono państwa europejskie na cztery klasy. Dania, Malta i Finlandia znalazły się w klasie „ekspertów” pod względem dojrzałości biznesu cyfrowego. Klasa „doświadczonych” obejmowała Belgię, Niemcy, Irlandię, Hiszpanię, Chorwację, Włochy, Holandię, Słowenię i Szwecję, a klasa „średniozaawansowanych”: Czechy, Estonię, Francję, Cypr, Litwę, Luksemburg, Austrię, Polskę, Portugalię i Słowację. Do klasy „początkujących” z kolei zaliczone zostały: Węgry, Rumunia, Bułgaria, Grecja i Łotwa [Tutak, Brodny, 2021].

W badaniu poświęconym transformacji cyfrowej, opartej na technologiach AI w organizacjach Unii Europejskiej, wskazuje się, że państwa, które w największym stopniu wykorzystują technologię AI, to: Finlandia, Szwecja, Dania oraz Holandia. Z kolei państwami, które w najmniejszym stopniu wykorzystują AI w organizacjach, są: Rumunia, Serbia, Bułgaria i Czarnogóra [Mihai, Aleca, Gheorghe, 2023].

Wyniki zaprezentowane w powyższym rozdziale w znacznym stopniu pokrywają się z wymienionymi badaniami i wskazują podobny poziom wykorzystania AI przez poszczególne państwa Unii Europejskiej.

Należy też zwrócić uwagę, że wszystkie badania oraz analiza zawarta w rozdziale w dużym stopniu pokrywają się z Indeksom Gospodarki Cyfrowej i Społeczeństwa (DESI), który jest corocznym raportem publikowanym przez Komisję Europejską. Różnice w rankingu są oczywiście związane z metodologią badań, tj. z różnymi wskaźnikami

przyjętymi do analizy oraz z faktem, że indeks DESI dotyczy całych społeczeństw krajów, a nie tylko przedsiębiorstw [Tutak, Brodny, 2021].

Analiza ta zwraca uwagę na złożoność wyzwań, związanych z wdrażaniem nowych technologii w sektorze MŚP, dla którego czynniki, takie jak infrastruktura techniczna, kapitał ludzki, wsparcie rządowe i regulacje, będą miały wpływ na wykorzystywanie narzędzi AI.

Rozwój AI staje się kluczowym elementem konkurencyjności na rynku globalnym, dlatego istotne jest zrozumienie czynników wpływających na przyjmowanie przez MŚP rozwiązań AI. Długookresowa polityka państw UE powinna opierać się na tworzeniu równych szans do wykorzystywania rozwiązań AI przez MŚP we wszystkich krajach Unii Europejskiej. W dłuższej perspektywie wpłynie to na poprawę konkurencyjności firm europejskich, a w konsekwencji zwiększą one swój udział w rynkach i rentowności, co przyczyni się do rozwoju społecznego i gospodarczego Europy.

Zauważalny ogólny wzrost średniego wykorzystania AI we wszystkich krajach wskazuje na postępującą inklinację do wykorzystywania technologii AI w sektorze MŚP. Mimo to konieczne są dalsze badania, które potwierdzą lub odrzucą dotychczasowe obserwacje. Przyglądanie się wykorzystaniu rozwiązań AI przez MŚP w Europie pozwoli na wyznaczenie trendu. Dalsze badania pomogą zrozumieć i scharakteryzować procesy i determinanty przemawiające za technologiczną rewolucją, jaką jest wykorzystywanie AI w pracy. Analizy te mogą przyczynić się do identyfikacji barier technologicznych, ekonomicznych i organizacyjnych, które przedsiębiorcy napotykają aktualnie na swojej drodze. Informacje o dalszym rozwoju AI w MŚP pomogą w monitorowaniu stanu wykorzystania tych narzędzi przez firmy oraz będą wskazówką przy tworzeniu polityki wspierającej korzystanie z nich.

## Podsumowanie

Przeprowadzona analiza pokazuje ilościowe zmiany, które zaszły w wykorzystaniu narzędzi AI przez europejskie MŚP. Podział na klastry pozwolił na zgrupowanie państw o zbliżonym poziomie wykorzystywania rozwiązań narzędzi AI przez małe i średnie przedsiębiorstwa.

Z analizy skupień wynika, że w klastrze liderów AI średnie wykorzystanie przez MŚP narzędzi AI spadło. To jedyny klaster, w którym średnia z 2023 r. jest niższa niż z 2021. Spadek ten wynika ze zmniejszenia się liczby MŚP, które korzystają z narzędzi AI, u dwóch liderów tego klastra: Danii i Finlandii. W pozostałych dwóch klastrach wzrosła średnia wykorzystania narzędzi AI przez małe i średnie firmy. Wzrost śred-

nich w klastrze początkujących AI jest większy niż w klastrze średniaków AI. Z analizy wynika, że w państwach, które mają najwięcej do nadrobienia, wzrost jest szybszy. Skłania to do wyciągnięcia wniosku, że może nie zawsze firmom opłaca się korzystać z nowych, rewolucyjnych rozwiązań. Być może w wykorzystaniu narzędzi AI lepiej przeprowadzać transformację powoli, gdyż z czasem niepewność i ryzyko związane z legislacją i kosztami będą już znane i wytyczone przez inne firmy.

Interesujące jest to, że kraje zachodniej i północnej Europy są aktywniejsze w wykorzystaniu AI niż kraje południowej i wschodniej Europy, co może wskazywać na geograficzne i gospodarcze czynniki wpływające na przyjęcie innowacji technologicznych.

W konkluzji dane te dostarczają wskazówek dotyczących stanu wykorzystania AI przez MŚP w różnych częściach Europy i mogą służyć jako punkt wyjścia do głębszej analizy determinant takiej dyfuzji technologicznej.

Badanie należy powtórzyć, gdy pojawią się kolejne dane, na podstawie których będzie można wyznaczyć trendy. Interesujące wydaje się również badanie ekonomicznych i społecznych czynników, które wpływają na chęć korzystania z narzędzi AI przez małe i średnie przedsiębiorstwa w poszczególnych państwach europejskich.

## Bibliografia

- Aghion, P., Jones, B.F., Jones, C.I. (2017). *Artificial Intelligence and Economic Growth*. Technical Report. NBER Working Paper 23928. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Agrawal, A., Gans, J.S., Goldfarb, A. (2019). Artificial Intelligence: The Ambiguous Labor Market Impact of Automating Prediction, *Journal of Economic Perspectives*, 33, s. 31–50.
- Acemoglu, D., Restrepo, P. (2019). Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor, *Journal of Economic Perspectives*, 33, s. 3–30.
- Arntz, M., Gregory, T., Zierahn, U. (2016). *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*. Technical Report. OECD Social, Employment and Migration Working Papers 189. Paris: OECD Publishing.
- Atack, J., Margo, R.A., Rhode, P.W. (2019). "Automation" of Manufacturing in the Late Nineteenth Century: The Hand and Machine Labor Study, *Journal of Economic Perspectives*, 33(2), s. 51–70.
- Berdiyeva, I., Akhtamova, P., Ganiev, I.M. (2021). Artificial Intelligence in Various Industries, *Development Issues of Innovative Economy in the Agricultural Sector*, s. 750–757.
- Brynjolfsson, E., Rock, D., Syverson, C. (2018). Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox: A Clash of Expectations and Statistics. W: *Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*, A. Agrawal, J. Gans, A. Goldfarb (Eds.). Chicago: University of Chicago Press.
- Brynjolfsson, E., Rock, D., Syverson, C. (2019). Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox, *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*, 23, s. 23–57.

- Buarque, B.S., Davies, R.B., Hynes, R.M., Kogler, D.F. (2020). *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 13(1), s. 175–192.
- Cockburn, I.M., Henderson, R., Stern, S. (2018). *The Impact of Artificial Intelligence on Innovation*. Technical Report. NBER Working Paper 24449. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- European Council (2024). *The EU Long-Term Budget*, <https://www.consilium.europa.eu/pl/policies/eu-long-term-budget> (dostęp: 11.06.2024).
- Eurostat (2024a). *Glossary: Artificial Intelligence (AI)*, [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Artificial\\_intelligence\\_\(AI\)](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Artificial_intelligence_(AI)) (dostęp: 10.06.2024).
- Eurostat (2024b). *Procentowy udział małych i średnich przedsiębiorstw wykorzystujących co najmniej jedno narzędzie oparte na rozwiązaniach sztucznej inteligencji*, [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ISOC\\_EB\\_AI\\_custom\\_15770975/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ISOC_EB_AI_custom_15770975/default/table?lang=en) (dostęp: 9.04.2024)
- Frey, C.B., Osborne, M.A. (2017). The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerization?, *Technological Forecasting and Social Change*, 114, s. 254–280.
- Goldfarb, A., Treffer, D. (2018). AI and International Trade. W: *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*, A. Agrawal, J. Gans, A. Goldfarb (Eds.). Chicago: University of Chicago Press.
- Grguric, A., Vlacic, E., Drvenkar, N. (2020). Assessing Firms' Competitiveness and Technological Advancement By Applying Artificial Intelligence as a Differentiation Strategy-A Proposed Conceptual Mode. W: *Economic and Social Development: Book of Proceedings* (s. 43–61), M. Milkovic, K. Hammes, O. Bakhtina (Eds.). Varazdin: Varazdin Development and Entrepreneurship Agency.
- Hamilton, J.R., Tee, S.W., Maxwell, S.J. (2023). *AI and Firm Competitiveness*. ICEB 2023 Proceedings (Chiayi, Taiwan).
- Korinek, A., Stiglitz, J.E. (2017). *Artificial Intelligence and Its Implications for Income Distribution and Unemployment*. Technical Report. NBER Working Paper 24174. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Kasior, K. (2024). Sztuczna inteligencja w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego – potencjał i wyzwania, *Przemysł Spożywczy*, 78(2), s. 12–17.
- Lukács, E. (2005). The Economic Role of SMEs in World Economy, Especially in Europe, *European Integration Studies*, 4(1), s. 3–12.
- MacQueen, J. (1967). Some Methods for Classification and Analysis of Multivariate Observations. W: *Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, 1: Statistics* (vol. 5, s. 281–297). University of California (Press).
- Mihai, F., Aleca, O.E., Gheorghe, M. (2023). Digital Transformation Based on AI Technologies in European Union Organizations, *Electronics*, 12(11), 2386.
- Misuraca, G., van Noordt, C., Boukli, A. (2020). The Use of AI in Public Services: Results from a Preliminary Mapping Across the EU. W: *Proceedings of the 13th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance* (s. 90–99). DOI: 10.1145/3428502.3428513.
- Migdał-Najman, K., Najman, K. (2013). Analiza porównawcza wybranych metod analizy skupień w grupowaniu jednostek o złożonej strukturze grupowej, *Zarządzanie i Finanse*, 11(3, cz. 2), s. 179–194.

- Muller, P., Caliandro, C., Peycheva, V., Gagliardi, D., Marzocchi, C., Ramlogan, R., Cox, D. (2015). Annual Report on European SMEs, *European Commission*, 5(1), s. 36–48.
- Pietrzykowski, R., Kobus, P. (2006). Zastosowanie modyfikacji metody k-średnich w analizie portfelowej, *Zeszyty Naukowe SGGW. Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej*, 60, s. 301–308.
- Savlowski, L.I., Robu, N.R. (2011). The Role of SMEs in Modern Economy. *Economia. Seria Management*, 14(1), s. 277–281.
- Senadjki, A., Ogbeibu, S., Mohd, S., Hui Nee, A.Y., Awal, I.M. (2023). Harnessing Artificial Intelligence for Business Competitiveness in Achieving Sustainable Development Goals, *Journal of Asia-Pacific Business*, 24(3), s. 149–169. DOI: 10.1080/10599231.2023.2220603.
- Skare, M., de Obesso, M., Ribeiro-Navarrete, S. (2023). Digital Transformation and European Small and Medium Enterprises (SMEs): A Comparative Study Using Digital Economy and Society Index Data, *International Journal of Information Management*, 68, 102594.
- Śledziewska, K., Włoch, R. (2020). *Gospodarka cyfrowa. Jak nowe technologie zmieniają świat?*. Warszawa: Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego.
- Tutak, M., Brodny, J. (2022). Business Digital Maturity in Europe and Its Implication for Open Innovation, *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(1), s. 27.
- Wołyński, W., Górecki, T. (2013). *Analiza skupień*. Poznań: Wydział Matematyki i Informatyki UAM.