DOI: 10.33067/SE.2.2019.8

*Martin Dahl**

Niemcy jako europejski i światowy ośrodek badań i rozwoju sztucznej inteligencji

Germany as an European and Global Center for Research and Development of Artificial Intelligence

Abstract

The Artificial Intelligence is one of the key technologies of the 21st century. Numerous countries conduct advanced research on Artificial Intelligence, in which they see the possibility of gaining technological advantage over other countries. Global leaders in research and development of Artificial Intelligence are the United States and China. Also single European countries have ambitions to play a significant role in the creation and development of this technology. As the largest European Union country, Germany published at the end of 2018 the Strategy of Artificial Intelligence of the Federal Government, which defines a number of objectives to implement and guidelines necessary to create from Germany a global center of Artificial Intelligence. In this context, the purpose of this article is to answer the question of whether Germany has a chance to become a leading European and world center for research and development on Artificial Intelligence.

Key words: Artificial Intelligence (AI), European Union, Innovations, Strategy of Artificial Intelligence of the Federal Government of the Federal Republic of Germany

Słowa kluczowe: sztuczna inteligencja, Unia Europejska, innowacje, Strategia Sztucznej Inteligencji Rządu Federalnego RFN

* **Martin Dahl** – Uczelnia Łazarskiego w Warszawie, e-mail: m.dahl@lazarski.edu.pl, ORCID: 0000-0003-1978-7045.

Wprowadzenie

U schyłku drugiej dekady XXI w. możemy stwierdzić, że sztuczna inteligencja jest najszybciej rozwijającą się technologią na świecie. Globalne mocarstwa, takie jak Stany Zjednoczone czy Chiny, rywalizują między sobą już nie tylko na poziomie militarnym czy gospodarczym, ale także coraz częściej ta rywalizacja odbywa się na poziomie technologicznym. W globalnej grze mocarstw można zaobserwować dążenia poszczególnych państw do uzyskania silnego potencjału w zakresie nowoczesnych technologii jako jednego z czynników budowy własnej mocarstwowości i tworzenia przewagi nad innymi państwami. Badania nad sztuczną inteligencją wydają się w tym zakresie kluczowe. Rozwój tej technologii daje państwom i społeczeństwom niepowtarzalną szansę na stworzenie efektywnego narzędzia do rozwiązywania licznych problemów społecznych, gospodarczych czy ekologicznych. Możliwość szybkiego analizowania i przetwarzania bardzo dużej liczby danych oraz tworzenie nowych rozwiązań przez sztuczną inteligencję już dzisiaj wpływa na kształt prowadzonych badań naukowych czy wdrażanie praktycznych rozwiązań w życiu codziennym. I choć dynamiczny rozwój sztucznej inteligencji budzi liczne obawy i kontrowersje, to bezsporny pozostaje fakt, że państwa posiadające ambicje odgrywania znaczącej roli na arenie międzynarodowej, chcące wyznaczać kierunki i trendy globalnego rozwoju w obszarze nauki, gospodarki czy kształtowania społeczeństw, zmuszone są do prowadzenia zaawansowanych prac nad rozwojem sztucznej inteligencji.

Mając aspiracje stania się jednym z globalnych i europejskich centrów rozwoju sztucznej inteligencji, rząd federalny RFN w listopadzie 2018 r. opracował dokument pt. *Strategia Sztucznej Inteligencji Rządu Federalnego*[1]. Zgodnie z przyjętymi założeniami „Sztuczna Inteligencja made in Germany" ma się stać międzynarodowym znakiem towarowym dla nowoczesnych, bezpiecznych i zorientowanych na poprawę jakości życia społeczeństwa zastosowań sztucznej inteligencji. Niemcy, jako największa gospodarka Europy, podejmują wysiłki, aby w obszarze rozwoju sztucznej inteligencji stać się globalną i europejską potęgą. W ramach przyjętej strategii rząd federalny zapewni 3 mld euro w ciągu najbliższych kilku lat na wsparcie badań nad sztuczną inteligencją i zamierza stworzyć szereg rozwiązań mających ułatwić rozpoczęcie działalności gospodarczej w tym zakresie[2]. W związku z powyższym

[1] *Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung*, listopad 2018, www.ki-strategie-deutschland.de (dostęp 1.04.2019).

[2] D. Eckert, *Deutschland im internationalen Wettbewerb nur Mittelmaß*, „Die Welt", 30.01.2019, https://www.welt.de/wirtschaft/article187940593/KI-Standort-Deutschland-im-internationalen-Vergleich-nur-Mittelmass.html (dostęp 4.04.2019).

celem niniejszego opracowania jest odpowiedź na pytanie, czy Niemcy mają szansę stać się wiodącym europejskim i światowym ośrodkiem badań i rozwoju nad sztuczną inteligencją.

Czym jest sztuczna inteligencja?

Postępująca digitalizacja w licznych państwach wpływa na niemal każdy aspekt naszej działalności. Bez najmniejszych wątpliwości można stwierdzić, że technologie internetowe i informacyjne znacząco wpłynęły na jakość naszego życia i zmieniły sposób naszej pracy. W chwili obecnej mamy do czynienia z kolejną falą rewolucji w postaci rozwoju technologii, jaką jest sztuczna inteligencja, która wykorzystuje dane, aby pomóc ludziom w wielu zadaniach, które sami wciąż wykonujemy. Możemy także wyjść z założenia, że w niedalekiej przyszłości wyręczy nas także w wielu czynnościach, które na chwilę obecną są nawet trudne do wyobrażenia.

Aby zdefiniować pojęcie sztucznej inteligencji, możemy stwierdzić, że jest ona dziedziną informatyki mającą na celu ułatwienie opracowywania i rozwój komputerów, mogących szybciej i efektywniej wykonywać czynności będące dotychczas domeną ludzi, a w szczególności wymagających inteligencji. Jej przedmiotem jest badanie i określanie reguł, które rządzą inteligentnymi zachowaniami człowieka, i wykorzystywanie ich w algorytmach i programach. Sztuczna inteligencja jest pojęciem, które po raz pierwszy użył John McCarthy w 1955 r. podczas konferencji w Dartmouth poświęconej tej tematyce[3].

Inaczej mówiąc, można stwierdzić, że sztuczna inteligencja to system, który potrafi odczytywać i analizować otoczenie, myśleć i uczyć się oraz działać na tej podstawie. Jest w stanie samodzielnie reagować na środowisko, przez co różni się od rutynowych czynności stosowanych np. w automatyzacji. Algorytmy uczenia maszynowego i inteligentne boty są przykładami technologii, którą już dziś szeroko wykorzystują liczne organizacje i przedsiębiorstwa[4].

Sztuczna inteligencja stała się istotną częścią przemysłu technologicznego, a badania nad nią – wysoce techniczne i wyspecjalizowane. Coraz częściej badania nad tą technologią stają się obszarem zainteresowania badaczy z innych dyscyplin naukowych, jak np. nauk społecznych czy humanistycznych. Dzieje się tak za sprawą dwóch czynników. Pierwszym z nich jest szerokie spektrum oddziaływania sztucznej inteligencji na coraz więcej aspektów naszego życia. Drugim

[3] P. Stylec-Szromek, *Sztuczna Inteligencja – prawo, odpowiedzialność, etyka*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i Zarządzanie", z. 123/2018, s. 502.

[4] *Auswirkungen der Nutzung von künstlicher Intelligenz in Deutschland* (*Efekty stosowania sztucznej inteligencji w Niemczech*), PWC, czerwiec 2018, www.pwc.de (dostęp 1.04.2019).

natomiast – zakres programowania, jakiemu podawane są komputery, obejmujący takie cechy, jak: nabywanie wiedzy, rozumowanie, rozwiązywanie problemów, postrzeganie, uczenie się, planowanie czy możliwość manipulowania.

Od strony technicznej sztuczna inteligencja opiera się na czterech następujących komponentach: inżynierii wiedzy, uczeniu maszynowym, percepcji maszyny oraz robotyce. Inżynieria wiedzy jest podstawową częścią badań nad sztuczną inteligencją. Maszyny mogą działać i reagować jak ludzie tylko wtedy, gdy mają obszerne dane dotyczące świata. Uczenie maszynowe oparte jest na przyswajaniu wiedzy bez konieczności nadzoru ze strony człowieka. Wymaga to umiejętności identyfikacji wzorców w strumieniach danych wejściowych. Uczenie się z odpowiednim nadzorem obejmuje klasyfikację i regresje numeryczne. Klasyfikacja określa kategorię, do której należy obiekt, a regresja dotyczy uzyskania zestawu liczbowych przykładów wejścia lub wyjścia, a tym samym odkrycia funkcji umożliwiających generowanie odpowiednich wyjść z odpowiednich wejść. Analiza matematyczna algorytmów uczenia maszynowego i ich wydajność to dobrze zdefiniowana gałąź informatyki teoretycznej, często nazywana teorią uczenia się obliczeniowego. Z kolei percepcja maszyny polega na możliwości wykorzystania danych zmysłowych do wywnioskowania. Dzięki tej technologii możliwe jest rozpoznawanie twarzy, obiektów czy gestów[5]. Także robotyka to ważna dziedzina związana ze sztuczną inteligencją, łącząca wiedzę na styku mechaniki, automatyki, elektroniki, sensoryki, cybernetyki i informatyki.

Cele Strategii Sztucznej Inteligencji Rządu Federalnego

Szybki postęp dokonujący się w obszarze sztucznej inteligencji niejako wymusił na rządzie RFN opracowanie narodowej strategii rozwoju w tej dziedzinie. Głównym celem przyjętego w listopadzie 2018 r. dokumentu pt. *Strategia Sztucznej Inteligencji Rządu Federalnego* jest stworzenie z Niemiec wiodącego ośrodka badawczego w technologiach związanych ze sztuczną inteligencją celem zwiększenia konkurencyjności niemieckiej gospodarki oraz zapewnienia postępu społecznego. Strategia zakłada, że począwszy od roku 2019 rząd federalny przeznaczy na ten cel w latach 2019–2025 500 mln euro rocznie na badania i rozwój tej technologii[6]. Strategia ma na celu stworzenie ram działania dla rządu federalnego w obszarze rozwoju sztucznej inteligencji.

[5] *Artificial Intelligence (AI)*, https://www.techopedia.com/definition/190/artificial-intelligence-ai (dostęp 1.04.2019).

[6] D. Heide, *Bundesregierung will drei Milliarden Euro in Künstliche Intelligenz investieren* (*Rząd federalny zainwestuje trzy miliardy euro w sztuczną inteligencję*), „Handelsblatt", 13.11.2018.

Jest to żywy dokument, który stale ewoluuje, aby móc elastycznie reagować na nowe osiągnięcia technologiczne[7].

Opracowana strategia jest wynikiem szerokich konsultacji społecznych, jakie prowadził rząd federalny, a cele w niej zawarte można scharakteryzować w trzech następujących obszarach[8]:

1. Niemcy i Europa mają się stać globalnym wiodącym ośrodkiem rozwoju sztucznej inteligencji, dzięki czemu utrzymana zostanie konkurencyjność europejskiej i niemieckiej gospodarki.
2. Rozwój i wykorzystanie sztucznej inteligencji mają być oparte na odpowiedzialności i ukierunkowane na rozwój dobrobytu.
3. Zakres zastosowania sztucznej inteligencji w społeczeństwie oparty ma być na konsultacjach i dialogu społecznym, a sama technologia silnie osadzona w ramach prawnych, kulturowych i etycznych.

Przekładając powyżej zdefiniowane obszary na poszczególne cele do zrealizowania, rząd federalny zakłada: utworzenie co najmniej 12 krajowych centrów sztucznej inteligencji; utworzenie 100 nowych etatów profesorskich na uczelniach wyższych dedykowanych badaniom nad sztuczną inteligencją; utworzenie wspólnej francusko-niemieckiej sieci badawczo-rozwojowej w postaci „Wirtualnego Centrum"; budowę europejskiego klastra innowacji w dziedzinie sztucznej inteligencji, który będzie wspierał projekty współpracy badawczej w ciągu najbliższych pięciu lat; rozwój wsparcia dla średnich przedsiębiorstw przez utworzenie Centrów Kompetencji 4.0, w których przedsiębiorcy będą mogli podnosić swoje kompetencje w zakresie sztucznej inteligencji.

Ponadto w ramach odpowiedzialnego i zorientowanego na dobro ogółu rozwoju sztucznej inteligencji zakłada się, że zostanie utworzone niemieckie obserwatorium sztucznej inteligencji, oraz że rząd federalny będzie pracował nad utworzeniem analogicznych obserwatoriów na szczeblu europejskim i międzynarodowym. Planowane jest również prowadzenie szerokiego dialogu na poziomie europejskim i transatlantyckim nad wykorzystaniem przez człowieka sztucznej inteligencji w środowisku pracy. Osoby pracujące ze sztuczną inteligencją mają mieć stworzoną możliwość nieustannego podnoszenia swoich kompetencji. Technologia ta ma również służyć ochronie środowiska naturalnego i ochronie klimatu.

Bardzo ważnym aspektem analizowanej strategii jest to, że w wielu miejscach autorzy podkreślają szerokie zaangażowanie licznych środowisk w rozwój nowej technologii przy nieustannej analizie potencjalnych skutków roz-

[7] *Strategie Künstliche Intelligenz (KI)* (*Strategia Sztucznej Inteligencji*), https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/digital-made-in-de/strategie-kuenstliche-intelligenz-ki--1546648 (dostęp 2.04.2019).

[8] Ibidem, s. 8–9.

woju sztucznej inteligencji. Przy wielu zaletach, jakie ma sztuczna inteligencja, należy zauważyć, że nie jest ona w pełni wolna od zagrożeń i ryzyk. Zdaniem Stephena Hawkinga wpływ sztucznej inteligencji na człowieka będzie nadal wzrastał i nie można do końca wykluczyć, czy w pewnym momencie nie obróci się ona przeciwko człowiekowi[9]. Także Patrycja Stylec-Szromek zwraca uwagę na zagrożenia związane z rozwojem sztucznej inteligencji, podając przykład wyłączenia dwóch botów przez portal społecznościowy Facebook, nad którymi utracono kontrolę. Boty podczas konwersacji używały języka angielskiego, by się ze sobą komunikować, jednak z czasem stworzyły nowy język, który był zrozumiały tylko dla nich[10].

Wraz z uchwaleniem strategii Niemcy zbliżyły się do wielu krajów, które w ostatnich latach rozpoczęły szeroko zakrojone procesy tworzenia i poszukiwania strategii rozwoju i implementacji sztucznej inteligencji. Strategie te są wynikiem spektakularnych postępów w badaniach i stosowaniu systemów sztucznej inteligencji, opartych na technikach uczenia maszynowego (ML) czy subdyscyplinie głębokiego uczenia się (DL). O globalnym znaczeniu technologii sztucznej inteligencji świadczy chociażby nawiązywanie do tej tematyki na licznych forach międzynarodowych od monachijskiej konferencji bezpieczeństwa z lutego 2018 r., przez prezentację dokumentu Komisji Europejskiej dotyczącego sztucznej inteligencji w kwietniu 2018 r., aż po wspólną deklarację nt. sztucznej inteligencji państw G7 ze szczytu w Kanadzie z czerwca 2018 r.[11]

Państwa Unii Europejskiej wobec rozwoju sztucznej inteligencji

W chwili obecnej tylko pięć krajów UE opracowało własne strategie rozwoju sztucznej inteligencji – Francja, Finlandia, Wielka Brytania, Szwecja oraz Niemcy. Trwające prace nad unijną strategią rozwoju sztucznej inteligencji mają na celu raczej harmonizację działań poszczególnych państw, a nie opracowanie spójnego i długofalowego planu uczynienia z Europy lidera w dziedzinie tej technologii. Najwięcej globalnych inwestycji w rozwój sztucznej inteligencji trafia do Stanów Zjednoczonych oraz Chin. W 2016 r. 66% wszystkich inwestycji w tym obszarze przypadło na Stany Zjednoczone, a 17% na Chiny. We wrześniu 2018 r. czołowa rządowa instytucja zajmują-

[9] S. Hawking, *Krótkie odpowiedzi na wielkie pytania*, Wydawnictwo Zysk i S-ka, Poznań 2018, s. 211–222.

[10] P. Stylec-Szromek, op. cit., s. 506.

[11] *Vergleich nationaler Strategien zur Förderung von Künstlicher Intelligenz* (*Porównanie narodowych strategii wspierania sztucznej inteligencji*), Konrad-Adenauer-Stiftung e. V. 2018, Sankt Augustin/Berlin 2018, s. 5.

ca się innowacjami w USA (*Defence Advanced Research Projects Agency*, DARPA) ogłosiła wieloletnią inwestycję o wartości ponad 2 mld dolarów na rzecz wsparcia programów i projektów sztucznej inteligencji. Chiny mają nawet całościowy plan narodowy, którego celem jest przejęcie do 2030 r. roli światowego lidera w sztucznej inteligencji. Szacuje się, że w 2017 r. Chiny przeznaczyły na realizację tego celu ponad 28 mld dolarów[12]. Dla porównania aspirująca do roli europejskiego lidera w rozwoju sztucznej inteligencji Francja w latach 2018–2022 zamierza na ten cel wygospodarować jedynie 1,5 mld euro. Niemcy natomiast zgodnie z przyjętą strategią w latach 2019–2025 przeznaczą na rozwój tej technologii kwotę 3 mld euro, głównie na potrzeby przemysłu. Analogiczne podejście reprezentuje Wielka Brytania. Finlandia i Szwecja z kolei chcą wdrażać rozwiązania sztucznej inteligencji głównie w sektorze publicznym oraz w dziedzinie poprawy jakości życia obywateli.

Strategia Komisji Europejskiej bazuje na doświadczeniu państw członkowskich. W dniu 25 kwietnia 2018 r. Komisja Europejska opublikowała komunikat „Sztuczna Inteligencja dla Europy". Głównym motywem powstania komunikatu była chęć ułatwienia obywatelom UE czerpania korzyści ze sztucznej inteligencji oraz chęć zwiększenia konkurencyjności gospodarki unijnej. Nie zmienia to faktu, że Europa pozostaje w tyle za innymi państwami w zakresie badań i rozwiązań nad sztuczną inteligencją. W związku z powyższym Komisja Europejska zaproponowała trzy główne obszary działań związanych z rozwojem sztucznej inteligencji[13]:

1. Zwiększanie potencjału technologicznego i przemysłowego UE oraz wdrażanie sztucznej inteligencji w całej gospodarce. Obszar ten obejmuje zwiększanie inwestycji zarówno w sektorze publicznym, jak i prywatnym, wsparcie badań na poziomie laboratoriów i przemysłu, zapewnienie dostępu do rozwiązań sztucznej inteligencji dla sektora MŚP oraz działania na rzecz udostępniania niezbędnych dla rozwoju sztucznej inteligencji danych.
2. Przygotowanie do zmian społeczno-gospodarczych. Pojawienie się sztucznej inteligencji na szeroką skalę zmieni charakter pracy. Z jednej strony pewne czynności zostaną zautomatyzowane i ulegną zlikwidowaniu. Z drugiej jednak – rozwiązania sztucznej inteligencji doprowadzą do zwiększenia ludzkich możliwości oraz stworzą wiele nowych miejsc pracy. Obszar ten obejmuje podejmowanie wysiłków na rzecz nabywania przez społeczeństwo niezbędnych dla ery cyfrowej umiejętności, wspiera-

[12] M. Makowska, *UE wobec rozwoju sztucznej inteligencji*, „Biuletyn PISM", nr 12(1760), 29.01.2019, s. 1.

[13] *Przegląd Strategii Rozwoju Sztucznej Inteligencji na Świecie*, Fundacja Digital Poland, Warszawa 2018, s. 119–120, https://www.digitalpoland.org/assets/reports/Strategie%20Rozwoju%20AI%20%E2%80%93%20digitalpoland.pdf (dostęp 3.04.2019).

nie koncepcji uczenia się przez całe życie oraz tworzenie interdyscyplinarnego podejścia do edukacji.

3. Zapewnienie odpowiednich ram etycznych i prawnych. Rozwój sztucznej inteligencji powinien odbywać się w zgodzie z podstawowymi wartościami oraz prawami obywateli UE. W ramach tego obszaru KE opracuje wytyczne dotyczące etyki SI, podejmie działania związane ze zwiększeniem bezpieczeństwa, odpowiedzialności za produkty sztucznej inteligencji oraz z ochroną konsumentów.

Od strony finansowej Komisja Europejska planuje przeznaczyć na rozwój sztucznej inteligencji 1,5 mld euro do roku 2020 w ramach programu Horyzont 2020. Szacuje się również, że planowane działania spowodują napływ dodatkowych środków w wysokości 2,5 mld euro z sektora publicznego i prywatnego. W wieloletnich ramach finansowych Komisja Europejska planuje wzrost inwestycji w rozwój sztucznej inteligencji. W ramach inicjatywy „Cyfrowa Europa" na rozwój projektów B+R, pomoc publiczną i edukację planowane są inwestycje w wysokości kolejnych 2,5 mld euro[14]. Nie zmienia to jednak faktu, że w globalnym wyścigu o pozycję lidera w zakresie rozwoju sztucznej inteligencji zarówno Unia Europejska jako całość, jak i poszczególne państwa członkowskie z dużym prawdopodobieństwem pozostaną w tyle za światowymi potęgami. Trafnie skonkludowała to Marta Makowska, zauważając, że „tworzenie i stosowanie zaawansowanej SI będzie mieć w niedalekiej przyszłości wpływ na tempo rozwoju gospodarczego państw. Brak aktywnego uczestnictwa w wyścigu technologicznym mógłby negatywnie wpłynąć na konkurencyjność UE w gospodarce światowej. Ponieważ wielkość unijnego kapitału zaangażowanego w SI zarówno obecnie, jak i w prognozach na najbliższe lata, jest skromna w porównaniu ze światowymi liderami, Unia powinna budować swoją strategię w większym stopniu na finansowym i legislacyjnym wsparciu współpracy między państwami członkowskimi. Europejską niszą mogłyby być rozwiązania SI w dziedzinie usług publicznych, poprawiających jakość życia i zdrowie obywateli"[15].

Podsumowanie

Na postawione we wstępie pytanie, czy Niemcy mają szansę stać się wiodącym światowym ośrodkiem badań i rozwoju sztucznej inteligencji, należy odpowiedzieć przecząco. Uwarunkowania niemieckiego systemu rozwoju sztucznej inteligencji są zbyt ograniczone na tle innych państw, a zwłaszcza globalnych potęg w tym zakresie. W międzynarodowej konkurencji z Chinami i USA Niemcy mogą zaistnieć tylko przy bliskiej współpracy państw człon-

[14] M. Makowska, op. cit., s. 2.
[15] Ibidem.

kowskich Unii Europejskiej. Połączenie wysiłków państw członkowskich i wspólnego jednolitego rynku cyfrowego to kluczowe elementy determinujące potencjalny sukces europejskich badań nad sztuczną inteligencją, które Niemcy muszą uwzględnić w swojej strategii sztucznej inteligencji. Niemcy bez zbudowania silnego zaplecza badawczego i współpracy międzynarodowej w tym zakresie nie będą w stanie skutecznie konkurować ze światowymi potęgami w badaniach i rozwoju sztucznej inteligencji. Dlatego strategia niemiecka powinna być mocno osadzona w strategii europejskiej[16].

Niemiecko-francuska inicjatywa w zakresie sztucznej inteligencji może być istotnym katalizatorem europejskiej współpracy. Komisja Europejska wezwała państwa członkowskie do podjęcia wspólnych wysiłków na rzecz promowania sztucznej inteligencji. Doświadczenie pokazuje, że takie procesy w UE potrzebują dużo czasu, aby osiągnąć znaczące wyniki.

Bibliografia

Artificial Intelligence (AI), https://www.techopedia.com/definition/190/artificial-intelligence-ai.

Auswirkungen der Nutzung von künstlicher Intelligenz in Deutschland (*Efekty stosowania sztucznej inteligencji w Niemczech*), PWC, czerwiec 2018, www.pwc.de.

Eckert D., *Deutschland im internationalen Wettbewerb nur Mittelmaß* (*Niemcy w konkurencji międzynarodowej są przeciętne*), „Die Welt", 30.01.2019, https://www.welt.de/wirtschaft/article187940593/KI-Standort-Deutschland-im-internationalen-Vergleich-nur-Mittelmass.html.

Harhoff D., Heumann S., Jentzsch N., Lorenz Ph., *Eckpunkte einer nationalen Strategie für Künstliche Intelligenz* (*Kluczowe elementy narodowej strategii na rzecz sztucznej inteligencji*), Stiftung Neue Verantwortung, Berlin 2018.

Hawking S., *Krótkie odpowiedzi na wielkie pytania*, Wydawnictwo Zysk i S-ka, Poznań 2018.

Heide D., *Bundesregierung will drei Milliarden Euro in Künstliche Intelligenz investieren* (*Rząd federalny zainwestuje trzy miliardy euro w sztuczną inteligencję*), „Handelsblatt", 13.11.2018.

Makowska M., *UE wobec rozwoju sztucznej inteligencji*, „Biuletyn PISM", nr 12(1760), 29.01.2019.

Przegląd Strategii Rozwoju Sztucznej Inteligencji na Świecie, Fundacja Digital Poland, Warszawa 2018, https://www.digitalpoland.org/assets/reports/Strategie%20Rozwoju%20AI%20%E2%80%93%20digitalpoland.pdf.

[16] D. Harhoff, S. Heumann, N. Jentzsch, P. Lorenz, *Eckpunkte einer nationalen Strategie für Künstliche Intelligenz* (*Kluczowe elementy narodowej strategii na rzecz sztucznej inteligencji*), Stiftung Neue Verantwortung, Berlin 2018, s. 28.

Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung (*Strategia Sztucznej Inteligencji Rządu Federalnego*), listopad 2018, www.ki-strategie-deutschland.de.

Strategie Künstliche Intelligenz (KI) (*Strategia Sztucznej Inteligencji*), https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/digital-made-in-de/strategie-kuenstliche-intelligenz-ki--1546648.

Stylec-Szromek P., *Sztuczna Inteligencja – prawo, odpowiedzialność, etyka*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i Zarządzanie", z. 123/2018.

Vergleich nationaler Strategien zur Förderung von Künstlicher Intelligenz (*Porównanie narodowych strategii wspierania sztucznej inteligencji*), Konrad-Adenauer-Stiftung e. V. 2018, Sankt Augustin/Berlin 2018.