

Jakub JANIK¹, Iga DROBINA², Robert DROBINA³

Opiekun naukowy: Robert DROBINA

ROLA SZTUCZNEJ INTELIGENCJI W OPTYMALIZACJI PROCESÓW ZARZĄDZANIA PROJEKTAMI

Streszczenie: Praca przedstawia rolę i wykorzystanie sztucznej inteligencji w optymalizacji procesów zarządzania projektami. Porusza temat genezy oraz rozwoju AI z uwzględnieniem obszarów jej działalności. W związku z narastającą konkurencją biznesową, poszukiwanie nowych metod optymalizacji wykorzystując filozofię ciągłego doskonalenia pozwala sztucznej inteligencji na coraz większy wpływ w zachodzące w przedsiębiorstwie procesy oraz decyzje strategiczne. Praca ukazuje możliwe obszary do usprawnień z wykorzystaniem AI zarządzania projektami wraz z opisem wybranych narzędzi oraz uwzględnieniem innych dziedzin życia.

Słowa kluczowe: AI, sztuczka inteligencja, optymalizacja, proces, zarządzanie projektami

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN OPTIMIZING PROJECT MANAGEMENT PROCESSES

Summary: The paper discusses the role and utilization of artificial intelligence in optimizing project management processes. It addresses the genesis and development of AI, considering its areas of operation. Due to increasing business competition, the search for new optimization methods using the philosophy of continuous improvement allows artificial intelligence to have an increasing impact on the processes and strategic decisions within the company. The paper highlights possible areas for improvements using AI in project management, along with descriptions of selected tools and consideration of other life domains.

Keywords: AI, artificial intelligence, optimization, process, project management

1. Geneza powstania AI – od Turinga do czasów obecnych

Pod koniec XIX wieku brytyjski matematyk George Boole opracował pierwsze równania logiczne, które posłużyły za podstawę przyszłościowych koncepcji dotyczących sztucznej inteligencji. W 1943 roku Ada Lovelace przedstawiła

¹ inż. Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Wydział Zarządzania, janik1jakub@gmail.com

² Uniwersytet Śląski w Katowicach, Wydział Prawa i Administracji, iga.drobina@gmail.com

³ dr hab. inż., prof. UBB Uniwersytet Bielsko-Bialski, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, rdrobina@ubb.edu.pl

Towarzystwu Królewskiemu badania swojego autorstwa, w którym przedstawiła sposoby na modelowanie skomplikowanych obliczeń matematycznych w oparciu o równania Boole'a. Zasugerowała również, iż maszyny mogą nie tylko wykonywać konkretne obliczenia, ale również je tworzyć. Kolejne lata rozwoju AI powiązane były z rozwojem komputerów i maszyn liczących. W 1950 roku Alan Turing opublikował „Computer Machinery and Intelligence”, któremu później nadano nazwę „Testu Turinga” – czyli testu maszynowej inteligencji. Miał on za zadanie ukazać sposób określania zdolności maszyn do posługiwania się językiem naturalnym, a dzięki temu opanowaniu zdolności myślenia w sposób zbliżony do ludzkiego [1,2]. Kamieniem milowym dla rozwoju sztucznej inteligencji była odbyta w 1956 roku konferencja w Dartmouth zorganizowana przez amerykańskiego informatyka Johna McCarthy'ego. Utworzono tam pierwszą definicję sztucznej inteligencji oraz stworzono język programowania LISP (ang. List Processing) służący do badań AI. Kolejne lata to szybki rozkwit rozwojów programów bazujących na sztucznej inteligencji między innymi: chat bot ELIZA (jeden z pierwszych przykładów przetwarzania języka naturalnego), PARRY czy RACTER. Snuto wtedy pozytywne prognozy na temat postępu AI, a komputery wykonywały coraz większą liczbę zadań. Mówiąc o ewolucji sztucznej inteligencji warto, również podkreślić iż ELIZA jest prekursorką obecnie używanych przez miliony osób Alexy czy Siri. Lata 80. i 90. XX wieku były okresem komercjalizacji projektów z wykorzystaniem sztucznej inteligencji, co pozwoliło na stworzenie serii określonych zadań i systemów rozpoznawania mowy. W 1986 roku firma Fanuc wprowadziła pierwszego robota przemysłowego z systemem wizyjnym, a w 1989 roku Yann LeCun opracował algorytm z wykorzystaniem sieci neuronowych pozwalających na rozpoznawanie ręcznie pisanych cyfr. W 1997 roku pierwszy raz w historii komputer Deep Blue zwyciężył pojedynek z szachowym mistrzem świata G. Kasparovem. Triumf komputera nad człowiekiem podkreślił wielki potencjał nowej technologii. Obecnie dzięki postępowi w dziedzinie uczenia maszynowego i sieci neuronowych AI stale zyskuje nowe umiejętności, które wykorzystywane są obecnie w każdej branży, a jej możliwości wydają się nieograniczone [3,4].

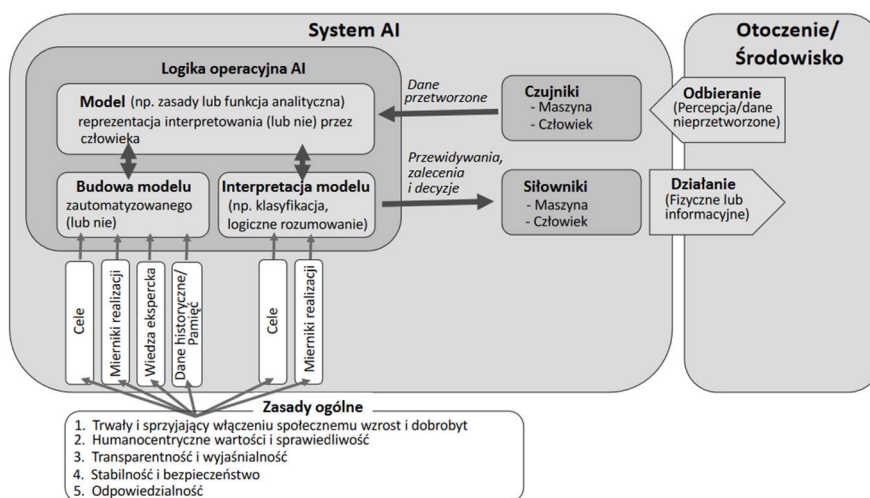
1.1. Definicje i zakres sztucznej inteligencji – rys historyczny

Na przestrzeni lat definicja sztucznej inteligencji ciągle się poszerzała nabierając coraz to nowego sensu a w dalszym ciągu nie udało się ustalić jednej ścisłej formułki potrafiącej wypełnić ją w każdym zakresie. W związku z tym pojawiło się kilka różnorodnych definicji:

- J. McCarthy (1956): „To maszyny skonstruowane w taki sposób, że wynik ich działań odzwierciedla wynik działań ludzkiego umysłu” [4].
- R. Bellman (1978): „AI to proces automatyzacji pewnych czynności takich jak podejmowanie decyzji, uczenie się, które odzwierciedlają ludzką inteligencję” [5].
- R. Schalkoff (1990): „Dziedzina badań, która stara się wdrożyć i wyjaśnić zachowania inteligentne wykorzystując procesy obliczeniowe” [6].
- P. Thagard (1993): „Systemy myślące, zachowujące się jak ludzie, to znaczy myślące i zachowujące się w sposób racjonalny” [7].
- S. Russel (2003): „Nauka obejmująca zagadnienia algorytmiki, logiki rozmytej, obliczeń ewolucyjnych, sieci neuronowych, sztucznego życia i robotyki.

Sztuczna inteligencja to dział informatyki, którego przedmiotem jest badanie reguł rządzących inteligentnymi zachowaniami człowieka, tworzenie modeli formalnych tych zachowań i w rezultacie programów komputerowych symulujących te zachowania” [8].

Istnieje jednak wspólna międzynarodowa definicja AI ujęta od strony modelu systemowego, która opiera się według Organizacja Współpracy Gospodarczego i Rozwoju na koncepcie maszyny mogącej wpływać na środowisko, formułować zlecenia, przewidywać oraz podejmować decyzje dotyczące określonego zestawu celów. Ów maszyna wykorzystuje wprowadzone dane wejściowe do postrzegania rzeczywistych i wirtualnych środowisk, interpretacji modeli do nakreślenia opcji wyników oraz streszczania wirtualnej rzeczywistości do modelu ręcznego lub automatycznego. Warto również nadmienić, iż obok samej definicji OECD utworzyło także rekomendacje ram etycznych i prawnych dla rozwoju sztucznej inteligencji. System AI składa się z trzech ściśle powiązanych i współpracujących ze sobą elementów: logiki operacyjnej (modeli algorytmów), siłowników (aparatu wykonawczego), czujników (sensorów). Czujniki służą do zbierania danych ze środowiska, a siłowniki działają by to środowisko zmienić. Siła owego systemu bazuje na logice operacyjnej, która opierając się na danych wejściowych zapewnia określone wyniki dla siłowników będąc zaleceniami lub decyzjami z kolei chcącymi wpłynąć na zmianę danego środowiska [11,12].



Rysunek 8. Schemat systemu AI według OECD [11]

Do zakresu sztucznej inteligencji zaliczamy:

- **Uczenie maszynowe** – gałąź AI, gdzie programy i systemy automatycznie modyfikują swoją wiedzę i procedury w celu poprawienia wydajności. Maszyny działają tutaj na podstawie wyraźnych instrukcji osoby wprowadzającej dane, a przed wykonaniem zadania urządzenie otrzymuje dużą ilość przykładów próbnych. Poprzez naukę i analizę wzorów sztuczna inteligencja osiąga cel, który

stawia przed nią człowiek. Zakres ten obejmuje również uczenie głębokie, nadzorowane i nienadzorowane.

- Przetwarzanie języka naturalnego (NLP – *ang. Natural Language Processing*) – umożliwia komputerom zrozumienie ludzkiego języka, tworzenia go (słotwórstwo czy samodzielne tworzenie nowych zdań przez maszynę) oraz manipulowanie nim. NLP przetwarza dane wejściowe zawierające naturalny tekst i głos. Jest wykorzystywane w obecnych asystentach wirtualnych (Siri, Alexa, Cortana) oraz ma zastosowanie w języku pisanym oraz mowie dla wszystkich dostępnych dla programu języków.
- Systemy eksperckie/ekspertowe – to zbiór programów komputerowych wykorzystujące bazy wiedzy i zebrane reguły do rozwiązywania problemów decyzyjnych. System ekspertowy odwzorowuje procesy podejmowania decyzji przez człowieka, wyspecjalizowanego w danej dziedzinie. Posiada trzy cechy charakterystyczne: bazy wiedzy, procedury oraz zdolność do poszerzania wiedzy.
- Przetwarzanie obrazu – jest to obszar, który skupia się na umożliwianiu komputerom identyfikowania i rozumienia danych osób oraz obiektów na podstawie dostarczonych obrazów oraz filmów wideo. W tym przypadku przetwarzanie ilustracji pozwala replikować zarówno ludzki sposób widzenia oraz rozpoznania.
- Przetwarzanie mowy –zakresem tym objęte jest przetwarzanie mowy na tekst i odwrotnie. Technologia ta pozwala na interpretację mowy ludzkiej będąc przy tym alternatywą dla interakcji międzyludzkich lub w celach transkrypcyjnych. Największe zastosowanie tej gałęzi AI występuje obecnie w obsłudze klienta w systemach zapowiedzi głosowych.
- Planowanie – dziedzina sztucznej inteligencji aktywnie wspomagająca efektywne planowanie i podejmowanie decyzji. Wykorzystywana w wielu różnych gałęziach życia np. do planowania transportu, automatyce czy w narzędziach do zarządzania projektami. Służy też do opracowywania sekwencji ustalonych kroków, które umożliwiają osiągnięcie konkretnego celu.
- Robotyka – sztuczna inteligencja odgrywa kluczową rolę w robotyce w kontekście projektowania, budowy i programowania robotów. Robotyka korzysta z wielu różnych technologii do tworzenia systemów zdolnych wykonywać zaprogramowane zadania fizyczne. AI umożliwia robotom przetwarzania informacji sensorycznych, uczenie się, podejmowanie decyzji i interakcje z otoczeniem [14,15,16].

1.2. Etapy rozwoju sztucznej inteligencji

Działania związane z rozwojem AI można podzielić na trzy etapy ewolucji:

- Wąska/słaba sztuczna inteligencja (ANI – *ang. Artificial Narrow Intelligence*) – jest to rodzaj sztucznej inteligencji, najpowszechniej wykorzystywanej w codziennym funkcjonowaniu. Skupia się na wykonywaniu ściśle określonych poleceń i zadań. Maszyny wydają się inteligentne, aczkolwiek działają w ramach wprowadzonych danych i ograniczeń i symulowane są jedynie przez ludzkie zachowanie. Przykładem są tutaj chatboty, asystenci głosowi, systemy służące do rozpoznawania obrazów i twarzy.

- Ogólna sztuczna inteligencja (AGI – ang. *Artificial General Intelligence*) – zwana inaczej silną sztuczną inteligencją. System ten posiada ogromną wiedzę i umiejętność samodzielnego myślenia. Poziomem dorównuje ludzkim możliwościom, aczkolwiek w obecnym momencie AGI ma jak na razie jedynie wymiar wyłącznie koncepcji i wizji. Jednak według wielu ekspertów powstanie AGI jest wyłącznie kwestią czasu.
- Sztuczna superinteligencja (ASI – ang. *Artificial Super Intelligence*) – maszyna nie tylko naśladuje i rozumie ludzką inteligencją, lecz również przekracza te możliwości. Koncepcja sztucznej superinteligencji zakłada, że AI ewoluuje tak, aby móc wywołać własne emocje, potrzeby i pragnienia.

Arend Hintz zaproponował inny podział dotyczące rodzaju AI:

- Maszyny reaktywne – to AI służące rozwiązaniu konkretnego problemu. Przykładem może być wspomniany wcześniej program szachowy Deep Blue. Systemy te nie mają możliwości tworzenia wspomnień ani wykorzystywania informacji z przeszłości do analizy bieżących sytuacji.
- Maszyny i ograniczonej pamięci – maszyna wykorzystuje informacje z baz danych oraz uczy się z wprowadzonych do niej komunikatów pochodzących z otoczenia. Z tego sposobu korzystają niektóre funkcje decyzyjne znajdujące się z samochodach autonomicznych. Podejmowane ustalenia obejmują „tu i teraz” z możliwością lekkiego przewidywaniem przyszłych konsekwencji.
- Teoria umysłu – termin ten wywodzi się z psychologii. Ten rodzaj sztucznej inteligencji jeszcze nie istnieje i odnosi się do obiektów, które są świadome swojej egzystencji.
- Samoświadomość – systemy AI posiadające świadomość i rozumiejące swój aktualny stan. Wykorzystując zebrane informacji wnioskuje co czują inni oraz są w stanie określić swoje własne emocje.

Rozwój sztucznej inteligencji od lat budzi fascynację, a głównym powodem ogromnego zainteresowania tym tematem jest coraz większy wpływ AI na każdy aspekt życia człowieka. Kolejne etapy rozwoju i szybkość jej ewolucji porównuje się często z rewolucją przemysłową, choć najprawdopodobniej jej wpływ na codzienne funkcjonowanie będzie miało daleko i szeroko idące konsekwencje. Stoi za tym tempo rozwoju AI, a według badania opublikowane przez Open AI w 2018 roku moce obliczeniowe największych sztucznych inteligencji i ilość gromadzonych w nich danych podwajają się średnio co 3-4 miesiące [14,15,16].

2. Optymalizacja procesów w zarządzaniu projektami – analiza przypadku

W środowisku biznesowym efektywne zarządzanie projektami stało się głównym czynnikiem sukcesu organizacji. Administrowanie projektami obejmuje skuteczne planowanie, organizowanie, tworzenie i monitorowanie działań realizowanych projektów. Dla osiągnięcia najbardziej efektywnych wyników, konieczne jest ciągłe dążenie do optymalizacji zachodzących procesów. Tematyka usprawnienia funkcjonowania przedsiębiorstw sięga nie tylko redukcji kosztów, ale także poprawy

jakości, skrócenia czasu realizacji i zwiększenie satysfakcji klienta końcowego czy interesariuszy. W obecnym otoczeniu biznesowym konkurencja jest wysoka, a kontrahenci wymagają od zleceniobiorców jak największej efektywności w stosunku do krótkiego czasu i prężnym dostarczaniu produktów i usług. W celu osiągnięcia przewagi konkurencyjnej koncentracja na optymalizacji jest niezbędna z punktu widzenia przetrwania organizacji [17].

W procesie skutecznego zarządzania projektami można wyróżnić kilka dobrych praktyk oraz obszarów, na których warto się skupić w poszczególnych etapach planowania i realizacji założeń:

- Poprawne zdefiniowanie celów projektu i wskaźników sukcesu – jest pierwszym krokiem, który oparty jest na teorii zarządzania projektami. Zaproponowane przez J. Shenhar i A. Dvir podejście dotyczące pięciu kryteriów sukcesu projektu pomaga w określeniu czy projekt może osiągnąć sukces w określonych obszarach. Cele projektu powinny być mierzalne, osiągalne, realistyczne i zdefiniowane w czasie. Wykorzystując monitorowanie wcześniej określonych wskaźników sukcesu, można w trakcie realizacji projektu dokonywać korekt z uwzględnieniem oczekiwań i wymogów interesariuszy.
- Wybór odpowiedniej metodologii – podjęcie decyzji dotyczącej najlepszej metodologii jest krokiem zasadniczym w kontekście efektywności jego realizacji i optymalizacji. Dobierając odpowiednią metodologię do specyficznych wymagań projektu i interesariuszy zmniejsza się prawdopodobieństwo niepowodzenia. Przykładem może być powszechne stosowanie różnych metodyk zwinnych opartych na Agile dla projektów programistycznych i szeroko pojętych z branży IT, które ze względu na swoją elastyczność i częste zmiany często prowadzą do lepszych wyników niż korzystanie z metodyk tradycyjnych typu Waterfall. Optymalizacja wymaga jednak analizy konkretnych przypadków dla określenia efektywnej metodyki działania organizacji czy projektu.
- Analiza potrzebnych narzędzi – zastosowanie oprogramowania do zarządzania projektami znacząco przyczynia się do skrócenia czasu realizacji projektów oraz zwiększa kontrolę i na każdym etapie realizacji wyznaczonych założeń. Wykorzystując optymalizację w tym obszarze liderzy projektów mogą minimalizować koszty i efektywniej zarządzać potrzebnymi zasobami wykorzystując odpowiednio dobrane narzędzia do potrzeb danego projektu.
- Kierowanie ryzykiem – ryzyko jest integralną częścią każdego projektu. Stosując narzędzia i techniki optymalizujące ryzyko związane z projektami można w efektywny sposób analizować, identyfikować i oceniać ryzyko przysposabiając je do konkretnych przypadków. Dzięki temu można uniknąć opóźnień i dodatkowych kosztów. Skuteczne zarządzanie ryzykiem zmniejsza niepewność i wspomaga prawdopodobieństwo sukcesu projektu.
- Ciągłe doskonalenie procesów – podejście do ciągłego doskonalenia jest istotnym aspektem optymalizacji procesów w organizacji i poszczególnych projektach. Przedsiębiorstwo powinno stale analizować swoje procesy oraz wdrażać usprawnienia z wykorzystaniem narzędzi takich jak Lean Management czy Six Sigma. Pozwala to na eliminowanie marnotrawstwa i usprawnia odpowiednie procesy [17,18,19].

Analizując raporty ze zrealizowanych już projektów i wyciągając wnioski można zauważyć, iż dla obecnych i przyszłych koncepcji możliwa będzie dalsze

unormowanie procesów ze względu na zwiększające się doświadczenie liderów wysokiego szczebla i całego przedsiębiorstwa. W takim przypadku wdrożenie optymalizacji procesów można przedstawić w poniższych etapach:

- Identyfikacji obszarów do usprawnienia – to jeden z pierwszych kroków prowadzących do optymalizacji procesów zachodzących w organizacji. Taka analiza pozwala na wykrycie potencjalne nieprawidłowości i opóźnień, barier czy nadmiaru działań. W celu identyfikacji tych obszarów warto skorzystać z technik i narzędzi takich jak: mapowanie procesów – graficzne przedstawienie procesu w formie diagramu, analiza danych czy wywiad z pracownikami, takie rozpoznanie pozwoli to uzyskać szerokie spektrum dotyczące stosowanych procesów.
- Analiza efektywności obecnych procesów – jest kolejną czynnością po zidentyfikowaniu przestrzeni wymagającej usprawnienia. Wykorzystując zdefiniowane wskaźniki np.: koszty, jakość, czas realizacji, satysfakcja klienta końcowego można ocenić bieżącą wydajność danych procesów. Analiza efektywności w toku postępowania pozwala zrozumieć, na którym etapie konkretnie występują nieprawidłowości oraz poznać przyczyny niskiej wydajności. Warto również porównać obecnie prowadzone procesy z trendami i najlepszymi praktykami w branży, co pozwoli na określenie jakie korzyści przyniesie wprowadzenie zmian i usprawnień.
- Implementacja i wdrożenie zmian – w przypadku implementacji wskazane jest stworzenie planu działania, określającego kroki podejmowane w celu usprawnienia zachodzących w nim procesów. Taki schemat powinien zawierać konkretny harmonogram, wskazywać odpowiedzialnych za realizację poszczególnych zadań oraz przydzielonych zasobów. Etap ten może być stosunkowo najtrudniejszy, aczkolwiek fundamentalny przy próbie osiągnięcia najlepszej optymalizacji procesów. Implementacja zmian może obejmować dostosowanie procedur i wytycznych, reorganizację zespołu projektowego czy wdrożenie do obiegu nowych narzędzi i technologii. Ważnym czynnikiem jest uzyskanie wysokiego poziomu zaangażowania zespołu projektowego i obserwacja postępów ustalonego planu działania.
- Monitorowanie i doskonalenie – ostatnim etapem jest monitorowanie i doskonalenie otrzymanych wyników. Ważne jest regularne śledzenie wprowadzonych zmian i pytanie czy wygenerowane modyfikacje przyniosły pożądane efekty. Optymalizacja jest procesem ciągłym, który wymaga stałego doskonalenia i reagowania na zmieniające się warunki konkurencyjne [18,20].

Podkreślić należy fakt, że optymalizacja na końcowym etapie zawsze zostawia sobie przestrzeń na doskonalenie zaistniałych warunków w organizacji, co może przynieść znaczące korzyści w każdym aspekcie działania przedsiębiorstwa. Zarówno praktyka jak i teoria odgrywają w procesie optymalizacji czołową rolę, umożliwiając osiągnięcie doskonałości operacyjnej i przewagi konkurencyjnej [21,22].

3. Wykorzystanie sztucznej inteligencji w zarządzaniu projektami – adaptacja do warunków przemysłowych

W obecnej w erze cyfrowej transformacji sztuczna inteligencja odgrywa coraz większą rolę w zarządzaniu projektami. Ze względu na ciągły rozwój i doskonalenie się środowiska biznesowego bazującego na budowaniu swojej długoterminowej strategii na projektach, wprowadzenie technik i narzędzi bazujących na AI może niezwykle podnieść efektywność funkcjonowania przedsiębiorstwa. Spojone jest to z większą produktywnością samej realizacji projektu oraz wysokim zadowoleniem klienta końcowego czy interesariuszy. Poniżej przedstawiono kilka przykładowych korzyści wynikających z zastosowania sztucznej inteligencji w zarządzaniu projektami:

- Większa elastyczność i szybsza reakcja na zmiany – algorytmy uczenia maszynowego wykorzystując zebrane dane o wcześniejszych projektach są w stanie przewidywać potencjalne ryzyko i proponować ewentualne efektywne działania je wykluczające, co pozwala na bieżące dostosowanie projektu do zmieniających się warunków.
- Rozpoznawanie trendów rynkowych – AI może analizować ogromne ilości danych z rynku i dostarczać informacje na temat trendów oraz preferencji klientów, do których chcemy trafić. Wykorzystując zebrane informacje organizacja może dostosować swoją długoterminową strategię do aktualnych potrzeb rynku oraz prognozować przyszłe zmiany, co zwiększa szanse na odniesienie sukcesu w otoczeniu dużej konkurencji.
- Poprawa jakości dokumentacji projektowej – istnieje obecnie wiele narzędzi bazujących na AI, które weryfikują i korygują treści dokumentów projektowych eliminując błędy i nieścisłości. Takie zastosowanie znacznie ogranicza ryzyko wystąpienia wad w kolejnych etapach planu z powodu niepoprawnej dokumentacji projektowej.
- Wsparcie w podejmowaniu decyzji – algorytmy zawarte w AI mogą analizować dane z różnych źródeł i wykorzystując systemy eksperckie pomagać liderom projektów podejmować najbardziej trafne decyzje. Może się to dotyczyć każdego etapu prac projektowych.
- Lepsze dostosowanie do potrzeb klientów – sztuczna inteligencja zapewnia pomoc w personalizacji rozwiązań projektowych uwzględniając indywidualne potrzeby i wymagania zleceniodawców. Tego rodzaju podejście przekłada się na większe zadowolenia klienta końcowego oraz interesariuszy.
- Skuteczna analiza danych i wnioski z wcześniejszych realizacji – AI może analizować dane z wcześniej realizowanych projektów i na ich podstawie wyciągać określone wnioski. Pozwala to na ciągłe doskonalenie procesu zarządzania projektami i minimalizuje ryzyko niepowodzeń oraz notorycznie pojawiających się błędów [23,24,25].

Jak widać z opisanych powyżej prawdopodobnych korzyści zastosowania AI w zarządzaniu projektami, sztuczna inteligencja niesie za sobą ogromny potencjał dla tej dziedziny i może być wykorzystywana w każdym etapie realizacji projektu. W celu osiągnięcia lepszych wyników należy jednak pamiętać o odpowiednim dostosowaniu wytycznych wraz z potrzebami organizacji do używanych narzędzi

i procesów. Według raportu firmy Gartner, do 2030 roku sztuczna inteligencja będzie wykorzystywana do około 80% zadań związanych z zarządzaniem projektami. Badanie przeprowadzone przez PMI wykazało natomiast, iż ponad 81% kierowników projektów uważa AI za kluczowy aspekt tej dziedziny w przyszłości [25,26].

3.1. Obszary zastosowania AI w zarządzaniu projektami

W odróżnieniu od przykładowych i konkretnych korzyści wynikających z wykorzystania sztucznej inteligencji w zarządzaniu projektami można wyróżnić kilka obszarów tej dziedziny z szerokim spektrum jej zastosowania:

- Automatyzacja procesów projektowych – jest jednym z kluczowych obszarów poprawy efektywności wykorzystania AI. Może być wykorzystywana do wykonywania rutynowych zadań, planowania, zarządzania zadaniami oraz raportowaniem prac projektowych. Dzięki jej zastosowaniu liderzy projektów mogą skupić się na strategicznych aspektach projektu, a procesy są mniej podatne na błędy i nieprawidłowości.
- Kompleksowe zarządzanie ryzykiem – sztuczna inteligencja zdolna jest do identyfikacji, oceniania i zarządzania ryzykiem projektowym posługując się analizą danych historycznych. Sztuczna inteligencja jest również w stanie wykryć potencjalne zagrożenia dzięki czemu menadżerowie mogą podejmować bardziej świadome i skalkulowane decyzje z zakresu zarządzania ryzykiem.
- Analiza i prognozowanie wyników projektu – AI może wspomóc analizę danych projektowych oraz prognozować wyniki projektów. Stosując ten instrument można lepiej dopasować kryteria i wykorzystywane narzędzia technologiczne oraz podejmować działania naprawcze w czasie rzeczywistym, aby osiągnąć zamierzone cele.
- Monitorowanie postępów projektu – wykorzystując wprowadzone wskaźniki projektowe AI umożliwia monitorowanie parametrów projektu. Systemy monitorujące mogą generować raporty i ostrzeżenia na bazie wprowadzonych kryteriów, co umożliwia szybkie reagowanie na potencjalne opóźnienia i problemy w projekcie.
- Optymalizacja alokacji zasobów – na podstawie zebranych danych algorytmy mogą sugerować liderom projektów optymalny przydział zasobów dla projektu, co zezwala na redukcję kosztów i zapewnienie efektywniejszej pracy zespołu projektowego.

Warte podkreślenia jest to, iż wymienione obszary stosujące AI w zarządzaniu projektami są wybranymi z wielu różnych sposobów administrowania, jednak sztuczna inteligencja staje się nieodłącznym narzędziem wykorzystywanym w tej dziedzinie. Dzięki temu liderzy projektów mogą osiągać lepsze wyniki, redukując ryzyko i optymalizując procesy dla każdego etapu danego projektu [24,25,27].

3.2. Wyzwania i ograniczenia AI w dziedzinie zarządzania projektami

Wykorzystanie sztucznej inteligencji w dziedzinie zarządzania projektami niesie za sobą mimo wielu korzyści i pozytywnych aspektów również wyzwania i ograniczenia, którymi organizacji musi się liczyć:

- Brak danych i ich jakość – jest to jedno z zasadniczych wyzwań związanych z wykorzystaniem AI w zarządzaniu projektami, gdzie lider projektu powinien zapewnić systemowi odpowiednią ilość jakościowych danych do analizy. W wielu projektach można napotkać trudności w tym obszarze, co może skutkować mniejszą efektywnością działania AI oraz błędnymi wynikami.
- Interakcje człowiek-maszyna – wdrażając narzędzia i systemy oparte na sztucznej inteligencji w zarządzaniu projektami wymagane jest odpowiednie dostosowanie i przeszkolenie pracowników z tego zakresu. Istotne jest też wyważenie roli, jaką odgrywa człowiek w kontekście podejmowania decyzji i nadzorowania projektów, w których pewną rolę odgrywa algorytm.
- Bezpieczeństwo i prywatność – korzystając z AI w zakresie zarządzania projektami należy szczególną uwagę zwrócić na bezpieczeństwo i prywatność wprowadzanych danych wejściowych. Informacje te powinny być odpowiednio zabezpieczone przed nieautoryzowanym dostępem oraz ewentualnymi naruszeniami.
- Zrozumienie i wynikanie decyzji – bazując na skomplikowanych algorytmach systemy oparte na sztucznej inteligencji mogą podejmować określone decyzje, sprawiające trudność w ich zrozumieniu przez pracowników. Organizacje powinny opracować metody dekodujące decyzje podejmowane przez AI, zarówno dla zrozumienia procesu jak i w celu spełnienia odpowiednich wymogów regulacyjnych.
- Koszty i zasoby – wdrożenie AI może czasem wiązać się z dużymi kosztami – zależnymi od wielu czynników. Organizacje powinny skalkulować koszty zakupu, wdrożenia, szkolenia pracowników oraz utrzymania narzędzi i systemów opartych na AI. Warto również wziąć pod uwagę zasoby techniczne i ludzkie, aby z zakupionych systemów efektywnie korzystać.
- Etyka i odpowiedzialność – korzystanie z programów i instrumentów opartych na AI oraz stopniu ich wykorzystania podnosi kwestie etyki i odpowiedzialności. Przedsiębiorstwa powinny pochylić się nad etycznymi aspektami ich wykorzystywania oraz wybrać osoby odpowiedzialne za konsekwencje podejmowanych decyzji i sposobów użycia [28,29,30].

4. Wybrane narzędzia AI w zarządzaniu projektami i ich rola

- Chat GPT 4 – to jedno z najbardziej popularnych narzędzi opartych na uczeniu maszynowym. Produkt opracowany przez OpenAI rozwija się w kontekście coraz większego zapotrzebowania na efektywne komunikowanie się w zespołach, automatyzację zadań i generowanie treści. Obecnie wersja 4 jest płatna, użytkownik może jednak skorzystać ze starszej, lecz darmowej wersji 3.5. Posługując się tym narzędziem warto pamiętać o sugerowaniu chatów kogo ma się wcielić, w celu zawężenia wiedzy do konkretnej dziedziny i otrzymaniu lepszych oczekiwanych rezultatów. Należy również podkreślić, że chatgpt nie jest nieomylny i wciąż zdarza mu się popełniać wiele błędów [31].
- Forecast – to narzędzie do zarządzania projektami, które wykorzystuje algorytmy uczenia maszynowego do prognozowania czasu potrzebnego do ukończenia projektu. Na podstawie danych historycznych i aktualnych wskaźników projektu

możliwe jest wygenerowanie prognozy dotyczącej harmonogramu i zasobów. Instrument ten pomaga zespołom projektowym w lepszym planowaniu oraz w zarządzaniu swoją pracą [32].

- ToggITrack – umożliwia zespołom projektowym monitorowanie i kontrolowanie czasu poświęconego na konkretne zadania. Stosuje się go do śledzenia efektywności, alokacji zasobów i generowania raportów dotyczących wykorzystania czasu. [33].
- Notion – Aparat zarządzania wiedzą i projektami oferujący elastyczne możliwości organizacji informacji. Wykorzystuje sztuczną inteligencję do pomocy w szybszym pisaniu i tworzeniu wysokiej jakości treści. Pozwala na tworzenie spersonalizowanych tablic, baz danych, list zadań i innych struktur informacyjnych [34,35].
- Jira z Advanced Roadmaps for Jira – wykorzystuje AI w jednym z najpopularniejszych narzędzi do zarządzania projektami na rynku. Umożliwia efektywniejsze alokowanie zasobów w projektach, prognozowanie terminów zakończenia poszczególnych etapów realizacji oraz ostrzega o potencjalnych konfliktach [36].
- Compose AI – jest darmową wtyczką do przeglądarki bazującą na sztucznej inteligencji i służy do proponowania treści, które pasują do stylu pisania i tonu użytkownika. Jej głównym celem jest ułatwienie procesu tworzenia tekstów oraz dokumentacji projektowej oraz bazuje na przetwarzaniu języka naturalnego. Narzędzie automatycznie generuje tekst na podstawie zadanego kontekstu i wprowadzonych parametrów [37].

Przyszłość AI w dziedzinie zarządzania projektami niesie za sobą wiele obiecujących perspektyw i korzyści. Przetwarzania języka naturalnego, uczenie maszynowe czy system ekspercki otwierają szerokie możliwości automatyzacji, optymalizacji oraz zwiększenia efektywności na każdym etapie prac projektowych. Warto śledzić aktualne trendy i nowości w tej dziedzinie, gdyż sztuczna inteligencja jest już nieocenionym wsparciem organizacji i kierowników wysokiego szczebla w osiągnięciu lepszych wyników i planowaniu decyzji strategicznych przedsiębiorstw.

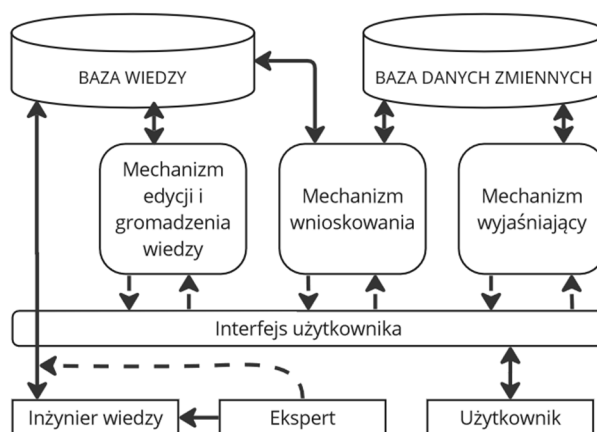
5. Współczesne praktyczne zastosowanie sztucznej inteligencji

Sztuczna inteligencja stała się jednym z najpopularniejszych i najszybciej rozwijających się obszarów technologii XXI wieku. Prócz dziedziny zarządzania projektami jej zastosowanie jest równie wszechstronne w każdym aspekcie życia człowieka.

W dziedzinie medycyny AI odgrywa obecnie zasadniczą rolę przyczyniając się do poprawy diagnostyki, leczenia czy zarządzania opieką zdrowotną. Jednym z głównych jej zastosowań jest analiza badań obrazowych (rentgenów, tomografii komputerowej czy rezonansu magnetycznego), która pozwala w efektywny sposób wychwycić drobne zmiany czasem niezauważalne dla człowieka. Porównując wyniki tradycyjnego leczenia innych pacjentów AI jest w stanie wspomóc lekarzy w stawianiu diagnozy oraz proponować najskuteczniejszą metodę rehabilitacji. We wrześniu 2021 roku amerykańska firma Food & Drug Administration (FDA) opublikowała listę urządzeń medycznych wykorzystującą uczenie maszynowe

i sztuczną inteligencję, na której znalazło się aż 343 pozycji. Do roku 2015 było ich mniej niż 30. Radiologia jest obecnie gałęzią medycyny najmocniej wykorzystującą AI. Na kolejnych miejscach znajduje się kardiologia, hematologia oraz neurologia. Mówiąc o stosowaniu sztucznej inteligencji w medycynie nie można zapomnieć o szybko rozwijającym się przemyśle farmaceutycznym, w którym AI wykorzystywane jest do tak zwanych „terapii cyfrowych” – są to platformy i aplikacje mobilne wspierające pacjentów w zarządzaniu chorobami przewlekłymi. W trakcie pandemii COVID-19 Światowa Organizacja Zdrowia utworzyła Hub for Pandemic and Epidemic Intelligence – system AI do analizy danych zdrowotnych i zapobieganiu rozwoju przyszłych pandemii [38,39].

W lotnictwie Dział Operacji Lotniczych (AOD) wykorzystuje systemy eksperckie w symulatorach bojowych i szkoleniowych dla operatorów poszczególnych maszyn powietrznych. Po wprowadzeniu konkretnych danych AI jest w stanie symulować działania wojenne i odwzorowywać konkretne scenariusze. W samolocie sztuczna inteligencja jest w stanie proponować pilotom najlepsze możliwe manewry w danej sytuacji oraz uporządkowywać potrzebne informacje. W 2003 roku Dryden Research Center NASA przy współpracy z innymi firmami stworzyła oprogramowanie bazujące na AI, które pozwala uszkodzonej jednostce kontynuować lot aż do osiągnięcia bezpiecznego lądowania. System kompensując wszystkie uszkodzone komponenty na bieżąco analizuje sytuację bazując na działających urządzeniach. Oprogramowanie Design of Aircraft lub AIDA opierające się na AI służy obecnie projektantom do tworzenia modeli koncepcyjnych maszyn lotniczych. W jednym z londyńskich uniwersytetów Haitham Baomar i Peter Bentley kierują zespołem opracowującym system inteligentnego autopilota (AIS), który ma posiadać umiejętności wysoce doświadczonego pilota. System łączy zasady uczenia się poprzez praktykę i klonowanie behawioralne obejmując trzy fazy wdrożenia: pilotażowe zbieranie danych, szkolenie i niezależną kontrolę. System ten ma wspomóc pilotów w reagowaniu na sytuacje awaryjne [40,41].



Rysunek 9. Schemat budowy i zasada działania systemu ekspertowego [45]

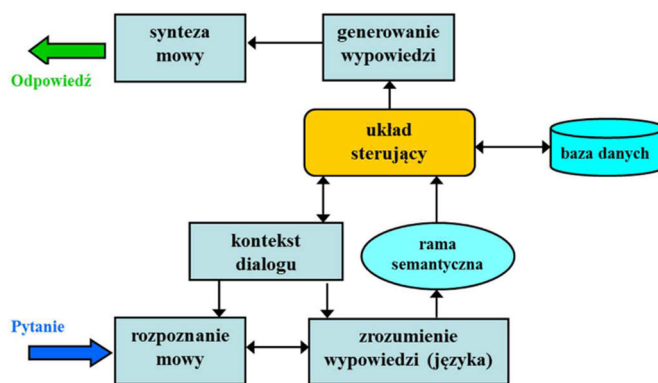
W dziedzinie finansów i bankowości sztuczna inteligencja wspomaga bezpieczeństwo, przyczyniając się do tworzenia optymalnych inwestycji czy

efektywniejszego zarządzania ryzykiem. Banki i instytucje finansowe korzystają z algorytmów AI do oceny zdolności kredytowej i sugerują najbardziej opłacalne rozwiązania oraz automatyzują procesy bankowe, takie jak weryfikacja tożsamości klientów czy przetwarzanie płatności.

Optymalizacja procesów przemysłowych, efektywniejsze zarządzanie łańcuchem dostaw czy zwiększenie jakości wytwarzanych produktów jest tylko jednym z wielu obszarów przemysłu, gdzie wykorzystuje się sztuczną inteligencję. Roboty wyposażone w systemy AI uczestniczą w produkcji określonych wyrobów, co skraca czas i podnosi jakość tworzenia. Oprogramowanie wizyjne na bazie sztucznej inteligencji wykorzystuje się do oceny jakości i eliminowania wadliwych elementów [41,42].

Asystenci głosowi bazują na metodach przetwarzania języka naturalnego, którego głównym celem jest opracowanie mechanizmów poznania struktury języka, rozumienia go i formułowania wypowiedzi. Obecne systemy NLP funkcjonują w rozpoznawaniu i syntezie mowy, prowadzeniu dialogu na poziomie człowiek-komputer, nauce języków obcych czy generowaniu treści. Uniwersytet MIT (ang. *Massachusetts Institute of Technology*) opracował schemat blokowy systemu dialogowego, który posłużył do stworzenia kilku systemów o różnych zastosowaniach:

- Jupiter – system informacji o pogodzie – dostęp przez telefon.
- Mercury – telefoniczny system rezerwacji lotów.
- Pegasus – system informacji o lotach.
- Voyager – system informacji o ruchu drogowym.



Rysunek 10. Schemat blokowy systemu dialogowego od MIT [46]

Dla pojazdów autonomicznych w dziedzinie transportu AI odgrywa flagową rolę w rozwoju tego obszaru. Wykorzystując zaawansowane czujniki i algorytmy pojazdy są zdolne do samodzielnego przemieszczania się po drogach. Systemy sztucznej inteligencji pozwalają rozpoznawać znaki drogowe, innych uczestników ruchu drogowego oraz monitorować otoczenia, co jest naczelnym elementem bezpieczeństwa na drogach. Dodatkowo, AI wspomaga optymalizację tras

i zarządzanie ruchem, co pozwala na redukcję korków i poprawę efektywność systemów transportowych [43,44].

6. Wnioski

Powyższa praca prezentuje jak istotną rolę i jak szeroki zakres zastosowań posiada sztuczna inteligencja w optymalizacji procesów zarządzania projektami. Wyjaśnia definicję, obszary oraz genezę rozwoju AI z wyróżnieniem kluczowych momentów historycznych. Wprowadzenie sztucznej inteligencji do dziedziny zarządzania projektami otworzyło nowe perspektywy, umożliwiające bardziej precyzyjne planowanie, efektywną alokację zasobów i dynamiczne dostosowanie do zmieniających się warunków i wymagań biznesowych. Obszary wykorzystania AI zahaczają obecnie praktycznie każdy etap realizacji projektu od analizy wstępnej po wdrożenie. Współczesne faktyczne przykłady zastosowania sztucznej inteligencji pokazują jak aktualnie ogromny wpływ AI ma na każdy aspekt życia człowieka i prędkość rozwoju wykorzystujących ją technologii. Sztuczna inteligencja posiada potencjał, by stać się nieodzownym narzędziem w zarządzaniu projektami, przyczyniając się do sukcesu organizacji i przekształcając sposób, w jaki projektowanie i realizacja projektów są prowadzone. Jednak W celu pełnego wykorzystania potencjału AI konieczne jest uwzględnienie jej ograniczeń i wyzwań które się z nią łączą oraz rozwijanie w organizacji strategii dostosowania AI do konkretnych potrzeb interesariuszy.

LITERATURA

1. Serwis internetowy: <https://www.cs.ubc.ca/~poole/ci/ch1.pdf>, 14.10.2023
2. CASELLA M.: History and Evolution of Artificial Intelligence. StreetLib, 2017
3. MCCORDUCK P.: Machines Who Whink. A Personal Inquiry into the History and Prospects of Artificial Intelligence. CRC Press, Taylor & Francis Group, LLC, 2019
4. WAWRZYCKI P.: Podstawy sztucznej inteligencji. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2014
5. BELLMAN R.: An Introduction to Artificial Intelligence., 1978
6. SCHALKOFF R.J.: Artificial intelligence: an engineering approach, 1990
7. THAGARD P.: Computational Philosophy of Science, 1993
8. RUSSEL S., NORVIG P.: Artificial Intelligence: A Modern Approach, 2nd edition, Prentice Hall, 2003
9. Serwis internetowy: <https://www.gov.pl/web/ai/czym-jest-sztuczna-inteligencja2>, 14.10.2023
10. KURP F.: Sztuczna inteligencja od podstaw. Helion, 2023
11. SALA J., TOŃSKA H.: Instrumentalizacja sztucznej inteligencji w polityce aktywności naukowej w Polsce. Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy, nr 71 (3/2022)
12. PERUFFO E., CONTRERAS R.R., MANDL I., BISELLO M.: Research Raport. Game-changing technologies: Transforming production and employment in

- Europe. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, 2020
13. RÓŻANOWSKI K.: Sztuczna inteligencja: rozwój, szanse i zagrożenia. Zeszyty Naukowe Warszawskiej Wyższej Szkoły Informatyki, 109-135
 14. Serwis internetowy: <https://openai.com/blog/ai-and-compute/>, 14.10.2023
 15. EUROPEAN COMMISSION: A definition of AI: Main capabilities and scientific disciplines High-Level Expert Group on Artificial Intelligence, 2019
 16. Serwis internetowy: <https://www.sztuczna inteligencja.org.pl/slownik/>, 15.10.2023
 17. SÓŁTYSIK M., WESOŁOWSKA M.: Współczesne trendy zarządzania projektami. Mfiles.pl, Kraków, 2016
 18. STABRYŁA M.: Analiza i projektowanie systemów zarządzania przedsiębiorstwem. Mfiles.pl, seria wydawnicza: Encyklopedia zarządzania, Kraków, 2010
 19. JANIK J., DROBINA R.: Nowoczesne metody zarządzania projektami w firmach IT. Monografia, Przetwarzanie, transmisja i bezpieczeństwo informacji, Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, 2022
 20. WARNKE-ZAREMBA S., DURKALEC-SOKOŁOWSKA A.: Wybrane problemy zarządzania niematerialnymi zasobami organizacji. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, 2020
 21. HOFMAN M., SKRZYPEK E.: Zarządzanie procesami w przedsiębiorstwie. Identyfikowanie, pomiar, usprawnienie. Oficyna a Wolters Kluwer business, Warszawa, 2010
 22. GRUCZA B., ĆWIK K.: Zarządzanie projektami – studia przypadków. Oficyna a Wolters Kluwer business, Warszawa, 2013
 23. WYSOCKI R.K., MCGARY R.: Efektywne zarządzanie projektami. Helion, 2005
 24. SPAŁKA S.: Analiza danych w zarządzaniu projektami. Helion, 2021
 25. Serwis internetowy: <https://icproject.com/blog/cenna-wiedza/sztuczna-inteligencja-czyli-rewolucja-w-zarzadzaniu-projektami/>, 15.10.2023
 26. BADIRU A.B.: Project Management, 2019
 27. DUNCAN W.R.: A guide to the project management body of knowledge, 1996
 28. MŁODZIANOWSKI P., ROSTKOWSKI R.: Podstawy uczenia maszynowego dla menadżerów projektu IT. Management and Quality - Zarządzanie i Jakość, Vol 3 No 4
 29. WYSKWARSKI M.: Metody sztucznej inteligencji w organizacji inteligentnej. Zeszyty naukowe Politechniki Śląskiej, Seria: Organizacja i zarządzanie Z.86, 2015
 30. BALAHUROVSKA I.: Wykorzystanie technologii w różnych formach zarządzania. Etyka biznesu i zrównoważony rozwój, Interdyscyplinarne Studia Teoretyczno-Empiryczne nr 4, 2022
 31. Serwis internetowy: <https://openai.com/research/gpt-4>, 16.10.2023
 32. Serwis internetowy: <https://www.forecast.app/platform>, 16.10.2023
 33. Serwis internetowy: <https://toggl.com/track/>, 16.10.2023
 34. Serwis internetowy: <https://www.notion.so/product/ai>, 16.10.2023
 35. Serwis internetowy: <https://aihelper.pl/tool/785>, 16.10.2023
 36. Serwis internetowy: <https://www.atlassian.com/software/jira/guides/advanced-roadmaps/overview#what-are-advanced-roadmaps>, 16.10.2023
 37. Serwis internetowy: <https://www.compose.ai/>, 16.10.2023

38. Serwis internetowy: <https://blog.osoz.pl/juz-ponad-343-urzedzenia-medyczne-z-algorytmami-ai/>, 16.10.2023
39. WASYLUK M., PALMI J., MADOŃ B., WILCZEK N., NIEWĘGŁOWSKI K.: Zastosowania sztucznej inteligencji (AI) w medycynie. Praca przeglądowa, Medycyna ogólna i Nauki o Zdrowiu, 2021
40. SKALFIST P., MIKELSTEN D., TEIGENS V.: Sztuczna inteligencja: czwarta rewolucja przemysłowa. Cambridge Stanford Books, 2020
41. Serwis internetowy: <https://przemyslprzyszosci.gov.pl/sztuczna-inteligencja-w-zastosowaniach/>, 16.10.2023
42. SKALFIST P.: Rewolucja robotyczna. Cambridge Stanford Books, 2020
43. BIELLI M., AMBROSINO G., BOERO M.: Artificial Intelligence applications to Traffic Engineering. VSB BV, 1994
44. LUCKEN V., ZIEFLE M., SONG H., DARTMANN G., SCHMEINK A., PRESTIFLIPPO G.: Smart Transportation AI Enabled Mobility and Autonomous Driving. CRC Press, 2021
45. OGRYZEK Ł.: Systemy ekspertowe wykorzystywane jako inteligentne platformy e-learningowe – etapy uczenia. Edukacja – Technika – Informatyka 3/2, 317-322, 2012.