

EWELINA MAKOŚ

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Polska

e-mail: ewelinamakos56@gmail.com

ORCID: 0000-0002-8193-6446

WYKORZYSTANIE SZTUCZNEJ INTELIGENCJI (AI) W ROLNICTWIE

USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) IN AGRICULTURE

ABSTRACT Artificial intelligence (AI) is used in many fields today. It is also increasingly being applied in agriculture. With the use of modern systems, it is possible to perform many complex activities. Artificial intelligence allows for more efficient and beneficial farming. The concept of artificial intelligence is not easy to define because it has applications in many fields. In agriculture, artificial intelligence primarily helps to run farms by improving efficiency and affecting crops by protecting and controlling them. The introduction of modern solutions is becoming more and more popular in modern farms. Taking into account all the positive aspects of the application of artificial intelligence in agriculture, it is also important to observe numerous challenges and risks that may be associated with it. It is, therefore, important to undertake observations and discussions on this topic. In the face of a changing world, this is a very important issue that will affect future agriculture and agricultural production around the world.

KEYWORDS: artificial intelligence, agriculture, technology, crops

SŁOWA KLUCZOWE: sztuczna inteligencja, rolnictwo, technologie, uprawy

1. WSTĘP

Sztuczna inteligencja¹ (SI²) jest jednym z najbardziej interesujących osiągnięć technologicznych, wzbudzającym w ostatnich czasach zainteresowanie zarówno w różnych obszarach gospodarki, jak i w rolnictwie. Sztuczna inteligencja jest postrzegana i omawiana w literaturze oraz na forach biznesowych jako duża szansa na innowacyjny rozwój działalności sektora rolnego. Wydaje się być ona jednak niedoceniana

¹ *Sztuczna inteligencja: co to jest i jakie ma zastosowania?*, <https://www.europarl.europa.eu/topics/pl/article/20200827STO85804/sztuczna-inteligencja-co-to-jest-i-jakie-ma-zastosowania/> (dostęp: 15.06.2025 r.). Na tej stronie Parlamentu Europejskiego zostało wyjaśnione, że „sztuczna inteligencja to (SI) zdolność maszyn do wykazywania ludzkich umiejętności, takich jak rozumowanie, uczenie się, planowanie i kreatywność. Sztuczna inteligencja umożliwia systemom technicznym postrzeganie ich otoczenia, radzenie sobie z tym, co postrzegają i rozwiązywanie problemów, działając w kierunku osiągnięcia określonego celu. Komputer odbiera dane (już przygotowane lub zebrane za pomocą jego czujników, np. kamery), przetwarza je i reaguje. Systemy SI są w stanie do pewnego stopnia dostosować swoje zachowanie, analizując skutki wcześniejszych działań i działając autonomicznie”.

² *Czym jest sztuczna inteligencja?*, <https://www.sap.com/poland/products/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence.html/> (dostęp: 15.06.2025 r.). Należy zaznaczyć również, że „na poziomie podstawowym istnieją trzy kategorie sztucznej inteligencji: 1. Wąska sztuczna inteligencja (znana również jako słaba sztuczna inteligencja): system AI zaprojektowany do wykonywania określonego zadania lub zestawu zadań. Jest to typ AI używany w bieżących aplikacjach. Nazywa się to słabym nie dlatego, że brakuje mu mocy lub zdolności, ale dlatego, że daleko nam do tego, by mieć ludzkie zrozumienie lub świadomość, że korelujemy z prawdziwą inteligencją. Systemy te mają ograniczony zakres i nie mają możliwości wykonywania zadań poza ich konkretną domeną. Przykłady wąskiej sztucznej inteligencji obejmują asystentów głosowych, rozpoznawanie twarzy i mowy oraz samojezdne samochody; 2. Ogólna sztuczna inteligencja (znana również jako silna sztuczna inteligencja): teoretycznie system sztucznej inteligencji, który byłby w stanie skutecznie wykonać każde zadanie intelektualne, które człowiek mógłby – być może nawet lepiej niż człowiek. Podobnie jak w przypadku wąskich systemów AI, ogólne systemy AI byłyby w stanie uczyć się na podstawie doświadczenia, dostrzegać i przewidywać wzorce, ale miałyby zdolność do zrobienia kroku dalej, ekstrapolując tę wiedzę w szerokim zakresie zadań i sytuacji, które nie są uwzględniane przez wcześniejsze pozyskane dane lub istniejące algorytmy. Ogólna sztuczna inteligencja jeszcze nie istnieje, choć w tej dziedzinie trwają badania i rozwój z pewnymi obiecującymi postępami; 3. Superinteligentna sztuczna inteligencja: system AI zdefiniowany jako w pełni samoświadomy i przewyższający inteligencję ludzi. Teoretycznie systemy te miałyby zdolność do doskonalenia się i podejmowania decyzji z inteligencją ponadludzką. Poza zwykłym naśladowaniem lub identyfikacją ludzkiego zachowania, superinteligentna sztuczna inteligencja chwyci je na fundamentalnym poziomie. Dzięki tym ludzkim cechom – i dodatkowo rozszerzonym o masowe przetwarzanie i moc analityczną – może znacznie przekroczyć nasze własne zdolności. Gdyby powstał superinteligentny system AI, mógłby zmienić bieg historii człowieka, ale obecnie istnieje tylko w *science fiction* i nie ma znanej metody osiągnięcia tego poziomu AI”.

przez ekonomistów rolnych i doradców rolniczych, jak również samych rolników³. Jak wskazuje E. Lorencowicz, komputeryzacja procesów produkcyjnych oraz zarządzanie nimi przenoszą się w szybkim tempie ze sfery przemysłu i usług także do rolnictwa. Szybki rozwój elektroniki, ciągły postęp technologiczny oraz wzrastająca konkurencja na rynku wymuszają również w sektorze rolniczym wprowadzenie nowego etapu zarządzania⁴. Zapoczątkowanie terminu sztucznej inteligencji przypisuje się J. McCarthy'emu, który w 1955 r. na potrzeby konferencji naukowej sformułował koncepcję „maszyn, o których działaniu dałoby się powiedzieć, że są podobne do ludzkich przejawów inteligencji”⁵. Jak zaznacza A. Kubiak-Cyruł, mimo upływu czasu nie ma uniwersalnej definicji sztucznej inteligencji. Każda dyscyplina, która jest zainteresowana tą technologią, definiuje ją na własny użytek. Dlatego też tak ważne są inicjatywy służące wypracowaniu definicji o bardziej uniwersalnym charakterze, opartej na jedności co do jej podstawowych cech⁶. W zaleceniu Rady Europy w sprawie sztucznej inteligencji wskazano, że „system sztucznej inteligencji jest systemem opartym na maszynie, który dla wyraźnego lub ukrytego celu wyciąga wnioski, z otrzymanego wkładu, jak generować produkty takie jak prognozy, treść, zalecenia lub decyzje, które mogą wpływać na fizyczne lub wirtualne środowiska”⁷. Dnia 19 lutego 2020 r. Komisja Europejska wydała białą księgę w sprawie sztucznej inteligencji⁸. Jak zaznacza M. Ganczar, zostały w niej „określone mechanizmy, przy zastosowaniu których minimalizowane będą różnego rodzaju ryzyka związane z dynamicznym rozwojem sztucznej inteligencji na świecie. Jest to dokument, który prezentuje zbiór wytycznych, zasad i rekomendacji dotyczących rozwoju, wdrażania i stosowania sztucznej inteligencji”⁹.

Celem artykułu jest przede wszystkim wskazanie nowego zjawiska, jakim jest wykorzystywanie możliwości oferujących przez sztuczną inteligencję w sektorze

³ S. Figiel, *Rozwój sztucznej inteligencji i potencjalny wpływ jej zastosowań w rolnictwie na wykorzystanie siły roboczej i produktywność*, „Zagadnienia Ekonomiki Rolnej” 2022, nr 373(4), s. 6.

⁴ E. Lorencowicz, *Cyfrowe rolnictwo – cyfrowe zarządzanie*, „Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu” 2018, nr 4, s. 104.

⁵ P.J. Hayes, L. Morgenstern, *On John McCarthy's 80th Birthday, in Honor of His Contribution*, „AI Magazine” 2007, Vol. 28, No. 4, s. 93–102, http://www-formal.stanford.edu/leora/hayes_morgenstern_birthday_mccarthy.pdf/ (dostęp: 15.06.2025 r.).

⁶ A. Kubiak-Cyruł, *Rekomendacje OECD jako ramy etyczne i prawne dla rozwoju sztucznej inteligencji*, „Studia Prawnicze. Rozprawy i Materiały” 2020, nr 1(26), s. 106.

⁷ *Recommendation of the Council on Artificial Intelligence*, <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/oecd-legal-0449/> (dostęp: 15.06.2025 r.).

⁸ *Biała księga w sprawie sztucznej inteligencji. Europejskie podejście do doskonałości i zaufania*, COM/2020/65 final, 19.02.2020.

⁹ M. Ganczar, *Wykorzystanie sztucznej inteligencji w ochronie środowiska*, „Gdańskie Studia Prawnicze” 2023, nr 4(61), s. 298.

rolnictwa. Są to stosunkowo nowe działania, które poddawane są testom, obserwacjom i stanowią przedmiot dyskusji. Wobec tego tak ważne jest zapoznanie się szerzej z tą tematyką i odpowiedzenie sobie na pytanie, jak sztuczna inteligencja może pomóc w rolnictwie, a także jak sprostać nowym wymaganiom i jak zapobiec zagrożeniom, które mogą być z nią związane.

2. ZASTOSOWANIE SZTUCZNE INTELIGENCJI W ROLNICTWIE

Sztuczna inteligencja może dawać wiele korzyści w sektorze rolnictwa precyzyjnego. Dzięki wykorzystaniu takich metod, jak system obserwacji ziemi, zdjęć lotniczych oraz innowacyjnych czujników, rolnicy mogą w lepszy sposób wykorzystywać, a także oszczędzać cenne zasoby, zwiększając przy tym wydajność plonów. Zastosowanie takich rozwiązań może przyczynić się do korzyści dla nich oraz środowiska. Jako przykład stosowania nowoczesnych technologii warto wymienić projekt, który był finansowany ze środków Unii Europejskiej. Był to projekt *AgriBIT*, w którym naukowcy opracowali, a kolejno przetestowali różne nowe usługi rolnictwa precyzyjnego, które pozwoliły na wykorzystanie sztucznej inteligencji w celu usprawnienia europejskiego łańcucha wartości w obszarze rolnictwa. Projekt ten rozpoczął się 1 lipca 2021 r. i trwał do 30 czerwca 2024 r.¹⁰ Jego celem była poprawa łańcucha rolniczego poprzez dostarczenie znacznie większej precyzji, a także dokładniejszych i ciągle dostępnych usług w zakresie rolnictwa precyzyjnego. Pozwoliło to na połączenie nowych usług pozycjonowania, informacji o ochronie środowiska z czujnikami zastosowanymi na miejscu, technologii sztucznej inteligencji, a także wykorzystanie eksperckiej wiedzy rolniczej. Celem *AgriBIT* było dostarczenie konfigurowalnych oraz modułowych rozwiązań niezbędnych do różnego rodzaju zastosowań rolniczych oraz upraw. Dotyczyły one przede wszystkim takich elementów, jak:

- „analiza rynku i potrzeb,
- wyższe usługi lokalizacji precyzyjnej,
- europejskie źródło, wysoka precyzja Galileo,
- pakiet usług oferowanych dla rolników i doradców rolniczych,
- strategia na rzecz odpowiedniego wykorzystania usług,
- otwarta platforma zorientowana na usługi”¹¹.

¹⁰ *Sztuczna inteligencja usprawnia europejskie rolnictwo precyzyjne*, <https://cordis.europa.eu/article/id/454267-improving-europe-s-precision-agriculture-with-ai/pl> (dostęp: 15.06.2025 r.).

¹¹ *Intelligence system applied to precision farming*, <https://h2020-agribit.eu/> (dostęp: 15.06.2025 r.).

Sztuczna inteligencja pozwala w rolnictwie automatyzować wiele istotnych zadań. Dzięki temu możliwe jest zwiększenie efektywności w produkcji rolnej. Zapewnione jest także monitorowanie jakości plonów poprzez wykorzystywanie analizy danych z czujników, dzięki czemu możliwa jest szybka identyfikacja problemów w początkowych etapach wzrostu roślin. Rolnicy mogą zatem szybko reagować na zmieniające się warunki i wystąpienie potencjalnych zagrożeń. Automatyzacja pozwala także na zarządzanie nawadnianiem. Jest to możliwe dzięki temu, że inteligentne systemy potrafią dostosować ilość dostarczanej wody do wymaganych potrzeb upraw, dzięki czemu realna jest oszczędność wody, a także poprawa zbiorów. W precyzyjnym rolnictwie AI pozwala na planowanie optymalnego użycia nawozów, ograniczając ich zbyt dużą aplikację, chroniąc tym samym środowisko naturalne¹².

Dzięki sztucznej inteligencji możliwe jest także „przewidywanie warunków pogodowych oraz ich wpływu na uprawy. Wspiera to planowanie działań agrotechnicznych oraz lepsze zarządzanie całym gospodarstwem poprzez:

- wzrost efektywności,
- monitorowanie jakości plonów,
- zarządzanie nawadnianiem,
- planowanie użycia nawozów i pestycydów,
- przewidywanie warunków pogodowych,
- wsparcie całorocznej produkcji¹³.

Nowoczesne podejście do zagospodarowania ziemią, roślinami oraz zwierzętami pozwala na wykorzystanie zaawansowanej technologii do poprawy efektów produkcji rolnej. Głównym celem precyzyjnego rolnictwa jest przede wszystkim dostosowanie lepszych praktyk uprawowych oraz hodowlanych do indywidualnych warunków pola. Pozwala to na lepszą kontrolę nad zasobami, a także minimalizację wpływu na środowisko. Należy do tego zaliczyć zbieranie i analizę danych, mapowanie pola, automatyzowanie maszyn, czy też monitorowanie roślin¹⁴.

Sztuczna inteligencja pozwala zrewolucjonizować uprawy roślin dzięki przekształceniu tradycyjnych metod w nowoczesne oraz bardziej wydajne procesy. Dzięki możliwości analizy danych na bieżąco umożliwia efektywniejsze zarządzanie uprawami. Systemy oparte na AI pozwalają na dokładniejszą ocenę jakości owoców

¹² R. Niechciał, *Sztuczna inteligencja w rolnictwie – jak AI optymalizuje uprawy?*, <https://vestigio.agency/pl/artificial-intelligence/sztuczna-inteligencja-w-rolnictwie-jak-ai-optimalizuje-uprawy-i-zbiorniki/> (dostęp: 15.06.2025 r.).

¹³ *Ibidem*.

¹⁴ M. Sikorska, *Sztuczna inteligencja dla rolnictwa przyszłości!*, <https://agronomist.pl/artykuly/sztuczna-inteligencja-dla-rolnictwa-przyszlosci-caac9/> (dostęp: 15.06.2025).

na każdym etapie wzrostu, co przyczynia się do lepszej wydajności oraz jakości zbiorów. AI znajduje zastosowanie również w innych dziedzinach rolnictwa, pomaga:

- „optymalizować stosowanie nawozów i pestycydów,
- poprzez analizę potrzeb roślin, zmniejsza nadmierne użycie chemikaliów, co jest korzystne dla środowiska,
- umożliwia przewidywanie warunków pogodowych oraz zagrożeń dla pól¹⁵.

Wszystkie te możliwości ułatwiają planowanie działań agrotechnicznych, dzięki czemu rolnicy mogą znacznie szybciej dostosować się do nowych zmian, zwiększając tym samym szansę na uzyskanie wysokiej jakości plonów. Poprzez zastosowanie analizy danych oraz precyzyjne monitorowanie, sztuczna inteligencja staje się istotnym narzędziem we współczesnym rolnictwie, poprawiając wydajność, a także jakość produkcji rolnej. Nowoczesne technologie monitorowania i analizy danych, które dotyczą wzrostu roślin, pozwalają zidentyfikować problemy, takie jak szkodniki czy choroby roślin. Dzięki temu możliwe jest szybkie podjęcie działań naprawczych w celu ochrony roślin. Dostępna analiza danych generowanych przez sztuczną inteligencję pozwala na monitorowanie stanu zdrowia roślin, co pozwala na zastosowanie precyzyjnych nawozów i pestycydów. Takie sposoby działania zwiększają efektywność gospodarowania zasobami, a także minimalizują negatywny wpływ na środowisko naturalne. Sztuczna inteligencja ponadto ocenia warunki wzrostu roślin, co umożliwia lepsze planowanie prac agrotechnicznych. Wprowadzenie rozwiązań oferowanych przez sztuczną inteligencję zwiększa wydajność oraz poprawia jakość produktów, wobec tego możliwe jest spełnienie wysokich oczekiwań konsumentów, jak również utrzymanie konkurencyjności na rynku¹⁶.

Algorytmy uczenia maszynowego mogą być także stosowane do optymalizacji pracy maszyn rolniczych. Przykładem są kombajny czy ciągniki, w których możliwa jest optymalizacja trasy, prędkości oraz zużycia paliwa¹⁷.

Wykorzystanie sztucznej inteligencji do monitorowania upraw pozwala na zwiększenie efektywności produkcji rolnej, gdyż możliwe jest dokładne śledzenie wzrostu roślin. Możliwe jest także zmniejszenie negatywnego oddziaływania na środowisko dzięki wykorzystaniu zasobów naturalnych. Systemy, które bazują na sztucznej inteligencji, pozwalają na bardziej efektywne zarządzanie wodą oraz nawozami, co jest niezwykle istotne dla zrównoważonego rozwoju rolnictwa. Technologie te nie tylko pozwalają na zwiększenie produktywności, lecz także przycy-

¹⁵ R. Niechciał, *Sztuczna inteligencja w rolnictwie...*

¹⁶ *Ibidem*.

¹⁷ M. Sikorska, *Sztuczna inteligencja dla rolnictwa...*

niąją się do dążenia do zrównoważonego rozwoju w sektorze rolnym. Dodatkowo sztuczna inteligencja pozwala na prognozowanie wielkości plonów poprzez analizę danych dotyczących warunków uprawy. W tym celu uwzględnione są takie elementy, jak temperatura, wilgotność czy jakość gleby. Algorytmy uczenia maszynowego zbierają dane historyczne oraz aktualne zmienne, co pozwala na precyzyjne przewidywanie przyszłych zbiorów. Dzięki temu rolnicy mogą podejmować lepsze decyzje w zarządzaniu gospodarstwem. W tym przypadku wykorzystanie AI pokazuje, jak właściwa analiza danych może wspierać całoroczną produkcję rolną. Takie podejście pozwala na zwiększenie wydajności plonów, a także zminimalizowanie ryzyka strat, które są wynikiem nieprzewidzianych warunków atmosferycznych lub też innych czynników zewnętrznych. Zaawansowane algorytmy prognozowania sprawiają, że sztuczna inteligencja stanowi kluczowe narzędzie w nowoczesnym rolnictwie¹⁸. Wobec tego rolnicy stosują AI do takich zadań, jak:

- „zarządzanie nawadnianiem,
- precyzyjne dawkowanie nawozów,
- precyzyjne dawkowanie pestycydów.

To prowadzi do zmniejszenia zużycia chemikaliów i ochrony środowiska¹⁹.

Sztuczna inteligencja pełni kluczową rolę w zarządzaniu nawadnianiem, a także przyczynia się do zmniejszenia użycia wody. Dzięki zastosowaniu nowoczesnych systemów możliwe jest monitorowanie warunków glebowych oraz atmosferycznych, takich jak wilgotność gleby oraz śledzenie prognozy pogody. Daje to możliwość dostosowania ilości wody do obecnych potrzeb roślin, zmniejszając tym samym jej zużycie. Przykładem praktycznego zastosowania AI jest „projekt «inBerry», który wspiera efektywne zarządzanie nawadnianiem upraw jagód prowadzonych pionowo. Systemy oparte na sztucznej inteligencji analizują dane z czujników glebowych i meteorologicznych, co prowadzi do optymalizacji irygacji oraz zmniejszenia zużycia wody nawet o 30% w porównaniu z tradycyjnymi metodami²⁰. Dzięki wprowadzaniu takich rozwiązań rolnicy mogą nie tylko oszczędzać wodę, ale także zwiększyć jakość oraz wielkość swoich plonów. Sztuczna inteligencja ponadto pozwala na szybkie wykrycie problemów związanych z jej niedoborem lub nadmiarem, pozwalając na wprowadzenie natychmiastowych rozwiązań, minimalizując tym samym ryzyko strat. Wprowadzenie działań opartych na sztucznej inteligencji do systemów nawadniania pozwala również na ochronę środowiska przez zużycie mniejszej ilości chemikaliów stosowanych do oczyszczania zasobów wodnych i zredukowania emisji dwutlenku węgla. Dodatkowo systemy pozwalają na analizę danych zebranych

¹⁸ R. Niechciał, *Sztuczna inteligencja w rolnictwie...*

¹⁹ *Ibidem.*

²⁰ *Ibidem.*

nych z czujników umieszczonych na polach. Zbierają one informacje o wilgotności gleby, monitorują zmiany w temperaturze, jak również wykrywają obecność szkodników. Tak dokładna analiza pozwala na przewidywanie rozwoju chorób, a także pojawienie się szkodników. AI jest w stanie zaproponować metody zwalczania zagrożeń, chroniąc tym samym środowisko. Dzięki takim funkcjom możliwa jest poprawa jakości produkcji rolnej oraz efektywniejsze zarządzanie zasobami naturalnymi. W takim wypadku rolnicy mogą dokładnie dostosować swoje działania do potrzeb plantacji, co może skutkować ich wydajnością oraz większą konkurencyjnością na rynku. Możliwe jest w tym przypadku precyzyjne planowanie płodozmianu, monitorowanie stanu gleby i bioróżnorodności, lepsze zarządzanie dostępnymi zasobami, obniżenie emisji gazów cieplarnianych i ochrona lokalnych ekosystemów. Sztuczna inteligencja jest w stanie przewidywać zmiany klimatyczne oraz skutki dla plonów, dostosowując odpowiednie strategie zarządzania gospodarstwem. W takim wypadku rolnictwo staje się bardziej odporne na zmieniające się warunki klimatyczne, a także lepiej przygotowane na kolejne wyzwania ekologiczne²¹.

3. PODSUMOWANIE

Przedstawione w powyższym artykule możliwości, jakie stwarza sztuczna inteligencja dla rolnictwa, pozwoliły na wskazanie istoty tego zagadnienia i konieczności podejmowania obserwacji i dyskusji na ten temat. Mimo tego, że sztuczna inteligencja przynosi wiele korzyści w rolnictwie, to może również powodować pewne wyzwania i zagrożenia. Wdrażanie sztucznej inteligencji w rolnictwie wiąże się z licznymi wyzwaniami technologicznymi, takimi jak:

- „dostęp do odpowiednich danych,
- łączenie nowych technologii z istniejącymi systemami,
- szkolenie pracowników w zakresie nowych technologii,
- koszty wdrożenia AI dla mniejszych gospodarstw”²².

Jednym z takich wyzwań jest dostęp do odpowiednich danych, który jest niezbędny dla efektywnego funkcjonowania systemów AI. Informacje, które są gromadzone w tych systemach, muszą być bardzo dokładne i często aktualizowane, dzięki temu możliwe są precyzyjne analizy i prognozowanie. Dużym wyzwaniem jest także połączenie nowych technologii z działającymi już systemami. Obecnie rolnicy stają przed wyzwaniem adaptacji tradycyjnych metod do wymogów nowoczesnego rolnictwa. Wymaga to jednak zgodności sprzętu i oprogramowania. Niezbędna

²¹ *Ibidem.*

²² *Ibidem.*

jest spójna współpraca między różnorodnymi technologiami, gdyż dopiero wtedy procesy produkcji będą harmonijne. Kolejnym ważnym aspektem jest szkolenie pracowników w zakresie używania zaawansowanych narzędzi, a także zrozumienia nowoczesnych technologii. Wymusza to często inwestycje czasowe i finansowe przeznaczone na edukację rolników. Wyzwaniem związanym ze sztuczną inteligencją są również koszty wdrożenia nowych systemów, co dla mniejszych gospodarstw może stanowić dużą barierę. Inwestowanie w nowoczesne technologie w takim przypadku może być nie zawsze osiągalne dla wszystkich rolników. Wobec tego istotne jest poszukiwanie finansowych rozwiązań, które pozwolą na wspieranie mniejszych jednostek²³. Z pewnością podejmowane działania i wprowadzane zmiany zrewolucjonizują sektor rolnictwa na całym świecie. Wszystkie te działania muszą być jednak wprowadzane rozważnie, aby zapobiec negatywnym efektom tych zmian.

REFERENCES

- Czym jest sztuczna inteligencja?, <https://www.sap.com/poland/products/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence.html/> (dostęp: 15.06.2025 r.)
- Figiel S., *Rozwój sztucznej inteligencji i potencjalny wpływ jej zastosowań w rolnictwie na wykorzystanie siły roboczej i produktywność*, „Zagadnienia Ekonomiki Rolnej” 2022, nr 373(4)
- Ganczar M., *Wykorzystanie sztucznej inteligencji w ochronie środowiska*, „Gdańskie Studia Prawnicze” 2023, nr 4(61)
- Hayes P.J, Morgenstern L., *On John McCarthy's 80th Birthday, in Honor of His Contribution*, „AI Magazine” 2007, Vol. 28, No. 4, http://www-formal.stanford.edu/leora/hayes_morgenstern_birthday_mccarthy.pdf/ (dostęp: 15.06.2025 r.)
- Intelligence system applied to precision farming*, <https://h2020-agribit.eu/> (dostęp: 15.06.2025 r.)
- Kubiak-Cyruł A., *Rekomendacje OECD jako ramy etyczne i prawne dla rozwoju sztucznej inteligencji*, „Studia Prawnicze. Rozprawy i Materiały” 2020, nr 1(26)
- Lorencowicz E., *Cyfrowe rolnictwo – cyfrowe zarządzanie*, „Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu” 2018, nr 4
- Niechciał R., *Sztuczna inteligencja w rolnictwie – jak AI optymalizuje uprawy?*, <https://vestigio.agency/pl/artificial-intelligence/sztuczna-inteligencja-w-rolnictwie-jak-ai-optymalizuje-uprawy-i-zbiorniki/> (dostęp: 15.06.2025 r.)
- Recommendation of the Council on Artificial Intelligence*, <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/oecd-legal-0449/> (dostęp: 15.06.2025 r.)
- Sikorska M., *Sztuczna inteligencja dla rolnictwa przyszłości!*, <https://agronomist.pl/artykuly/sztuczna-inteligencja-dla-rolnictwa-przyszlosci-caac9/> (dostęp: 15.06.2025 r.)
- Sztuczna inteligencja usprawnia europejskie rolnictwo precyzyjne*, <https://cordis.europa.eu/article/id/454267-improving-europe-s-precision-agriculture-with-ai/pl> (dostęp: 15.06.2025 r.)
- Sztuczna inteligencja: co to jest i jakie ma zastosowania?*, <https://www.europarl.europa.eu/topics/pl/article/20200827STO85804/sztuczna-inteligencja-co-to-jest-i-jakie-ma-zastosowania/> (dostęp: 15.06.2025 r.)

²³ *Ibidem*.