

Wykorzystanie sztucznej inteligencji w rolnictwie

Maciej Podstawka

Abstrakt

W dzisiejszych czasach trudno wyobrazić sobie świat bez udziału technologii takich jak sztuczna inteligencja (ang. *Artificial Intelligence*, AI) – zarówno na płaszczyźnie gospodarczej, jak i społecznej. Pojęcie to zostało sformułowane w 1956 roku na konferencji w Dartmouth przez J. McCarthy'ego, amerykańskiego informatyka, którego nazywa się w środowisku niekiedy „ojcem sztucznej inteligencji”¹. Wówczas, we wspomnianej miejscowości leżącej w stanie New Hampshire, wygłosił on tezę, że każdy precyzyjnie opisany aspekt uczenia się czy innego rodzaju inteligencji może zostać zasymulowany przez maszyny². Początki rozwoju sztucznej inteligencji, definiowanej przez encyklopedię PWN jako dziedzina nauki zajmująca się badaniem mechanizmów ludzkiej inteligencji oraz modelowaniem i konstruowaniem systemów, które są w stanie wspomagać lub zastępować inteligentne działania człowieka³, sięgają zatem lat 50. XX wieku. Ta gałąź informatyki – wraz z postępującym globalnym rozwojem technologicznym, który mogliśmy zaobserwować na przestrzeni ostatnich dekad – wzbudzała coraz większe zainteresowanie uczonych. Intensywny rozwój sztucznej inteligencji szczególnie zauważalny stał się w XXI wieku, kiedy to spopularyzowano wykorzystywanie oprogramowania AI do celów zawodowych. Proces ten przyczynił się znacznie do optymalizacji narzędzi pracy, a także do mechanizacji i automatyzacji wielu procesów – produkcyjnych i nie tylko. Rozwój uczenia maszynowego oraz zaawansowanych technologii opierających się na sztucznej inteligencji zmienił nie tylko współczesne oblicze różnorodnych gałęzi przemysłu, lecz także wpłynął na transformację sektora rolniczego. Do największych zalet płynących z tego procesu bez

1. K. Ciesielska, *Ewolucja sztucznej inteligencji – 67 lat rozwoju*, Magazyn Brandsit, <https://www.magazyn.brandsit.pl/ewolucja-sztucznej-inteligencji-67-lat-rozwoju/>, dostęp 18.02.2025.

2. Ibidem.

3. Encyklopedia PWN; <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/sztuczna-inteligencja;3983490.html>, dostęp 18.02.2025.

Maciej Podstawka, magister stosunków międzynarodowych i zarządzania na Uniwersytecie Warszawskim.

wątpienia należą: efektywne zarządzanie zasobami w rolnictwie, precyzyjne monitorowanie upraw i chowu zwierząt gospodarskich w czasie rzeczywistym czy skuteczniejsze ograniczenie negatywnego wpływu na środowisko naturalne. Za pośrednictwem mocy obliczeniowej, którą dysponują algorytmy sztucznej inteligencji zaadaptowane na potrzeby działań rolniczych, możliwe jest m.in. przewidywanie plonów z wysoką dokładnością, optymalizacja zużycia wody i nawozów oraz wczesne wykrywanie chorób roślin i szkodników. Mimo wyraźnych korzyści, które sztuczna inteligencja jest w stanie zapewnić rolnictwu, to jej wdrożenie na masową skalę w tym sektorze wiązać się będzie też z pewnymi wyzwaniami. Wydaje się, że za największe z nich uznać można koszty wdrożenia oraz utrzymania czy możliwość potencjalnych awarii oprogramowania, które mogą prowadzić do poważnych przestojów i spowolnień w procesie produkcji. Pomimo to rozwój AI w rolnictwie jest nieunikniony.

Celem opracowania jest ukazanie perspektyw wykorzystania sztucznej inteligencji w działalności rolniczej.

Hipoteza: Sztuczna inteligencja coraz bardziej kompleksowo i coraz częściej wykorzystywana jest w produkcji rolniczej, roślinnej i zwierzęcej.

Słowa kluczowe: KRUS, rolnictwo, produkcja roślinna, produkcja zwierzęca, sztuczna inteligencja (AI).

Wstęp

Współczesne rolnictwo musi dziś stawić czoła wielu wyzwaniom – poczynwszy od zmian klimatycznych, przez rosnące zapotrzebowanie żywnościowe, po konieczność zrównoważonego zarządzania zasobami naturalnymi. Coraz częściej w rozwiązywaniu wyzwań z tym związanych skutecznie pomagają nowoczesne technologie, m.in. sztuczna inteligencja (AI), która z każdym rokiem bez wątpienia zyskuje na znaczeniu w procesie przemian sektora rolniczego. Dzięki AI rolnicy mogą podejmować bardziej optymalne decyzje, skuteczniej prowadzić swoje gospodarstwa oraz ograniczać negatywny wpływ na środowisko. Poniższy tekst traktuje o tym, czym dokładnie jest sztuczna inteligencja i jakie jest jej praktyczne zastosowanie w rolnictwie.

Czym jest i jak działa sztuczna inteligencja?

Według definicji opracowanej przez Radę Europejską, instytucję Unii Europejskiej, sztuczna inteligencja to „wykorzystywanie technologii cyfrowej do tworzenia systemów, które mogą wykonywać zadania wymagające zazwyczaj interwencji człowieka”⁴. Sztuczna inteligencja ma zatem służyć naśladowaniu czy odwzorowywaniu myślenia ludzkiego umysłu. System jej działania można ująć w następujących czterech krokach⁵:

- 1) analiza dużych ilości danych wejściowych,
- 2) rozpoznanie wzorców za pomocą algorytmów,
- 3) wykonanie zadań,
- 4) ciągłe uczenie się i doskonalenie rezultatów.

Tak więc, im więcej przykładów i danych zostaje przedstawionych sztucznej inteligencji, tym bardziej precyzyjne stają się proponowane przez nią wyniki czy rozwiązania. W zakres AI wchodzi takie zagadnienia jak algorytmy ewolucyjne, heurystyka, algorytmy genetyczne, systemy ekspertowe, sztuczne sieci neuronowe oraz logika rozmyta⁶. Co więcej, według podziału zaproponowanego przez Radę Europejską, sztuczną inteligencję wykorzystuje się, aby służyła takim sektorom jak:

- 1) produkcja,
- 2) bezpieczeństwo,
- 3) edukacja,
- 4) opieka zdrowotna,
- 5) energetyka,
- 6) transport⁷.

Jej zastosowanie dotyczy także więc pośrednio sektora rolniczego, a konkretnie produkcji roślin i chowu zwierząt, bezpieczeństwa upraw rolnych, jak również łańcucha dostaw.

4. Rada Europejska, <https://www.consilium.europa.eu/pl/policies/ai-explained/>, dostęp 19.20.2025.

5. Ibidem.

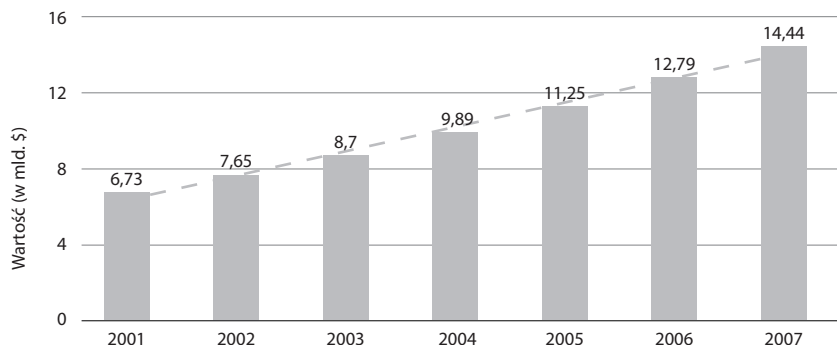
6. K. Różanowski, *Sztuczna inteligencja: rozwój, szanse i zagrożenia*, „Zeszyty Naukowe: Warszawska Wyższa Szkoła Informatyki” 2007, nr 2, s. 115.

7. Rada Europejska, <https://www.consilium.europa.eu/pl/policies/ai-explained/>, dostęp 19.20.2025.

Rolnictwo precyzyjne

Rozważania na temat wykorzystania technologii w rolnictwie należy zacząć od przedstawienia pojęcia rolnictwa precyzyjnego. Takim określeniem nazywa się kompleksowy system gospodarowania umożliwiający precyzyjną kontrolę produkcji przy użyciu zbioru odpowiednich systemów technologicznych. Rolnictwo precyzyjne obejmuje określenie zmian plonów na polu uprawnym i ich przyczyn, wprowadzanie możliwych rozwiązań na podstawie racjonalności ekonomicznej oraz wdrażania nowych technologii⁸. Jego wykorzystanie służy osiągnięciu optymalizacji kosztów i przychodów, a także poprawie warunków środowiska naturalnego. Rolnictwo precyzyjne jest bowiem szczególnie istotne w świetle zmian klimatycznych i rosnącej liczby ludności na świecie, ponieważ pomaga zmniejszyć zużycie zasobów i osiągnąć maksymalny potencjał zbiorów⁹. Nic więc dziwnego, że ten innowacyjny model produkcji rolnej staje się coraz bardziej popularny w skali globalnej. Poniżej przedstawiona została prognoza wartości światowego rynku rolnictwa precyzyjnego w latach 2021–2027 opracowana przez niemiecką firmę Statista, specjalizującą się w opracowywaniu raportów na podstawie przeprowadzonych uprzednio badań rynkowych. Wyraźny trend wzrostowy można łatwo zauważyć na wykresie 1 – chodzi tu o wzrost wartości rolnictwa precyzyjnego w skali światowej.

Wykres 1. Prognozowana wartość rynku rolnictwa precyzyjnego na świecie w latach 2021–2027



Źródło: Statista, <https://www.statista.com/statistics/721921/forecasted-market-value-of-precision-farming-worldwide/>, dostęp 12.03.2025.

8. Y. Huang, Y. Qian, H. Wei et al., *A survey of deep learning-based object detection methods in crop counting*, „Computers and Electronics in Agriculture” 2023, Vol. 215, 108425.
9. M. Sanyaolu, A. Sadowski, *The Role of Precision Agriculture Technologies in Enhancing Sustainable Agriculture*, „Sustainability” 2024, Vol. 16(15).

Badanie z 2021 roku przeprowadzone przez Association of Equipment Producers, amerykańskie stowarzyszenie działające w sektorze rolniczym i budowniczym, ukazuje natomiast wymierne korzyści wynikające z zastosowania rolnictwa precyzyjnego. Według tych danych rolnicy z badanej grupy osiągnęli konkretne, mierzalne efekty:

- produkcja roślinna wzrosła o 4%,
- efektywność stosowania nawozów poprawiła się o 7%,
- zużycie herbicydów i pestycydów zmniejszyło się o 9%,
- zużycie paliw kopalnych spadło o 6%,
- zużycie wody zostało ograniczone o 4%¹⁰.

Rozwój rolnictwa precyzyjnego nie byłby możliwy bez zastosowania narzędzi i systemów wykorzystujących sztuczną inteligencję. Za ich pośrednictwem odbywa się analiza danych, a także ich ocena i weryfikacja, co przyczynia się całościowo do optymalizacji upraw rolnych. Urządzenia takie jak specjalistyczne drony, czujniki czy maszyny z wbudowanym systemem GPS nieustannie przekształcają rolnictwo. Dzięki nim, rolnicy mają przykładowo możliwość mapowania pola, analizowania w czasie rzeczywistym danych dotyczących warunków upraw czy automatyzacji zadań natury rolniczej. Systemy AI umożliwiają z kolei, na podstawie modeli uczenia maszynowego, prognozowanie optymalnych zabiegów dotyczących uprawy. Wszystkie te działania przyczyniają się również do optymalizacji wykorzystania zasobów, co przekłada się na efektywniejsze planowanie nawożenia, nawadniania czy stosowanie środków ochronnych dla roślin.

Inteligentne zarządzanie zasobami

Aby osiągnąć optymalizację kosztów i przychodów, jak również zwiększyć poziom uzyskiwanych plonów, należy jak najefektywniej zarządzać zasobami niezbędnymi do uprawy rolnej. Systemy nawadniania i nawożenia gleby wykorzystujące sztuczną inteligencję dzięki pomiarom dokonywanym w czasie rzeczywistym pozwalają na wydajniejszą dystrybucję zasobów niż w przypadku tradycyjnych metod. Wykorzystanie sztucznej inteligencji ma kluczowe znaczenie zwłaszcza w regionach, które przez pryzmat uwarunkowań geograficznych nie są obfite w wodę ze względu na niskie opady deszczu oraz brak zbiornika czy cieków wodnych. Ponadto rolnictwo jest jednym z sektorów o największym zapotrzebowaniu na zużycie wody, dlatego

10. Association of Equipment Producers, <https://www.aem.org/news/the-environmental-benefits-of-precision-agriculture-quantified>, dostęp 19.02.2025.

odgrywa istotną rolę w definiowaniu podejścia do oszczędzania wody¹¹. W takich okolicznościach zastosowanie inteligentnego zarządzania zasobami przyczynia się także do ograniczenia negatywnych skutków dla środowiska.

Specjalistyczne czujniki, dzięki którym funkcjonują inteligentne systemy zarządzania zasobami rolnymi wykorzystują innowacyjne technologie i stale ewoluują. Zapewniają one dostęp do danych dotyczących gleby, pogody, a także samych pól, na których podstawie ustalane są harmonogramy dystrybucji zasobów takich jak woda, nawozy czy oświetlenie (warunki szklarniowe). Przykładowo, ilość wody potrzebna konkretnym roślinom oceniana jest przez pryzmat etapu ich wzrostu, klimatu, rodzaju uprawy, a także wilgotności gleby czy warunków atmosferycznych. Systemy AI wykorzystują specjalne algorytmy, które pozwalają obliczyć zmiany wilgotności gleby pod uprawy rolne w zależności od wspomnianych wcześniej czynników. Cała produkcja zyskuje charakter zautomatyzowanego procesu opartego na danych zbieranych w czasie rzeczywistym, dzięki czemu może na bieżąco dostosowywać się do zmieniających się warunków.

Inteligentne monitorowanie upraw

Jedną z większych zalet wykorzystania sztucznej inteligencji w rolnictwie jest zdalne monitorowanie i kontrola upraw. Za pomocą specjalistycznych systemów rolnicy są w stanie odczytywać w czasie rzeczywistym m.in. dane dotyczące temperatury, wilgotności, poziomu oświetlenia czy nawet wytwarzanego dwutlenku węgla. Dzięki temu możliwa jest weryfikacja niedoborów, niezbędnych składników odżywczych czy też wykrywanie na wczesnym etapie potencjalnego rozwoju chorób roślin bądź występowania chwastów i szkodników. W takich okolicznościach efektywnie ogranicza się używanie środków chemicznych przy uprawie, na przykład pestycydów, co przekłada się na zdrowie roślin oraz mniejsze zanieczyszczenie środowiska. Odpowiednio zaprogramowane modele AI przyczyniają się ogólnie zatem do zwiększenia wydajności w rolnictwie, a także redukcji zużycia wody czy zanieczyszczenia środowiska. Wśród nowoczesnych narzędzi monitorowania upraw można wyszczególnić:

1. Czujniki: umieszczone bezpośrednio na polu, zapewniają stały dostęp do danych w czasie rzeczywistym na temat fundamentalnych parametrów takich jak wilgotność gleby czy temperatura. Zapewniają one szczegółowy wgląd, który

11. V. Lattore, L.C. Zingali, C. Bragalli et al., *Smart Water Management in Agriculture: a Proposal for an Optimal Scheduling Formulation of a Gravity Water Distribution System* [w:] *IEEE International Workshop on Metrology for Agriculture and Forestry (MetroAgriFor)*, Institute of Electrical and Electronics Engineers, listopad 2020.

pozwała na precyzyjne dostosowanie nawadniania, nawożenia i innych praktyk związanych z zarządzaniem zasobami¹².

2. **Drony**: wyposażone w kamery i czujniki wysokiej jakości pozwalają na dokładne monitorowanie stanu upraw. Dzięki nim z łatwością można dokonać oceny wzrostu roślin, pojawienia się ewentualnej plagi szkodników i niedoborów składników odżywczych na poziomie szczegółowym¹³.
3. **Zdjęcia satelitarne**: oferują szeroką perspektywę upraw i warunków środowiskowych na dużych obszarach. Są one szczególnie przydatne do śledzenia długoterminowych zmian dotyczących uprawy takich jak degradacja gleby bądź wpływ warunków pogodowych na pola¹⁴. Na przykładzie Polski widać, że zdjęcia satelitarne – dzięki swojej precyzji – mogą zastąpić dotychczasowe komisje powoływane przez wojewodów do szacowania strat w uprawach. Satelitarne zdjęcia upraw mogą być wykorzystywane również w ubezpieczeniach rolniczych – jako narzędzie do precyzyjnego określania wysokości strat.

Co więcej, analizując wzorce pogodowe, warunki glebowe i dane historyczne, modele AI mogą przewidywać plony z dużą dokładnością. Predykcje sztucznej inteligencji oparte na modelach prognostycznych pomagają rolnikom planować produkcję, efektywnie zarządzać zasobami, a także ograniczać sumarycznie marnotrawstwo żywności przy produkcji rolnej.

Chów zwierząt gospodarskich a wykorzystanie AI

Sztuczna inteligencja, oprócz przyczyniania się do optymalizacji upraw, w analogiczny sposób wspiera także inną istotną gałąź rolnictwa, jaką jest chów zwierząt gospodarskich. Dzięki nowoczesnym technologiom rolnicy mogą przede wszystkim zautomatyzować proces karmienia i pojenia zwierząt, a także proces produkcyjny, np. za pomocą automatycznego zbierania jajek czy dojenia krów. Systemy oparte na sztucznej inteligencji w chowie zwierząt gospodarskich, tak jak w przypadku uprawy roślin, zwiększają ogólną efektywność wykorzystania zasobów. Co również istotne, rolnicy mogą znacznie skuteczniej sprawować opiekę nad zwierzętami gospodarskimi. Za pomocą zaadaptowanej na potrzeby rolnictwa technologii biometrycznej

12. Alteia, <https://alteia.com/resources/blog/crop-monitoring/>, dostęp 3.03.2025.

13. Ibidem.

14. Ibidem.

identyfikacji, którą pierwotnie opracowano do rozpoznawania twarzy ludzi¹⁵, rolnicy mogą stale śledzić stan swojego żywego inwentarza. Rozwiązanie to umożliwia precyzyjną obserwację zdrowia, odżywiania i zachowań poszczególnych zwierząt. Warto przy tym zaznaczyć, że wspomniany system identyfikacji jest dziś rozwinięty do tego stopnia, że szczegółowo rozróżnia między sobą poszczególne zwierzęta tego samego gatunku. Na przykładzie bydła: obraz z kamer, zintegrowanych ze specjalistycznym systemem opartym na algorytmach sztucznej inteligencji, pozwala rozpoznać konkretne zwierzę na podstawie jego unikalnych cech wyglądu¹⁶. W ten sposób algorytmy oparte na sztucznej inteligencji nieustannie gromadzą i zapisują dane, a następnie nimi zarządzają, co umożliwia z kolei dokładne monitorowanie stanu zdrowotnego każdej z krów.

Oprócz zastosowania kamer przy chowie zwierząt gospodarskich, powszechnie stosuje się również zaawansowane technologicznie czujniki, które też gromadzą szereg kluczowych informacji. Mogą być one umieszczane zarówno bezpośrednio na skórze zwierząt, jak i w pomieszczeniach, gdzie przetrzymuje się zwierzęta. Przykładem pierwszego zastosowania sensorów może być precyzyjne monitorowanie czasu porodu zwierząt. Drugim – badanie w czasie rzeczywistym warunków dla środowiska produkcji zwierzęcej, co pozwala m.in. na wczesne wykrycie potencjalnych ognisk chorób. Wykorzystując uczenie maszynowe i modele prognozowania, rolnicy mogą wcześniej wykrywać wszelkie anomalie, a przez to ograniczać ryzyko i poprawiać ogólny dobrostan inwentarza¹⁷.

Przyszłość sztucznej inteligencji w rolnictwie

Wraz z upływem czasu można spodziewać się dalszego rozwoju sztucznej inteligencji w rolnictwie – zarówno pod względem postępu technologicznego, jak i coraz szerszego zastosowania w praktyce. Postępy w robotyce, automatyce, biotechnologii, uczeniu maszynowym i analizie danych będą szczególnie sprzyjać temu zjawisku. W obliczu prognoz przewidujących ciągły wzrost liczby ludności na świecie w najbliższych dekadach, kwestią naturalną jest także wzrost ogólnego popytu na jedzenie.

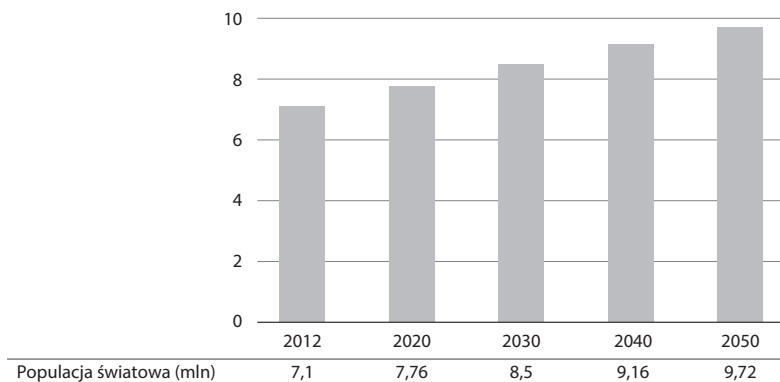
15. S. Mahato, S. Neethirajan, *Integrating Artificial Intelligence in dairy farm management – biometric facial recognition for cows*, Information Processing in Agriculture, 2024.

16. Ibidem.

17. J. Pawar, R. Sonavale, Prajka S. Sarkale, *Transforming Cattle Farming with Artificial Intelligence: Innovations, Applications, and Implications for Precision Livestock Management and Sustainable Agriculture Practices*, „Revista Electrónica de Veterinaria”, Vol. 25, No. 1, s. 525.

Nieuniknionym zjawiskiem, silnie skorelowanym z powiększaniem się globalnej populacji, jest zatem wzrost produkcji rolniczej. Poniżej wykres 2 przedstawia prognozę wzrostu światowej populacji, podczas gdy wykres 3 – prognozę światowej produkcji pól na gruntach ornych, opracowane przez Organizację Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa (skrót ang. FAO).

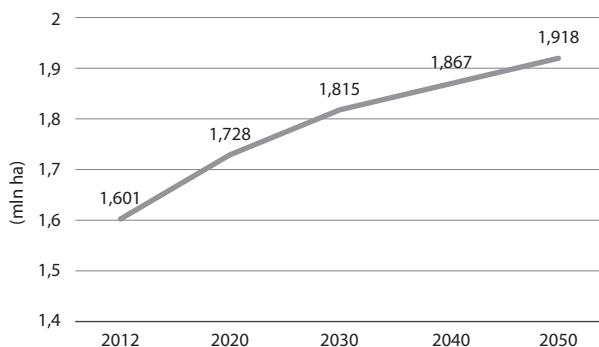
Wykres 2. Prognoza populacji na świecie do 2050 roku



* Wartości zaokrąglone

Źródło: Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa (FAO), <https://www.fao.org/global-perspectives-studies/food-agriculture-projections-to-2050/en/>, dostęp 23.03.2025.

Wykres 3. Prognoza globalnej produkcji rolniczej na gruntach ornych do 2050 roku



* Wartości zaokrąglone

Źródło: Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa (FAO), <https://www.fao.org/global-perspectives-studies/food-agriculture-projections-to-2050/en/>, dostęp 23.03.2025.

W takich okolicznościach dla przyszłości rolnictwa koniecznością stanie się optymalizacja wydajności produkcji rolniczej, a także efektywna minimalizacja strat żywności oraz jak najlepsze zarządzanie zasobami. Rozwój sztucznej inteligencji w rolnictwie wydaje się zatem być obligatoryjny. Z każdym kolejnym rokiem staje się to coraz bardziej koniecznością, aniżeli futurystyczną wizją rozwoju tej gałęzi gospodarki. Warto przy tym także zaznaczyć, że sama analiza danych na przestrzeni lat i wnioski z niej płynące pozwolą na podejmowanie lepszych decyzji dotyczących struktury i kształtu upraw, a także rolniczej produkcji zwierzęcej. Postępująca cyfrowa transformacja rolnictwa stanowić będzie więc klucz do optymalizacji produkcji rolniczej, a co za tym idzie – bezpieczeństwa żywnościowego całej światowej populacji.

Wyzwania sztucznej inteligencji w rolnictwie

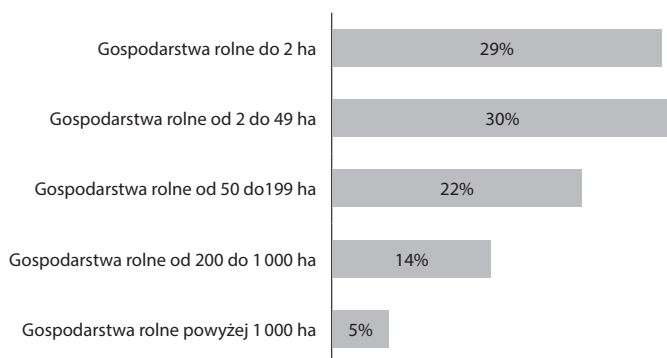
Kluczowym wyzwaniem związanym z zastosowaniem sztucznej inteligencji w rolnictwie stanowi implementacja na dużą skalę. Przeszkodę stanowią w tym przypadku wysokie koszty inwestycyjne, które mogą okazać się barierą dla wdrożenia oraz utrzymania tego rozwiązania dla rolników prowadzących swoją działalność w małych gospodarstwach rolnych. W zależności od kraju, w różnoraki sposób interpretuje się pojęcie „małe gospodarstwo rolne”. Powszechnie jednak możemy przyjąć, że za takie gospodarstwa uważa się te, które posiadają mniej niż 1 ha, 2 ha lub 5 ha powierzchni użytków rolnych¹⁸. Według statystyk z 2018 roku, aż 84% z 570 milionów gospodarstw rolnych na świecie to gospodarstwa o powierzchni wynoszącej mniej niż 2 hektary¹⁹. Te z kolei odpowiedzialne były aż za 29% globalnej produkcji roślinnej przeznaczonej na żywność, paszę dla zwierząt oraz paliwa²⁰.

18. M. Dudzińska, K. Kocur-Bera, *Definicja Małego Gospodarstwa Rolnego*, „Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich” 2013, Nr 1/IV, s. 22.

19. World Economic Forum, <https://www.weforum.org/stories/2021/10/fuel-food-work-world-farms-agriculture/>, dostęp 23.03.2025.

20. Statista, <https://www.statista.com/chart/25902/share-of-global-crop-production-by-farm-size/>, dostęp 23.03.2025.

Wykres 4. Udział globalnej produkcji roślinnej na żywność, paszę dla zwierząt i paliwa według wielkości gospodarstwa w 2018 roku



Źródło: Statista na bazie danych Our World Data, <https://www.statista.com/chart/25902/share-of-global-crop-production-by-farm-size/>, dostęp 23.03.2025.

W takich okolicznościach należałoby się zastanowić nad opracowaniem modeli wsparcia finansowego bądź technologicznego dla małych gospodarstw rolnych, np. za pośrednictwem dotacji, subwencji czy programów współdzielenia technologii. W innym przypadku wielce prawdopodobne jest, że rozwarstwienie dotyczące wydajności pracy w małych (do 2 ha) i większych gospodarstwach rolnych będzie ulegać stałemu pogłębieniu. Dodatkowe wyzwanie stanowi także cyfrowe wykluczenie, które dotyka wielu rolników – szczególnie w tych regionach, gdzie dostęp do internetu czy urządzeń niezbędnych do wprowadzenia nowoczesnych technologii do rolnictwa jest ograniczony bądź niemożliwy. Dysonans występujący na tej płaszczyźnie pomiędzy osobami prowadzącymi działalność rolniczą może tym samym przyczynić się do pogłębiania nierówności między małymi a dużymi gospodarstwami rolnymi. Tym samym brak kompetencji cyfrowych stanowi niebagatelną przeszkodę w efektywnym wykorzystywaniu technologii bazujących na sztucznej inteligencji.

Jednym z wyzwań związanych z wykorzystywaniem systemów opartych na sztucznej inteligencji w rolnictwie jest ryzyko poważnych przestojów w pracy w przypadku awarii oprogramowania. Zautomatyzowane rozwiązania rolnicze naturalnie są w stanie zwiększyć wydajność produkcji rolnej, w przypadku każdorazowej awarii mogą jednak prowadzić do poważnych przestojów. Wydaje się, że istotne jest zatem prowadzenie szkoleń dla rolników z zastosowania sztucznej inteligencji w produkcji rolniczej.

Zakończenie

Sztuczna inteligencja niewątpliwie już stała się jednym z bardzo istotnych elementów współczesnego rolnictwa – pozwala nie tylko na zwiększenie efektywności produkcji, lecz także na poprawę jakości plonów, dobrostanu zwierząt oraz optymalnego gospodarowania zasobami. Możliwości technologiczne w rolnictwie są ogromne, jednak aby w pełni je wykorzystać, niezbędne są odpowiednie inwestycje – zarówno w narzędzia czy infrastrukturę, jak i w edukację rolników na tej płaszczyźnie. Bez wątpienia w najbliższych latach możemy oczekiwać dalszego rozwoju technologii wspierających rolnictwo. Tym samym ważne będzie odpowiedzialne wdrażanie tych rozwiązań, by w miarę możliwości mogły z nich korzystać gospodarstwa każdej wielkości i każdy rolnik. Poprzez wspieranie kluczowych decyzji rolników i automatyzację procesów, sztuczna inteligencja może realnie przyczynić się do tego, by rolnictwo na całym świecie stało się bardziej zrównoważone. Tym samym nie ulega wątpliwości, że sztuczna inteligencja coraz częściej i szerzej znajduje zastosowanie w produkcji roślinnej oraz w produkcji zwierzęcej.

Bibliografia

- Alteia**, <https://alteia.com/resources/blog/crop-monitoring/>, dostęp 3.03.2025.
- Association of Equipment Producers**, <https://www.aem.org/news/the-environmental-benefits-of-precision-agriculture-quantified>, dostęp 19.02.2025.
- Ciesielska K.**, *Ewolucja sztucznej inteligencji – 67 lat rozwoju*, Magazyn Brandsit, <https://www.magazyn.brandsit.pl/ewolucja-sztucznej-inteligencji-67-lat-rozwoju/>, dostęp 18.02.2025.
- Dudzińska M., Kocur-Bera K.**, *Definicja Małego Gospodarstwa Rolnego*, „Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich” 2013, Nr 1/IV.
- Encyklopedia PWN**; <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/sztuczna-inteligencja;3983490.html>, dostęp 18.02.2025.
- Huang Y., Qian Y., Wei H. et al.**, *A survey of deep learning-based object detection methods in crop counting*, „Computers and Electronics in Agriculture” 2023, Vol. 215, 108425.
- Lattore V., Zingali L.C., Bragalli C. et al.**, *Smart Water Management in Agriculture: a Proposal for an Optimal Scheduling Formulation of a Gravity Water Distribution System* [w:] *IEEE International Workshop on Metrology for Agriculture and Forestry (MetroAgriFor)*, Institute of Electrical and Electronics Engineers, listopad 2020.
- Mahato S., Neethirajan S.**, *Integrating Artificial Intelligence in dairy farm management – biometric facial recognition for cows*, *Information Processing in Agriculture*, 2024.

Wykorzystanie sztucznej inteligencji w rolnictwie

- Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa (FAO)**, <https://www.fao.org/global-perspectives-studies/food-agriculture-projections-to-2050/en/>, dostęp 23.03.2025.
- Pawar J., Sonavale R., Prajka S. Sarkale**, *Transforming Cattle Farming with Artificial Intelligence: Innovations, Applications, and Implications for Precision Livestock Management and Sustainable Agriculture Practices*, „Revista Electrónica de Veterinaria”, Vol. 25, No. 1.
- Rada Europejska**, <https://www.consilium.europa.eu/pl/policies/ai-explained/>, dostęp 19.20.2025.
- Rózanowski K.**, *Sztuczna Inteligencja: Rozwój, Szanse i Zagrożenia*, „Zeszyty Naukowe: Warszawska Wyższa Szkoła Informatyki” 2007, nr 2.
- Sanyaolu M., Sadowski A.**, *The Role of Precision Agriculture Technologies in Enhancing Sustainable Agriculture*, „Sustainability” 2024, Vol. 16(15).
- Statista**, <https://www.statista.com/statistics/721921/forecasted-market-value-of-precision-farming-world-wide/>, dostęp 12.03.2025.
- Statista** na bazie danych Our World Data, <https://www.statista.com/chart/25902/share-of-global-crop-production-by-farm-size/>, dostęp 23.03.2025.
- Statista**, <https://www.statista.com/chart/25902/share-of-global-crop-production-by-farm-size/>, dostęp 23.03.2025.
- World Economic Forum**, <https://www.weforum.org/stories/2021/10/fuel-food-work-world-farms-agriculture/>, dostęp 23.03.2025.

otrzymano: 02.04.2025
zaakceptowano: 26.05.2025

Ten artykuł jest objęty licencją Creative Commons Attribution 4.0
Licencja międzynarodowa (CC BY 4.0)

