

Kluczowe trendy w **ROLNICTWIE** w 2025 roku

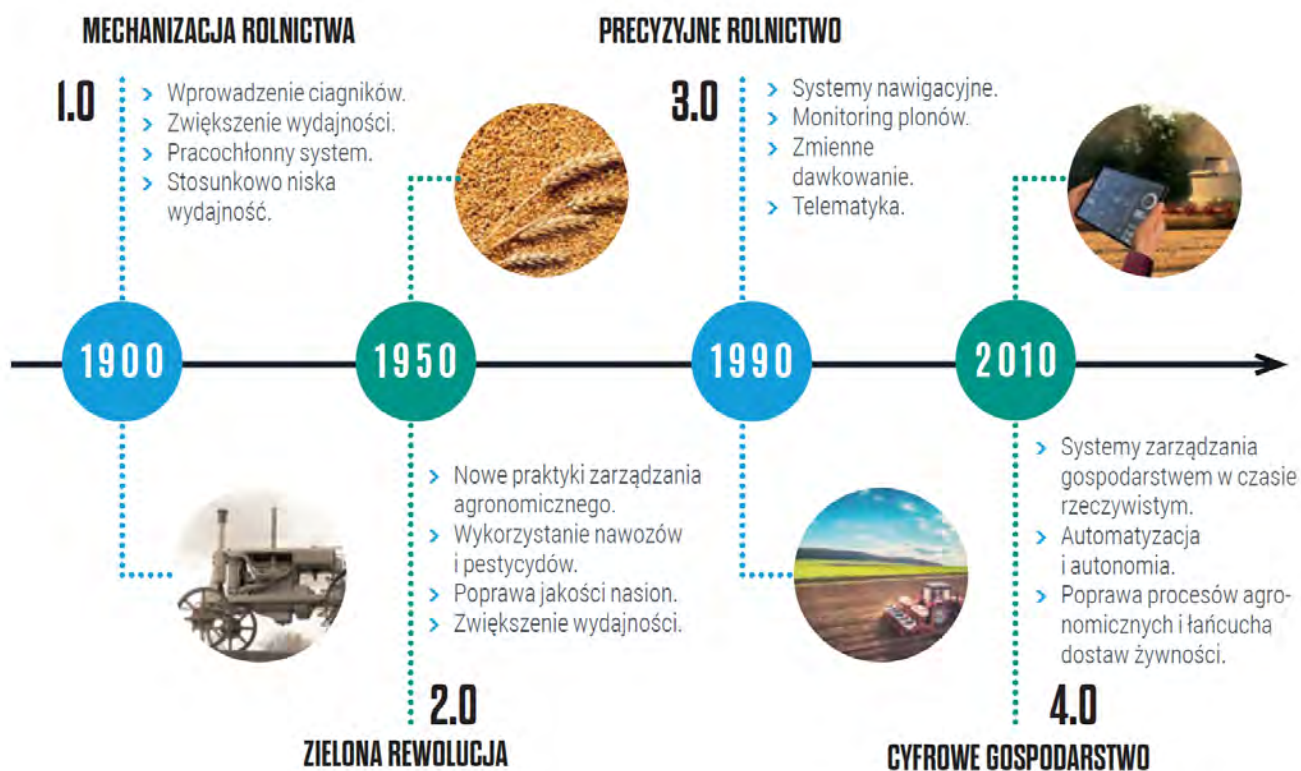


Najważniejsze wyzwania dla współczesnego rolnictwa

Nowoczesne rolnictwo zmagają się z koniecznością zwiększania wydajności produkcji w obliczu dynamicznie rosnącej populacji oraz przeciwdziałania skutkom zmian klimatycznych, jednocześnie dbając o ekologiczne aspekty upraw. Rozwój technologii, zaawansowane techniki rolnictwa zrównoważonego oraz proces autonomizacji stanowią odpowiedź na te wyzwania i na problemy, z którymi borykają się współczesne gospodarstwa. Do najistotniejszych z nich należą m.in. braki kadrowe, zmieniające się trendy demograficzne, globalizacja rynków, niestabilność cen nawozów, ograniczenia w stosowaniu środków ochrony roślin, konieczność efektywnego gospodarowania wodą oraz intensyfikujące się zmiany klimatyczne.

Wpływ rolnictwa na środowisko

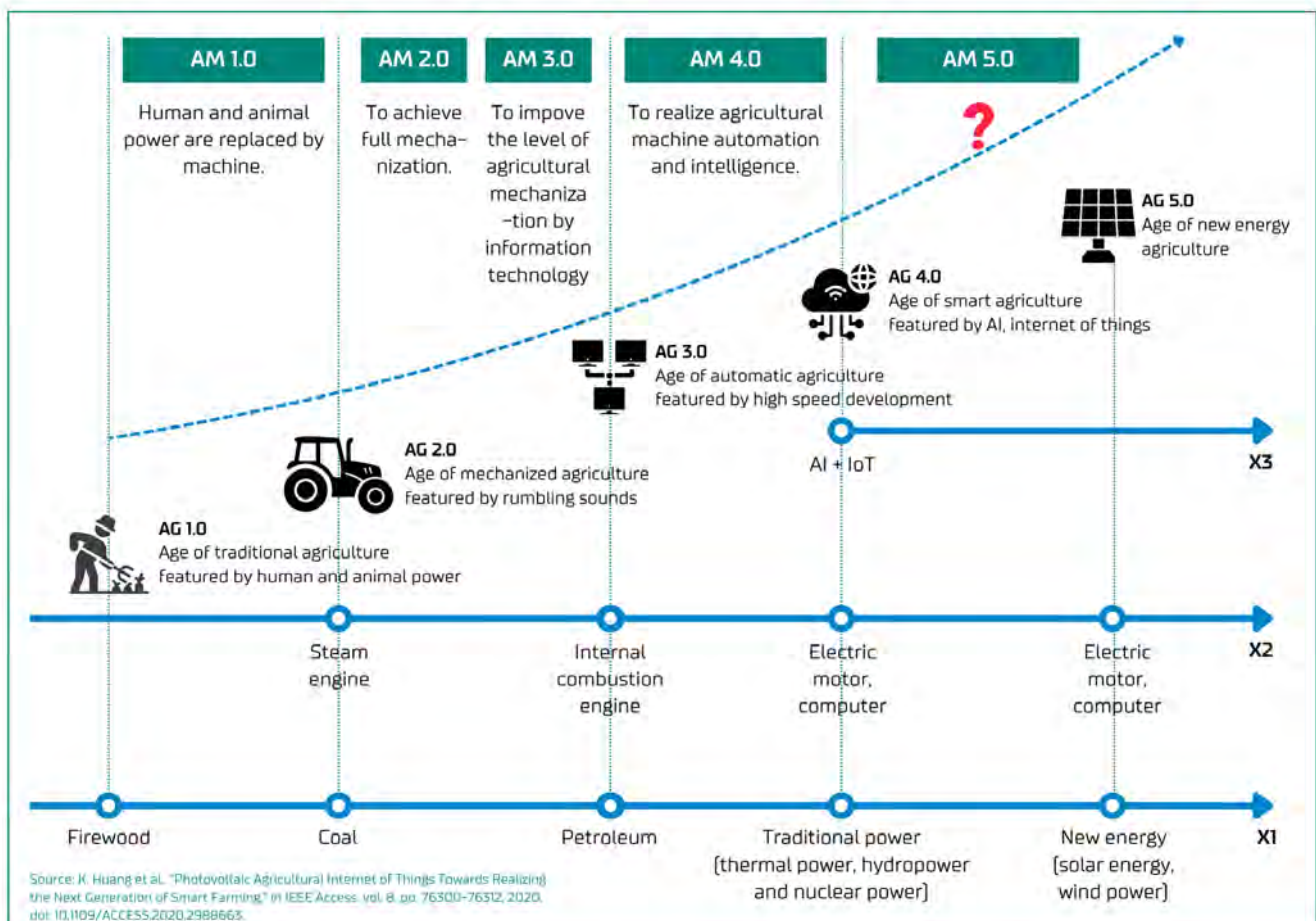
W ostatnich latach rolnictwo znacząco oddziaływało na środowisko. Wysoka chemizacja, rozwój wielkoobszarowych gospodarstw oraz specjalizacja produkcji przyczyniły się do spadku bioróżnorodności i zakłócenia równowagi ekosystemów. Tymczasem zasoby naturalne nie rosną, a procesy takie jak pustynnienie czy erozja gleb stają się coraz powszechniejsze. Te zjawiska wymuszają zmianę podejścia do stosowania pestycydów i nawozów. Wprowadzane regulacje prawne nakładają na rolników obowiązek prowadzenia działalności w sposób bardziej zrównoważony – zwiększając produkcję przy jednoczesnym ograniczaniu użycia środków chemicznych.



Wstęp

Perspektywy i wyzwania na przyszłość

Prognozy wskazują, że do 2050 roku liczba ludności na świecie wzrośnie do 9–10 miliardów, co jeszcze bardziej obciąży systemy produkcji żywności. W tej sytuacji technologia, w tym robotyka, może odegrać kluczową rolę, oferując precyzyjne rozwiązania na każdym etapie procesu produkcyjnego. Wprowadzenie nowoczesnych technologii w kierunku rolnictwa 4.0 staje się koniecznością. Po rewolucji przemysłowej rolnictwo przeszło proces mechanizacji i automatyzacji, a teraz stoi przed wyzwaniem cyfrowej transformacji. Cyfryzacja usług, wdrożenie sztucznej inteligencji, robotyki czy technologii blockchain są kluczowe, aby utrzymać konkurencyjność sektora i sprostać rosnącym wymaganiom. Technologie cyfrowe otwierają przed rolnictwem nowe perspektywy, umożliwiając efektywniejsze monitorowanie upraw, planowanie i zarządzanie produkcją.



Wzrost znaczenia rolnictwa precyzyjnego i technologii dronów

Rolnictwo 3.0, znane jako rolnictwo precyzyjne, to wykorzystanie automatyzacji, satelitów na potrzeby dostosowywania procesów agrotechnicznych do zmiennych warunków występujących na polach. Z kolei rolnictwo 4.0 polega na zbieraniu danych i ich przetwarzaniu również za pomocą sztucznej inteligencji w celu optymalizacji procesów rolniczych. Nowoczesne technologie zmieniają sposób gospodarowania, co pozwala na oszczędność zasobów, lepsze zarządzanie uprawami i zmniejszenie wpływu na środowisko.

Rolnictwo precyzyjne w praktyce

W rolnictwie precyzyjnym pola nie są traktowane jako jednolite obszary. Stosowanie czujników i map aplikacyjnych umożliwia precyzyjne dawki nawozów i pestycydów, co przekłada się na wyższe plony przy niższym zużyciu środków. Wykorzystanie danych do monitorowania gleby, oprysków czy nawadniania pozwala na bardziej efektywne zarządzanie gospodarstwem.

Drony w rolnictwie

Drony, wcześniej traktowane jako nowinka technologiczna, stały się integralną częścią wielu branż, w tym rolnictwa. Używa się ich do monitorowania upraw, analizy gleby, a także do siewu i oprysków (ale wymaga to wielu pozwoleń). W Azji, zwłaszcza w Chinach, drony rolnicze były rozwijane przez ostatnie 10 lat. W Polsce zarejestrowano ponad 220 tys. operatorów dronów, a ich zastosowanie w rolnictwie rośnie.

Rodzaje dronów rolniczych

Drony w rolnictwie dzielą się na te do siewu i oprysku oraz na drony z kamerami multispektralnymi. Drony do siewu i oprysku, jak te z serii DJI Agras, rozsiewają nawozy lub wykonują opryski. Z kolei drony z kamerami multispektralnymi, takie jak DJI Mavic 3 Multispectral, mapują pola i monitorują stan upraw.

Zastosowanie dronów w Polsce

Drony rolnicze mają szerokie zastosowanie w Polsce, m.in. do monitorowania stanu zdrowia roślin, precyzyjnego nawożenia, zbierania danych geoprzestrzennych, rozsiewania nasion, inspekcji infrastruktury czy nadzoru nad zwierzętami. Są również wykorzystywane w badaniach agroklimatycznych, pomagając w lepszym planowaniu prac polowych.

Szkolenia z obsługi dronów rolniczych

Aby legalnie pilotować drony rolnicze, konieczne jest ukończenie kursu i zdobycie uprawnień. Szkolenia obejmują zasady bezpieczeństwa, obsługę urządzeń, interpretację danych oraz zastosowanie w monitorowaniu upraw i opryskach.

Finansowanie zakupu dronów rolniczych

Zakup dronów rolniczych to spory wydatek, ale dostępne są programy dotacyjne, które wspierają rolników. Dofinansowanie można uzyskać w ramach programów dotyczących rolnictwa 4.0. Aby ubiegać się o wsparcie, należy przedstawić projekt wykorzystania dronów w gospodarstwie.

Drony jako przyszłość rolnictwa precyzyjnego

Drony rolnicze to narzędzie, które może zrewolucjonizować nowoczesne rolnictwo, ale ich rozwój w Polsce napotyka na trudności prawne. Aktualne przepisy nie uwzględniają pełnego potencjału dronów, co utrudnia ich wdrożenie w polskich gospodarstwach.

Problemy rozwoju rynku dronów rolniczych

Pomimo dynamicznego postępu technologicznego rozwój rynku dronów rolniczych w Polsce jest ograniczony przez przestarzałe przepisy prawne i skomplikowane procedury uzyskiwania zezwoleń. Wprowadzenie bardziej elastycznych regulacji mogłoby przyspieszyć rozwój branży. Wymogi związane z obsługą środków ochrony roślin i zgłaszaniem zabiegów są również barierą dla dalszego rozwoju rynku dronów rolniczych w Polsce.

Źródła:

1. Olszewski D. 2023. Drony w rolnictwie – gadżet czy użyteczne maszyny rolnicze. *Rolnictwo Przyszłości* 1: 24–28.
2. Zawada M. 2024. Technologie, które zmieniają rolnictwo. *Rolnictwo Przyszłości* 1: 12–16.
3. <https://rolnictwo-przyszlosci.pl/baza-wiedzy/komentarze-ekspertow/412-problemy-na-dro-dze=-rozwoju-branzy-dronow-rolniczych?highlight=WyJkYW5pZWwiLCJvbHN6ZXda2kiXQ==>

Więcej informacji z zakresu rolnictwa precyzyjnego znajdziesz na portalu „Rolnictwo Przyszłości”:



Rozwój systemów automatyzacji i robotyzacji w rolnictwie

W ciągu ostatnich kilku lat robotyzacja w rolnictwie znacznie przyspieszyła. Niedobór siły roboczej, rosnący popyt oraz wysokie koszty produkcji skłoniły sektor do inwestowania w automatyzację, co obniża koszty i optymalizuje zbiory. Systemy robotyczne poprawiają produktywność i warunki pracy, automatyzując żmudne zadania, jak np. monitorowanie stanu upraw, selektywne opryskiwanie czy zbiór roślin. W produkcji roślinnej rozwój robotów jest szczególnie widoczny – od samojezdnych maszyn po przystosowane do autonomicznej pracy ciągniki.

Roboty wyposażone w sztuczną inteligencję potrafią rozpoznawać chwasty, a dzięki precyzyjnym technikom oprysków zmniejszają koszty i wpływ na środowisko. Choć roboty są wolniejsze od ludzi, ich zdolność do pracy przez całą dobę rekompensuje ten brak. Jednak wyzwaniem pozostają kwestie autonomii maszyn oraz bezpieczeństwa pracy na polu.

Rolnictwo 4.0 – nowoczesne technologie w praktyce

Rolnictwo 4.0 to koncepcja wykorzystująca technologie cyfrowe, automatyzację i sztuczną inteligencję do poprawy efektywności i zrównoważonego rozwoju. Dzięki systemom zarządzania, takim jak rolnictwo precyzyjne, rolnicy mogą monitorować uprawy, zarządzać maszynami, kontrolować efektywność oraz zbierać dane o wydajności pól. Technologie te pozwalają na optymalizację procesów, oszczędność czasu i pieniędzy oraz poprawę jakości i ekologiczności produkcji.

Do kluczowych elementów rolnictwa 4.0 należą autonomiczne maszyny rolnicze, drony oraz zautomatyzowane systemy przechowywania. Te innowacje stanowią odpowiedź na problemy kadrowe oraz potrzebę zwiększenia efektywności

i ekologiczności produkcji. Dzięki zdalnemu sterowaniu i systemom sensorycznym maszyny mogą wykonywać prace na polach według zaplanowanych scenariuszy, co zwiększa ich wydajność.

Współczesne rozwiązania wymagają jednak dużych nakładów finansowych. Drony, systemy nawadniania i roboty do zbiorów to tylko niektóre z przykładów nowoczesnych technologii, które mogą zrewolucjonizować rolnictwo.

Źródła:

1. Gościańska-Łowińska J. 2023. Rolnictwo regeneracyjne – inwestycja na przyszłość. Rolnictwo Przyszłości 1: 8–11.
2. Zawada M. 2024. Technologie, które zmieniają rolnictwo. Rolnictwo Przyszłości 1: 12–16.

Więcej informacji z zakresu automatyzacji i robotyzacji w sektorze rolno-spożywczym znajdziesz na portalu „Rolnictwo Przyszłości”:



• Rolnictwo regeneratywne i dbałość o zdrowie gleby

Rolnictwo regeneratywne to podejście mające na celu odbudowę potencjału produkcyjnego gleby, ochronę ekosystemów i prowadzenie zrównoważonej produkcji rolniczej. Łączy ono elementy rolnictwa integrowanego, ekologii, permakultury i rolnictwa precyzyjnego. Kluczowym założeniem jest utrzymanie żyzności gleby oraz bilansu materii organicznej, co sprzyja wysokiej jakości plonom przy jednoczesnym ograniczeniu nakładów pracy i zużycia energii.



Obecne wyzwania, takie jak zmiany klimatyczne, degradacja gleby, susze i ekstremalne zjawiska pogodowe, znacząco wpływają na produkcję rolną. Rolnictwo regeneratywne pozwala przeciwdziałać tym problemom, wspierając zdrowie gleby i redukując straty finansowe. Choć wdrożenie takich praktyk wymaga inwestycji, ich długofalowe korzyści – zarówno środowiskowe, jak i ekonomiczne – czynią je atrakcyjnym rozwiązaniem.

Zdrowa gleba to podstawa rolnictwa i całego ekosystemu. Dynamiczne współdziałanie organizmów glebowych, roślin oraz procesów chemicznych i fizycznych odgrywa kluczową rolę w zapewnianiu składników odżywczych, magazynowaniu wody i minimalizowaniu erozji. Niestety, według EUSO Dashboard 62% gleb w Europie jest w złym stanie, co podkreśla konieczność wprowadzenia regeneracyjnych praktyk.

Praktyki rolnictwa regeneratywnego

1. Uprawa międzyplonów

Międzyplony są powszechnie stosowane w rolnictwie regeneratywnym, ponieważ chronią glebę przed erozją, poprawiają jej strukturę, tłumią chwasty i wspierają życie biologiczne. Rośliny strączkowe dodatkowo wiążą azot z atmosfery, zmniejszając zapotrzebowanie na nawozy.

2. Rozszerzenie bioróżnorodności

Podsiew roślin zapewnia stałą osłonę gleby, zapobiegając erozji i rozwojowi chwastów. Rośliny strączkowe dostarczają glebie azotu, co redukuje potrzebę stosowania nawozów mineralnych. Mimo wyzwań, takich jak konkurencja o wodę, zalety dla zdrowia gleby i zrównoważenia przeważają.

3. Minimalna uprawa roli

Techniki takie jak siew bezpośredni czy pasowy ograniczają mechaniczne naruszanie gleby, zachowując jej strukturę, wspierając życie biologiczne i poprawiając retencję wody oraz napowietrzanie.

4. Nawożenie organiczne

Wprowadzanie do gleby materiałów organicznych, takich jak obornik, nawozy zielone czy gnojowica, wspiera tworzenie próchnicy, aktywuje mikroorganizmy glebowe i poprawia żyzność gleby.

Te praktyki sprzyjają zwiększeniu zawartości próchnicy w glebie, co nie tylko poprawia jej żyzność i zdolność do magazynowania wody, ale również sekwestruje dwutlenek węgla, przyczyniając się do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych.



Rolnictwo węglowe i certyfikaty CO₂

Budowanie próchnicy pozwala na magazynowanie węgla w glebie. Podczas fotosyntezy rośliny wiążą CO₂, który zostaje przekształcony w stabilne związki organiczne w glebie. Dzięki temu gleba staje się narzędziem walki z emisjami.

Rolnicy mogą korzystać z certyfikatów CO₂, które są zbywalnymi prawami do emisji. Firmy kupują te certyfikaty, aby rekompensować własne emisje, wspierając jednocześnie regeneracyjne praktyki w rolnictwie. Dla gospodarstw oznacza to dodatkowe źródło dochodów.

Korzyści i przyszłość

Praktyki regeneracyjne wiążą się z początkowymi kosztami, ale przynoszą długoterminowe oszczędności, m.in. dzięki

zmniejszeniu zużycia nawozów i paliwa oraz stabilniejszym plonom. Rolnictwo regeneratywne wzmacnia odporność na zmiany klimatyczne i pozwala rolnikom prowadzić bardziej dochodowy i zrównoważony biznes.

Źródła:

1. Bellman J. 2024. Rolnictwo regeneracyjne – inwestycja na przyszłość. Rolnictwo Przyszłości 3: 34–37.
2. Michalak J. 2024. Rolnictwo regeneratywne: przyszłość czy moda? Rolnictwo Przyszłości 3: 22–25.

Więcej informacji z zakresu rolnictwa regeneratywnego znajdziesz na portalu „Rolnictwo Przyszłości”:



Zrównoważona gospodarka wodna i nowe technologie nawadniania

Zmiany klimatyczne oraz związane z nimi ekstremalne zjawiska pogodowe, takie jak nierównomierne opady i susze, wywierają silny wpływ na produkcję rolną. Niedobór wody prowadzi do spowolnienia rozwoju roślin, obniżenia plonów, a w skrajnych przypadkach do nieurodzaju zagrażającego bezpieczeństwu żywnościowemu. Kluczowym wyzwaniem staje się efektywne gospodarowanie zasobami wodnymi.

Nowoczesne systemy nawadniania

Tradycyjne metody nawadniania, np. deszczownie szpulowe, nie uwzględniają rzeczywistych potrzeb roślin. Rozwój technologii pozwala na precyzyjne dostarczanie wody, redukcję strat i zwiększenie efektywności produkcji.

- **Nawadnianie kropłowe:** dostarcza wodę bezpośrednio do korzeni, minimalizując parowanie i straty powierzchniowe.
- **Inteligentne systemy nawadniania:** wykorzystują czujniki wilgotności gleby, dane meteorologiczne i sztuczną inteligencję, aby automatycznie dostosować ilość wody do potrzeb roślin.
- **Systemy podziemne:** instalowane pod powierzchnią gleby, redukują parowanie i dostarczają wodę bezpośrednio do systemu korzeniowego.
- **Zbieranie wody deszczowej:** umożliwia magazynowanie opadów i ich wykorzystanie w czasie suszy, zmniejszając zużycie wody ze źródeł podziemnych.

Hydroponika i aeroponika

Hydroponika umożliwia uprawę roślin bez użycia gleby, dostarczając im składniki odżywcze w formie roztworu wodnego. Aeroponika natomiast umożliwia wzrost roślin

w powietrzu, gdzie korzenie są nawilżane i odżywiane za pomocą mgły zawierającej niezbędne substancje mineralne. Obie technologie charakteryzują się wysoką efektywnością oraz minimalizacją potrzeby stosowania pestycydów.

Farmy wertykalne

Farmy wertykalne, działające w kontrolowanych warunkach, pozwalają na całoroczną produkcję przy minimalnym zużyciu wody. Dzięki bliskości miast ograniczają emisję związaną z transportem i wspierają lokalne bezpieczeństwo żywnościowe.

Otwarte systemy sprzętowo-programowe w nawadnianiu

Technologie open source, takie jak open software i open hardware, rozwiązują problemy niekompatybilności urządzeń i wysokich kosztów systemów nawadniania z sensorami wilgotności. Międzynarodowe konsorcjum pod kierownictwem Uniwersytetu w Maastricht opracowuje otwarte rozwiązania, które wspierają rolników w optymalizacji nawadniania.

System ten integruje czujniki wilgotności, sterowniki oraz moduły komunikacyjne, analizując dane o glebie, warunkach



Ślad wodny



Zielony ślad wodny mierzy objętość wody opadowej, która została wykorzystana przez rośliny (np. podczas upraw rolnych i leśnych).



Niebieski ślad wodny oznacza objętość zużytej wody powierzchniowej i podziemnej, która stała się częścią danego produktu, oraz wody, która wyparowała do atmosfery w wyniku wytwarzania produktu. W praktyce niebieski ślad wodny związany jest przede wszystkim ze zużyciem w przemyśle, przetwórstwie, a także z użytkowaniem wody przez gospodarstwa domowe.



Szary ślad wodny określa objętość wody, która jest konieczna do rozcieńczenia zanieczyszczeń powstałych w procesie produkcji przynajmniej do poziomu obowiązujących standardów jakości.

Źródło: <https://klimada2.ios.gov.pl/slady-wodny/>

pogodowych i z satelitów. Dzięki temu pozwala precyzyjnie zarządzać nawodnieniem upraw, minimalizując zużycie wody i zwiększając efektywność produkcji.

Ślad wodny w sektorze rolno-spożywczym

Ślad wodny mierzy ilość wody potrzebnej do produkcji towarów i usług. W rolnictwie precyzyjne narzędzia diagnostyczne i zrównoważone technologie pomagają minimalizować wpływ na środowisko, wspierając racjonalne gospodarowanie zasobami.

Inwestycja w nowoczesne technologie nawadniania to klucz do zwiększenia wydajności rolnictwa i ochrony zasobów wodnych w dobie zmian klimatycznych.

Źródła:

1. Janiak T. 2023. Do czego jest nam potrzebny pomiar śladu wodnego? Rolnictwo Przyszłości 3: 38–41.
2. Markowski T. 2024. Optymalizacja systemów nawadniania upraw poprzez wykorzystanie otwartych systemów sprzętowo-programowych. Rolnictwo Przyszłości 1: 64–67.
3. Drwięga A. 2024. Hydropolis – pewna żywność w niepewnych czasach. Rolnictwo Przyszłości 2: 48–51.
4. Hydroponix. 2024. Hydroponika – rewolucja w uprawach. Rolnictwo Przyszłości 3: 26–29.
5. <https://rolnictwo-przyszlosci.pl/aktualnosci/zrownowazone-rolnictwo/497-nawadnianie-upraw-polowych-w-nowoczesny-sposob?highlight=WyJuYXdhZG5pYW5pZSJD>

Więcej informacji z zakresu zrównoważonego rolnictwa znajdziesz na portalu „Rolnictwo Przyszłości”:



Sztuczna inteligencja na zakończenie, czyli co nas czeka w przyszłości

Sztuczna inteligencja (AI) nie tylko zrewolucjonizowała różne branże, usprawniając pracę specjalistów, ale także dynamicznie się rozwija. Coraz więcej osób zastanawia się, jak wykorzystać jej potencjał w codziennych działaniach. Celem jest uczynienie z niej narzędzia wspierającego, a nie konkurencji. Jednym z sektorów, który szczególnie docenia możliwości AI, jest rolnictwo. Rolnicy coraz częściej korzystają z rozwiązań, które przejmują od nich część obowiązków.



AI w rolnictwie działa już na szeroką skalę, obejmując wiele kluczowych obszarów. Technologia umożliwia analizę danych dotyczących temperatury, wilgotności czy składu gleby, co pozwala optymalizować procesy, takie jak aplikacja środków ochrony roślin czy nawadnianie. Dodatkowo sztuczna inteligencja monitoruje stan upraw i dobrostan zwierząt. Roboty przyspieszają prace, takie jak siew, podlewanie, opryski czy zbiory. Dzięki AI rolnicy mogą zrezygnować z czasochłonnych analiz gleby – roboty precyzyjnie dobierają metody uprawy na podstawie danych. Podobnie jest w przypadku diagnozowania chorób u zwierząt, gdzie zaawansowane sensory i kamery wykrywają pierwsze objawy problemów zdrowotnych.

To, czy rolnik postrzega AI jako wsparcie czy konkurencję, zależy od jego podejścia. Wprowadzenie nowoczesnych technologii może być odpowiedzią na wiele wyzwań współczesnego rolnictwa i przyczynić się do jego rozwoju. Automatyzacja nie oznacza wykluczenia człowieka, ale stwarza nowe możliwości i perspektywy.

Robotyzacja w rolnictwie nie musi oznaczać gwałtownej rewolucji. Stopniowe wdrażanie technologii przynosi najlepsze efekty. Od prostych systemów nawadniania sterowanych za

pomocą sygnałów z czujników po zaawansowane maszyny do zbiorów czy drony monitorujące stan upraw – każde z tych rozwiązań przyczynia się do efektywniejszego i nowoczesnego rolnictwa. Nowoczesne technologie to nie tylko narzędzia, ale także szansa na zrównoważony rozwój całej branży, odciążenie rolników i poprawę efektywności ich pracy.

Transformacje technologiczne niosą ze sobą zmiany społeczne, które wymagają dostosowania się do nowej rzeczywistości. Brak pełnego wykorzystania nowoczesnych technologii, prowadzący do spadku efektywności, konkurencyjności oraz trudności w adaptacji na rynku rolniczym, określany jest jako dług technologiczny. Jego głównymi przyczynami są wysokie koszty innowacyjnych maszyn, trudności w ich wprowadzeniu spowodowane przestarzałą infrastrukturą oraz niska świadomość użytkowników. Tempo rozwoju technologii znacznie wyprzedza możliwości ich szerokiego wdrażania w rolnictwie. Kluczowe jest więc edukowanie rolników i zapewnienie im dostępu do informacji o najnowszych rozwiązaniach, co pozwoli zmniejszyć wykluczenie technologiczne społeczeństwa.