

Kurs 1: Rolnictwo
cyfrowe i rolnictwo
precyzyjne

M1: IoT w praktyce
– rolnictwo
precyzyjne



Efekty kształcenia

Moduł omawia, w jaki sposób dane i nowoczesne technologie zmieniają oblicze rolnictwa. Uczestnicy zdobędą wiedzę na temat tego, w jaki sposób Internet rzeczy (IoT) umożliwia gromadzenie danych w czasie rzeczywistym z czujników rozmieszczonych na polach, w szklarniach i na zwierzętach — mierzących wilgotność gleby, temperaturę, ruch i inne parametry. Moduł obejmuje techniki analizy danych, które pomagają wizualizować i interpretować te informacje w celu optymalizacji procesów. Przedstawia również systemy informacji geograficznej (GIS), które umożliwiają analizę przestrzenną i mapowanie plonów, roślinności oraz występowania szkodników w celu wsparcia procesu podejmowania decyzji.

Zrozumiesz...

...zastosowanie czujników do pomiaru wilgotności gleby, temperatury, ruchu i innych parametrów.

Poznasz...

...kluczowe elementy systemów sterowania, w tym czujniki, sterowniki i siłowniki.

Dowiesz się...

...w jaki sposób systemy GIS wspomagają proces podejmowania decyzji poprzez analizę przestrzenną i tworzenie map.

Spis treści

W tym module omówiono wykorzystanie IoT w rolnictwie, które jest bezpośrednio powiązane z rolnictwem precyzyjnym. Zaprezentowano różne obszary, w których IoT optymalizuje oraz ułatwia zarządzanie pracą na gospodarstwie. Uczestnik zdobędzie wiedzę o zastosowaniu IoT na konkretnych przykładach systemów - jakie niosą za sobą korzyści oraz jednocześnie wyzwania. Zapozna się z kierunkiem rozwoju IoT w rolnictwie, panującymi trendami i krytycznymi uwagami, z którymi musi się zmagać.

01 IoT w rolnictwie

02 Rolnictwo precyzyjne

03 IoT w praktyce – studium przypadku

04 Dalszy rozwój, krytyka, trendy

05 Ćwiczenie



Licencja umożliwia użytkownikom ponowne wykorzystywanie, rozpowszechnianie, modyfikowanie i tworzenie dzieł pochodnych na podstawie tych materiałów w dowolnym nośniku lub formie, pod warunkiem wskazania autora. Licencja zezwala na wykorzystanie w celach komercyjnych. Licencja CC BY obejmuje następujące elementy: BY: należy wskazać autora.



Co-funded by
the European Union

Projekt został sfinansowany przy wsparciu Komisji Europejskiej. Wyłącznie odpowiedzialność za publikację (komunikat) ponosi autor, a Komisja nie ponosi żadnej odpowiedzialności za wykorzystanie informacji w niej zawartych. Zgodnie z nowymi przepisami RODD informujemy, że Partnerstwo będzie przetwarzać Państwa dane osobowe wyłącznie w interesie i na potrzeby projektu, bez naruszania Państwa praw.

01

IoT W ROLNICTWIE



IoT w rolnictwie / inteligentne rolnictwo

- **Systemy zarządzania** – automatyzacja administracji LPIS, „monitorowanie pracowników”
- **Bezpieczeństwo** – budynki, pożary siana i słomy, powodzie, zwierzęta...
- **Czujniki** – stacja pogodowa
- **Robotyzacja**
- **Rolnictwo precyzyjne** – produkcja roślinna
- **Pola uprawne, sady, szklarnie**
- **Produkcja zwierzęca**
- **Leśnictwo**
- **Gospodarka wodna**



IoT w rolnictwie / Inteligentna przyszłość rolnictwa

Technologia IoT w rolnictwie (patrz wykres)

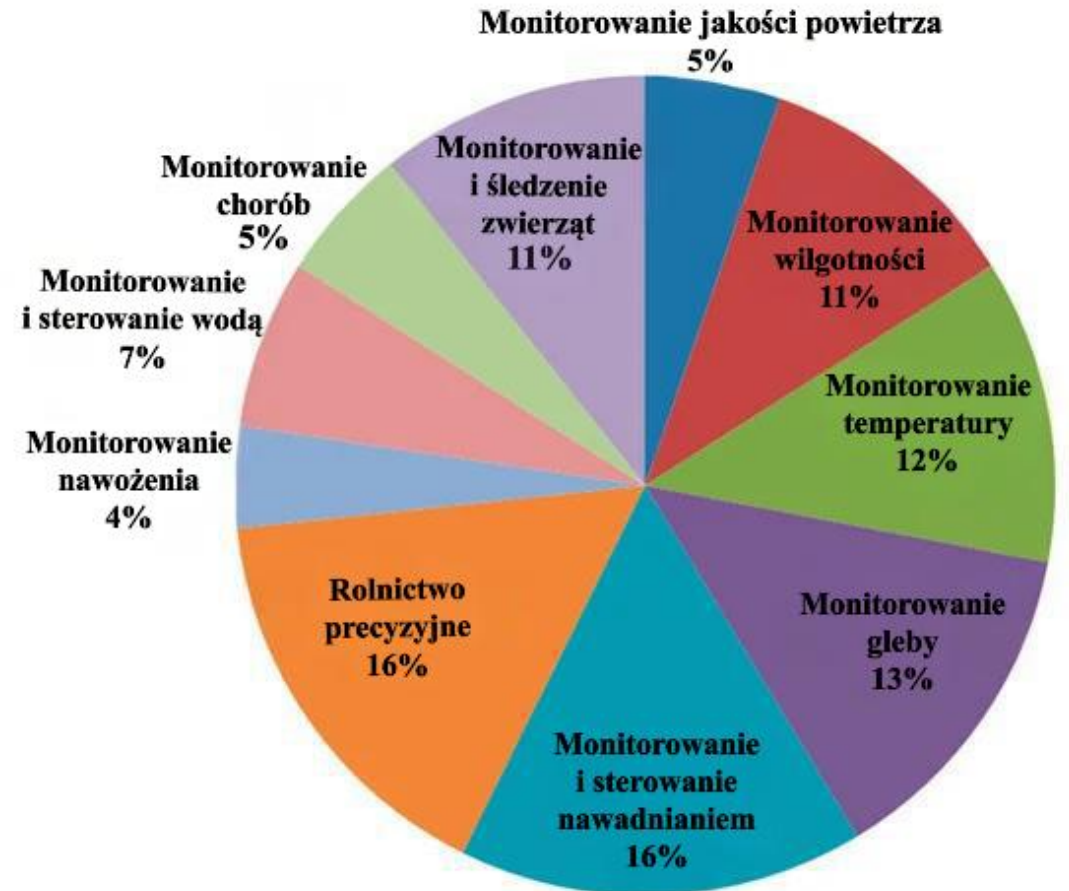
przedstawia kompleksowy przegląd tego, jak IoT zmienia oblicze rolnictwa. Oto najważniejsze informacje:

Internet rzeczy (IoT) rewolucjonizuje rolnictwo: czujniki monitorują stan gleby, szklarnie są sterowane automatycznie, a zwierzęta noszą urządzenia monitorujące ich stan zdrowia.

W 67 przeanalizowanych badaniach (2006–2019) technologie IoT najczęściej znajdują zastosowanie w:

- **rolnictwie precyzyjnym** – np. w nawadnianiu lub nawożeniu ukierunkowanym
- **monitorowaniu zwierząt** – stan zdrowia, przemieszczanie się, lokalizacja
- **automatyzacji szklarni** – regulacja warunków klimatycznych bez udziału człowieka

Technologie IoT pomagają oszczędzać wodę, zwiększać plony i ułatwiają pracę – nawet zdalnie.



02

ROLNICTWO PRECYZYJNE



Rolnictwo precyzyjne

Rolnictwo precyzyjne zaczęło nabierać kształtu w latach 80. XX wieku. Głównym celem wczesnych badań w tej dziedzinie było opracowanie **systemu wspomagania decyzji** (z ang. Decision Support System - DSS) służącego do kompleksowego zarządzania gospodarstwem rolnym. System ten miał na celu:

- **Optymalizację zwrotu z nakładów rolniczych** (np. nasion, nawozów, wody)
- **Oszczędzanie zasobów naturalnych** poprzez stosowanie ich tylko tam, gdzie i kiedy są potrzebne
- **Poprawę wydajności i zrównoważonego rozwoju** poprzez decyzje oparte na danych

Ta fundamentalna idea stworzyła podstawy dla dzisiejszych technologii inteligentnego rolnictwa, w tym IoT, GIS i automatyzacji.

Wybrane obszary – produkcja roślinna

- Automatyczne sterowanie precyzyjnym siewem zgodnie z mapą siewu
- Automatyczna regulacja dawki nawozu na podstawie mapy nawożenia
- Automatyczna regulacja siewu w rzędach na podstawie mapy siewu
- Automatyczne ustalanie dawki nawozu na podstawie aktualnego stanu wegetacji
- Autonomiczne prowadzenie maszyn rolniczych
- Tworzenie map aplikacji nawozów
- Tworzenie map właściwości fizycznych i chemicznych gleby
- Prowadzenie ciągników i maszyn rolniczych po polu z dokładnością do 2 cm
- Mapowanie plonów roślin okopowych
- Mapowanie jakości zebranych plonów podczas zbiorów zbóż i roślin pastewnych

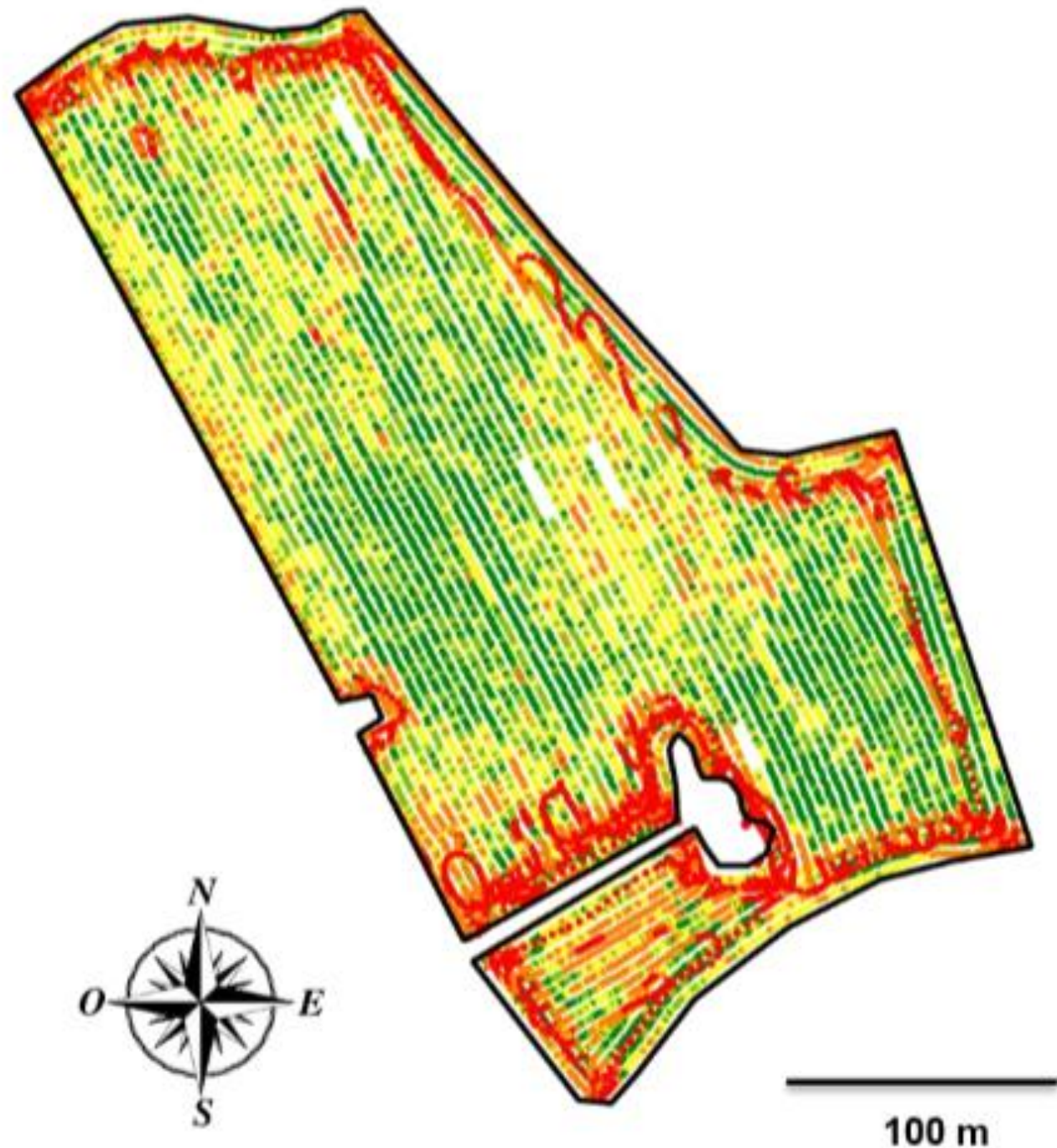
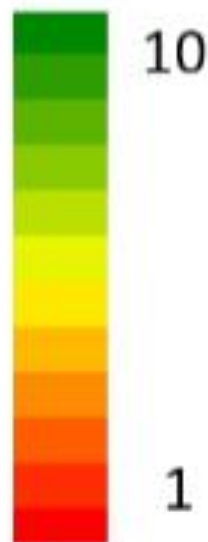
Wybrane obszary – produkcja roślinna (kontynuacja)

- Monitorowanie plonów zbóż i roślin oleistych
- Monitorowanie dzikich zwierząt na terenach rolniczych i w lasach przy użyciu dronów
- Telematyka w ciągnikach i innych maszynach rolniczych
- Wykorzystanie pojazdów zdalnie sterowanych w zarządzaniu uprawami
- Wykorzystanie robotów polowych w uprawie owoców i warzyw
- Wykorzystanie zdjęć satelitarnych w zarządzaniu uprawami
- Wykorzystanie dronów do aplikacji mieszanek środków ochrony roślin
- Zróżnicowana aplikacja środków ochrony roślin zgodnie z mapą występowania czynników szkodliwych
- Zróżnicowana uprawa gleby

Mapy / Mapowanie

- przychody
- nawożenie
- warunki wegetacyjne
- właściwości gleby
- profil pola

Plon (t/ha)



Mapy / Mapowanie – Pozycjonowanie kinematyczne w czasie rzeczywistym (RTK)

Pozycjonowanie kinematyczne w czasie rzeczywistym (RTK) to technika nawigacji satelitarnej służąca do zwiększenia precyzji sygnałów GPS. Jest ona szeroko stosowana w rolnictwie precyzyjnym do zadań wymagających wysokiej dokładności przestrzennej.

Najważniejsze cechy to:

Korekcja błędów: Technologia RTK koryguje błędy sygnału standardowego GPS, wykorzystując dane z pobliskiej **stacji bazowej**.

Wysoka dokładność: Zapewnia dokładność pozycjonowania na poziomie **2–5 cm**, co jest niezbędne w przypadku takich zadań, jak automatyczne sterowanie, siew i opryskiwanie.

Dane w czasie rzeczywistym: Zapewnia natychmiastowe korekty, umożliwiając precyzyjne działania w terenie bez opóźnień.

Aplikacje mapujące: Umożliwiają tworzenie szczegółowych map pól, w tym map plonów, map właściwości gleby i map aplikacji.

Technologia RTK stanowi fundament nowoczesnego rolnictwa precyzyjnego, umożliwiając rolnikom bardziej wydajną pracę i ograniczenie strat środków produkcji.

Rodzaje zdalnego monitorowania

- Źródła aktywne – światło
- Źródła pasywne sztuczne
- Drony
- Satelity
 - Program Copernicus agencji ESA
 - Satelita Sentinel – zdjęcia UE dostępne bezpłatnie
 - monitorowanie atmosfery (jakość powietrza, emisje, warstwa ozonowa)
 - monitorowanie środowiska morskiego
 - monitorowanie wód
 - monitorowanie gleby
 - monitorowanie wegetacji
 - monitorowanie zmian klimatu

Narzędzie do zdalnego monitorowania

Czym jest CropSat i jak działa?

CropSat to bezpłatne narzędzie internetowe służące do monitorowania stanu upraw rolnych na podstawie **zdjęć satelitarnych**.

- Wykorzystuje dane satelitarne z europejskich **misji Sentinel (program Copernicus)**
- **Obsługuje zarówno zdjęcia w paśmie RGB (światło widzialne), jak i CIR (kolorowo-podczerwone)**
- Wyświetla wskaźniki wegetacyjne (np. NDVI) w celu oceny rozwoju upraw

Dzięki temu użytkownicy mogą:

- Śledzić rozwój upraw w czasie
- Optymalizować nawożenie i nawadnianie
- Porównywać pola w różnych sezonach i lokalizacjach

Narzędzie do zdalnego monitorowania

CropSat na potrzeby bezpieczeństwa i zarządzania kryzysowego

Bezpieczeństwo i monitorowanie:

- Wykrywa suszę, wylesianie i degradację gleby
- Wykrywa nietypowe zmiany w użytkowaniu gruntów lub nielegalną działalność

Zarządzanie kryzysowe:

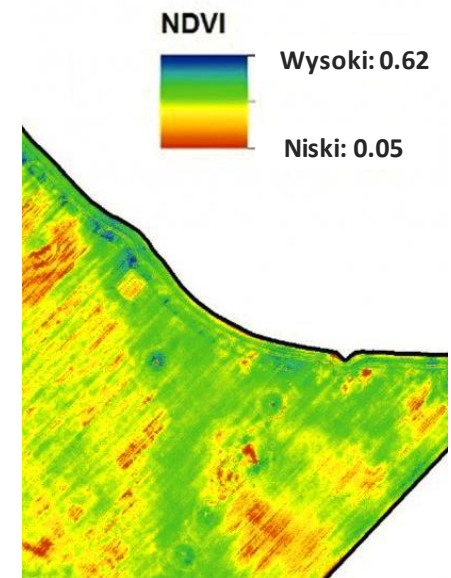
- Ocenia skutki klęsk żywiołowych (pożary, powodzie, susze)
- Wspiera proces podejmowania decyzji dotyczących dystrybucji pomocy i planowania działań naprawczych

CropSat = narzędzie przeznaczone zarówno dla rolników, decydentów, jak i osób zajmujących się ochroną krajobrazu.

NDVI (Znormalizowany różnicowy wskaźnik wegetacji)

NDVI (znormalizowany różnicowy wskaźnik wegetacji) to wskaźnik liczbowy służący do oceny stanu i gęstości roślinności na podstawie zdjęć satelitarnych lub lotniczych. Oblicza się go na podstawie różnicy między współczynnikiem odbicia światła w zakresie bliskiej podczerwieni (NIR) a światła czerwonego (RED).

- rozpoznawanie wegetacji
- określanie stanu wegetacji (ilość biomasy)
- zawartość chlorofilu
- CWSI (wskaźnik stresu wodnego upraw)



Rolnictwo precyzyjne – Zarządzanie gospodarstwem

Zarządzanie gospodarstwem w ramach rolnictwa precyzyjnego polega na integracji narzędzi cyfrowych oraz podejmowaniu decyzji opartych na danych w celu optymalizacji działalności rolniczej. Dzięki wykorzystaniu technologii takich jak czujniki IoT, GPS oraz oprogramowanie do zarządzania gospodarstwem rolnicy mogą monitorować i kontrolować różne aspekty swojej produkcji w czasie rzeczywistym.

Kluczowe elementy obejmują:

- **Gromadzenie danych** z pól, maszyn i hodowli
- **Panele kontrolne** do wizualizacji wskaźników wydajności
- **Zautomatyzowane raportowanie** na potrzeby zgodności i planowania
- **Systemy wspomagania decyzji (DSS)** do kierowania działaniami, takimi jak nawadnianie, nawożenie i zbiór plonów

Rolnictwo precyzyjne – Robotyzacja

Robotyzacja w rolnictwie precyzyjnym oznacza wykorzystanie maszyn autonomicznych i półautonomicznych do wykonywania zadań rolniczych z dużą dokładnością i wydajnością. Technologie te ograniczają zapotrzebowanie na pracę fizyczną i umożliwiają prowadzenie działalności przez całą dobę, siedem dni w tygodniu, w różnych warunkach.

Na wszystkich etapach:

- hodowli
- przygotowywania pola
- siewu
- nawożenia
- zbiorów
- ...



Rolnictwo precyzyjne – Szklarnie

W szklarniach stosujących rolnictwo precyzyjne wykorzystuje się zaawansowane technologie do tworzenia kontrolowanych warunków, które optymalizują wzrost roślin i efektywność wykorzystania zasobów. Czujniki IoT i systemy automatyki monitorują i regulują kluczowe parametry, takie jak temperatura, wilgotność, nasłonecznienie i poziom składników odżywczych.

- Systemy z zamkniętym obiegiem
- Systemy hydroponiczne i aeroponiczne
- Zautomatyzowana kontrola klimatu
- Zdalny monitoring i powiadomienia
- Optymalizacja oparta na sztucznej inteligencji



Rolnictwo cyfrowe



Więcej informacji na temat **rolnictwa cyfrowego**

[← Dlaczego rolnictwo cyfrowe jest ważne dla rolników? Rolnictwo cyfrowe](#)

IoT W PRAKTYCE – STUDIUM PRZYPADKU

03



Studium przypadku: Senosec.cz: Ochrona dzikiej przyrody podczas koszenia trawy

Podczas koszenia trawy młode jelenie i inne małe zwierzęta chowają się w wysokiej trawie, co często prowadzi do śmiertelnych obrażeń. System *Senosec.cz* wykorzystuje drony z kamerami termowizyjnymi oraz czujniki terenowe do skanowania obszaru przed koszeniem. Dane są wizualizowane na mapach GIS, co pozwala rolnikom uniknąć skrzywdzenia ukrytych zwierząt. Rozwiązanie to zmniejszyło liczbę ofiar wśród zwierząt i poprawiło wizerunek praktyk rolniczych w społeczeństwie. Jednak wiąże się ono również z pewnymi wyzwaniami, takimi jak koszt dronów, potrzeba przeszkolonego personelu oraz obawy dotyczące prywatności związane z danymi obrazowymi.

- **Problem:** ukryte zwierzęta, które uległy obrażeniom lub zginęły podczas koszenia
- **Rozwiązanie oparte na IoT:** drony termowizyjne i czujniki terenowe wykrywające zwierzęta, mapowanie GIS w celu precyzyjnej lokalizacji
- **Korzyści:** zmniejszenie śmiertelności dzikich zwierząt, poprawa standardów etycznych w rolnictwie
- **Wyzwania:** obsługa dronów, koszty sprzętu, ochrona danych (RODO)

Studium przypadku: Vcelstva.cz: Zdalne monitorowanie uli

Stan uli ma kluczowe znaczenie dla zapylania i produkcji miodu. System *Vcelstva.cz* umożliwia zdalne monitorowanie za pomocą inteligentnych wag ulowych oraz czujników temperatury i wilgotności. Dane są przesyłane przez sieć LoRaWAN do interfejsu internetowego, dzięki czemu pszczelarze mogą w dowolnym momencie sprawdzić stan uli. Ogranicza to konieczność przeprowadzania fizycznych kontroli i pozwala szybciej reagować na takie problemy, jak rojenie się pszczół czy choroby. Wyzwania obejmują utrzymanie łączności na odległych obszarach, zapewnienie dokładnej kalibracji oraz ochronę wrażliwych danych.

- **Problem:** rojenie się pszczół, choroby w ulach
- **Rozwiązanie oparte na IoT:** wagi oraz czujniki temperatury i wilgotności w ulach do zdalnego monitorowania ich stanu
- **Korzyści:** wczesne reagowanie na problemy, wzrost produkcji miodu
- **Wyzwania:** utrzymanie stałej łączności, kalibracja sprzętu, ochrona danych wrażliwych

Studium przypadku: PtaciOnline.cz: Śledzenie i badanie ptaków

Projekt *PtaciOnline.cz* skupia się na śledzeniu migracji chronionych gatunków ptaków. Małe urządzenia GPS przymocowane do ptaków gromadzą dane dotyczące położenia i aktywności, które są przesyłane za pośrednictwem sieci GPRS. Informacje te pomagają naukowcom zrozumieć trasy lotów i wzorce zachowań, wspierając tym samym programy ochrony przyrody. Urządzenia muszą jednak być lekkie, aby nie stanowiły zagrożenia dla ptaków, a ich żywotność baterii jest ograniczona; ponadto znakowanie zwierząt może budzić wątpliwości natury etycznej.

- **Problem:** konieczność zbadania migracji i zachowań ptaków
- **Rozwiązanie oparte na IoT :** obroże GPS z funkcją GPRS i czujnikami ruchu, dane w czasie rzeczywistym na potrzeby badań i ochrony przyrody
- **Korzyści:** dokładne mapy migracji, ochrona dzikiej przyrody
- **Wyzwania:** żywotność baterii, waga urządzenia, kwestie etyczne

Studium przypadku: FARMBOT: Robot rolniczy do prac na poziomie mikro

FARMBOT to robot rolniczy typu open source, zaprojektowany z myślą o zautomatyzowanym rolnictwie na małą skalę, takim jak przydomowe ogródki lub poletka badawcze. Działa on podobnie jak maszyna CNC nad grządką, wykonując takie zadania, jak wysiew nasion, nawadnianie roślin w zależności od poziomu wilgotności czy usuwanie chwastów. *FARMBOT* łączy się z platformą w chmurze i można nim sterować za pomocą aplikacji internetowej. Jest to doskonały przykład rolnictwa precyzyjnego na poziomie mikro — szczególnie do celów edukacyjnych lub demonstracyjnych. Jednak jego zastosowanie ogranicza się do małych działek i wymaga połączenia z Internetem oraz podstawowych umiejętności technicznych w zakresie konfiguracji i konserwacji.

- **Problem:** czasochłonne ręczne prace ogrodnicze i uprawa roślin na niewielką skalę
- **Rozwiązanie:** robot rolniczy CNC typu open source – w pełni zautomatyzowana pielęgnacja roślin
- **Funkcje:** wysiew, nawadnianie, pielenie, pomiar wilgotności gleby
- **Korzyści:** w pełni autonomiczna uprawa, idealna do celów edukacyjnych i rolnictwa miejskiego
- **Wyzwania:** ograniczona skalowalność, wymaga dostępu do Internetu i umiejętności technicznych

DALSZY ROZWÓJ, KRYTYKA, TRENDY



Krytyka IoT

IoT oferuje wiele korzyści w rolnictwie, jednak spotyka się również z szeregiem krytycznych uwag i wyzwań:

Nadmiar danych: Zarządzanie, analiza i skuteczna interpretacja dużych ilości danych mogą stanowić trudność.

Niezgodność: Urządzenia i platformy różnych producentów mogą nie współpracować ze sobą, co ogranicza możliwości integracji.

Kwestie prywatności: Wykorzystanie kamer, GPS i narzędzi śledzących rodzi problemy etyczne i prawne (np. w kontekście RODO).

Zagrożenia dla bezpieczeństwa: Wiele urządzeń IoT nie posiada odpowiednich zabezpieczeń cybernetycznych, co naraża je na ataki hakerskie lub naruszenia danych.

Wysokie koszty: Początkowe inwestycje w infrastrukturę IoT i szkolenia mogą być kosztowne dla małych gospodarstw rolnych.

Zależność od łączności: Niezbędny jest niezawodny dostęp do Internetu, który na obszarach wiejskich może być ograniczony.

Zmiana rynku pracy: Automatyzacja może zmniejszyć zapotrzebowanie na pracę fizyczną, budząc obawy dotyczące zatrudnienia.

Trendy w IoT

- Wykorzystanie sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego w IoT
- Rozwój technologii bezprzewodowych (5G, NB)
- Rozwój rozwiązań w zakresie zasilania
 - baterie
 - alternatywne źródła energii
- Opieka zdrowotna
- Rolnictwo, biologia
- Bezpieczeństwo
- Komunikacja/miasta
- Oszczędzanie energii

ĆWICZENIE

05



Ćwiczenie dla uczestników:

Ćwiczenie praktyczne: „Znajdź inteligentne rozwiązanie”

Znajdź rzeczywisty przykład technologii opartej na IoT, wykorzystywanej w rolnictwie (np. czujnik wilgotności gleby, inteligentny system nawadniania, system śledzenia zwierząt hodowlanych).

Zadanie: Opisz, jak działa ta technologia, jakie korzyści przynosi oraz jakie wyzwania mogą pojawić się podczas jej stosowania. Długość: 100–150 słów.

Opcjonalnie: Dołącz film lub zdjęcie przedstawiające działanie systemu.

Ćwiczenie grupowe:

Temat dyskusji:

Jakie obszary rolnictwa powinny Waszym zdaniem zostać zcyfryzowane w następnej kolejności? Jakie przeszkody natury etycznej, technicznej lub organizacyjnej mogą utrudniać szersze wdrożenie IoT w typowych gospodarstwach rolnych?

Cel:

Połączenie teorii z praktyką, promowanie krytycznego myślenia oraz ocena rzeczywistego wpływu cyfryzacji na rolnictwo.



Świetna robota!

Ukończyłeś pierwszy moduł **kursu 1!**
Kontynuuj swoją przygodę z nauką.

W **następnym module** poznasz **urządzenia IoT, czujniki, siłowniki i przetworniki.**

www.smartskillsproject.eu

Śledź nas



Projekt zrealizowany dzięki funduszom Unii Europejskiej. Przedstawione poglądy i opinie są jednak wyłącznie poglądami i opiniami autora (autorów) i niekoniecznie odzwierciedlają stanowisko Unii Europejskiej lub Europejskiej Agencji Wykonawczej ds. Edukacji i Kultury (EACEA). Zarówno Unia Europejska, jak i EACEA nie ponoszą za nie odpowiedzialności. 2023-2-PL01-KA220-VET-000178755