

Seminarium szkoleniowe
„Technologie rolnictwa 4.0/5.0”
16-17 styczeń 2025, Toruń



POLSKA IZBA GOSPODARCZA
MASZYN I URZĄDZEŃ ROLNICZYCH

Redaktor naukowy materiałów:

dr hab. inż. Adam Ekielski, prof. SGGW

Spis treści

	str.
Harmonogram szkolenia	3
Definicja rolnictwa 3.0 (precyzyjne), rolnictwa 4.0, rolnictwa 5.0: paradygmaty	4
Systemy rolnictwa precyzyjnego (3.0) – jako podstawa do rozpoczęcia geolokalizacji maszyn na polu	18
Standardy przesyłania danych i ich kluczowe znaczenie dla rolnictwa 4.0 i 5.0	34
Dyskusja : Problemy współpracy producenci-rolnicy-agencje rządowe	51
Elementy technologii wymiany danych w agregatach współpracujących (Gronowo)	56



1. Harmonogram szkolenia : „Technologie rolnictwa 4.0/5.0”

Dzień 1: 16 stycznia 2025 r.

9:30-10:00	Rejestracja uczestników (hotel Filmar, Grudziącka 39/43, Toruń)
10:00-10:15	Oficjalne rozpoczęcie szkolenia
10:15 -11:10	Definicja rolnictwa 3.0 (precyzyjne), rolnictwa 4.0, rolnictwa 5.0, paradygmaty.
11:10-11:25	PRZERWA
11:25-12:20	Systemy rolnictwa precyzyjnego (3.0) – jako podstawa do rozpoczęcia geolokalizacji maszyn na polu.
12:20-12:35	PRZERWA
12:35-13:30	Standardy przesyłania danych i ich kluczowe znaczenie dla rolnictwa 4.0 i 5.0
13:35 – 14:00	Dyskusja : Problemy współpracy producenci-rolnicy-agencje rządowe
14:00-15:00	Lunch i zameldowanie w hotelu
15:00 -16:00	Przejazd do ZSR Gronowo
16:00-18:00	Zajęcia praktyczne cz. I: Symulacja równoczesnej pracy dwóch agregatów.
18:00-18:30	Zajęcia praktyczne cz. II: Autonomiczny system korekcyjny położenia narzędzia.
18:30-19:10	Powrót do hotelu
19:10-20:30	Odpoczynek
20:30 -	Kolacja (hotel Filmar): rozdanie certyfikatów szkolenia

Dzień 2: 17 stycznia 2025 r.

10.00	Zwiedzanie Torunia z przewodnikiem – spotkanie dla zainteresowanych uczestników w lobby hotelu.
-------	---



Temat 1: Definicja rolnictwa 3.0 (precyzyjne), rolnictwa 4.0, rolnictwa 5.0, paradygmaty (Adam Ekielski)

Zagadnienia:

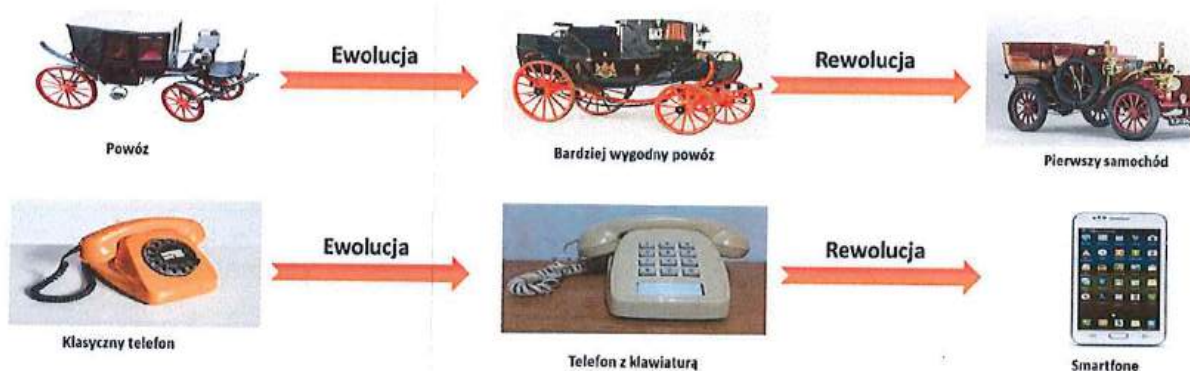
- Precyzyjne określenie zakresu każdego z tych poziomów technologicznych elementy i składniki kluczowe przynależności do poziomu.
- Kluczowe elementy umożliwiające upgrade do kolejnych poziomów.
- Systemy sztucznej inteligencji (chmurowa, lokalna).
- Ograniczenia sprzętowe i braki w kompatybilności urządzeń ograniczające ich dostosowanie wymagań 4.0 i 5.0 .
- Hologram wirtualna rzeczywistość. Technologie immersyjne.

Strona | 4

Precyzyjne określenie zakresu każdego z tych poziomów technologicznych elementy i składniki kluczowe przynależności do poziomu.

Wstęp. Pojęcie rewolucja niesie za sobą pewną dozę niepokoju. Niepokoju polegającego na pytaniu co może ulec zmianie. Czym jest zatem rewolucja przemysłowa? Jest radykalną zmianą technologii wykorzystywanej w określonej dziedzinie. Na rysunku 1, pokazano przykład rewolucji w transporcie, gdzie zastąpiono siłę pociągowa zwierzęcia, pojazdem silnikowym.

Kiedy ewolucja zmienia się w rewolucję przemysłową



- **Ewolucja** – stopniowy proces, w którym coś zmienia się stopniowo z jednego etapu na drugi
- **Rewolucja** - całkowity zwrot; nagła, całkowita lub zasadniczo radykalna zmiana w konstrukcji lub wykorzystaniu urządzenia

Przemysł wytwórczy przeżywa obecnie rewolucję. Powszechnie nazywa się go „Przemysł 4.0”, co oznacza, że jest to czwarta wersja rewolucji przemysłowej. Pierwsza rewolucja przemysłowa miała miejsce pod koniec XVIII wieku, kiedy

„Technologie rolnictwa 4.0/5.0” . 16-17 stycznia 2025, Toruń



POLSKA IZBA GOSPODARCZA
MASZYN I URZĄDZEŃ ROLNICZYCH

wynaleziono mechaniczne krosna zasilane wodą i strumieniem.

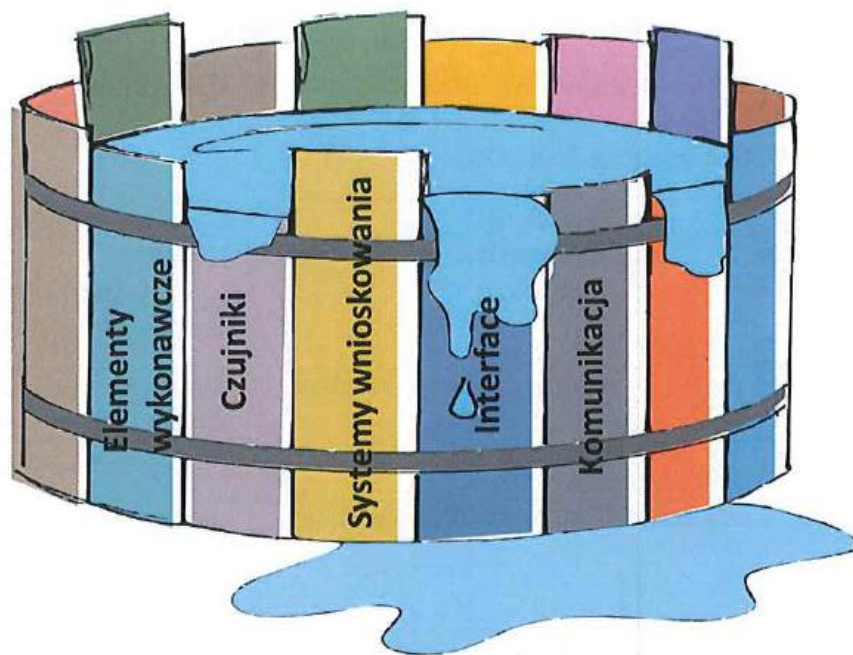
Druga rewolucja nastąpiła pod koniec XIX wieku, kiedy odkryto energię elektryczną i zastosowano ją w masowej produkcji linii produkcyjnych (przenośniki napędzane energią elektryczną itp.).

Trzecia rewolucja nastąpiła w czwartym kwartale XX wieku (lata 60. i 70. XX wieku), kiedy wprowadzono elektronikę, programowalny sterownik logiczny wraz z robotami w celu zautomatyzowania linii produkcyjnych.

Strona | 5

Czwarta lub obecna rewolucja rozpoczęła się na początku XXI wieku wraz z wprowadzeniem systemów cyberfizycznych umożliwionych przez IoT, Rozszerzoną Rzeczywistość i drukowanie 3D itp. IoT jest rdzeniem czwartej rewolucji.

Należy jednak pamiętać, że pojawienie się nowego podejścia do danej technologii wymaga spełnienia podstawowego warunku: wszystkie wykorzystywane w nowym rozwiązaniu narzędzia muszą być na odpowiednim poziomie wdrożenia. Przykład ten obrazowo przedstawia „Beczka Liebig’a”, w której pojemność jest określona przez długość najkrótszej klepki (technologii lub narzędzia).



Rysunek 2. Beczka Justus von Liebig'a. Nie można osiągnąć wyższego poziomu rozwoju technicznego, jeżeli nie wszystkie komponenty są na odpowiednim poziomie wdrożeniowym.

Szeroko rozumiane rolnictwo ma za zadanie produkować żywność dla ludzi. Poziom rozwoju rolnictwa można sklasyfikować w oparciu o postęp technologii i stosowanych technik. Każdy poziom reprezentuje znaczącą rewolucję w sposobie uprawiania roli lub hodowli. Etap rolnictwa zależy od technologii oraz jej wpływu na wydajność, produktywność i zrównoważony rozwój. W publikacji omówimy tylko rolnictwo precyzyjne (3.0), inteligentne (4.0) i zrównoważone rolnictwo (5.0). Na rysunku 3

przedstawiono, ogólny opis wiodących technologii dla każdego z poziomów rozwoju technologicznego.



Rysunek 3. Kolejne fazy rozwoju rolnictwa, opisane słowami kluczowymi dla każdego z etapów.

W tabeli 1 przedstawiono, szczegółowy podział zakresu, elementów i kluczowych komponentów każdego poziomu:

Tabela 1. Poziomy technologiczne rolnictwa.

Poziom technologiczny	Nacisk na	Kluczowe elementy
Rolnictwo tradycyjne (0)	Rolnictwo na własne potrzeby	Praca ręczna, podstawowe narzędzia, nawozy naturalne.
Rolnictwo przemysłowe (1.0)	Produkcja na dużą skalę	Mechanizacja, syntetyczne środki produkcji, monokultura.
Rolnictwo zielonej rewolucji (2.0)	Wysokowydajne odmiany	Mieszańce, środki chemiczne, rozszerzone nawadnianie.
Rolnictwo precyzyjne (3.0)	Optymalizacja zasobów	Czujniki, GPS, VRT, drony, oprogramowanie.
Inteligentne (cyfrowe) rolnictwo (4.0)	Integracja cyfrowa	IoT, AI, autonomiczne maszyny, technologia modułowa, big data.
Rolnictwo regeneracyjne/zrównoważone (4.0+)	Zdrowie ekosystemu i zrównoważony rozwój	Regeneracja gleby, bioróżnorodność, rolnictwo ekologiczne, sekwestracja dwutlenku węgla, energia odnawialna.

Rolnictwo 3.0. Zakres: Koncentruje się na wykorzystaniu zaawansowanej technologii do monitorowania, pomiaru i zarządzania zmiennością w systemach rolniczych, optymalizując wykorzystanie zasobów i zwiększając produktywność przy jednoczesnym zmniejszeniu ilości odpadów.

Elementy i kluczowe komponenty:

- **Gromadzenie danych:**
 - Czujniki wilgotności gleby, poziomu składników odżywczych i warunków pogodowych.
 - Maszyny z obsługą GPS do mapowania pól.
- **Technologia:**
 - Drony do monitorowania upraw i oprysków.
 - Zdjęcia satelitarne do analizy pól na dużą skalę.
- **Automatyzacja:**
 - Zautomatyzowane systemy nawadniania i nawożenia.
- **Technologia zmiennego dawkowania (VRT):**
 - Dostosowuje dawki (np. nawozów, nasion) w oparciu o dane specyficzne dla danego miejsca.
- **Oprogramowanie:**
 - Systemy zarządzania gospodarstwem do analizy danych i podejmowania decyzji.
- **Zrównoważony rozwój:**
 - Precyzyjne wykorzystanie środków produkcji zmniejsza wpływ na środowisko i zwiększa wydajność.

Rolnictwo 4.0. Zakres: Integruje Internet Rzeczy (IoT), sztuczną inteligencję (AI), robotykę i analizę dużych zbiorów danych w celu podejmowania decyzji w czasie rzeczywistym i autonomicznego rolnictwa.

Elementy i kluczowe komponenty:

- **IoT i łączność:**
 - Inteligentne czujniki do ciągłego monitorowania gleby, upraw i zwierząt gospodarskich.
 - Platformy oparte na chmurze do integracji danych.
- **Sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe:**
 - Analiza predykcyjna plonów i wzorców pogodowych.
 - Wykrywanie szkodników i chorób w oparciu o sztuczną inteligencję.
- **Maszyny autonomiczne:**
 - Samojezdne ciągniki, drony i roboty do sadzenia, zbiorów i pielienia.
- **Traceability (identyfikowalność):**
 - Zapewnia identyfikowalność i przejrzystość w łańcuchach dostaw.
- **Big Data Analytics:**
 - Analizuje dane z wielu źródeł w celu podejmowania świadomych decyzji.
- **Zrównoważony rozwój:**
 - Lepsze zarządzanie zasobami i mniejszy wpływ na środowisko.

Rolnictwo 4.0+ (Regeneracyjne). Koncentruje się na poprawie zdrowia gleby,



bioróżnorodności i odporności ekosystemu przy jednoczesnym minimalizowaniu wpływu na środowisko. Często łączy tradycyjną wiedzę z nowoczesnymi zrównoważonymi praktykami.

Elementy i kluczowe komponenty:

- **Zdrowie gleby:**
 - Praktyki takie jak uprawa bezorkowa, płodozmian i uprawy okrywowe w celu budowania materii organicznej.
- **Agroleśnictwo:**
 - Integracja drzew i krzewów z systemami rolniczymi.
- **Rolnictwo ekologiczne:**
 - Unikanie syntetycznych środków chemicznych, skupienie się na środkach organicznych.
- **Oszczędzanie wody:**
 - Wydajne metody nawadniania i systemy zbierania wody.
- **Bioróżnorodność:**
 - Zróżnicowane systemy upraw i naturalne metody zwalczania szkodników.
- **Sekwestracja dwutlenku węgla:**
 - Praktyki zatrzymywania węgla w glebie, przyczyniające się do łagodzenia zmian klimatycznych.
- **Energia odnawialna:**
 - Wykorzystanie paneli słonecznych, turbin wiatrowych i bioenergii do zasilania gospodarstw..

Rolnictwo 5.0: Rolnictwo 5.0 łączy w sobie elementy z poprzednich poziomów rozwoju rolnictwa (np. rolnictwo precyzyjne, inteligentne rolnictwo) z najnowocześniejszymi technologiami w celu stworzenia inteligentnego i zrównoważonego ekosystemu.

Kluczowe elementy i komponenty rolnictwa 5.0

1. **Sztuczna inteligencja (AI) i uczenie maszynowe (ML):**
 - **Sztuczna inteligencja w podejmowaniu decyzji:** Systemy oparte na sztucznej inteligencji analizują ogromne zbiory danych (pogoda, gleba, stan upraw), aby zapewnić przewidywania, takie jak optymalne czasy sadzenia i prognozy plonów.
 - **Sztuczna inteligencja dla automatyzacji:** Roboty i maszyny oparte na sztucznej inteligencji wykonują zadania takie jak sadzenie, pielenie i zbiory przy minimalnej interwencji człowieka.
 - **Monitorowanie upraw:** Modele uczenia maszynowego wykrywają choroby, szkodniki i niedobory składników odżywczych poprzez rozpoznawanie obrazu i dane z czujników.
2. **Internet rzeczy (IoT) i łączność:**
 - **Inteligentne czujniki:** Urządzenia IoT stale monitorują wilgotność gleby, temperaturę, wilgotność i poziom składników odżywczych, umożliwiając dostosowanie w czasie rzeczywistym.
 - **Platformy zarządzania gospodarstwem:** Urządzenia IoT są



zintegrowane z platformami opartymi na chmurze w celu scentralizowanego gromadzenia danych, analizy i podejmowania decyzji.

- **Łączność:** Sieci 5G zwiększają szybkość i niezawodność przesyłania danych między urządzeniami i systemami.

3. Robotyka i automatyzacja:

- **Maszyny autonomiczne:** Samojezdne ciągniki, drony i roboty wykonują precyzyjne zadania, takie jak sadzenie, opryskiwanie i zbiory.
- **Roboty pielące:** Zautomatyzowane systemy, takie jak chwastowniki sterowane laserem lub sztuczną inteligencją, zmniejszają zapotrzebowanie na chemiczne środki chwastobójcze.
- **Monitorowanie zwierząt:** Roboty i czujniki śledzą zdrowie, zachowanie i produktywność zwierząt.

4. Big Data i analityka:

- **Integracja danych:** Agregacja danych z czujników, satelitów, dronów i zapisów historycznych w celu kompleksowej analizy.
- **Analityka predykcyjna:** Wykorzystanie danych historycznych i danych w czasie rzeczywistym do prognozowania wzorców pogodowych, plonów i epidemii szkodników.
- **Modele optymalizacyjne:** Algorytmy optymalizujące alokację zasobów, takich jak woda, nawozy i energia.

5. Technologia identyfikowalności:

- **Identyfikowalność:** Śledzenie trasy produktów, zapewnia kompleksową przejrzystość w łańcuchu dostaw, zapewniając pochodzenie, jakość i bezpieczeństwo produktów rolnych.
- **Inteligentne kontrakty:** Automatyzacja transakcji i umów między zainteresowanymi stronami (np. kupującymi, dostawcami) bez pośredników.
- **Bezpieczeństwo żywności:** Śledzenie i weryfikacja procesów produkcji żywności w celu zapobiegania zanieczyszczeniom lub oszustwom.

6. Zrównoważony rozwój i monitorowanie środowiska:

- **Praktyki przyjazne dla klimatu:** Systemy oparte na sztucznej inteligencji i IoT dostosowują techniki rolnicze do zmieniających się warunków klimatycznych.
- **Sekwestracja dwutlenku węgla:** Monitorowanie poziomu węgla w glebie i wdrażanie praktyk regeneracyjnych w celu magazynowania węgla w glebie.
- **Integracja energii odnawialnej:** Wykorzystanie energii słonecznej, wiatrowej i biogazu do zasilania operacji rolniczych, zmniejszając zależność od paliw kopalnych.

7. Rolnictwo wertykalne i rolnictwo w kontrolowanym środowisku (CEA):

- **Rolnictwo w pomieszczeniach:** Wykorzystanie sztucznej inteligencji i IoT do optymalizacji oświetlenia, temperatury, wilgotności i składników odżywczych w gospodarstwach pionowych.
- **Hydroponika i aeroponika:** Techniki upraw bezglebowych możliwe dzięki precyzyjnej kontroli roztworów składników odżywczych i czynników środowiskowych.



- **Efektywność energetyczna:** Oświetlenie LED, odnawialne źródła energii i systemy recyklingu wody w celu zminimalizowania zużycia zasobów.
8. **Biotechnologia i inżynieria genetyczna:**
- **Techniki edycji genów:** CRISPR i inne technologie tworzą uprawy o ulepszonych cechach, takich jak odporność na suszę, wyższe plony i odporność na szkodniki.
 - **Biologia syntetyczna:** Rozwój bioinżynieryjnych mikroorganizmów dla zdrowia gleby, zwalczania szkodników lub nawozów biologicznych.
 - **Odporne odmiany roślin uprawnych:** Skupienie się na hodowli upraw, które mogą rozwijać się w ekstremalnych warunkach pogodowych.
9. **Współpraca człowieka z maszyną:**
- **Rozszerzona rzeczywistość (AR):** Systemy AR pomagają rolnikom w wizualizacji danych w czasie rzeczywistym, takich jak stan upraw i konserwacja sprzętu.
 - **Zdalne monitorowanie:** Rolnicy zarządzają operacjami zdalnie za pomocą aplikacji mobilnych lub interfejsów rzeczywistości rozszerzonej.
 - **Ulepszone szkolenia:** Narzędzia AR i rzeczywistości wirtualnej (VR) zapewniają szkolenia w zakresie złożonych zadań rolniczych.

Kluczowe elementy umożliwiające upgrade do kolejnych poziomów z poziomu 3.0 do 4.0.

Przejęcie od rolnictwa precyzyjnego do rolnictwa inteligentnego wymaga włączenia sztucznej inteligencji, ekosystemów IoT, robotyki, systemów predykcji oraz chmury obliczeniowej.

Kluczowe nowe elementy modernizacji rolnictwa 3.0 do rolnictwa 4.0

1. **Sztuczna inteligencja (AI) i uczenie maszynowe (ML):**
 - Systemy decyzyjne oparte na sztucznej inteligencji do analityki predykcyjnej (np. zdrowie upraw, epidemie szkodników i prognozy plonów).
 - Modele uczenia maszynowego do adaptacyjnego zarządzania zasobami i zautomatyzowanej optymalizacji praktyk rolniczych.
2. **Ekosystemy IoT z pełną łącznością:**
 - Integracja **sieci czujników IoT** w celu gromadzenia danych w czasie rzeczywistym na temat gleby, pogody i warunków upraw.
 - **Sieci 5G** umożliwiające ultraszybką komunikację o niskich opóźnieniach między urządzeniami i systemami.
3. **Autonomiczna robotyka:**
 - **Samojezdne traktory, kombajny i drony** zdolne do wykonywania



zadań takich jak sadzenie, opryskiwanie i zbieranie plonów bez interwencji człowieka.

- **Roboty do odchwaszczania i zwalczania szkodników** wyposażone w sztuczną inteligencję do ukierunkowanych zastosowań, zmniejszające zużycie środków chemicznych.
4. **Cloud Computing i Edge Computing:**
 - Platformy oparte na chmurze do scentralizowanego przechowywania i analizy danych rolniczych.
 - **Edge computing** do lokalnego przetwarzania danych na poziomie czujników lub urządzeń, zapewniający szybsze podejmowanie decyzji i zmniejszający zależność od chmury.
 5. **Big Data Analytics:**
 - Zaawansowane systemy analityczne do integracji i analizy danych historycznych i w czasie rzeczywistym w celu uzyskania kompleksowego wglądu w zarządzanie gospodarstwem.
 - Algorytmy do prognozowania popytu, trendów rynkowych i optymalizacji łańcucha dostaw.
 6. **Technologia identyfikowalności żywności :**
 - **Rozwiązania w zakresie identyfikowalności** zapewniające przejrzystość łańcucha dostaw żywności, od gospodarstwa rolnego do konsumenta.
 - **Inteligentne kontrakty** automatyzujące transakcje i umowy (np. między rolnikami a nabywcami).
 7. **Cyfrowe bliźniaki:**
 - **Wirtualne modele gospodarstw**, które replikują fizyczną farmę cyfrowo, umożliwiając symulacje różnych scenariuszy (np. strategii sadzenia, wykorzystania zasobów).
 8. **Systemy energii odnawialnej:**
 - Panele słoneczne, turbiny wiatrowe i systemy biogazu do zasilania urządzeń IoT, czujników i autonomicznych maszyn.
 - Systemy magazynowania energii (np. akumulatory) w celu zapewnienia niezawodności.
 9. **Zaawansowana automatyzacja:**
 - W pełni zautomatyzowane systemy nawadniania, które dostosowują dostarczanie wody w oparciu o dane glebowe i pogodowe w czasie rzeczywistym.
 - Zautomatyzowane systemy karmienia zwierząt gospodarskich, połączone z czujnikami monitorującymi stan zdrowia.
 10. **Narzędzia ukierunkowane na zrównoważony rozwój:**
 - Systemy śledzenia emisji dwutlenku węgla do monitorowania i redukcji emisji gazów cieplarnianych.
 - Narzędzia sztucznej inteligencji do identyfikacji możliwości dla rolnictwa regeneracyjnego, takich jak sekwestracja dwutlenku węgla w glebie.
 11. **Ulepszone drony i bezałogowe statki powietrzne:**
 - Drony wyposażone w sztuczną inteligencję i zaawansowane czujniki do monitorowania w wysokiej rozdzielczości, zwalczania szkodników i mapowania.



- Zautomatyzowane wdrażanie dronów do zadań takich jak opryski pestycydami lub monitorowanie upraw.
- 12. Interfejsy człowiek-maszyna:**
- Narzędzia rzeczywistości rozszerzonej (AR) do pracy w terenie i konserwacji sprzętu.
 - Aplikacje mobilne i pulpity nawigacyjne do zdalnego monitorowania i kontroli operacji rolniczych w czasie rzeczywistym.
- 13. Integracja rynku i łańcucha dostaw:**
- Systemy logistyczne oparte na sztucznej inteligencji w celu optymalizacji transportu i przechowywania upraw.
 - Platformy handlu elektronicznego do bezpośredniej sprzedaży z gospodarstwa rolnego do konsumenta, wspierane przez blockchain w celu zapewnienia przejrzystości.
- 14. Narzędzia odporności na zmiany klimatu:**
- Modele przewidywania klimatu oparte na sztucznej inteligencji w celu informowania o harmonogramach sadzenia i zbiorów.
 - Inteligentne systemy nawadniania, które dostosowują się do zmieniających się warunków pogodowych.
- 15. Szkolenie i edukacja rolników:**
- Cyfrowe narzędzia i platformy do szkolenia rolników w zakresie korzystania z inteligentnych technologii rolniczych.
 - Przyjazne dla użytkownika interfejsy upraszczające obsługę zaawansowanych systemów.

Jaka jest różnica między rolnictwem nazywanym rolnictwem precyzyjnym albo nazywanym, rolnictwem 3.0, a rolnictwem 4.0, ponieważ może być to kluczem do rozstrzygnięcia, gdzie lokujemy dane rozwiązanie techniczne lub technologiczne.

Rolnictwo 3.0 to rolnictwo, które przede wszystkim skupiało się na tym, aby możliwie dokładnie dozować nawozy, środki ochrony roślin, prowadzić wszelkiego typu zabiegi. W odniesieniu do produkcji zwierzęcej ma zapewnić możliwość monitorowania potrzeb i stanu zwierząt. Generalnie rzecz biorąc, idea rolnictwa 3.0 polega na tym, że wiemy gdzie, wiemy z którego miejsca lub obiektu pochodzą dane i w którym miejscu możemy aplikować działanie. Finalnie, w założeniu miało to umożliwić dojście do jak najwęższej, wręcz pojedynczej rośliny, która znajduje się w uprawie, ale również pojedynczego zwierzęcia hodowlanego.

Krótko mówiąc, możliwie precyzyjnie określić każdy z elementów, który wchodzi do łańcucha produkcji rolniczej. Rolnictwo 3.0 z tej racji wymagało wprowadzenia do obiegu mnóstwa rozwiązań technicznych, które umożliwiłyby pomiar oraz które umożliwiłyby dokładny pomiar wartości mierzonych, na takich jak położenie pojazdu, stan uprawy na możliwie małym obszarze lub stan zwierzęcia. Reakcja na wprowadzane informacje pozwalała na działania i była podejmowana wyłącznie na podstawie doświadczenia obsługującego system.

Rolnictwo 4.0 jest naturalnym krokiem rozwoju wynikającym z doskonalenia systemów 3.0 przez wprowadzanie coraz większej liczby czujników i przetworników pomiarowych. W połączeniu z łatwym dostępem do systemów transmisji danych,



dane zbierane z czujników tworzą wręcz lawinę informacji trudnych do wchłonięcia przez osoby zarządzające. Przy znacznej liczbie danych, w pewnym momencie okazuje się, że ta liczba danych, która jest zbierana, zaczyna wręcz przeszkadzać.

Problem dużej liczby danych, to przede wszystkim problem w ich zarządzaniu. Czym jest zarządzanie danymi, jest to zwyczajnie odrzucanie danych niepotrzebnych, wyciąganie wniosków z informacji potrzebnych i wdrażanie działań. Właśnie te trzy działania są fundamentem rolnictwa 4.0.

Jeżeli mamy dużo danych i zaczyna się być problem z analizą danych, wobec tego należy wprowadzić pewne rozwiązania, które umożliwią, ułatwią weryfikację danych oraz wyciąganie wniosków z pozyskiwanych informacji. Dlatego te rozwiązania rolnicze, które zawierają elementy diagnostyki, elementy przetwarzania informacji i wnioskowania, stworzyły nową kategorię, nową jakość w rolnictwie, którą nazwano rolnictwem 4.0. Reasumując, rolnictwo 3.0, bądź nazywane inaczej rolnictwem precyzyjnym, jest to rolnictwo, które dążyło do tego, aby możliwie precyzyjnie móc obserwować i ingerować w produkcję rolną, zarówno zwierzęcą, jak i roślinną. Rolnictwo 4.0 ma wspierać pracę o przetworzone informacje i sugerować zastosowanie pewnych działań, wykorzystując również dane historyczne (np. mapy pól). Czyli czas w którym zostały zebrane dane ma również znaczenie.

Kluczem rolnictwa 4.0 jest zatem sprzężenie zwrotne, często w dokumentach ministerialnych nazywane transmisją dwukierunkową. To rozwiązanie pozwala przesyłać dane zarówno od elementów pomiarowych do jednostek wykonawczych, jak i odwrotnie. No i tutaj według mnie chyba bardziej poprawnym określeniem rolnictwa 4.0 byłoby opisanie go jako rolnictwa, w którym mamy sprzężenie zwrotne, sprzężenie między systemem pomiarowym a układem wykonawczym z którym współpracuje dodatkowy moduł analizy danych.

Posłużę się prostym przykładem układu regulacji głębokości orki, jej celem jest utworzenie przepuszczalnej warstwy gleby w celu osiągnięcia możliwie idealnych warunków dla wegetacji roślin. Wydaje się, że jest to prosta operacja wykonywana dziesiątek lat. Skupię się jednak na jednym, powszechnie stosowanym w ciągnikach systemie regulacji siłowej, który zmienia głębokość orki w zależności od oporu stawianego przez glebę. Klasyczne rozwiązanie dla ery mechanizacji, czyli rolnictwa 2.0. System znany od dziesięcioleci i jest to system wyposażony w dwukierunkową wymianę danych „on line”!!!

Trywialnym jest stwierdzenie, że w tym przypadku wykorzystania tego typu systemu regulacji głębokości orki jest głębokość spulchnianej warstwy jest mocno przybliżona. Z czasem uzupełniając ciągnik o system pomiaru położenia GNSS, czujnik głębokości orki, dzięki czemu operator może ręcznie lub automatycznie wcześniej korygować zagłębienie narzędzia w glebie na podstawie np. informacji położeniu agregatu i informacji o zagęszczeniu gleby. W ten sposób realizowane są założenia rolnictwa precyzyjnego (3.0), polegające na stworzeniu dobrych warunków wegetacji na całym polu niezależnie od rodzaju gleby.

Rolnictwo 4.0 to rolnictwo wyposażone w urządzenia i systemy, w których oprócz



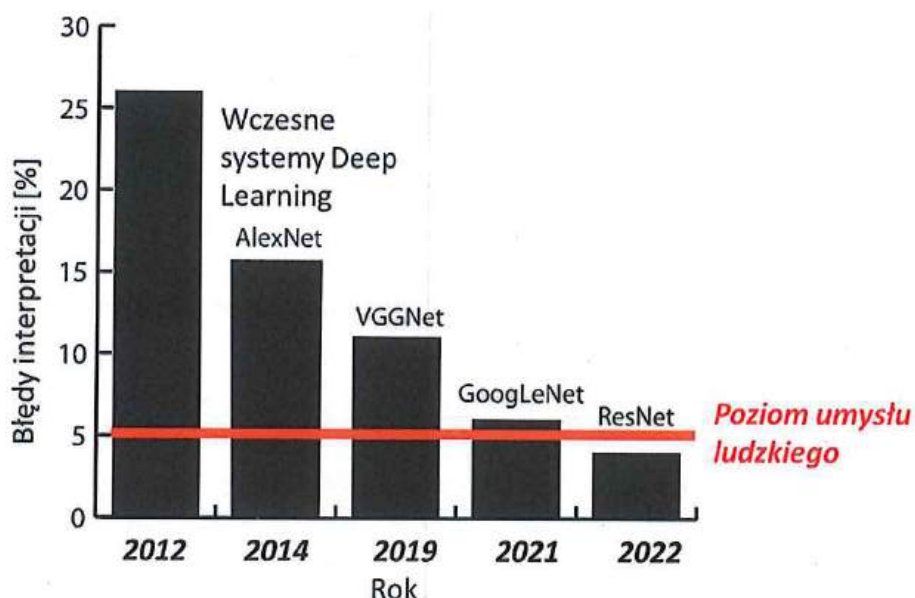
dwukierunkowej wymiany danych istnieje moduł analizy i wspomaganie podejmowania decyzji, pracujący w sprzężeniu zwrotnym o możliwie najmniejszym czasie opóźnienia. W optymalnych warunkach moduł ten powinien być w stanie samodzielnie podjąć działanie. Jak dostosować system głębokości orki do rolnictwa 4.0? Należy wprowadzić informacje o charakterze i zagęszczeniu gleby, przewidywanej uprawie i dane historyczne z plonowania na tym fragmencie pola. Kluczowym w tym przypadku będzie możliwość prowadzenia wprowadzania danych parametrów orki do systemu analizy i korzystanie z informacji w niej zawartych.

Systemy sztucznej inteligencji (chmurowa, lokalna).

Jeśli wierzyć jej zwolennikom, sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe (AI/ML) pewnego dnia dostarczą odpowiedzi na niemal każde możliwe pytanie, od tego, jak składają się białka, po to, jak szybko rozszerza się wszechświat. Podczas gdy ludzkość mierzy się z wyzwaniem zmian klimatycznych, naukowcy i przedsiębiorcy mają nadzieję wykorzystać sztuczną inteligencję do rozwiązania jednego z najbardziej palących problemów współczesnej ery. Chociaż nie będzie to panaceum, sztuczna inteligencja zyskuje na znaczeniu jako kluczowe narzędzie do redukcji emisji gazów cieplarnianych.

Chociaż modele AI mogą być doskonałymi predyktorami, nie wyjaśniają one naturalnie swoich przewidywań.

Na przykład podstawowa sieć neuronowa klasyfikująca psy/koty może zapewnić dokładne ich rozpoznanie, ale nie powie ci, dlaczego dokonała takiej klasyfikacji obiektu.



Liczba błędów popełnianych przez systemy AI.

Wykorzystanie AI.

„Technologie rolnictwa 4.0/5.0” . 16-17 stycznia 2025, Toruń



POLSKA IZBA GOSPODARCZA
MASZYN I URZĄDZEŃ ROLNICZYCH

Sztuczna inteligencja może analizować dane dotyczące gleby za pomocą różnych technik i narzędzi. Oto kilka sposobów, w jakie AI może być wykorzystana do analizy danych glebowych:

1. **Systemy wizyjne:** AI może analizować obrazy i zdjęcia gleby zebranych za pomocą dronów lub innych urządzeń, aby ocenić stan gleby, jej wilgotność, teksturę czy zawartość składników odżywczych.
2. **Techniki uczenia maszynowego:** Za pomocą technik uczenia maszynowego AI jest w stanie analizować duże ilości danych glebowych, takich jak skład chemiczny czy struktura, aby wyodrębnić wzorce i zależności między nimi.
3. **Sensory glebowe:** Sztuczna inteligencja może być wykorzystana do interpretacji danych z sensorów umieszczonych w glebie, które mierzą wilgotność, pH, poziom składników odżywczych czy inne parametry, co pozwala na monitorowanie stanu gleby w czasie rzeczywistym.
4. **Modelowanie predykcyjne:** AI może wykorzystywać dane historyczne dotyczące gleby oraz warunków atmosferycznych do tworzenia modeli predykcyjnych, które pomagają przewidywać jej stan w przyszłości i dostosowywać działania rolnicze odpowiednio.

Rozszerzona rzeczywistość

Rzeczywistość rozszerzona (AR) to najnowocześniejsza technologia, która łączy świat fizyczny i cyfrowy poprzez nakładanie wirtualnych obiektów lub informacji na rzeczywiste środowisko w czasie rzeczywistym. W przeciwieństwie do wirtualnej rzeczywistości (VR), która zanurza użytkowników w całkowicie cyfrowym środowisku, AR wzbogaca rzeczywiste doświadczenia, dodając interaktywne elementy za pośrednictwem urządzeń takich jak smartfony, tablety, okulary AR i zestawy słuchawkowe.

AR opiera się na połączeniu komponentów sprzętowych i programowych. Sprzęt obejmuje urządzenia takie jak okulary AR, kamery i czujniki, które przechwytyją i przetwarzają środowisko fizyczne. Po stronie oprogramowania, aplikacje AR wykorzystują algorytmy, sztuczną inteligencję i wizję komputerową do analizowania rzeczywistych danych wejściowych i generowania odpowiednich wirtualnych nakładek. Wraz z rozwojem sieci 5G i technologii AI, systemy AR stają się coraz szybsze, dokładniejsze i wysoce skalowalne.

Rozszerzona rzeczywistość (AR) w rolnictwie usprawnia rzeczywiste operacje rolnicze poprzez nakładanie informacji cyfrowych na środowisko fizyczne, umożliwiając rolnikom podejmowanie bardziej świadomych decyzji, poprawę wydajności i optymalizację wykorzystania zasobów.

Zastosowania rzeczywistości rozszerzonej w rolnictwie

1. Monitorowanie pól i zarządzanie uprawami

- **Wizualizacja danych w czasie rzeczywistym:** Urządzenia AR (np. okulary AR, smartfony lub tablety) mogą wyświetlać w czasie rzeczywistym dane dotyczące stanu gleby, wzrostu upraw, poziomu wilgotności i zapotrzebowania na składniki odżywcze bezpośrednio na polu.



- **Wykrywanie szkodników i chorób:** Systemy AR mogą podkreślać obszary dotknięte szkodnikami lub chorobami, umożliwiając ukierunkowane interwencje.
 - **Przewidywanie plonów:** Rolnicy mogą wykorzystywać AR do wizualizacji przewidywanych plonów w oparciu o aktualne warunki i trendy wzrostu.
- 2. Rolnictwo precyzyjne**
- **Nakładanie danych z czujników:** AR integruje dane z czujników IoT, takie jak pH gleby, temperatura i wilgotność, z wizualną nakładką na określone obszary pola, aby kierować precyzyjnym stosowaniem nawozów, pestycydów lub wody.
 - **Integracja z dronami:** Systemy AR połączone z obrazami generowanymi przez drony zapewniają wgląd w stan upraw i zmienność pól, umożliwiając rolnikom działanie w precyzyjnych lokalizacjach.
- 3. Nawadnianie i zarządzanie wodą**
- **Inteligentne mapowanie nawadniania:** AR może wyświetlać obszary o optymalnym poziomie wilgotności i identyfikować strefy suche lub nadmiernie nawodnione, umożliwiając efektywne wykorzystanie wody.
 - **Monitorowanie przepływu wody w czasie rzeczywistym:** Rolnicy mogą zobaczyć dynamikę przepływu wody poprzez nakładki AR, zapewniając odpowiednie pokrycie nawadniania.
- 4. Zarządzanie zwierzętami**
- **Śledzenie zdrowia zwierząt:** Okulary AR mogą wyświetlać wskaźniki zdrowotne, takie jak temperatura, aktywność i nawyki żywieniowe poszczególnych zwierząt gospodarskich, pochodzące z czujników do noszenia na zwierzętach.
 - **Zarządzanie stadem:** Wizualna identyfikacja oznakowanych zwierząt do określonych zabiegów lub zadań.
- 5. Konserwacja i obsługa sprzętu rolniczego**
- **Naprawy z przewodnikiem:** AR zapewnia wizualne instrukcje krok po kroku dotyczące diagnozowania i naprawy maszyn lub urządzeń rolniczych, zmniejszając przestoje i zależność od zewnętrznych techników.
 - **Szkolenie z obsługi maszyn:** Symulowane środowiska AR pozwalają pracownikom trenować na złożonych maszynach bez fizycznego sprzętu.
- 6. Zarządzanie szkodnikami i chwastami**
- **Identyfikacja chwastów:** Systemy AR mogą wyróżniać chwasty na polu i zalecać ukierunkowane obszary leczenia.
 - **Aplikacja pestycydów:** Systemy AR mogą pomóc w precyzyjnym stosowaniu pestycydów, minimalizując zużycie chemikaliów i wpływ na środowisko.
- 7. Projektowanie i planowanie gospodarstwa**
- **Planowanie rozmieszczenia pól:** Rolnicy mogą wizualizować i planować układy pól, systemy nawadniania lub rzędy sadzenia za pomocą nakładek AR na rzeczywisty krajobraz.
 - **Projektowanie szklarni:** AR może symulować różne konfiguracje szklarni lub pionowych farm w celu optymalnego wykorzystania przestrzeni i zasobów.
- 8. Integracja łańcucha dostaw i rynku**
- **Identyfikowalność:** Etykiety z obsługą AR mogą pozwolić konsumentom lub interesariuszom na skanowanie i wizualizację pochodzenia produktu, praktyk rolniczych i podróży w łańcuchu dostaw.



- **Wizualizacja logistyki:** Rolnicy mogą wykorzystywać AR do śledzenia i zarządzania transportem zebranych plonów, zapewniając odpowiednie warunki przechowywania i dostawy.

Notatki:



Temat 2: Systemy rolnictwa precyzyjnego (3.0) – jako podstawa do rozpoczęcia geolokalizacji maszyn na polu (Autor: dr inż. Tomasz Wojciechowski, UPP)

Zagadnienia:

- a. *Systemy zwiększające dokładność (w pomieszczeniach i na polu): lokalizacja względna (ZigBee, UWB, RSSI) bezwzględna (RTK, pseudosatelity)*
- b. *Aplikacje wykorzystujące precyzyjne pozycjonowanie: aplikacjami jak section control, tramline control, Multi control points, multi channels, multi boom , zmienne dawkowanie .*

Wprowadzenie

Rolnictwo precyzyjne, znane również jako Rolnictwo 3.0, opiera się na zaawansowanych technologiach wspierających efektywne zarządzanie zasobami. Kluczową rolę odgrywają systemy pozycjonowania i nawigacji, które umożliwiają precyzyjne prowadzenie maszyn, monitorowanie upraw oraz optymalizację procesów.

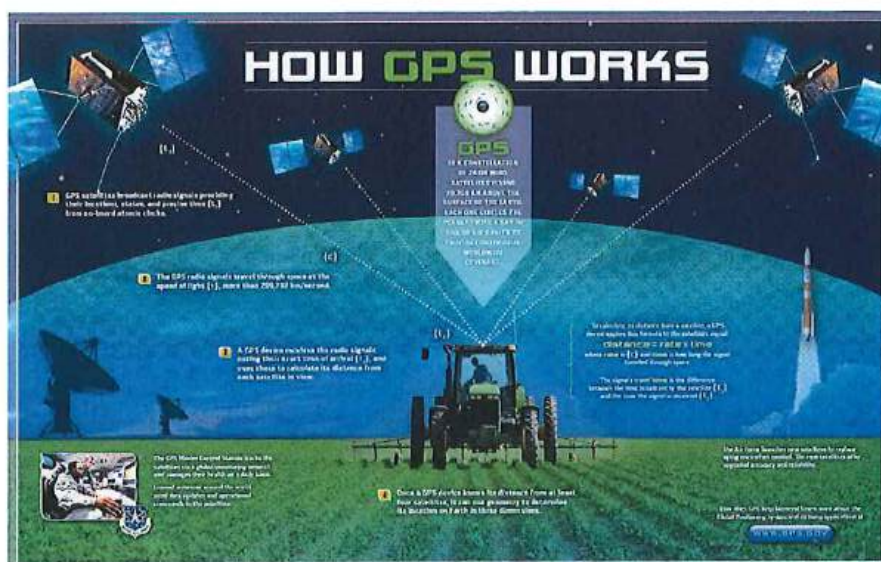
Globalne systemy GNSS i lokalne systemy pozycjonowania, takie jak UWB czy BLE, oferują szerokie możliwości poprawy produktywności oraz zrównoważonego zarządzania zasobami.

Globalne i regionalne systemy pozycjonowania i nawigacji satelitarnej (GNSS i RNSS)

1. Jak działa system satelitarnego pozycjonowania i nawigacji

System GNSS (Global Navigation Satellite System) opiera się na sieci satelitów krążących na orbitach okołoziemskich. Każdy satelita emituje sygnał radiowy, który zawiera informacje o swojej pozycji oraz czasie nadania sygnału. Odbiornik GNSS analizuje czas dotarcia sygnałów z kilku satelitów, co pozwala określić dokładną pozycję w przestrzeni trójwymiarowej.





Rysunek 1. Jak działa GNSS (źródło: www.gps.gov)

Precyzja systemu zależy od ilości widocznych satelitów, ich rozmieszczenia na niebie (geometria satelitów) oraz jakości sygnału. W przypadku rolnictwa precyzyjnego GNSS umożliwia kontrolę maszyn, mapowanie plonów oraz zarządzanie zmiennymi dawkami nawozów. Różnice między systemami, takie jak GPS, Galileo czy GLONASS, dotyczą głównie precyzji, dostępności sygnału w różnych warunkach oraz możliwości integracji z technologiami augmentacji. Galileo, na przykład, oferuje darmowy sygnał o wysokiej dokładności, co może być korzystne dla użytkowników w rolnictwie precyzyjnym.

2. Konstelacje globalne GNSS i regionalne RNSS

A. Globalne GNSS:

- a. **GPS (USA):** Najstarszy i najpowszechniej używany system, który oferuje globalny zasięg i dużą niezawodność. Powstał jako projekt wojskowy, jednak obecnie jest dostępny dla użytku cywilnego. Oferuje różne poziomy dokładności, od kilku metrów do kilkunastu centymetrów przy wykorzystaniu dodatkowych korekcji.
- b. **GLONASS (Rosja):** Uzupełnia GPS, szczególnie w trudnych warunkach geograficznych, takich jak północne szerokości geograficzne. Dzięki swojej niezależności może być stosowany jako alternatywny system w przypadku ograniczeń GPS.
- c. **Galileo (UE):** Zapewnia większą precyzję i lepszą integrację z systemami cywilnymi. Jego wyróżnikiem jest oferowanie darmowego, wysoko precyzyjnego sygnału dla zastosowań komercyjnych.
- d. **Beidou III (Chiny):** Rozwijający się system z rosnącym znaczeniem na rynkach międzynarodowych. Zapewnia dodatkowe funkcje komunikacji między odbiornikami a satelitami.

GNSS constellations

Parameter	GPS	GLONASS	Galileo	BeiDou III
Orbital Period (MEO)	11hrs 58min	11hrs 15mins	14hrs 04mins	12hrs 37min
Orbital Height (MEO)	22,200 Km	19,100 Km	23,222 Km	21,528 Km
Inclination (MEO)	55°	64,8°	56°	55°
Number of Orbital Planes (MEO)	6	3	3	3
Number of satellites	24 MEOs + 6 spares	24 MEOs + 2 spares	24 MEOs + 6 spares	24 MEOs + 3 GEOs + 3 IGSOs + spares
Reference frame	WGS-84	PZ-90	GTFR	CGCS 2000
Reference time	GPS Time (GPST)	GLONASS Time (GLONASST)	Galileo System Time (GST)	BeiDou Time (BDT)

Rysunek 2. Niektóre parametry konstelacji globalnych - GNSS (źródło: ESA, GNSS User Technology Overview | Issue 3, 2020)

B. Regionalne RNSS:

- a. **NavIC (Indie):** Skupia się na regionie Azji Południowej, wspierając precyzyjne nawigowanie lokalne. Jest używany głównie w nawigacji lądowej, morskiej i lotniczej w Indiach.
- b. **QZSS (Japonia):** Wspiera działanie GNSS w Azji Wschodniej i Oceanii, zwiększając dokładność na tym obszarze. Szczególnie przydatny w obszarach zurbanizowanych z dużym zasięgiem sygnałów odbitych.

RNSS constellations (regional coverage)

Parameter	NAVIC	QZSS
Coverage	India and a region extending 1,500 km (930 mi) around it	Asia-Oceania region
Number of satellites	5 IGSOs + 3 GEOs	3 IGSOs + 1 GEO
Reference frame	WGS-84	JGS
Reference time	IRNSS Network Time (IRNWT)	QZSS Time (QZSST)

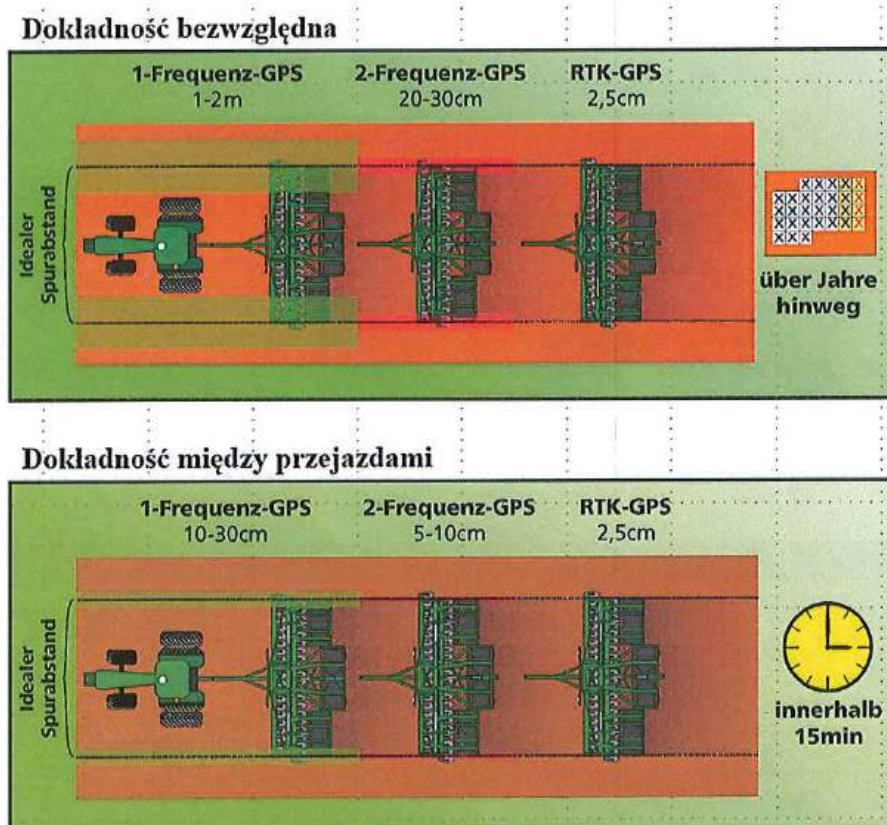
Rysunek 3. Niektóre parametry konstelacji regionalnych - RNSS (źródło: ESA, GNSS User Technology Overview | Issue 3, 2020)



3. Błędy i poprawki

Sygnaly GNSS są podatne na różne zakłócenia, takie jak opóźnienia atmosferyczne, interferencje czy błędy wynikające z odbić sygnału (multipath). Te błędy mogą znacząco wpłynąć na dokładność pomiarów.

Opóźnienia w jonosferze i troposferze mogą powodować błędy na poziomie kilku metrów. Wielodrogowość sygnału, czyli odbicia od budynków, drzew czy innych przeszkód, prowadzi do dodatkowych zakłóceń. Błędy zegarów satelitarnych oraz geometryczne rozmieszczenie satelitów także odgrywają kluczową rolę.



Rysunek 4. <https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/themen/technik/digitalisierung-arbeitswirtschaft-und-prozesstechnik/dlg-merkblatt-388/#c29525>

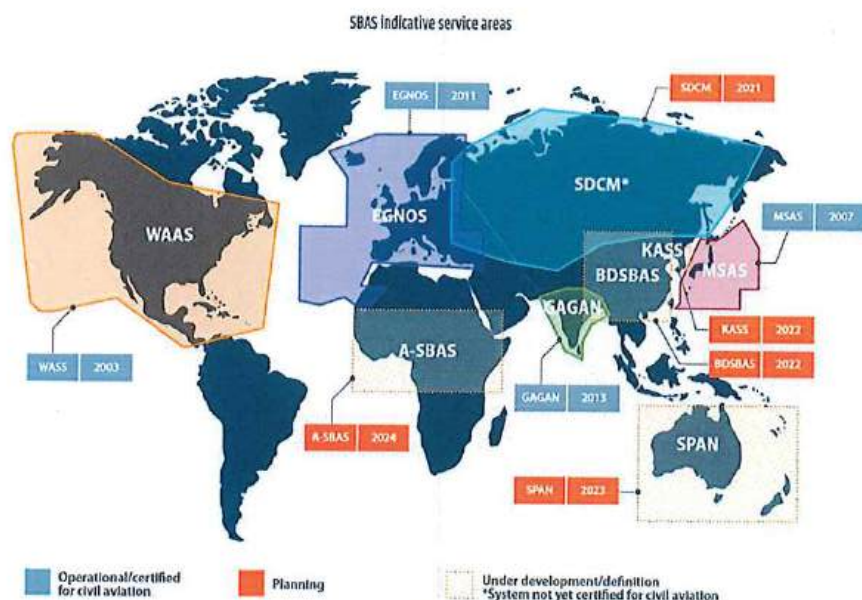
Aby poprawić precyzję, stosuje się systemy korekcji, takie jak SBAS (poprawki satelitarne) i GBAS (poprawki naziemne), które redukują błędy w czasie rzeczywistym, zwiększając użyteczność GNSS w rolnictwie. Poprawki RTK i PPP (Precise Point Positioning) są szeroko wykorzystywane w zaawansowanych maszynach.

4. Systemy i serwisy augmentacji (poprawek)

1. **SBAS (Satellite-Based Augmentation Systems):** Oferują poprawki pozycji w czasie rzeczywistym. Przykłady: EGNOS w Europie, WAAS w Ameryce Północnej. SBAS zwiększa dokładność GNSS do 1-2 metrów, co jest

wystarczające dla wielu zastosowań rolniczych, takich jak prowadzenie maszyn polowych.

- GBAS (Ground-Based Augmentation Systems):** Stosowane lokalnie, zapewniają bardzo wysoką precyzję dzięki naziemnym stacjom referencyjnym. Dokładność na poziomie centymetrów sprawia, że GBAS jest idealny do autonomicznych maszyn.



Name	Service	Stated accuracy	Supported Constellations	Owned by
A-SBAS	SBAS		Current: GPS Future: GPS + Galileo	ASECNA
	PPP-AR*		GPS + Galileo	
BDSBAS	SBAS	Horizontal: <5m Vertical: <8m	Current: BDS + GPS + GLONASS Future: BDS + GPS + GLONASS + Galileo	China
	PPP-AR		BeiDou	
EGNOS	SBAS	Horizontal: <1m Vertical: <1.5m	Current: GPS Future (EGNOS V3): GPS + Galileo	European Union
	PPP-AR		GPS + Galileo	
GAGAN	SBAS	Horizontal: 1.5m Vertical: 2.5m	GPS	India
KASS	SBAS	Horizontal: <1m Vertical: <1.7m	GPS	Korea
MSAS	SBAS	<2m	Current: GPS Future (MSAS V4): GPS + GLONASS + Galileo + BeiDou+QZSS	Japan
SDCM	SBAS	Horizontal: 0.5m Vertical: 0.8m	Current: GPS + GLONASS Future: GPS + GLONASS + Galileo + Beidou	Russian Federation
	PPP-RTK		GPS / GLONASS / Galileo / BeiDou	
SPAN	SBAS	<1 m	Current: GPS Future: GPS + Galileo	Australia and New Zealand
	ppp*		GPS + Galileo	
WAAS	SBAS	Horizontal: <1m Vertical: <1.5m	GPS	USA

* Experimental only stage in March 2020

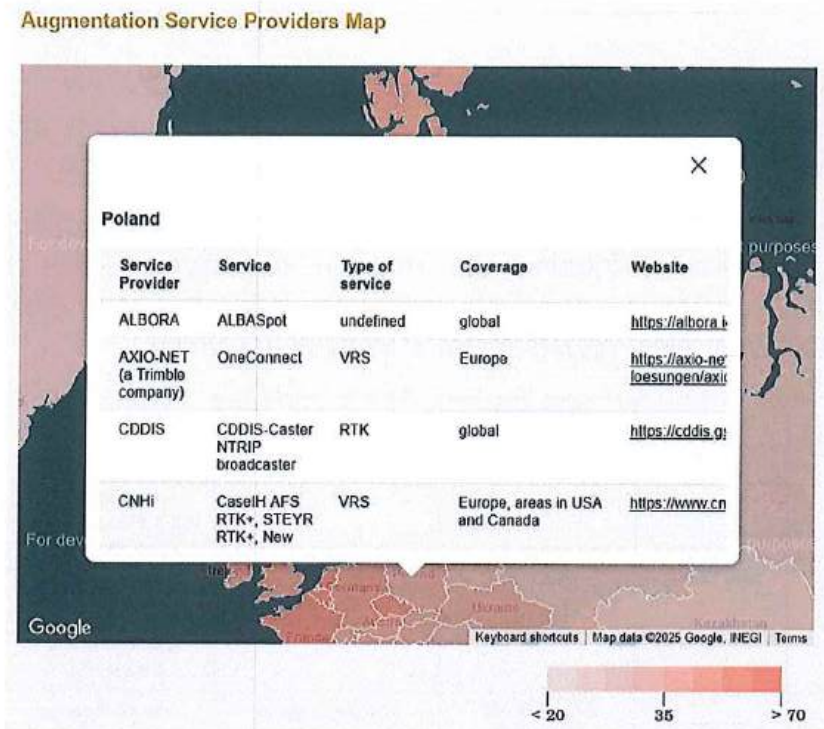
Rysunek 5. SBAS – zasięg i parametry (źródło: ESA, GNSS User Technology Overview | Issue 3, 2020)



3. **Bezpłatne serwisy:** Obejmują EGNOS, WAAS, GAGAN i inne systemy wspierające GNSS. Są one popularne w podstawowych zastosowaniach, gdzie wymagania dotyczące precyzji nie są zbyt wygórowane.
4. **Komercyjne rozwiązania:** RTK (Real-Time Kinematic) umożliwia precyzję do kilku centymetrów, idealną dla maszyn rolniczych. PPP (Precise Point Positioning) oferuje podobną precyzję bez potrzeby lokalnych stacji referencyjnych, ale z opóźnieniem w uzyskaniu wyniku.

Lp.	Nazwa systemu pozycjonowania	Dokładności udostępnianych serwisów RTN, RTK	Link do informacji na stronie www	Informacja o przyjęciu stacji do PZGIG
1	ASG-EUPOS	0,03 m dla wsp. poziomych 0,05 m dla wysokości	http://www.asgeupos.pl/index.php?wpg_type=serv&sub=gen	Na podstawie rozporządzenia Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 6 lipca 2021 r. w sprawie osnów geodezyjnych, grawimetrycznych i magnetycznych
2	NADOWSKI NET	0,03 m dla wsp. poziomych 0,05 m dla wysokości	http://nadowski.pl/nadowski-net/czym-nadowski-net/	http://nadowski.pl/nadowski-net/tabela-stacji-referencyjnych/
3	TPI NETpro	0,03 m dla wsp. poziomych 0,05 m dla wysokości	https://www.tpinet.pl/opis-systemu	https://tpinet.pl/mapa-zasiegu
4	VRSNet	0,03 m dla wsp. poziomych 0,05 m dla wysokości	http://vrsnet.pl/uslugi_dokladosci.html	http://vrsnet.pl/mapa_zasiegu.html
5	SmartNet	0,03 m dla wsp. poziomych 0,05 m dla wysokości	https://www.smartnetleica.pl/smartnet/nasze-uslugi/siec-rtn/	https://www.smartnetleica.pl/smartnet/zasoby/mapa-stacji-referencyjnych/
6	RtkNet	0,03 m dla wsp. poziomych 0,05 m dla wysokości	https://gnss68.wixsite.com/art-geo/rtknet	Brak informacji

Rysunek 6. GBAS w Polsce – zasięg i parametry (źródło: geoforum.pl; 01.2024)



Rysunek . 7. Aktualną dostępność serwisów korekcyjnych dla różnych regionów geograficznych można sprawdzić w serwisie Agencja Unii Europejskiej ds. programu kosmicznego - EUSPA (<https://www.gsc-europa.eu/gnss-market-applications/augmentation-providers-map>)

Lokalne systemy pozycjonowania i nawigacji RTLS i metody RSSI

1. Metoda RSSI (Received Signal Strength Indicator)

RSSI to technologia wykorzystująca siłę sygnału radiowego do określenia pozycji. Jest stosowana tam, gdzie globalne systemy nawigacji są niedostępne lub niewystarczające.

Przykładem praktycznego zastosowania RSSI w rolnictwie jest lokalizacja maszyn w dużych gospodarstwach rolnych. Dzięki tej technologii rolnik może szybko zlokalizować np. ciągnik pozostawiony na polu lub narzędzia w magazynie. W prostych przypadkach, RSSI może również być stosowane do monitorowania ruchu zwierząt w obrębie ograniczonych przestrzeni, np. w oborze.

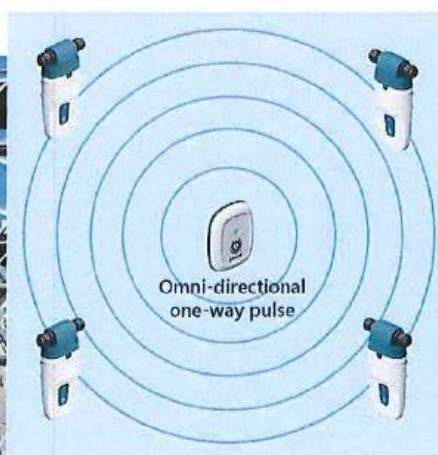
Technology	Identification	Accuracy	Presence Detection	Positioning type	Power Consumption	Range [m]	Disadvantages
Ultra Wideband	✓	cm - dm	✓	Absolute	Low	1 - 50	Signals can be blocked by large metallic objects
Wi-Fi	✓	m	✓	Absolute	High	1 - 50	Use of ISM band - interference
Bluetooth	✓	m	✓	Absolute	Low	1 - 20	Use of ISM band - interference, low range
RFID	✓	dm - m	✓	Absolute	Low	1 - 50	Low range and small coverage, unsecure communication
Camera	✗	mm - dm	✓	Absolute	High	1 - 10	Requires big computing power, requires Line of Sight
Laser	✗	mm	✓	Relative	High	1 - 5	Requires direct Line of Sight, provides only relative positioning
Infrared	✗	m	✓	Absolute	Low	1 - 5	Requires direct Line of Sight, can be easily blocked by opaque objects
Ultra Sound	✗	cm	✓	Absolute	Low	1 - 10	Susceptible to acoustic noise
Dead Reckoning	✗	0.1% - 20% ratio	✗	Relative	High	1 - 100	The positioning error cumulatively increases, need to use high quality sensors, only relative positioning available
Pseudolites	✓	cm - dm	✗	Absolute	High	1 - 1000	Affected by multipath, signal interference and less accurate clock

Rysunek 8. Porównanie różnych technologii i systemów RTLS (Real Time Location System) (źródło: www.sewio.net)

2. UWB (Ultra-Wideband)

Ultra-Wideband to technologia umożliwiająca bardzo precyzyjne określenie pozycji (dokładność do 10 cm) na krótkich dystansach. Dzięki dużej odporności na zakłócenia, UWB jest idealne do śledzenia sprzętu w magazynach czy autonomicznych maszyn polowych.

Zaletą UWB jest precyzja i szybkość reakcji, co czyni ją idealnym rozwiązaniem dla autonomicznych pojazdów rolniczych. Jednak ograniczeniem tej technologii jest zasięg – UWB najlepiej sprawdza się na obszarach o średniej wielkości, co może stanowić problem w rozległych gospodarstwach.



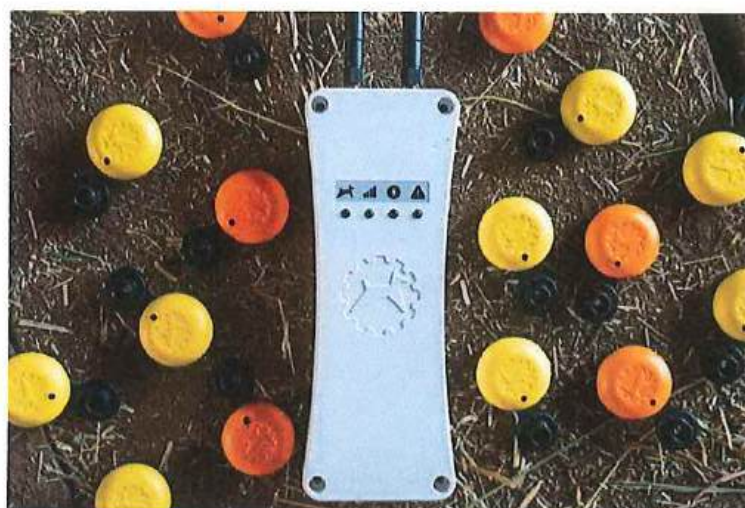
Rysunek 9. Przykład transponderów UWB zamontowanych na konstrukcji nośnej szklarni (źródło: www.pozyx.io)

3. BLE (Bluetooth Low Energy)

Bluetooth Low Energy charakteryzuje się niskim zużyciem energii, co sprawia, że jest odpowiedni do długotrwałego monitorowania. W rolnictwie BLE znajduje zastosowanie w monitorowaniu stada i śledzeniu ruchu zwierząt na pastwiskach.

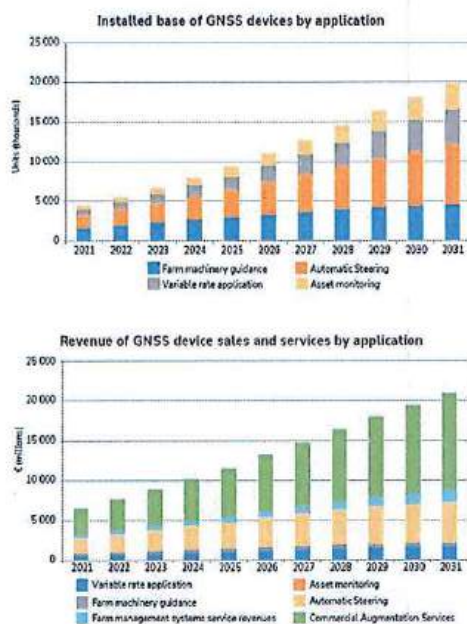
Strona | 26

Systemy BLE są często wykorzystywane w połączeniu z aplikacjami mobilnymi, co pozwala na szybkie i wygodne zbieranie danych oraz ich analizę.



Rysunek 10. Odbiorniki BLE do monitorowania stada owiec – HerdDogg (źródło: www.herddogg.com)

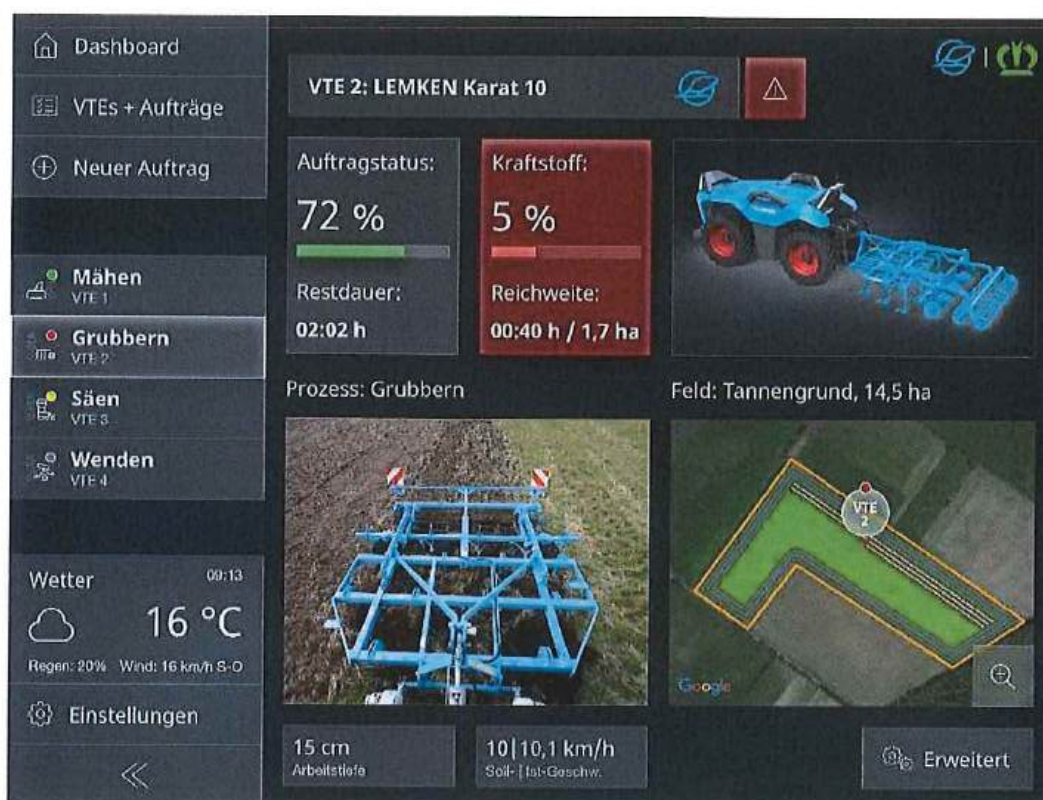
Technologie rolnictwa precyzyjnego wykorzystujące lokalne i globalne systemy pozycjonowania i nawigacji



Rysunek 11. W jakich technologiach rolnictwa precyzyjnego montowane sa nowe odbiorniki GNSS (góra) i dla jakich technologii uzyskuje się największy zwrot z sprzedaży (dół). źródło: EUSPA EO and GNSS Market Report | Issue 1, 2022)

3.1. Automatyczne i autonomiczne systemy prowadzenia maszyn polowych

Technologie GNSS umożliwiają precyzyjne prowadzenie maszyn polowych, takich jak ciągniki czy kombajny, minimalizując nakład pracy operatorów. Dzięki temu zmniejsza się zużycie paliwa oraz ryzyko pomyłek podczas pracy.



Rysunek 12. Widok aplikacji web do zarządzania pracą autonomicznego ciągnika Lemken z zestawem Karat 10 (źródło: <https://combined-powers.com>)

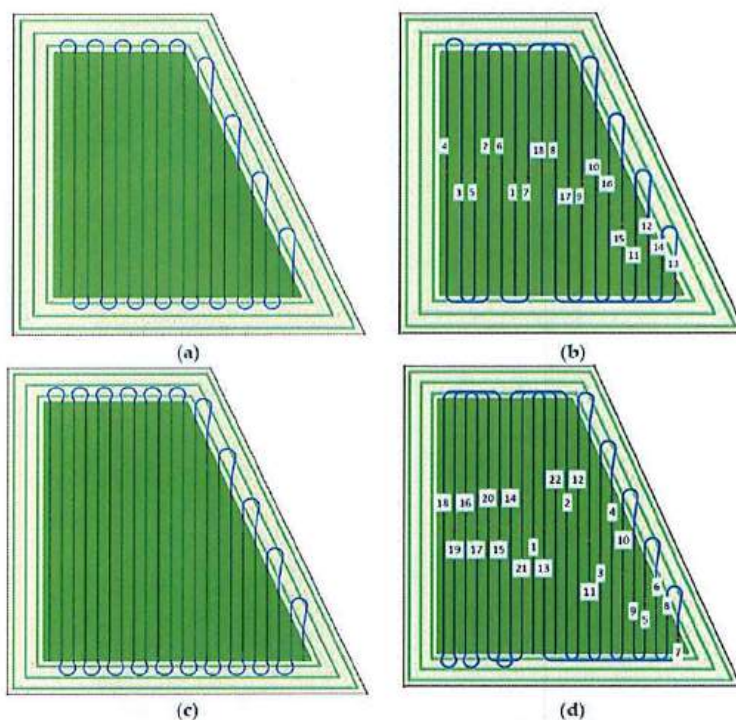
Autonomiczne systemy prowadzenia korzystają z danych GNSS oraz lokalnych systemów pozycjonowania, takich jak UWB, aby dostarczać precyzyjne wskazówki dotyczące kierunku jazdy. W połączeniu z czujnikami mogą automatycznie dostosowywać się do warunków polowych.

3.2 Kontrola sekcji

GNSS pozwala na automatyczne wyłączenie sekcji opryskiwaczy, siewników czy rozrzutników nawozów w miejscach już opracowanych, co ogranicza nakłady chemiczne i minimalizuje szkody dla środowiska.

3.3 Zarządzanie ścieżkami przejazdowymi

Dzięki dokładnym mapom pól i systemom GNSS możliwe jest optymalne planowanie tras przejazdu maszyn, co redukuje ugniatanie gleby i zwiększa efektywność pracy.



Rysunek 13. Przykład niezoptymalizowanych (a i c) i zoptymalizowanych (b i d) ścieżek przejazdowych dla pól przy różnych szerokościach roboczych 12 m (c i d) i 14 m (a i b). (źródło: Rodias, E.; Berruto, R.; Busato, P.; Bochtis, D.; Sørensen, C.G.; Zhou, K. *Energy Savings from Optimised In-Field Route Planning for Agricultural Machinery. Sustainability* **2017**, 9, 1956)

3.4 Zmienne dawki nawozów

Na podstawie map plonów oraz danych GNSS można precyzyjnie dozować nawozy, dostosowując ich ilość do potrzeb roślin, co wpływa na wzrost wydajności i oszczędność zasobów.



Rysunek 14. Technologia nawożenia mineralnego zmienną dawką z zastosowaniem obrazowania multispetralnego (źródło: EIP AGRI MORO, autor)

3.5 Zmienne gęstość siewu/sadzenia

Technologia GNSS umożliwia dostosowanie gęstości siewu lub sadzenia w zależności od warunków glebowych, co zwiększa potencjał plonów.



Rysunek 15. Mapa aplikacyjna zmiennej gęstości sadzenia ziemniaków (źródło: dynacrop.space)

3.6 Mapowanie plonów

Integracja GNSS z czujnikami kombajnów pozwala na tworzenie szczegółowych map plonów, które pomagają w planowaniu przyszłych działań agrotechnicznych.



Rysunek 16. Przykład mapy plonu z kombajnu ziemniaczanego AVR (źródło: www.h2020-demeter.eu)

3.7 Mapowanie gleby

Mapowanie gleby polega na analizie różnic w właściwościach glebowych na polach uprawnych. Dzięki zastosowaniu technologii GNSS oraz sensorów gleby, możliwe

jest tworzenie map zmienności gleby, które pomagają w precyzyjnym dostosowywaniu działań agrotechnicznych. Analiza danych o składnikach odżywczych, strukturze gleby czy wilgotności pozwala na optymalne wykorzystanie nawozów i poprawę struktury gleby, co prowadzi do zwiększenia wydajności upraw



Rysunek 17. Sekcja do mapowania gleby (materia organiczna + EC) (źródło: agrotechnology.pl)

3.8 Mapowanie ładu

Mapowanie ładu umożliwia szczegółową analizę stanu roślinności na polu w czasie wegetacji. Dzięki zastosowaniu dronów, satelitów oraz systemów GNSS, rolnicy mogą monitorować rozwój roślin, identyfikować obszary wymagające interwencji, takie jak niedobory wody lub składników odżywczych. Dane te pozwalają na podejmowanie decyzji w czasie rzeczywistym, co prowadzi do lepszego zarządzania i wyższej jakości plonów.



Rysunek 18. Zestaw do mapowania łanu - system Augmenta na ciągniku JD (źródło: EPLi Agri MORO, autor)

Podsumowanie

Precyzyjne rolnictwo to przyszłość zarządzania zasobami rolnymi. Integracja globalnych systemów GNSS z lokalnymi technologiami, takimi jak BLE czy UWB, pozwala na zwiększenie efektywności i zrównoważony rozwój. W przyszłości, dzięki dalszemu rozwojowi AI i IoT, technologie te będą jeszcze bardziej zintegrowane, oferując kompleksowe rozwiązania dla rolnictwa.

Rolnictwo 4.0, jako kolejny etap rozwoju, przynosi pełną automatyzację i cyfryzację procesów produkcyjnych. Dzięki integracji Big Data, uczenia maszynowego i robotyki, możliwe będzie jeszcze bardziej precyzyjne monitorowanie i zarządzanie wszystkimi aspektami produkcji rolnej. Rozwiązania te otwierają nowe perspektywy, takie jak zdalne zarządzanie gospodarstwem czy zastosowanie autonomicznych robotów w każdej fazie cyklu produkcyjnego. Rolnictwo 4.0 to krok w stronę całkowicie zrównoważonej i inteligentnej produkcji rolnej.

Notatki:

Temat 3: Standardy przesyłania danych i ich kluczowe znaczenie dla rolnictwa 4.0 i 5.0 (Autor: dr inż. Mirosław Czechowski, UPP)

a. Transfer danych : bezprzewodowy, przewodowy.

Przewodowa transmisja danych

- **Stabilność:** Przewodowe połączenia oferują stabilność i niezawodność w przesyłaniu danych.
- **Wydajność:** Zwykle mają wyższą przepustowość, co jest istotne w przypadku przesyłania dużych ilości danych.
- **Zastosowanie:** Wykorzystywane w systemach monitorowania i sterowania w szkółkach, farmach i gospodarstwach.

Bezprzewodowa transmisja danych

- **Elastyczność:** Umożliwia łatwe dostosowanie do zmieniających się warunków i lokalizacji.
- **Technologie:** Wykorzystuje technologie takie jak Wi-Fi, Zigbee, LoRa oraz sieci komórkowe (LTE, 5G).
- **Zasięg:** Dzięki różnym standardom można uzyskać szeroki zasięg komunikacji, co jest kluczowe w dużych gospodarstwach.

Protokoły stosowane w przewodowej transmisji danych w systemach cyfrowych w rolnictwie

W przewodowej transmisji danych w systemach cyfrowych stosowanych w rolnictwie, różne protokoły komunikacyjne są wykorzystywane do zapewnienia efektywnej wymiany informacji:

1. Modbus

- **Opis:** Protokół komunikacyjny oparty na architekturze master/slave, często wykorzystywany do komunikacji między urządzeniami w automatyce przemysłowej. Powstały wersje dla portu szeregowego i dla sieci IP. W sieciach IP używany jest protokół Modbus TCP na porcie 502. Modbus jest protokołem typu Client-Server. Modbus RTU jest standardem otwartym, co przyczyniło się do dużego jego rozpowszechnienia. Początkowo działał poprzez port szeregowy RS-232 lecz wraz z rozwojem protokołu możliwe było wykorzystanie RS-485, co pozwalało na zwiększenie prędkości transmisji.
- **Zastosowanie:** Modbus może być używany do komunikacji: z czujnikami, które monitorują poziom wilgotności gleby, co pozwala na optymalizację nawadniania, umożliwia zdalne zarządzanie systemami nawożenia, co zwiększa efektywność i redukuje koszty.



2. CAN (Controller Area Network)

- **Opis:** Protokół komunikacji zaprojektowany do zastosowań w motoryzacji, ale z powodzeniem stosowany w rolnictwie. Jest wykorzystywany do komunikacji pomiędzy maszynami w systemie ISOBUS.
- **Zastosowanie:**
 Maszyny rolnicze: W nowoczesnych traktorach i kombajnach, CAN pozwala na wymianę danych między różnymi jednostkami sterującymi, co zwiększa precyzję operacji.
 Monitorowanie stanu technicznego: Umożliwia przesyłanie informacji o stanie maszyn, co pozwala na wczesne wykrywanie usterek.

3. Ethernet

- **Opis:** Standardowa technologia sieciowa do przesyłania danych w lokalnych sieciach komputerowych.
- **Zastosowanie:**
 Zarządzanie gospodarstwami: W systemach monitorowania upraw, gdzie duże ilości danych są przesyłane z różnych czujników i urządzeń, Ethernet zapewnia wysoką przepustowość.
 Zdalne sterowanie: Umożliwia zdalne sterowanie systemami nawadniania, oświetlenia i klimatyzacji w szklarniach.

4. RS-232/RS-485

- **Opis:** Standardy komunikacji szeregowej, które pozwalają na przesyłanie danych na krótkie odległości (RS-232) lub dłuższe odległości z możliwością podłączenia wielu urządzeń (RS-485).
- **Zastosowanie:**
 Czujniki i kontrolery: Używane w prostych systemach, gdzie konieczne jest podłączenie czujników do kontrolerów w obrębie gospodarstwa.
 Komunikacja z urządzeniami: Umożliwia komunikację z urządzeniami, takimi jak np. wagi, które rejestrują dane o plonach..

5. BACnet

- **Opis:** Protokół komunikacyjny zaprojektowany do zarządzania systemami automatyki budynkowej.
- **Zastosowanie:**
 Inteligentne budynki: W rolnictwie, BACnet jest wykorzystywany do zarządzania systemami klimatyzacyjnymi i oświetleniowymi w budynkach gospodarczych, co zwiększa efektywność energetyczną.
 Kontrola warunków przechowywania: Monitorowanie temperatury i wilgotności w magazynach na plony.

6. DNP3 (Distributed Network Protocol)

- **Opis:** Protokół komunikacyjny używany głównie w automatyce energetycznej.
- **Zastosowanie:**
 Zarządzanie energią: Stosowany w systemach do monitorowania i



zarządzania energią elektryczną w gospodarstwach rolnych, co pozwala na optymalizację zużycia energii.

Integracja z systemami OZE: Umożliwia integrację z systemami odnawialnych źródeł energii, jak panele słoneczne.

Protokoły i technologie stosowane w bezprzewodowej transmisji danych w systemach cyfrowych w rolnictwie

Bezprzewodowa transmisja danych w rolnictwie umożliwia efektywne monitorowanie i zarządzanie procesami, co jest kluczowe dla nowoczesnych praktyk rolniczych. Poniżej scharakteryzowane zostały niektóre z najpopularniejszych protokołów i technologii:

1. Sieci komórkowe GPRS/LTE/5G

Korzyści z zastosowania sieci komórkowych

Zasięg: Sieci komórkowe oferują szeroki zasięg, co pozwala na monitorowanie i zarządzanie gospodarstwem w trudno dostępnych miejscach.

Mobilność: Umożliwiają rolnikom zarządzanie swoim gospodarstwem z dowolnego miejsca, co zwiększa komfort i efektywność pracy.

Skalowalność: Systemy oparte na łączności komórkowej można łatwo rozbudować o nowe czujniki i urządzenia, co sprzyja innowacjom.

Oszczędności: Dzięki dokładnym danym i automatyzacji procesów rolnicy mogą znacznie obniżyć koszty produkcji.

Zastosowania:

Czujniki umieszczone w polu przesyłają dane do centralnego systemu zarządzania, który jest dostępny przez aplikację mobilną lub webową. Umożliwiają zdalne sterowanie maszynami rolniczymi, użytkownicy mogą zdalnie uruchamiać lub programować maszyny do siewu, nawożenia czy zbiorów, korzystając z aplikacji działających w sieciach komórkowych.

Umożliwiają gromadzenie dużej ilości danych z różnych źródeł (np. maszyny, czujniki, kamery) i ich przesyłanie do chmury, dzięki czemu systemy analityczne mogą przetwarzać dane o plonach, warunkach pogodowych i strategiach upraw, co pozwala na podejmowanie lepszych decyzji.

Umożliwiają wykorzystanie dronów do monitorowania upraw tą drogą drony mogą przysyłać dane w czasie rzeczywistym do systemu zarządzania gospodarstwem.

2. NB-IoT (Narrowband IoT)

- **Opis:** Technologia komunikacji oparta na sieciach komórkowych, zaprojektowana do obsługi urządzeń IoT. Standard technologii



radiowej Low Power Wide Area Network (LPWAN) umożliwiające działanie szerokiej gamie usług komórkowych, w szczególności dotyczących komunikacji między urządzeniami (ang. machine-to-machine, M2M). Specyfikacja została zamrożona w wersji 3GPP 13 (LTE Advanced Pro) w czerwcu 2016 r. NB-IoT koncentruje się w szczególności na pokryciu wewnętrznym (m.in. wnętrza budynków, piwnice), niskim koszcie (zarówno infrastruktury jak i urządzeń końcowych), długim czasie pracy (możliwe wieloletnie działanie na zasilaniu bateryjnym) i wysokiej gęstości połączeń (tysiące urządzeń na małym obszarze). NB-IoT wykorzystuje podzbiór standardu LTE, ale ogranicza szerokość pasma do pojedynczego wąskiego pasma 200 kHz.

- **Zastosowanie:**

Monitorowanie zasobów: Umożliwia zdalne monitorowanie zasobów, takich jak np. poziom wody w zbiornikach, itp.

Zbieranie danych: Używana do zbierania danych z urządzeń rozproszonych na dużych obszarach.

3. Wi-Fi

- **Opis:** Technologia umożliwiająca bezprzewodowe połączenie z siecią lokalną. Używa topologii punkt-punkt, co oznacza, że wszystkie urządzenia komunikują się z punktem dostępowym (routerem). Zasięg WiFi wynosi zazwyczaj od 30 do 100 metrów w zależności od przeszkód i mocy sygnału. oferuje wysoką prędkość transmisji danych, sięgającą nawet kilku gigabitów na sekundę (Gbps). Działa w parciu o grupę standardów IEEE 802, opisujących warstwę fizyczną i podwarstwę MAC bezprzewodowych sieci lokalnych.

- **Zastosowanie:**

Monitorowanie upraw: Używana do łączenia czujników i systemów zarządzania w obrębie gospodarstwa.

Zdalny dostęp: Umożliwia rolnikom zdalne monitorowanie i zarządzanie urządzeniami przez aplikacje mobilne.

4. Zigbee

- **Opis:** Protokół bezprzewodowy oparty na standardzie IEEE 802.15.4, zaprojektowany do niskozasilających aplikacji. Zasięg Zigbee wynosi od 10 do 100 metrów, ale dzięki możliwości tworzenia siatki (mesh network) zasięg może być znacznie większy. Dysponuje zwykle prędkością transmisji danych do 250 kilobitów na sekundę (kbps). Jest energooszczędnym protokołem, co sprawia, że jest idealny dla urządzeń zasilanych bateryjnie i systemów IoT (Internet of Things).

- **Zastosowanie:**

Inteligentne rolnictwo: Używany do komunikacji w sieciach czujników, które monitorują warunki w uprawach.

Automatyzacja: Może być stosowany w automatycznych systemach nawadniania oraz zarządzania oświetleniem w szklarniach.



5. LoRaWAN (Long Range Wide Area Network)

- **Opis:** Protokół zaprojektowany do komunikacji na dużych odległościach z niskim zużyciem energii. Przeznaczony do zastosowań komunikacji między urządzeniami internetu rzeczy (IoT/M2M). Maksymalne odległości między urządzeniami a stacjami bazowymi wynoszą 10–15 km. LoRa wykorzystuje wolne od licencji sub-gigahercowe pasma częstotliwości radiowych (tzw. Pasma ISM), takie jak 169 MHz, 433 MHz, 868 MHz (Europa) i 915 MHz (Ameryka Północna). Przyjęta topologia sieci to tzw. rozszerzona gwiazda (ang. star-of-stars) – element centralny jest otoczony elementami pośrednimi – tzw. bramkami (ang. gateways), które komunikują się z urządzeniami końcowymi.
- **Zastosowanie:**
Czujniki środowiskowe: Idealny do zbierania danych z czujników monitorujących wilgotność, temperaturę i inne parametry w rozległych obszarach.
Zarządzanie infrastrukturą: Umożliwia zdalne monitorowanie infrastruktury, takiej jak systemy nawadniania.

6. Bluetooth

- **Opis:** Technologia bezprzewodowa do przesyłania danych na krótkich odległościach. Jest to otwarty standard opisany w specyfikacji IEEE 802.15.1. Jego specyfikacja techniczna obejmuje trzy klasy mocy nadawczej ERP 1-3 o zasięgu 100, 10 oraz 1 metra w otwartej przestrzeni. Najczęściej spotykaną klasą jest klasa druga. Standard korzysta z fal radiowych w paśmie częstotliwości ISM 2,4 GHz.
- **Zastosowanie:**
Czujniki i urządzenia mobilne: Umożliwia bezprzewodową komunikację między czujnikami a urządzeniami mobilnymi rolników.
Zdalne sterowanie: Używana w systemach sterowania maszynami rolniczymi.

7. Sigfox

- **Opis:** Protokół komunikacji bezprzewodowej przeznaczony dla urządzeń IoT z niskim zużyciem energii. Sieć Sigfox została pierwotnie opracowana z myślą o połączeniu urządzeń przesyłających niewielkie pakiety danych. Struktura sieci jest zbliżona do sieci telefonii komórkowej. Urządzenia komunikują się z wykorzystaniem technologii transmisji sigfox3 wąskopasmowej UNB (Ultra Narrow Band) w nielicencjonowanym pasmie 868 MHz. Intencją twórców było wykorzystanie pasma o jak największej długości fali, co umożliwiłoby uzyskanie jak największego zasięgu bez konieczności stosowania urządzeń pośredniczących. Metoda ta jest wysoce odporna na zakłócenia. Urządzenia IoT mogą komunikować się na stosunkowo duże odległości (teoretycznie do 50 km w terenie i 5~10 km w obszarze zabudowanym w praktycznych testach miasto – 2 kilometry



poza miastem – od 7 do 23 kilometrów). Kodowanie realizowane jest w warstwie aplikacji za pomocą standardu AES128 i 16-bitowego uwierzytelniania. Urządzenia IoT wykorzystujące tę technologię charakteryzują się niskim zużyciem energii, dzięki czemu bateria wystarczy na ponad 10 lat. Do transmisji danych używane jest pasmo częstotliwości 868 MHz przy prędkości 100bps. Sygnał wysłany przez urządzenie może zostać odebrany przez wszystkie stacje bazowe w okolicy, które go dekodują i przesyłają do serwera.

Przetworniki mają dwie możliwości komunikacji w sieci SigFox: Jeżeli w okolicy istnieje sieć przetworników SigFox (aktualnie Warszawa i testy w kilku większych miastach) bezpośredni dostęp. Jeżeli brak jest przekaźników SigFox można zakupić u operatora SigFox własny lokalny AccessPoint SMBS T4 w cenie ok. 1500zł + VAT (zasięg do ok. 2-5 km), który obsługuje nieograniczoną liczbę przetworników.

- **Zastosowanie:**

Zarządzanie uprawami: Umożliwia monitorowanie stanu upraw i gleb w czasie rzeczywistym.

Zdalne powiadomienia: Wysyłanie powiadomień o zmianach w warunkach środowiskowych.

Systemy wymiany danych pomiędzy maszynami i urządzeniami oraz oprogramowaniem różnych dostawców

1. Agrirouter

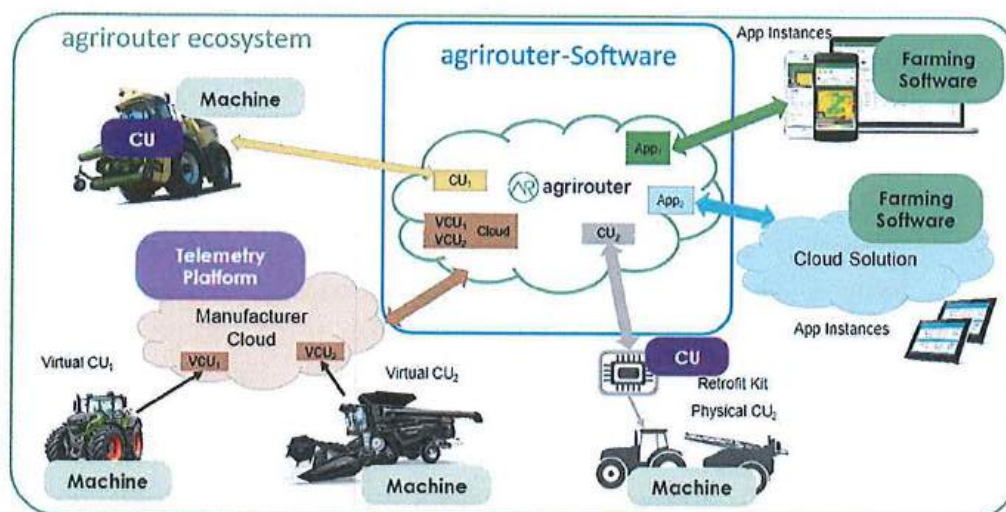
Agrorouter platforma, która umożliwia efektywną wymianę danych pomiędzy różnymi maszynami rolniczymi, systemami zarządzania gospodarstwem oraz innymi aplikacjami pochodzącymi od różnych dostawców.

Kluczowe funkcje Agrorouter obejmują:

- Integrację danych: Agrorouter umożliwia zbieranie i integrację danych z różnych źródeł, takich jak maszyny rolnicze, czujniki w terenie, czy systemy zarządzania gospodarstwem.
- Dwukierunkowe przesyłanie danych w czasie rzeczywistym: Umożliwia przesyłanie danych w czasie rzeczywistym, co pozwala rolnikom na bieżąco monitorować pracę maszyn i podejmować szybkie decyzje.
- Zarządzanie informacjami: Agrorouter zbiera informacje o parametrach pracy maszyn, takich jak prędkość, zużycie paliwa, dawki nawozów itp., co ułatwia analizę efektywności pracy.
- Optymalizacja procesów: Dzięki zebranym danym, rolnicy mogą optymalizować procesy produkcyjne, co prowadzi do lepszego wykorzystania zasobów i zwiększenia wydajności.



- Zdalne zarządzanie: Umożliwia zdalne zarządzanie maszynami i urządzeniami, co zwiększa wygodę użytkowania oraz pozwala na lepszą kontrolę nad operacjami w gospodarstwie.



Rysunek 19. Elementy składowe i schemat przesuwu danych w systemie Agrirouter

Marki maszyn współpracujących z systemem Agrirouter: CCI, Deutz-Fahr, SAME, Fendt, Valtra, MF, GRIMME, HOLMER, KRONE, KUHN, LEMKEN, McCormick, Landini, PÖTTINGER, Trimble.

Marki oprogramowania do zarządzania gospodarstwem współpracujące z systemem Agrirouter: ABACO Farmer, AGRARMONITOR, Agricolus, AgForce, CropManager, DACOM, FARMPILOT, MyEasyFarm, MyDataPlant, NEXT Farming, Plantivo, ProFlura, VYC (Vineyard Cloud), xarvio FIELD MANAGER, xFarm.

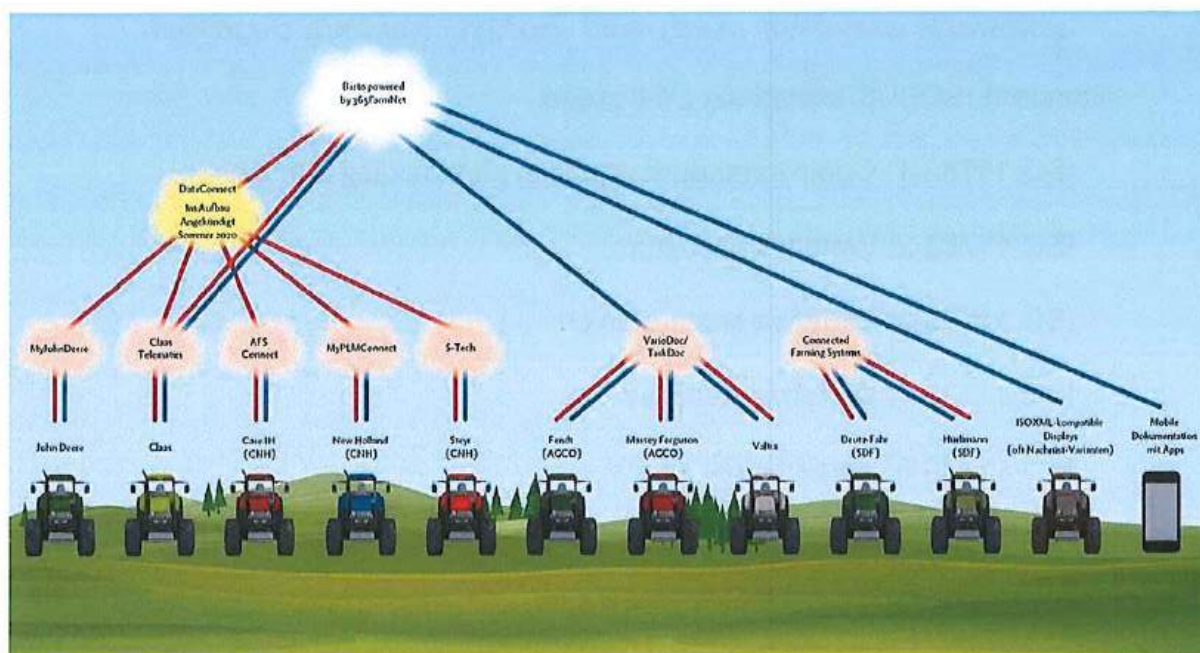
2. DataConnect

System DataConnect odgrywa kluczową rolę w systemach rolnictwa precyzyjnego, umożliwiając efektywną wymianę danych między maszynami i platformami dostarczonymi przez różnych producentów. Główne funkcje systemu DataConnect, obejmują:

- Wymianę danych - DataConnect pozwala na zdalny transfer informacji między maszynami różnych producentów, co zwiększa efektywność operacji rolniczych.
- Integrację platform - Umożliwia integrację z platformami zarządzania gospodarstwem, takimi jak 365FarmNet, John Deere Operation Center oraz MYPLM Connect co pozwala na centralizację danych i lepsze zarządzanie.
- Optymalizacja procesów - Dzięki dostępowi do istotnych danych, rolnicy mogą podejmować bardziej świadome decyzje dotyczące nawożenia, nawadniania i innych działań agrotechnicznych.

Firmy wspierające system DataConnect to:

- Claas - jeden z pionierów w opracowywaniu tego systemu.
- John Deere - znany producent sprzętu rolniczego, który aktywnie uczestniczy w rozwoju DataConnect.
- 365FarmNet - platforma zarządzania gospodarstwem, która integruje dane z różnych źródeł.
- CNH Industrial - dołączył do projektu, wzmacniając współpracę między producentami.



Rysunek 20. Schemat możliwości przesyłu danych w systemie DataConnect: żółta chmura: centrum danych - brak platformy, różowa chmura - portal zależny od producenta maszyny, biała chmura - System informacji o zarządzaniu gospodarstwem FMIS, czerwone linie - dane telemetryczne/maszynowe, niebieskie linie - dane agrotechniczne / Isobus lub format własny producenta

b. ISOBUS – standard komunikacji pomiędzy ciągnikiem a maszyną

Norma ISO 11783 znana jako „Traktory i maszyny dla rolnictwa i leśnictwa - Magistrała danych do sterowania i komunikacji szeregowej” (zwana powszechnie "magistralą ISO" lub "ISOBUS") definiuje protokół komunikacyjny stosowany w rolnictwie na podstawie protokołu SAE J1939 (który zawiera CANbus).

Celem ustanowienia tej normy było opracowanie standardów komunikacji umożliwiających uzyskanie kompatybilności pomiędzy maszynami i elementami wyposażenia elektronicznego maszyn oraz oprogramowania produkowanymi przez różnych dostawców.



Rysunek 21. Idea przyświecająca twórcom systemu ISOBUS – kompatybilność urządzeń dostarczanych przez różnych producentów – jeden uniwersalny terminal do sterowania wszystkimi maszynami współpracującymi z ciągnikiem

Standard ISOBUS składa się z 14 części:

- ISO 11783-1: Ogólny standard mobilnej komunikacji danych
- ISO 11783-2: Warstwa fizyczna
- ISO 11783-3: Warstwa łącza danych
- ISO 11783-4: Warstwa sieciowa
- ISO 11783-5: Zarządzanie siecią
- ISO 11783-6: Terminal wirtualny
- ISO 11783-7: Wdrażanie warstwy aplikacji wiadomości
- ISO 11783-8: Komunikaty w układzie przeniesienia napędu
- ISO 11783-9: ECU ciągnika
- ISO 11783-10: Kontroler zadań i wymiana danych systemu zarządzania
- ISO 11783-11: Słownik elementów danych mobilnych
- ISO 11783-12: Usługi diagnostyczne
- ISO 11783-13: Serwer plików
- ISO 11783-14: Kontrola sekwencji

Instytucje odpowiedzialne za ISOBUS:

- Grupy branżowe:
 - DLG (Niemieckie Towarzystwo Rolne)/ VDMA (Stowarzyszenie Niemieckiego Przemysłu Mechanicznego) w Europie

„Technologie rolnictwa 4.0/5.0” . 16-17 stycznia 2025, Toruń



- NAITF (Północnoamerykańska Grupa Robocza ds. Wdrażania ISOBUS) w USA
- połączone jako AEF (Fundacja Elektroniki Przemysłu Rolniczego) w 2008 r
- ISO
 - Ustanowiło standard ISOBUS pod sekretariatem VDMA

Elementy systemu ISOBUS

1. UT - Uniwersalny terminal (Wirtualny terminal)

Obsługa urządzenia ISOBUS przy użyciu dowolnego terminala. Obsługa wielu różnych maszyn za pomocą jednego terminala. W ten sposób jeden terminal ISOBUS może zastąpić wiele specyficznych monitorów. Temu rozwiązaniu przyświeca idea: każdy może połączyć się z każdym urządzeniem, jeśli tylko będzie wspierał ISOBUS. Można używać wszystkich maszyn przy użyciu pojedynczego terminala - niezależnie od tego, czy został on wyprodukowany przez producenta ciągnika lub producenta maszyny.

2. TECU - Podstawowy sterownik ciągnika

TECU udostępnia pozostałym elementom prędkość jazdy, prędkość obrotową WOM i inne parametry związane pracą ciągnika. Zawiera podstawowe okablowanie ISOBUS oraz złącza dla maszyn (przednie i tylne) oraz terminala.

3. TECU-A - Zawansowany sterownik ciągnika

Umożliwia komunikację dwukierunkową, dzięki czemu maszyny mogą sterować funkcjami ciągnika, np. prędkością jazdy.

4. AUX-O - sterowanie pomocnicze (stare)

Dodatkowe elementy sterujące, takie jak np. joystick, lub włącznik sekcji, które umożliwiają uproszczenie obsługi złożonych urządzeń; lub możliwość sterowania funkcjami maszyny przy użyciu dodatkowego elementu sterującego.

5. AUX-N - sterowanie pomocnicze (nowe)

Jest stara wersja i nowa wersja, które są niezgodne ze sobą. Oznacza to, że narzędzia które posiadają certyfikat AUX-N nie mogą być obsługiwane za pomocą przyrządów z certyfikatem AUX-O i odwrotnie.

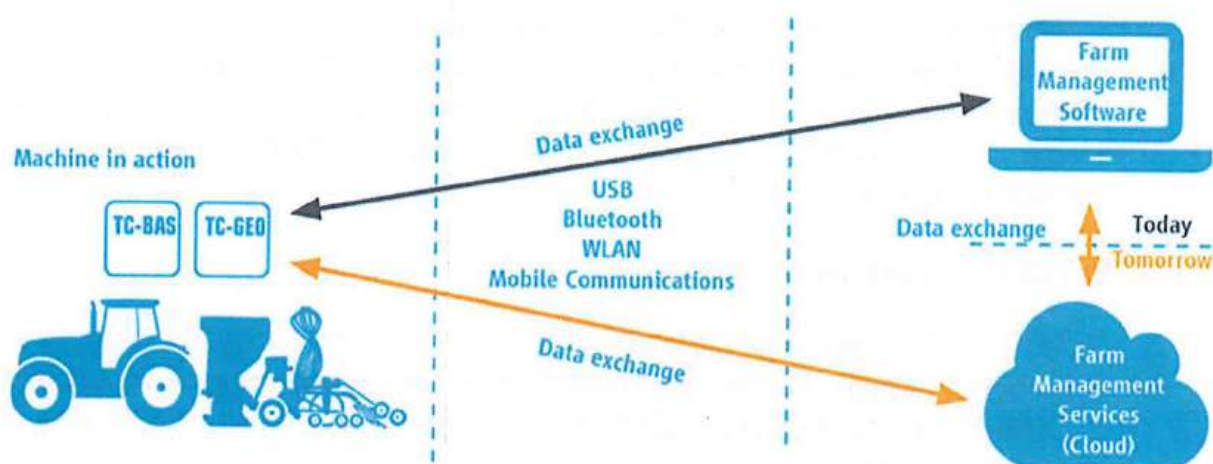
6. TC-BAS - Kontroler zadań - podstawowy (sumy)



Zarządza dokumentacją wszystkich użytecznych wartości w odniesieniu do wykonywanych prac. Narzędzie to czyni wartości dostępnymi, a dane są wymieniane między oprogramowaniem zarządzającym gospodarstwem (FMIS - farm management Information system) i TC-BAS w formacie danych ISO XML. Oznacza to, że zadania można łatwo zaimportować do TC-BAS i po zakończeniu zadania dokumentacja może zostać wyeksportowana.

7. TC-GEO – Kontroler zadań - zlokalizowany geograficznie (zmienne)

Oferuje dodatkową opcję zbierania danych specyficznych dla lokalizacji – lub pozwala zaplanować zadania specyficzne dla lokalizacji, np. za pomocą map aplikacji nawozów lub środków ochrony roślin.



Rysunek 22. Możliwe metody wymiany danych w systemie ISOBUS

8. TC-SC – Kontroler zadań – sterowanie sekcjami

Obsługuje automatyczne załączanie częściowych szerokości dla opryskiwaczy, rozsiewaczy nawozu i siewników precyzyjnych, w zależności od położenia GPS i pożądanego stopień nałożenia. Kontrola sekcji może przynieść większe plony przy jednoczesnej oszczędności od 5 do 10% materiałów.

9. TIM - Zarządzanie narzędziami ciągnikowymi

Podczas gdy komunikacja z TECU jest jednokierunkowa, tzn. ciągnik przekazuje określone informacje, TIM oferuje możliwość komunikacji dwukierunkowej.

Tractor-Implement-Management-System (TIM) umożliwia narzędziu automatyczne sterowanie określonymi funkcjami, takimi jak prędkość jazdy do przodu lub zdalne zawory ciągnika. Pozwalając narzędziu

zoptymalizować jego działanie, cały system może osiągnąć wyższy poziom wydajności przy mniejszym przy mniejszym zmęczeniu operatora.

10.FS – Serwer plików

Serwer plików umożliwia wymianę danych z zewnętrznymi instancjami (np. napęd USB lub połączenie z chmurą) i urządzeniami ISOBUS. Serwer plików działa jako centralne miejsce do przechowywania lub pobierania danych. Standaryzuje metodę przesyłania danych, ale zawartość danych może być zastrzeżona.

Strona | 45

11.LOG - Rejestrowanie wartości urządzenia niezależnie od zadania

Opisuje rejestrowanie wartości urządzenia (ciągnika, narzędzia itp.), które mogą być gromadzone niezależnie od zadania. Wartości te mogą być sumaryczne, na przykład całkowity obszar lub całkowite zbiory lub dowolne inne dane, które urządzenie może wysłać.

Dane LOG mogą być eksportowane jako plik ISOXML (podobny do danych kontrolera zadań). Ta funkcja może być używana dla produktów takich jak rejestratory telematyczne.

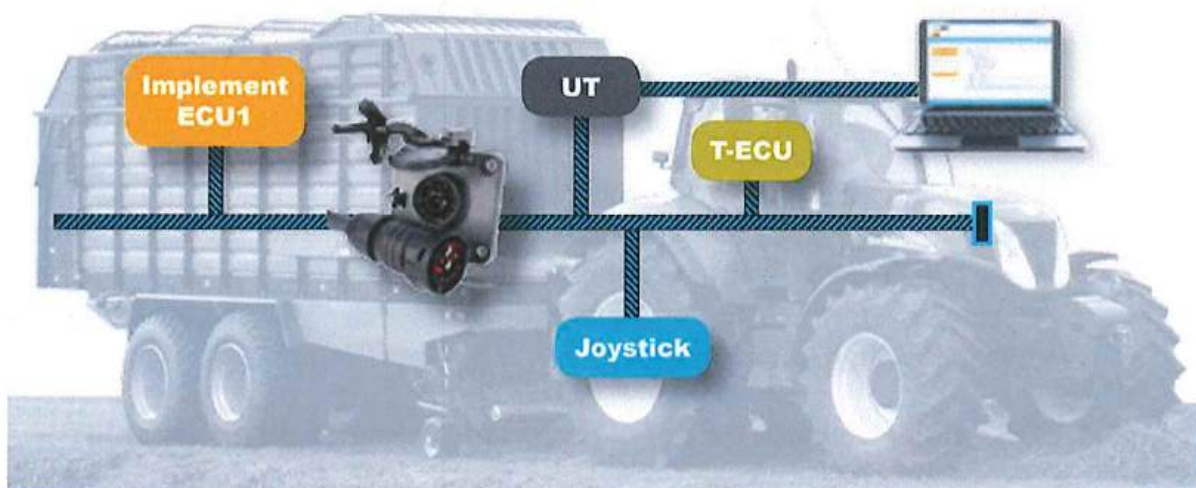
12.ISB - Przycisk skrótu ISOBUS

ISB umożliwia dezaktywację funkcji urządzenia, które zostały aktywowane za pomocą terminala ISOBUS. Jest to konieczne, gdy dane urządzenie nie jest aktualnie na pierwszym planie, na przykład gdy kilka urządzeń jest sterowanych przez jeden terminal ISOBUS. Funkcje, które ISB może dezaktywować na maszynie, mogą się znacznie różnić i muszą być zdefiniowane przez odpowiedniego producenta.

13.VI – Wirtualna maszyna

VI to graficzny interfejs użytkownika urządzenia. Podczas gdy prawdziwa maszyna jest połączona z ciągnikiem jej interfejs znajduje się na wyświetlaczu uniwersalnego terminala. Za pomocą interfejsu kontroler implementuje określone działania, np. takie jak otwarcie sekcji opryskiwacza.





Rysunek 23. Elementy systemu ISOBUS zainstalowane w ciągniku i współpracującej z nim maszynie

Test zgodności AEF i certyfikacja AEF

Proces certyfikacji jest obowiązkowy dla członków AEF w celu udostępnienia danych certyfikowanych komponentów w bazie danych AEF, a także uczynienia ich dostępnymi i znanymi ogółowi społeczeństwa. Jest to wspierane przez opracowaną etykietę certyfikacyjną AEF. Potwierdza ona, że testowany produkt jest zgodny z normą ISO 11783, a ponadto z dodatkowymi wytycznymi AEF ISOBUS.



Rysunek 24. Etykieta certyfikacyjna AEF potwierdzająca przetestowane funkcjonalności przykładowej maszyny

Certyfikowana etykieta AEF ISOBUS prezentuje sześć małych kwadratów reprezentujących całą koncepcję funkcjonalności maszyny. Trzy kwadraty na

dole symbolizują przyszłe funkcjonalności. Więcej informacji o produkcie i jego oprogramowaniu jest dostępne w bazie danych AEF ISOBUS.

Tylko produkty ISOBUS, które zostały certyfikowane przez jeden z laboratoriów AEF ISOBUS Test Laboratories, mogą nosić tę etykietę. I tylko one są wymienione w bazie danych. Aby dowiedzieć się, które funkcjonalności są obecne w komponentach ISOBUS, należy odwiedzić stronę www.aef-isobus-database.org.

Standard formatu danych – ISOXML

Standard wymiany danych ISOXML w systemie ISOBUS (ISO 11783) jest formatem wymiany danych między terminalami maszyn rolniczych (MICS) a oprogramowaniem rolniczym (FMIS). ISOXML umożliwia dokumentowanie danych maszynowych oraz zarządzanie mapami zleceń. Jest to część standardu ISOBUS, który opiera się na sieci CAN (Controller Area Network) i jest harmonizowany z protokołem SAE J1939.

ISOXML jest używany do wymiany różnego rodzaju informacji, takich jak dane klientów, produkty, mapy aplikacyjne oraz dane z maszyn. Dzięki temu możliwe jest łatwe i standardowe wymiany danych między różnymi urządzeniami i systemami w rolnictwie.

Poniżej przedstawiono kluczowe aspekty dotyczących zapisywania danych w plikach ISOXML:

- **Struktura drzewiasta:** Dane w pliku ISOXML są zorganizowane w strukturze drzewiastej, gdzie każda jednostka danych (element) ma określone relacje z innymi elementami. Struktura ta jest hierarchiczna i umożliwia zagnieżdżanie elementów.
- **Tagi i atrybuty:** Każdy element w pliku ISOXML jest oznaczony tagiem, który określa rodzaj danych (np. <Task>, <Field>, <Operation>). Dodatkowo, elementy mogą mieć atrybuty, które dostarczają dodatkowych informacji (np. nazwa, identyfikator).
- **Dane geometryczne:** Pliki ISOXML mogą zawierać dane geometryczne, takie jak granice pól, ścieżki przejazdu maszyn, czy mapy aplikacyjne. Dane te są często zapisywane w formie współrzędnych geograficznych.
- **Dane operacyjne:** Pliki ISOXML mogą zawierać informacje o operacjach rolniczych, takich jak siew, nawożenie, opryskiwanie. Informacje te obejmują czas trwania operacji, użyte maszyny, ilości użytych materiałów, itp.

Pliki zawierające dane o pracach polowych zapisane w formacie ISOXML mają postać archiwów w plikach formatu *.zip, w których dane są przechowywane w pod folderach zależnych od wymagań producenta



maszyny, najczęściej są to foldery o nazwach: AgData, AgGPS, Rx lub TASKDATA.

c. High Speed ISOBUS – w trakcie opracowywania

W przypadku magistrali ISOBUS opartej na magistrali CAN, która jest ograniczona do 250 kb/s, w dużych i złożonych systemach ruch CAN może przekraczać 50% przepustowości magistrali i często osiągać niemal 100% wykorzystania. Przy takim natężeniu ruchu sieciowego opóźnienia znacznie rosną, nawet do tego stopnia, że pogarsza się precyzja działania, wydajność automatyzacji i komfort użytkownika.

Fundacja Elektroniki Przemysłu Rolniczego (AEF) zleciła 10. zespołowi projektowemu (PT10) opracowanie nowej generacji ISOBUS zapewniającej nowe możliwości wykraczające daleko poza magistralę CAN. CAN umożliwił przejście branży z zastrzeżonych rozwiązań przewodowych do zaawansowanych systemów udostępniających w sieci informacje, dowodzenie i kontrolę. PT10 – High Speed ISOBUS (HSI) utoruje drogę do kolejnego ważnego kroku w kierunku systemów o wyższej wydajności.

Większość używanych dotychczas systemów kamer opiera się na kamerach analogowych, gdzie każda kamera jest zwykle połączona oddzielnym kablem w celu dostarczenia obrazu z kamery do kabiny operatora w celu wyświetlenia. W wielu przypadkach operatorzy chcą oglądać obraz z kilku kamer jednocześnie, co może zwiększyć złożoność tego systemu.

W branży kamer elektronicznych nastąpiła znacząca zmiana w zakresie kamer, od dostarczania sygnału czysto analogowego do domeny cyfrowej, a ostatnio korzystania z sieci. . Chociaż koszt aparatu cyfrowego pozostaje wyższy niż wersji analogowej, różnica w kosztach maleje. Wraz z przejściem na technologię cyfrową użytkownicy mogą cieszyć się znacznie wyższą jakością obrazu i mogą korzystać z dodatkowych funkcji, w tym cyfrowej stabilizacji obrazu oraz cyfrowego przesuwania i powiększania.

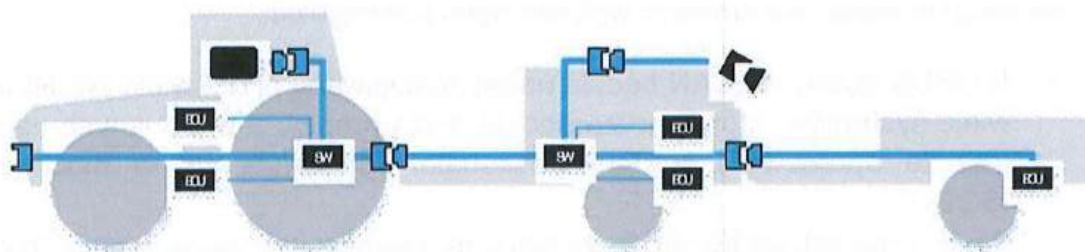
W tej domenie cyfrowej każdy strumień obrazu z kamery ma wymagania dotyczące jakości obrazu, liczby klatek na sekundę i opóźnienia, które z kolei mogą mieć wpływ na przepustowość i ostatecznie na charakterystykę prezentacji odbieraną przez klienta.

Kamery cyfrowe można zintegrować jako całkowicie niezależną infrastrukturę z zasilaniem, kablami i złączami. Jednakże, biorąc pod uwagę przypadki użycia aparatu cyfrowego na wczesnym etapie opracowywania HSI, można współdzielić architekturę kabli, złączy, elektroniki i protokołów, upraszczając cały system, zmniejszając potrzebę duplikowania infrastruktury oraz zarządzając kosztami i złożonością skuteczniej.

PT10 stworzył architekturę wysokiego poziomu, jak pokazano na rysunku 4. Chociaż ten diagram odzwierciedla tylko architekturę HSI, jest on celowo



bardzo podobny do ISOBUS opartego na CAN, w rzeczywistości jako sieć równoległa, która obsługuje nowe przypadki użycia o wysokiej wydajności. Podobnie jak w przypadku ISOBUS, HSI nakłada wymagania dotyczące łączności narzędzi i innych opcjonalnych urządzeń w kabinie. Jak pokazano na rysunku 7, złącze HSI znajduje się z tyłu ciągnika oraz w kabinie. Złącze przednie będzie opcjonalne, co jest typowe dla ISOBUS. Ponieważ HSI jest architekturą opartą na sieci Ethernet, każda indywidualna elektroniczna jednostka sterująca (ECU) zostanie podłączona do przełącznika Ethernet (SW), który oczywiście można zintegrować z ECU. W magistrali ISOBUS opartej na CAN szkielet reprezentuje kabel CAN biegnący od najbardziej wysuniętego do przodu do najbardziej wysuniętego do tyłu punktu sieci. W tej przełączanej architekturze Ethernetu „szkielet” jest bardziej koncepcją niż konkretną implementacją – gdzie koncepcja odnosi się bardziej do segmentów łącza, które dzielą łączne obciążenie komunikacyjne. Każde narzędzie może wymagać dodatkowych złączy, jednego dla opcji na osprzęcie i dodatkowego z tyłu, w przypadku ciągnięcia pomiędzy narzędziami. W tej architekturze właściciel może zainstalować zestawy dostępne na rynku wtórnym, które dodają dodatkowy przełącznik sieciowy, który z kolei zapewnia kilka dodatkowych złączy HSI.



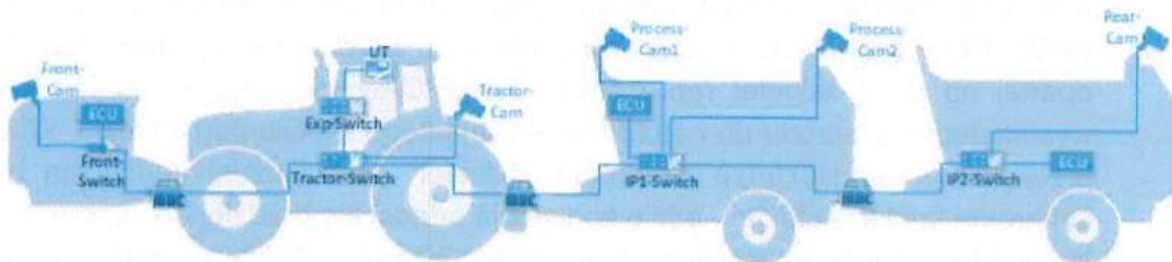
Rysunek 25. Architektura systemu High Speed ISOBUS

W bieżących badaniach technologii prowadzonych przez PT10 najlepszą i najbardziej niezawodną technologią spełniającą wymagania AEF jest technologia przewodowej sieci Ethernet, a spośród szerokiej gamy technologii Ethernet preferowana jest technologia 1000BASE-T1.

W porównaniu do bardziej powszechnego typu Ethernet do komputerów stacjonarnych, który wykorzystuje 2 pary przewodów dla 100 Mb/s 11 lub 4 pary przewodów dla 1 Gb/s 12, Ethernet „-T1” wykorzystuje pojedynczą skrętkę. Zmniejszenie liczby przewodów i styków złącza przekłada się na mniejsze prawdopodobieństwo awarii.

Ethernet, realizowany jako architektura sieci komutowanej, ma znaczącą zaletę polegającą na tym, że każdy indywidualny segment łącza, do którego podłączona jest jednostka ECU, obsługuje wyłącznie ruch związany z tym ECU. Przełączniki łączące segmenty łączy przenoszą zagregowany strumień

danych, gdy współpraca w punkcie końcowym przekracza to łącze. Biorąc to pod uwagę, że pojedynczy ECU ma stosunkowo małe wymagania dotyczące przepustowości, praktycznie nie ma możliwości przeciążenia łącza „szkieletowych”. Dla porównania, ISOBUS oparty na CAN współdzieli jedną sieć, w której każde urządzenie znajduje się na wspólnym łączu wielopunktowym – zatem na wydajność komunikacji każdego ECU wpływa bezpośrednio komunikacja każdego innego ECU.



Rysunek 26. Przykładowa konfiguracja systemu HSI

Podsumowanie wpływu HSI na systemy rolnicze jest obecnie trudne, ponieważ istnieją przypadki użycia, które można łatwo zrozumieć, ale przy założeniu otwartej i skalowalnej architektury zostaną zaimplementowane funkcjonalności, których jeszcze nie można sobie wyobrazić. Opierając się bardziej na łatwo zrozumiałym wpływie należy stwierdzić:

- ISOBUS oparty na CAN będzie nadal obsługiwany przez wiele lat. Istnieje wiele systemów, które bardzo dobrze służą branży, a wiele innych należy jeszcze opracować, a które doskonale wpasowują się w możliwości ISOBUS.
- Szybka magistrala ISOBUS zostanie początkowo wdrożona w celu obsługi łatwo rozpoznawalnych przypadków użycia: zastosowań w rolnictwie precyzyjnym o wyższej wydajności, systemów kamer i łączności z bezprzewodowymi aplikacjami typu maszyna-maszyna.
- HSI jest obecnie droższy niż CAN. Specyficzne potrzeby i wymagania systemowe, których nie można spełnić za pomocą ISOBUS opartego na CAN, zrekompensują koszty. Z biegiem czasu, w miarę dojrzewania technologii i rozszerzania się zastosowań, różnica w cenie powinna stać się mniej znacząca.
- Stos protokołów HSI będzie obsługiwał transfer istniejących protokołów ISOBUS opartych na CAN, co umożliwi przesyłanie istniejących protokołów ISOBUS ze znacznie lepszą wydajnością.

Notatki:

Temat 4: Dyskusja : Problemy współpracy producenci-rolnicy- agencje rządowe (Adam Ekielski)

Wprowadzenie na rynek funduszy z Krajowego Planu Odbudowy, powoduje, że polskie rolnictwo może liczyć na ogłoszenie nowego naboru do programu Wsparcia w zakresie 4.0, jeszcze przed końcem 2024 roku.

Strona | 51

W 2023 roku po raz pierwszy Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi wprowadziło nowy program wsparcia w zakresie rolnictwa 4.0. Program trwał od 15 listopada 2023 roku do 17 listopada 2023 roku. Kolejne nabory pokazały jak potrzebne było to wsparcie dla sektora rolnego. W programie o wsparcie w zakresie rolnictwa 4.0 mogły ubiegać się osoby, które podlegały ubezpieczeniu społecznemu rolników w pełni w zakresie mocy ustawy o ubezpieczeniu społecznym rolników jako rolnik lub którym przyznano płatności bezpośrednie co najmniej w roku, w którym złożono wniosek o przyznanie wsparcia. A jeżeli w danym roku nie przyznano jeszcze płatności co najmniej w roku poprzednim od złożenia wniosku lub były objęte wsparciem lub były posiadaczem zwierząt w rozumieniu ustawy z 4 listopada 2022 roku o systemie identyfikacji i rejestracji wniosków.

W 17 kwietnia 2024 roku wprowadzono zmianę regulaminu wyboru przedsięwzięć i objęcia wsparciem z KPO. Zmianę tę można prześledzić na stronie internetowej Ministerstwa Rolnictwa. Wraz ze zmianą regulaminu wyboru przedsięwzięć dotyczących Rolnictwa 4.0 pojawiła się również informacja, pojawił się zmieniony załącznik do regulaminu wyboru przedsięwzięć naboru dotyczącego Rolnictwa 4.0, który został opublikowany 17 kwietnia 2024 roku, w którym precyzyjnie określone są inwestycje, które mogą podlegać i mogą być objęte wsparciem z Krajowego Planu Odbudowy i Zwiększenia Odporności. Podobnie przedstawia się sprawa z proponowanymi naborami do programu rolnictwo 4.0 w 2024 i przyszłym roku. Różnica polega na zwiększenie uwagi, na wnioski dotyczące produkcji zwierzęcej.

W przypadku wniosków programu „rolnictwo 4.0”, wsparcie Państwa polega na częściowej refundacji kosztów kwalifikowanych. Jest ono zróżnicowane i wynosi do 80% w przypadku wnioskodawców prowadzących produkcję ekologiczną (zgodnie z art. 2 ust.1, pkt 10 z dnia 23.06.2022). oraz wnioskodawców urodzonych 1 stycznia 1983 i młodszych. Refundacja do 65% kosztów kwalifikowanych dotyczy pozostałych wnioskodawców.

Zapewne nowe nabory z programu Wsparcie na Rolnictwo 4.0 nadal będą pozwalały otrzymać dofinansowanie na zakup maszyn i urządzeń rolniczych wyposażonych w bezprzewodową dwukierunkową wymianę danych z systemami wspomagania decyzji lub zarządzania gospodarstwem w czasie rzeczywistym.

W dokumentach dotychczas prowadzonych naborów można przeczytać, że wsparciem objęte są wszelkiego typu czujniki, sensory, systemy wsparcia decyzji, systemy zarządzania gospodarstwem, roboty i roboty współpracujące (coboty), zdalne systemy wykonawcze, drony rozpoznawcze, drony wykonawcze, czyli takie,



które wykonują pewne zabiegi, na przykład aplikują nawozy lub środki czynne według zasad rolnictwa precyzyjnego, systemy ulepszające starsze rozwiązania, maszyny współpracujące z cyfrową w miejscach struktury gospodarstwa.

Często jednak nawet dość dobrze wyjaśnione na stronie Ministerstwa, reguły i zasady przyznawania dotacji wzbudzają wiele kontrowersji. W czasie spotkań z beneficjentami programu spotykam się z uwagami, że w wielu przypadkach interpretacja pracowników rozpatrujących wnioski może być różna. Często w jednym rejonie wnioski o dofinansowanie określonego zakupu, przechodziły w innych były zatrzymywane. Aby móc wyjaśnić, które z działań mogły podlegać dofinansowaniu, warto jest przede wszystkim zastanowić się, czemu sam proces przechodzenia do rolnictwa zautomatyzowanego ma służyć.

Otóż będąc obecnie w trakcie przeobrażeń w rolnictwie, musimy jasno powiedzieć, że jesteśmy w stanie przechodzenia między systemami stosowanymi w rolnictwie precyzyjnym, które były ukierunkowane na dedykowanym podejściu do upraw lub hodowli a rolnictwem, w którym pojawiają się systemy wspomaganie podejmowania decyzji.

Przykłady problemów i pytań, dotyczących spełnienia wymagań wsparcia w programie rolnictwo 4.0.

Bardzo często pytania dotyczą wyposażenia ze środków wsparcia istniejących starszych rozwiązań technologicznych, do standardu spełniającego wymagania rolnictwa 4.0. Należy pamiętać, że sam system prowadzenia pojazdu jest elementem rolnictwa 3.0, czyli sam w sobie nie jest elementem rolnictwa 4.0, ale jako komponent większego systemu już tak. Poniżej przedstawiono zestaw informacji, które pojawiały się w dyskusjach między rolnikami i przedsiębiorcami, dystrybutorami systemów rolnictwa 4.0.

Automatyzacja zabiegów. Bardzo popularnym rozwiązaniem będzie wyposażenie ciągnika w system automatycznego prowadzenia z kierownicą elektryczną, wyświetlaczem umożliwiającym obsługę maszyn w systemie ISOBUS. Który umożliwia automatyczną współpracę z siewnikiem wyposażonym w układ kontroli sekcji lub siewnikiem nawozów umożliwiającym realizację zmiennego dawkowania. Sam układ prowadzenia nie spełnia jeszcze przesłanek rolnictwa 4.0. Pamiętajmy prowadzenie wspomaganie, było kamieniem milowym rolnictwa 3.0.

W tym miejscu pojawia się pytanie, czy taki system musi posiadać moduł komunikacji systemu z chmurą, gdzie mamy mapy zmiennego dawkowania? Według mnie tak, konieczny jest taki transfer, bo w innym przypadku traci rację bytu stosowanie zmiennego wysiewu i archiwizacji danych.

Kolejne pytanie, jakie tutaj się pojawia, to pytanie, czy musi to być przewodowe łączenie maszyny za pomocą ISOBUS. Nie, każdy system transmisji lokalnej umożliwiający dwukierunkowy przepływ danych pomiędzy maszynami jest odpowiedni. Oczywiście ISOBUS, jest standardem w przesyłaniu danych pomiędzy



maszyną a ciągnikiem, ale kluczem jest wymienione w dalszej części materiałów zachowanie integralności danych.

Czy jest możliwe dofinansowanie do doposażenia mechanicznego siewnika. Zdecydowanie tak. Jest to działanie jak najbardziej wskazane, pod jednak kilkoma warunkami. Należy wyposażyć siewnik w system ISOBUS + elementy wykonawcze umożliwiające zmienne dawkowanie nasion na podstawie map zmienności glebowej, oraz kontrolę sekcji siejących z ich automatycznym sterowaniem. Warunkiem powinien być montaż urządzenia zliczającego liczbę wysianych nasion na jednostkę powierzchni (szt/m²).

Transfer danych. Jak może odbywać się ten transfer? W dowolny sposób, byle był ciągły. Możemy korzystać bezpośrednio z dostępu do chmury za pomocą sieci komórkowej, Wi-Fi, Bluetooth lub innego dwukierunkowego systemu działającego w sposób niezależny od operatora urządzenia.

Dlaczego nie możemy przenosić do systemu ciągnika map nawozowych na popularnym pendrive (pamięci flash)? Według mnie zakłóca to warunek komunikacji zwrotnej (dwukierunkowej) określającej rzeczywistą ilość nawozu wysianą na pole.

Odpowiedź ta wymaga jednak pewnego komentarza. Warunkiem wymaganym do wprowadzenia pełnego zarządzania danymi, jaki musi być spełniony w przypadku rolnictwa 4.0 jest możliwość ich archiwizacji. Dostarczenie do systemu w tym przypadku map nawozowych na nośniku pamięci, zapewnia wprowadzenie danych, ale nie zapewnia pewności, że dane są najbardziej ostatnią wersją pomiaru a nie np. sprzed kilku lat. Takie samo działanie dotyczy odwrotnego przesyłania danych, do chmury. Teoretycznie możliwe jest wprowadzenie danych do chmury, np. z komputera domowego do chmury. Nie mniej nie ma pewności, czy to nastąpi. A system analizy danych wymagają informacji kiedy dane zostały zebrane, aby móc poprawnie wnioskować.

Czym jest dwukierunkowa wymiana danych? Dwukierunkowość to możliwość autonomicznego przesyłania danych, w postaci paczek o określonym standardzie pomiędzy dwoma urządzeniami. Dane muszą mieć wpływ na funkcjonowanie podstawowych elementów wykonawczych w obu urządzeniach.

Czy przesyłanie danych musi być bezprzewodowe? Przesyłanie danych ma zapewnić ciągłość i niezależność dwukierunkowości przepływu. Transmisja przewodowa jest możliwa np. w szklarniach lub oborach (punkty udojowe), czyli tam gdzie możemy zapewnić ciągły transfer „po kablu”.

Co oznacza ciągłość przesyłania danych, czy przesyłanie paczkami (tak jak sms-y) danych jest komunikacją ciągłą? Tak, pod warunkiem, że mamy do czynienia z zaprogramowanym odstępem pomiędzy wysyłanymi paczkami danych, a zebrane w chmurze dane tworzą ciągły ich zbiór.

Jaki powinien być format przenoszonych danych? Każdy, który zapewnia integralność i poprawną agregację danych (np. ISO-XML, SHP,). Ze względu na



zróznicowanie formatów danych, lista powinna dopuszczalnych formatów powinna być podana przez ministerstwo, należy się tego domagać.

Co powinny zawierać przesyłki danych wysyłane z urzędzeń? Zagregowane dane z czujników pomiarowych, dane potwierdzenia przekazania i odbioru danych przez moduł chmurowy, data wysyłki. Również dotyczy to możliwości zbierania danych z autonomicznych czujników rozmieszczonych na polu (stacji pogodowych, mierników wilgotności gleby), wyposażonych w technologię IOT (Internet rzeczy).

Czy zakup robota polowego jest spełnia wymagania rolnictwa 4.0? Sam robot nie spełnia wymagań rolnictwa 4.0, stanowi automatyczny nośnik narzędzi. Ale jeżeli stanowi doposażenie maszyny spełniającej wymagania rolnictwa 4.0 lub agregat będzie spełniał te wymagania, to już tak.

Czy istotne jest w jaki sposób dane przestrzenne zostaną przygotowane? Nie, ważne aby zawierały informacje z odpowiednią dokładnością. Jak jest dokładność dopuszczalna? Według mnie dla upraw polowych dwukrotnie powyżej rozdzielczości pozycjonowania przez układ GNSS.

Czy w systemie rolnictwa 4.0 musi znajdować się system wspierania decyzji? TAK, ale takim systemem jest już np. wytworzona mapa VRA (zmiennego nawożenia), na podstawie prób glebowych. Dlatego w programie dofinansowania Rolnictwo 4.0 powinien być dodatkowy wymóg związany z badaniem gleby.

Na koniec bezpośrednio związana z naborem różna interpretacja terminu „czasu trwania programu”. Czy czas (36 miesięcy) liczony jest od momentu podpisania umowy czy od momentu wypłacenia środków na konto? W tym przypadku pojawia się niespójność informacji. Część urzędników interpretuje, że czas rozpoczyna się od momentu wypłacenia pieniędzy, podczas gdy część urzędników ARiMR-u przekazuje informację, że czas ten rozpoczyna się od momentu podpisania umowy.

Nie mniej w tym przypadku spełniony jest często stawiany wymóg dla rolnictwa 4.0, jakim jest dwukierunkowa wymiana danych odpowiedź jest prosta, tak jest spełniony. Jednak nikt nie próbuje nazywać tego systemu układem rolnictwa 4.0, pomimo spełnienia dwukierunkowości wymiany danych. Jakiego czynnika brakuje w tym zestawieniu? Gdzie znajduje się błąd w interpretacji? Owszem spulchniamy glebę, ale system nie jest ukierunkowany na roślinę, tylko na maksymalne wykorzystanie siły napędowej ciągnika. Brakuje informacji o tym czy gleba została spulchniona na głębokości wymaganej do poprawnego wzrostu rośliny, która ma rosnać w tym miejscu.

Ze względu na zróznicowanie rozwiązań technicznych, ważnym jest zachowanie zdrowego rozsądku i analizowanie czy po wykonaniu modernizacji lub zakupu nowego sprzętu możliwe będzie spełnienie warunków rolnictwa 4.0 jakimi są np. automatyczne zbieranie i analizowanie informacji. Słowo automatyzm jest tutaj niezwykle ważne, ponieważ dodatkowo pozwala dokumentować działania prowadzone w gospodarstwie. Zapisy umieszczone w chmurze, stanowią podstawy dokumentacji potrzebnej np. do oceny stopnia wpływu gospodarstwa na środowisko.



Stanowią źródło wiarygodnych informacji , tworząc zbiór danych trudnych do manipulowania.

Kiedy mówimy o rolnictwie 4.0, odnosimy się w szczególności do:

- zdolność do zarządzania ilością danych i informacji napływających z upraw lub hodowli;
- zdolność do interpretowania ich w sposób użyteczny.

Wymagania ministerstwa rolnictwa według mnie są łagodniejsze od tych przedstawionych w przykładzie powyżej.

Notatki:



Temat 5: Zajęcia praktyczne cz. I: Symulacja równoczesnej pracy dwóch agregatów.

Autorzy:

Zbigniew Basa

Inżynier testów oprogramowania Rolnictwa Precyzyjnego CNH
18 lat doświadczenia w obszarze maszyn rolniczych:
wsparcie techniczne, obsługa klienta, utrzymanie jakości produktu
zbigniew.basa@cnh.com



Adam Dębski

Inżynier testów oprogramowania Rolnictwa Precyzyjnego CNH
18 lat doświadczenia w obszarze maszyn rolniczych:
wsparcie techniczne, obsługa klienta, utrzymanie jakości produktu
adam.debski@cnh.com



Strona | 56

GRONOWO 16.01.2025

Sterowanie opryskiem

General Business

RCM – Rate Control Module – zmienne dawkovanie



„Technologie rolnictwa 4.0/5.0” . 16-17 stycznia 2025, Toruń



POLSKA IZBA GOSPODARCZA
MASZYN I URZĄDZEŃ ROLNICZYCH

Kontrola aplikacji

MAJĄCA ISO 3113

- Opryskiwacze ciągane
- Opryskiwacze samobieżne
- Aplikatory NHB
- Aplikatory nawozów płynnych
- Sadzarki
- Rozrzutniki ciągnione
- Rozrzutniki samobieżne
- Siewniki pneumatyczne
- Aplikatory Strip-Till

ISO 3113



SYSTEM STEROWANIA DYSZAMI

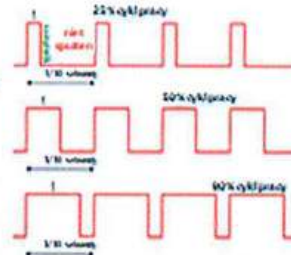


Hawkeye®



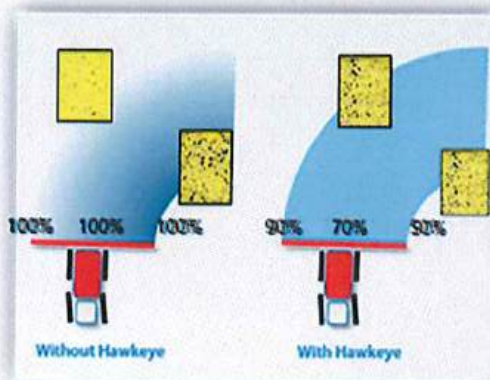
HAWKEYE PWM

- PWM = Pulse width modulation - Modulacja szerokości impulsu
- Utrzymuje ciśnienie na stałym poziomie
- PWM zawory pulsują z określoną częstotliwością
 - Mała dawka: NCV utrzymuje zawór zamknięty dłużej
 - Duża dawka: NCV dłużej utrzymuje otwarty zawór



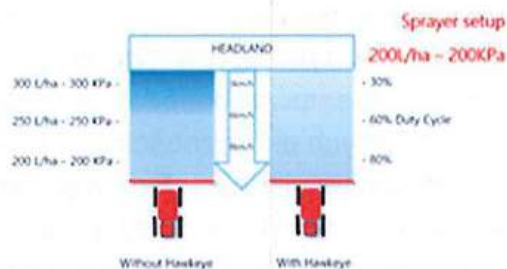
Kompensacja skrętu

- Stała dawka na całej belce w zakrętach zapewnia równy rozkład produktu
- Eliminuje niedostateczne i nadmierne stosowanie w złożonych konfiguracjach terenowych i na uwrociu



KOMPENSACJA PRĘDKOŚCI

- Po lewej – oprysk klasyczny
 - Przedawkowanie na początku
 - Właściwa dawka dopiero przy właściwej prędkości
- Po prawej – Hawkeye
 - Właściwa dawka od samego początku zmniejsza zachwaszczenie na uwrociach
 - Maksymalizuje skuteczność pestycydów



Precyzyjne prowadzenie narzędzi uprawowych.

Odbiór sygnału GNSS i automatyczne prowadzenie stało się praktycznie standardem w ciągnikach o średniej i dużej mocy. Umieszczenie odbiornika GNSS na ciągniku umożliwia aktywne sterowanie położeniem ciągnika, ale nie daje informacji o położeniu roboczym narzędzia. W miarę zwiększania dokładności układów pozycjonowania GNSS i rozwoju systemów sterowania, wprowadzone zostały maszyny i urządzenia z samodzielną, aktywną korekcją położenie elementów roboczych. Należy pamiętać, że istotnym z punktu widzenia prowadzenia uprawy jest położenie maszyny a dokładniej jej elementu roboczego a nie całego agregatu. Zamocowanie narzędzia za pomocą zaczepu ciągnikowego lub wykorzystanie trójpunktowego układu zawieszenia narzędzi (TUZ), powoduje zmianę geometrii ruchu narzędzia przy niewielkich nawet zmianach kierunku jazdy. Konieczne jest, zatem korygowanie położenia narzędzia zawieszzonego na trójpunktowym układzie zawieszenia narzędzi (TUZ) w czasie np. jazdy po łuku lub wprowadzenie aktywnej kompensacji zmian w ukształtowaniu podłoża lub wykrycia przez czujniki profilu braku prostoliniowości w rzędach upraw.

Prowadzenie narzędzi po wyznaczonej przez systemy rozpoznawania upraw ścieżkach staje się w przypadku szeroko rozumianego rolnictwa precyzyjnego standardem. Ze względu na stopień skomplikowania systemu prowadzenia narzędzi, możemy wyróżnić dwie podstawowe grupy rozwiązań.

Pasywne prowadzenie narzędzi. Jest to rozwiązanie niewymagające specjalnej ingerencji w mechanizm konstrukcyjne maszyn zaczepianych do ciągnika wyposażonego w odbiornik sygnału GNSS, za pośrednictwem klasycznego TUZ lub zaczepu. Jedynym nowym elementem jest odbiornik GNSS zamocowany nad elementem roboczym narzędzia.



System przetwarza dane dotyczące położenia zebrane z dwóch stacji GNSS zamontowanych zarówno na ciągniku, jak i narzędziu. Przetwarza je i automatycznie koryguje tor jazdy ciągnika w ten sposób, aby narzędzie zawsze pozostawało na zamierzonej ścieżce prowadzenia. Jest to bardziej ekonomiczny sposób rozwiązania problemu sterowania maszyną uprawową. W tym przypadku priorytetem jest właściwe położenie elementów roboczych narzędzia. Położenie ciągnika jest drugorzędne, co w pewnych okolicznościach może doprowadzić do niszczenia uprawy przez przemieszczający się ciągnik. Rozwiązanie to nadaje się do pracy, jeżeli mamy do czynienia ze stałym przemieszczeniem narzędzia roboczego względem toru jazdy ciągnika. W tym rozwiązaniu, kluczowym jest odpowiednio trwałe mocowanie narzędzia do układu zaczepowego.

Aktywne prowadzenie narzędzi. Systemy te prowadzą narzędzie niezależnie od toru jazdy ciągnika. Aktywne prowadzenie osprzętu jest droższe, ale dodatkowa dokładność może być uzasadniona w przypadku przewidywania zwiększenia plonów przez stosowanie precyzyjnej uprawy gleby. Technologia ta opiera się na dedykowanych systemach automatycznego kierowania narzędziami, których można wyodrębnić dwa główne rozwiązania:

Korekcja położenia zaczepu polega na hydraulicznym przestawieniu dyszla ciągnika lub zaczepu narzędzia na boki w celu prowadzenia narzędzia. Sterownik systemu reaguje na dane pozycji odbiornika GPS z samego narzędzia lub zamontowanego na maszynie układu optycznego lub czujnika LIDAR śledzącego położenie narzędzia względem np. bruzdy/redliny.



Rysunek 5. System aktywnego prowadzenia narzędzi za pomocą aktywnego układu zawieszenia narzędzi (Źródło: <https://ravenind.com/>).

Ruchomy zaczep daje operatorowi większą kontrolę nad pozycją urządzenia i stopniem przesunięcia zaczepu względem osi ciągnika nawet, jeżeli elementy robocze narzędzia przemieszczają w kierunku przeciwnym do ciągnika. Siłownik dwustronnego działania, dopasowują położenie narzędzia się w obu kierunkach, aby zapobiec przedostawaniu się sprzętu do upraw i powodowaniu kosztownych uszkodzeń.

Strona | 61

Korekcja położenia elementów roboczych.

Na rysunku 6 przedstawiono rozwiązanie aktywnego prowadzenia ciągniętej równiarki. Dzięki niezależnemu sterowaniu lemieszem maszyny, układ aktywnej kompensacji sterujący położeniem elementu skrawającego, pozwala na kształtowanie profilu podłoża niezależnie od położenia ciągnika. Operator maszyny ma możliwość dokładnego sterowania głębokością pracy narzędzia. Maszyny takie spotykane są w rolnictwie np. na polach ryżowych do tworzenia idealnie płaskich poletek uprawowych. Zarówno ciągnik, jak i równiarka wyposażone są w stację lokalizacyjną GNSS. W ciągniku służy ona do wskazywania kierunku jazdy dla operatora. Stacja GNSS umieszczona w równiarce określa położenie ostrza roboczego w stosunku do poziomu morza. Niezależnie, więc jak pofalowany będzie teren, znając wysokość położenia odbiornika sygnału umieszczonego na maszynie od poziomu morza oraz położenie ostrza roboczego, można zmieniać jego położenie tak, aby jego odległość od poziomu morza była zgodna z oczekiwaniami. Oprogramowanie przewiduje możliwość tworzenia płaszczyzny o określonej pochyłości, jest to zatem bardzo dobre rozwiązanie np. dla kombajnów melioracyjnych, które układają drenaż o wybranym spadku, niezależnie od konfiguracji terenu. W porównaniu do układów laserowych nie jest potrzebna widoczność promienia lasera, co rozszerza obszar pracy i czyni system nieczuły na wpływ pogody.

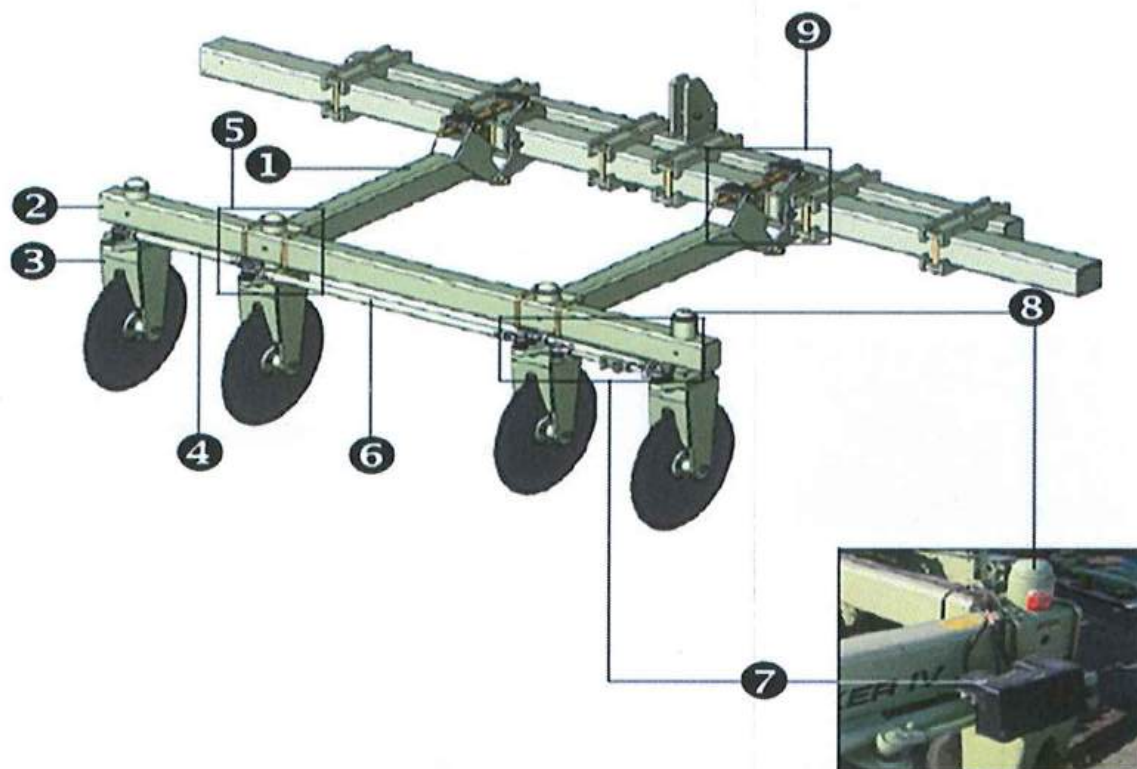




Rysunek 6. Przykład rozwiązania pozycjonującego pionowe położenie narzędzia (Ekielski, Wesółowski, 2019).

Zgarniarka, pracuje na dużych powierzchniach i jej zadaniem jest tylko utrzymanie właściwej głębokości pracy. W przypadku pracy urządzeń w miedzyrzędziach, niezwykle istotne jest właściwe pozycjonowanie elementów roboczych w płaszczyźnie poziomej.

Jedno z rozwiązań przedstawiono na rysunku 7. Jest to system aktywnego pozycjonowania maszyny, w pewnym sensie działający na podobnej zasadzie jak przedstawiony wcześniej system jednak jest aktywny względem innej płaszczyzny odniesienia. W zależności od wielkości i typu maszyny, za maszyną montowana jest, co najmniej jedna tarcza lub koło sterujące ruchem narzędzia. W przypadku małych siewników i innych lekkich narzędzi często wystarcza jedna tarcza. Duże, ciężkie maszyny wymagają co najmniej dwóch elementów sterujących, które są połączone ze sobą za pomocą drążka. Zbudowany jest z dodatkowej ramy podłączanej w tylnej części narzędzia. W tym przypadku kroje obrotowe pełnią funkcję kierownic, sterujących położeniem narzędzia znajdującym się przed nim i zapewniają stabilne prowadzenie maszyny po podłożu.

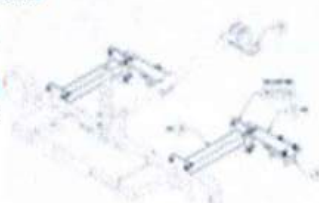


Rysunek 7 . Zespół aktywnego prowadzenia narzędzia : 1 – rama montażowa, 2 – belka poprzeczna, 3 – obrotowe jarzmo prowadzące krój tarczowy, 5 – sworzeń obrotowy, obracający krojami, 3,6 – drążki poprzeczne, 7 – siłownik przemieszczający drążki, 8 – czujnik położenia, 9 – regulacja zagłębienia kroju, (Ekielski A. , Wesołowski. K., 2019).

General Business

STEROWANIE DYSKAMI

- Hydraulicznie uruchamiana tarcza 600mm
- W zależności od wielkości i rodzaju osprzętu można zainstalować jedną lub więcej redlic tarczowych
- Dwie tarcze są połączone mechanicznie (drążek) lub hydraulicznie
- Znormalizowana rama
 - Regulowanie do kilku szerokości roboczych
 - Przygotowany do montażu komponentów
 - Łatwe przenoszenie pomiędzy narzędziami za pomocą wóz widłowego



CNH
INDUSTRIAL

„Technologie rolnictwa 4.0/5.0” . 16-17 stycznia 2025, Toruń



POLSKA IZBA GOSPODARCZA
MASZYN I URZĄDZEŃ ROLNICZYCH

VSN – wizualny system prowadzenia w rzędzie

- Zmniejsza zmęczenie operatora
- Znacznie zmniejsza szkody w uprawach
- Umożliwia maszynie automatyczne dostosowanie się do niespójności sadzenia
- Umożliwia zwiększenie prędkości pojazdu
- Dokładna praca w warunkach uprawy z pełnym pokryciem za pomocą czujników radarowych



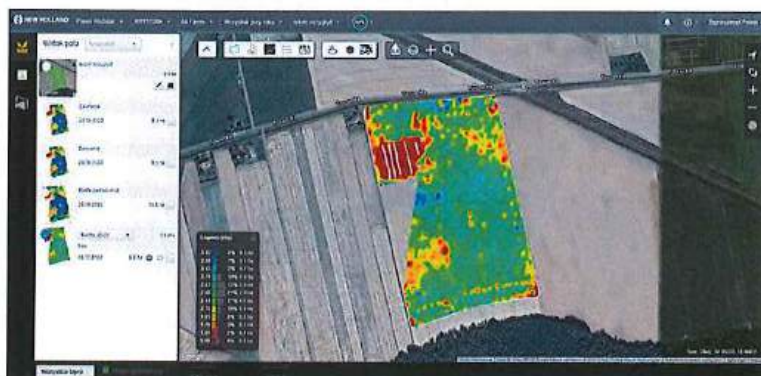
Instalacja

OGÓLNY MONTAŻ OSPRZĘTU

- ŁATWA INSTALACJA NA RÓŻNYCH MASZYNACH
- REGULOWANA WYSOKOŚĆ
- REGULOWANY KĄT WIDZENIA
- MONTOWANIE MIĘDZY RZĘDAMI LUB NA GÓRZE RZĘDU



FieldOps portal/chmura



„Technologie rolnictwa 4.0/5.0” . 16-17 stycznia 2025, Toruń



POLSKA IZBA GOSPODARCZA
MASZYN I URZĄDZEŃ ROLNICZYCH



Export z portalu/chmury do ciągnika

Na żądanie, szybkość zależna od połączenia internetowego oraz wielkości plików. Standardowo poniżej 2 minut

Format: CN1 (wewnętrzny CNH), ISO XML, RAVEN ISO XML, RCD, KML, SHP, TRIMBLE

Eksport

Szczegóły dotyczące eksportu - ISO XML

Typ eksportu CN1 ISO XML Raven ISO XML RCD KML SHP Trimble SHP

Nazwa pliku

Litery, cyfry i/lub podkreślenia.

Miejsce przeznaczenia

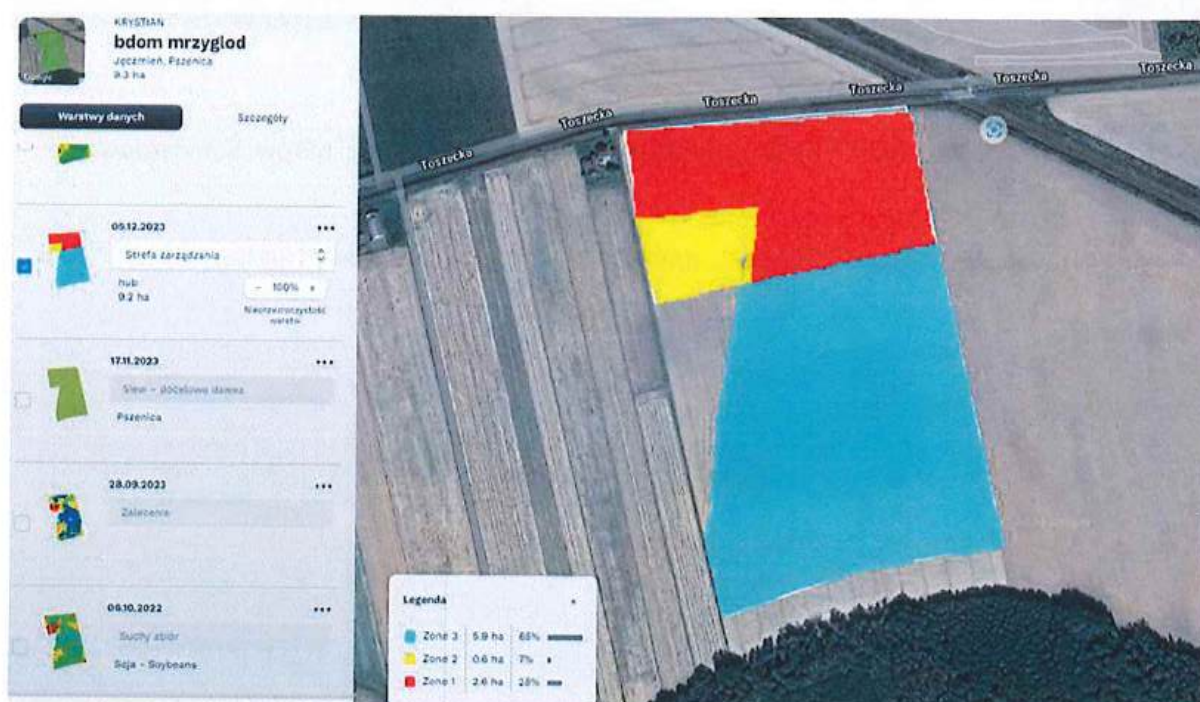
Zapisz jako główny plik konfiguracyjny

Generowanie map zmiennego dawkowania

„Technologie rolnictwa 4.0/5.0” . 16-17 stycznia 2025, Toruń



POLSKA IZBA GOSPODARCZA
MASZYN I URZĄDZEŃ ROLNICZYCH



File Transfer: Raportowanie danych z pojazdu do portalu/chmury

Automatycznie przy zmianie zadania (w ciągu 5-10 minut zależnie od szybkości łącza)

Automatycznie przy zmianie pola (w ciągu 5-10 minut zależnie od szybkości łącza)

Automatycznie przy cyklu stacyjki (w ciągu 5-10 minut zależnie od szybkości łącza)

Automatycznie* podczas pracy (narastająco co ok 30 minut)

(*) tylko w przypadku zarejestrowania danych z pracy.

Format: ISO 11783 Data File (XML)

„Technologie rolnictwa 4.0/5.0” . 16-17 stycznia 2025, Toruń

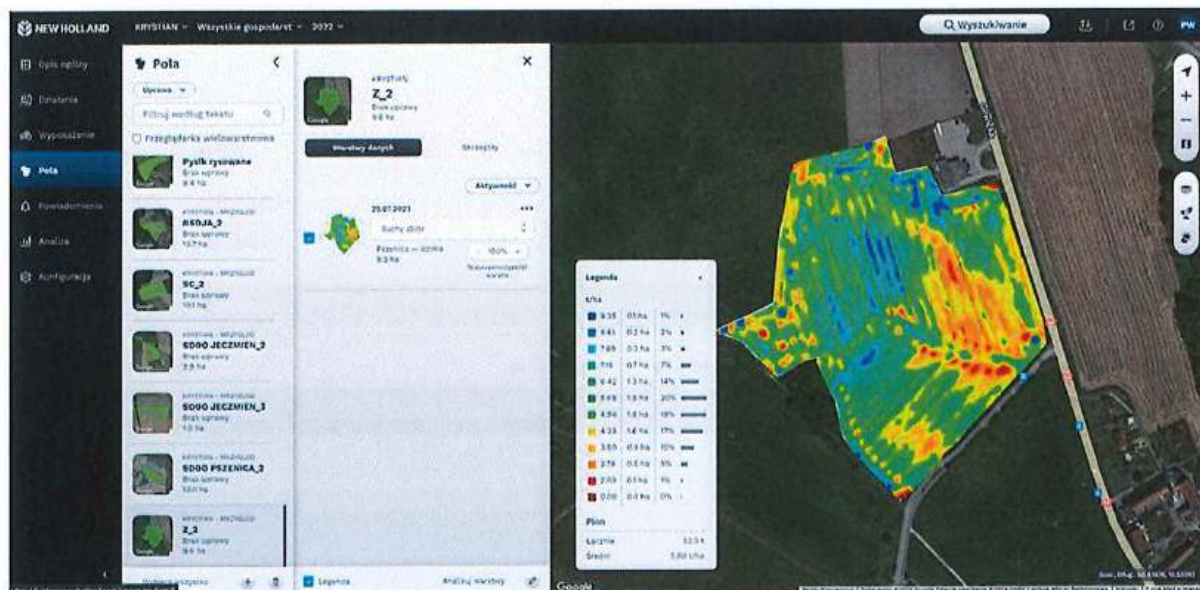


POLSKA IZBA GOSPODARCZA
MASZYN I URZĄDZEŃ ROLNICZYCH

Dane pochodzą z kontrolera zadań TC zgodnie ze standardem ISOBUS



Strona | 67



Raporty generowane z portalu:

Po około 20-40 minutach od przesłania danych z pojazdu dane są dostępne do raportowania:

Dane agronomiczne w postaci EXCEL, CSV, PDF

Zakres edytowalny przez użytkownika

„Technologie rolnictwa 4.0/5.0” . 16-17 stycznia 2025, Toruń



POLSKA IZBA GOSPODARCZA
MASZYN I URZĄDZEŃ ROLNICZYCH

Kreator raportów

Typ: Agronomiczny

Raport: Aplikacja

Zakres dat: 2024-01-01 2024-12-31

Gospodarstwo: Wszystkie gospodarstwa

Podmiot gospodarczy: Wszystkie

Właściciel ziemski: Wszystkie

Stan: Kujawsko-pomorskie

Powiat: Nic nie wybrano

Uprawy: Wszystkie wybrane (212)

Pola: Wszystkie wybrane (5)

Stan zadania: Wszystkie



Raport siewu

Pszenica — durum

31.12.2023 - 31.12.2024

Rolnik A - Gospodarstwo XY

Pole	Odmiana	Obszar	Średni	Łączna	torby	Zaplanowane	Rzeczywiste
króbia dom	WHEAT	7.1 ha	200.76 kg/ha	1,424.07 kg			25.10.2024
(1) Pola	(1) Odmiany	7.1 ha	200.76 kg/ha	1,424.07 kg			25.10.2024



Raporty flotowe:

Format CSV lub JSONL

Analiza Raporty Informacje

Kreator raportów

Typ	Flota/Maszyna
Raport	Eksport danych maszyny
Zakres dat	2024-01-01 2024-12-31
Nazwa raportu	raport maszyny
Format	CSV
Wyposażenie	DBDT7315VLDN0002X

Generuj eksport

Pokaż historię raportów

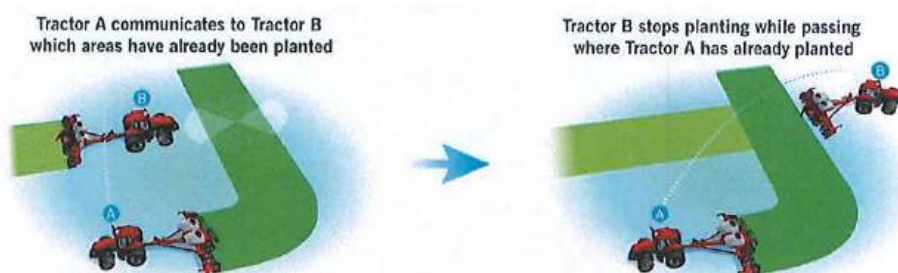


FieldSync synchronizacja pojazd-pojazd (za pośrednictwem chmury)

W ramach jednego zadania polowego możliwa jest synchronizacja do 6 pojazdów jednocześnie.

Pojazdy mogą wymieniać się: granicami pola, wytyczonymi przejazdami oraz przede wszystkim pokryciem w celu uniknięcia nakładania się aplikacji

W czasie rzeczywistym zależnie od szybkości połączenia (najczęściej ok 2-8 sek)



Aktualizacja statusu pojazdu_ telemetria

Co ok 1 minute przesyła lokalizację oraz wybrane parametry CAN (zależnie od pojazdu)

Wyl.
DBDT7315VLDN0002X

Moc silnika Pr. obr. silnika Zuż. pali. przez sil.

Ostatnio Zaktualizowany: 03/01/2025

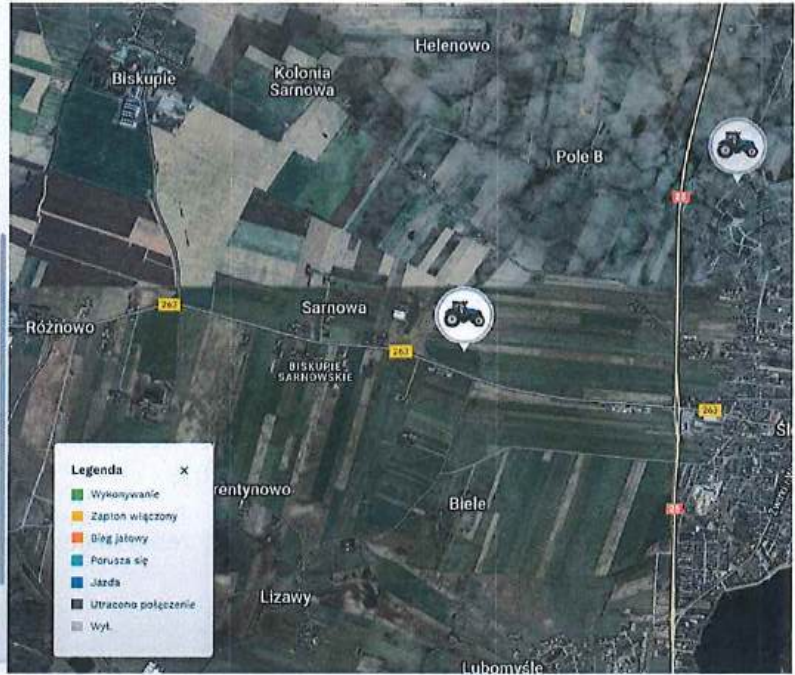
Aktywność
Wheat

01/79.5 Ukończone hektary

Metryka maszyny

Ostatnie 30 dni

30.12.2024 - 03.01.2025	Bieg Jałowy	Jazda	Wykonywanie
Srednie zużycie paliwa	60.22 L/godz.	60.23 L/godz.	60.23 L/godz.
Srednia prędkość obrotowa silnika	852 obr./min	855 obr./min	857 obr./min



Wypożyczenie

Ciągnik Stan Niski poziom paliwa/DEF

Filtruj według tekstu

Filtruj wyniki mapy

0/0 Szczegóły dotyczące maszyny

	MTG SIL	Prędk. Jazdy
Wyl. HACT7210HMD000...	4 godz.	--
	46%	0%
Wyl. HACT7270TLD4211...	195 godz.	--
	30%	26%
Utraczone połączenie HACT7300TNDK20...	1313 godz.	--
	16%	100%

