Dolnośląski Ośrodek Doradztwa Rolniczego

ROLNICTWO PRECYZYJNE

INFORMUJEMY SZKOLIMY DORADZAMY

www.dodr.pl

Wydawca:

Dolnośląski Ośrodek Doradztwa Rolniczego
53-033 Wrocław, ul. Zwycięska 8, tel. 71 339 80 21

Opracowanie:
Przemysław Cieniuch, Michał Żaba, Dział Technologii Produkcji Rolniczej, DODR

Redakcja i korekta:
Agnieszka Siegel, Dział Metodyki Doradztwa, Szkoleń i Wydawnictw, DODR

Opracowanie graficzne i skład:
Ewa Kutkowska, Dział Metodyki Doradztwa, Szkoleń i Wydawnictw, DODR

Zdjęcie na okładce: wolny dostęp

Nakład: 1000 egz.

Wrocław 2024

Co to jest rolnictwo precyzyjne?

Rolnictwo precyzyjne jest nazywane także gospodarowaniem wspomaganym komputerowo. Jest to kompleksowy system, dostosowujący wszystkie elementy agrotechniki do nierównomierności parametrów na różnych fragmentach pola. Wprowadzenie tego typu rozwiązań staje się koniecznością, kiedy zależy nam na uzyskaniu wysokiej jakości plonów przy obniżeniu kosztów produkcji i minimalizacji niekorzystnego wpływu na środowisko naturalne. Rozwój rolnictwa precyzyjnego jest możliwy dzięki ciągłemu postępowi w dziedzinie nowoczesnych technologii. Do osiągnięcia wyznaczonych celów stosuje się nawigację satelitarną, obrazowanie multispektralne, oraz szeroko rozumianą elektronikę i automatyzację.

Podobnie sytuacja wygląda w produkcji zwierzęcej. W tym przypadku nowoczesne technologie umożliwiają dostosowanie chowu do zmienności osobniczej zwierząt.

Badanie gleby

Rolnictwo precyzyjne nie skupia się tylko na obecnym stanie roślin, gdyż zależy on od wielu czynników. Jednym z nich jest gleba. Jej stan i zasobność możemy określić dzięki kamerom multispektralnym, na podstawie kondycji rośliny, jednak nie powinniśmy rezygnować z analizy chemicznej próbek gleby w laboratorium.

Próby gleby możemy pobrać ręcznie, wystarczy szpadel, lub bardziej zaawansowane urządzenia takie jak laska spiralna, laska Edelmana, laska Egnera. Na rynku pojawiają się bardziej zautomatyzowane rozwiązania, szczególnie przydatne, gdy mamy do wykonania wiele prób. Przykładem takich środków może być zautomatyzowany sprzęt montowany na quadzie lub gotowe maszyny np. Isaria Scout, zawieszona na tuzie ciągnika. Pobranie próbek odbywa się wygodnie, z fotela kierowcy. Posiada napęd hydrauliczny, umożliwia odwierty do 90 cm.

Czujniki azotu

Czujniki azotu to fotodetektory oparte na fotodiodach (np. Crop Circle, Greenseeker, Yara N-Sen System globalnego pozycjonowania obiektów sor ALS, Isaria), fotopowielaczach (np. MiniVeg N) lub spektrometrach (np. Yara N-Sensor).

Mogą być montowane bezpośrednio na ciągniku oraz jako osobne urządzenie na przednim tuzie, współpracują z podczepionym z tyłu rozsiewaczem lub opryskiwaczem. Większość dostępnych na rynku urządzeń tego typu wykonuje pomiary, wykorzystując odbite światło naturalne. Ogranicza to ich przydatność nocą, czy w pochmurne dni. Niektóre posiadają własne źródło światła, co zwiększa możliwości ich wykorzystania. W takie rozwiązanie wyposażone są m.in. CropXplorer, Isaria.

Systemy nawigacyjne

System globalnego pozycjonowania obiektów (GNSS) składa się z kilku typów rozwiązań:

- GPS – najbardziej znany, amerykański system, składający się z 32 satelitów,
- Glonass – rosyjski system, składa się z 24 satelitów,
- Galileo – europejski system, wciąż w trakcie budowy, docelowo ma składać się z 30 satelitów,
- BeiDou-2 – chiński system satelitarny składa się z 30 satelitów wspomaganych pięcioma satelitami geostacjonarnymi.

System globalnego pozycjonowania obiektów znalazł zastosowanie w wielu dziedzinach życia. Oferuje różne poziomy dokładności, które sprawdzą się w wielu sytuacjach. Najmniejsza dokładność jest wymagana dla kierowcy czy turysty, wystarczy 15 m. Dla załogi statku będzie to 5, a dla geodety poniżej 1 cm. Dokładność można poprawić dzięki zastosowaniu stacji kinematyki czasu rzeczywistego (RTK). Zarejestrowanie sygnału RTK poza tym, że charakteryzuje się większą dokładnością, umożliwia wykorzystanie raz zebranych danych np. o granicach pola do prowadzenia równoległego w trakcie wszystkich zabiegów na polu dzięki eliminacji przesunięć występujących w systemie GPS.

Nowoczesne ciągniki i inne maszyny coraz częściej są wyposażane w systemy wspomagające operatora. Nawet jeżeli nasz ciągnik nie posiada tej opcji, jej dodanie nie jest skomplikowane, a niesie za sobą wiele korzyści. Wielogodzinna praca na dużym polu i jej monotonność, wraz z rosnącym zmęczeniem prowadzi do błędów i negatywnie wpływa na bezpieczeństwo. Dzięki wspomaganiu operatora przez systemy nawigacyjne możemy wydłużyć czas pracy, przy jednoczesnym zmniejszeniu zmęczenia i liczby popełnianych błędów.

Na rynku można spotkać trzy systemy prowadzenia równoległego pojazdów, wspomagane elektroniką, oparte na nawigacji:

- prowadzenie wspomagane – operator kieruje pojazdem, zwracając uwagę na wyświetlane wskazówki systemu,
- prowadzenie półautomatyczne – system steruje pojazdem, ale operator musi być obecny i kontrolować pracę systemu oraz funkcje, które nie zostały zautomatyzowane,
- automatyczne prowadzenie – obecność operatora nie jest wymagana, układ automatyki steruje wszystkimi funkcjami pojazdu i przyłączonych maszyn.

Systemy optyczne

Nawet najdokładniejsze systemy nawigacji nie dostrzegają fazy rozwojowej roślin. Rośliny rozrastając się, zajmują część ścieżek technologicznych. Aby uniknąć dodatkowych zniszczeń należy uzupełnić układ prowadzenia GPS o dodatkowy czujnik (wizyjny lub mechaniczno-dotykowy), umożliwiający wprowadzenie poprawki toru jazdy, uwzględniające rozwój roślin.

Takie układy to LPS (lokalne systemy pozycjonowania). Przykładem takiego rozwiązania jest EyeDrive. Oprócz danych o położeniu roślin, umożliwia on uzyskanie informacji na temat zachwaszczenia, chorób i niedoborów składników odżywczych.

Maszyny i urządzenia do zmiennej aplikacji (VRA, Variable-Rate Application)

Zmienna aplikacja jest nieodłącznym elementem rolnictwa precyzyjnego. Znajduje zastosowanie w takich obszarach, jak siew, nawożenie i ochrona. Jest wykonywana w oparciu o sporządzone uprzednio mapy zawartości składników pokarmowych oraz kategorii agronomicznych gleb lub mapy plonu.

Dostosowanie ilości wysiewu nasion do warunków glebowych daje możliwość lepszego wykorzystania potencjału plonowania i zwiększa równomierność, co przekłada się na efekty uprawy szczególnie w przypadku gleb mozaikowatych. Podobna sytuacja ma miejsce w przypadku nawożenia.

Opryski z wykorzystaniem VRA, w połączeniu z dyszami sterowanymi niezależnie, umożliwiają punktowe zwalczanie chwastów, oraz przy współpracy z systemem prowadzenia GPS zmniejszenie ilości nakładek

przy kolejnych przejazdach oraz w przypadku pól o nieregularnym kształcie. Przekłada się to na redukcję zużycia herbicydu, pozwalającą sporo zaoszczędzić, a także zminimalizować niekorzystny wpływ na środowisko.

Uniwersalna komunikacja Canbus

W związku z ciągłym wzrostem liczby czujników i elementów sterujących, konieczne stało się wprowadzenie rozwiązania, które łatwo może być rozbudowane o kolejne elementy. Pierwsze szyny danych zostały zastosowane przez firmę Bosch w 1992 roku. Dzięki zastosowaniu szeregowego protokołu komunikacji, cała łączność odbywa się jedną wiązką, z łatwą możliwością rozbudowy o kolejne elementy. Wszystkie nowoczesne maszyny są dziś wyposażane w złącze ISOBUS, łączące je do szyny CAN.

Umożliwia to podłączenie różnych maszyn i urządzeń wspierających ten standard. W ten sposób zyskujemy możliwość ich ręcznego (elektronicznego) lub automatycznego kontrolowania oraz odczyt parametrów i ewentualnych błędów, a także podłączenia terminali odczytu i wprowadzania danych.

Systemy CAN-BUS tworzą ścieżki komunikacyjne pomiędzy elektronicznymi jednostkami sterującymi w pojeździe, umożliwiając przesyłanie i interpretacja zebranych danych. Przed wynalezieniem magistrali CAN-BUS nie było skutecznego sposobu komunikacji pomiędzy ECU. ECU, czyli Electronic Control Unit to elektroniczny moduł sterujący (kontrolny). Sterownik zwykle ma postać mikroprocesora, do którego napływają dane z różnych czujników.

CAN-BUS przekazuje w pierwszej kolejności najważniejsze komunikaty. Kolejność ta jest ustalana według schematu ustalania priorytetów komunikatów. Są one kodowane w oparciu o identyfikator źródła przy użyciu systemu jednostek binarnych (BUS). To wyjątkowo solidna konstrukcja, wykrywająca błędy sygnału i działająca, gdy sprzęt jest podłączony krzyżowo. Struktura ta jest w pełni rozproszona, co pozwala na utworzenie jednego punktu dostępu do wszystkich zebranych, pożądanych informacji.

Autonomiczne pojazdy w rolnictwie

Od wielu lat trwają prace w zakresie zautomatyzowania monotonnych czynności w rolnictwie. W związku z ciągle rosnącą liczbą ludności na świecie rolnictwo stoi przed poważnym wyzwaniem. Konieczne jest uzyskiwanie coraz większych zbiorów z mniejszej powierzchni. Kolejnym

problemem jest znalezienie wystarczającej, wykwalifikowanej siły roboczej. Nawet najlepiej wyszkolony, najdokładniejszy operator nie może równać się z precyzją oferowaną przez roboty. Autonomiczne maszyny mogą pracować z wysoką dokładnością przez wiele godzin bez popełniania błędów i uczucia zmęczenia. Wiele firm pokazało już prototypowe urządzenia tego typu.

We Francji, japońskie roboty Yanmar YV01 wykonują opryski w trudnych warunkach winnic. Są to lekkie roboty ważące tonę, napędzane czterocylindrowym silnikiem Hondy. Posiadają dwustulitrowy zbiornik na ciecz roboczą. Niewielkie wymiary i masa pozwalają na łatwy transport oraz pracę w nierównym terenie. Robot może pracować przy nachyleniu do 45% (a maksymalne pochylenie boczne to 19%).

Ztractor to kalifornijska firma, mająca w ofercie jeden model autonomicznego, elektrycznego ciągnika, przeznaczonego do mniejszych gospodarstw – Bearcub 24. Jest on wyposażony w akumulator o pojemności 24 kWh, zapewniający około 8 godzin pracy, po ładowaniu trwającym 4 godziny. Prowadzona jest już przedsprzedaż modeli dla średnich i dużych gospodarstw, które pojawią się w 2023 i 2024 roku – Mars 45 i Superpilot 125.

Najmniejszy model jest przeznaczony do upraw warzywniczych, czy winnic. Wyposażony go w trzypunktowy układ zawieszania pierwszej kategorii oraz WOM. Posiada własne mapy, GPS, 67 czujników i 6 kamer. Posiada akumulator o pojemności 24 kWh co umożliwia pracę przez ok. 8 godzin, jej naładowanie zajmuje około 4 godzin.

Białoruski holding MTZ Belarus z okazji 75-lecia istnienia fabryki zaprezentował w 2021 roku prototypowy model ciągnika bezzałogowego MTZ Belarus 3523i, bazujący na konwencjonalnym modelu. Główną różnicą jest brak kabiny. Ciągnik jest zasilany 350 konnym amerykańskim silnikiem wysokoprężnym Cummins, współpracującym z bezstopniową skrzynią biegów.

W sieci można znaleźć materiały pokazujące ten ciągnik podczas orki, która na ten moment niestety nie wygląda zbyt przekonująco. Konieczne będzie zwiększenie dokładności GPS. Jednak jest to prototyp i konstruktorów czeka jeszcze dużo pracy. Na razie nie wiadomo kiedy i czy w ogóle model ten zostanie wprowadzony do produkcji seryjnej, ani jaka będzie jego cena.

Podobnych projektów jest coraz więcej. Prawie wszystkie większe firmy inwestują w badania nad maszynami autonomicznymi, Case-New Holland, John Deere, Amazone, Claas, Krone, Lemken, Kubota to niektóre z nich.

Wykorzystanie dronów w rolnictwie precyzyjnym

▪ REGULACJE PRAWNE

Drony są podzielone na kategorie, ze względu na poziom ryzyka, na które wpływa ich masa i możliwość zrzutu ładunku. Większość małych dronów należy do kategorii otwartej niskiego ryzyka. Loty takie nie wymagają zgody Urzędu Lotnictwa Cywilnego, wystarczające są podstawowe uprawnienia zrobione na stronie drony.ulc.gov.pl. Możemy wtedy latać w zasięgu wzroku (do 120 m), maszynami o wadze do 25 kg.

Jednak drony typowo rolnicze, wyposażone np. w sprzęt do wysiewu lub oprysków, są używane na większych dystansach oraz przekraczają 25 kg. Należą one do kategorii szczególnej, czyli średniego ryzyka. Operacje takimi dronami wymagają weryfikacji oraz niekiedy zgody ULC. Zdobycie licencji jest podzielone na etapy teoretyczny i praktyczny.

▪ OBRAZOWANIE MULTISPEKTRALNE, INSPEKCJA UPRAW, MAPOWANIE

Wraz z rozwojem rolnictwa precyzyjnego coraz chętniej wykorzystywane są kamery mutispektralne, pozwalające na nadzór nad stanem upraw oraz gleby. Umożliwia to ochronę przed stratą plonów, czasu i pieniędzy. Technika multispektralna wykorzystuje pasma fal zielonych, czerwonych, czerwonej krawędzi oraz bliskiej podczerwieni, do uchwycenia widzialnych i niewidzialnych obrazów wegetacji.

Jest to o istotne, ponieważ niewidoczne dla nas pasma światła dostarczają istotnych danych. Różne obiekty absorbują i odbijają poszczególne kolory w różnym stopniu. W przypadku roślin na ten proces ma wpływ zawartość pigmentów, wody czy składników niezbędnych do prawidłowego wzrostu.

Zebrane obrazy, w połączeniu z odpowiednim oprogramowaniem, dają możliwość przekształcenia zgromadzonych informacji w praktyczne do wykorzystania dane. Rozwiązanie to może być wykorzystywane przez cały rok, zarówno podczas siewu, nawożenia, nawadniania jak i zbioru. Na każdym etapie pomaga w podejmowaniu decyzji w precyzyjnym zarządzaniu gospodarstwem.

Stworzone mapy mogą być użyteczne do zaplanowania nawożenia, nawadniania oraz szybkiej reakcji na zaobserwowane wystąpienie chorób lub szkodników.

Wskaźniki pomocne w podejmowaniu decyzji:

- **NDVI** (znormalizowany różnicowy wskaźnik wegetacji) – pozwala określić stan rozwojowy oraz kondycję roślinności bazuje on na kontraście między największym odbiciem w paśmie bliskiej podczerwieni a absorpcją w paśmie czerwonym.
- **LAI** (wskaźnik pokrycia liściowego) – jest stosunkiem powierzchni liści do powierzchni gruntu. Pozwala na określenie stopnia wykorzystania światła przez rośliny. Ustalenie optymalnej wartości wskaźnika pozwala osiągnąć większe plony.
- **NDRE** (znormalizowana różnica czerwonej krawędzi) – określa zdrowie roślin na podstawie zawartości chlorofilu. NDRE jest najniższy dla gleby, chore rośliny mają nieco wyższe wartości. Najwyższe wartości osiągają rośliny zdrowe. Ponadto pokazuje on zmienność zapotrzebowania na nawozy, adsorpcji azotu, stresu i wigoru u roślin.
- **CHI** (wskaźnik zdrowia roślin) – pokazuje zdrowotność upraw na podstawie zmierzonej zawartości chlorofilu.

Korzyści obrazowania multispektralnego:

- umożliwia identyfikację szkodników, chorób i chwastów, co przekłada się na zmniejszone zużycie środków chemicznych przez wczesną detekcję.
- dostarcza danych o żyzności gleby i brakach składników odżywczych dla roślin co przekłada się na wczesne rozpoznanie niedoborów i ich uzupełnienie.
- pozwala na zmierzenie obsady i zlokalizowanie potencjalnych nieprawidłowości.

OCHRONA ROŚLIN

Poza Europą drony są już wykorzystywane do aplikacji środków ochrony roślin, jednak prawo unijne ani krajowe nie pozwala na takie działania. Drony są zaliczane do kategorii sprzętu agrolotniczego, co ogranicza możliwości ich wykorzystania do wykonania oprysków. Zastosowanie środków ochrony roślin z wykorzystaniem sprzętu agrolotniczego jest dopuszczalne jedynie w dwóch przypadkach:

- jeśli nie jest możliwe użycie sprzętu naziemnego,
- kiedy użycie sprzętu agrolotniczego stwarza mniejsze zagrożenie dla zdrowia ludzi, zwierząt lub środowiska niż przy użyciu sprzętu naziemnego.

Ponadto środek powinien być zarejestrowany do zastosowania agrolotniczego. Niestety na obecną chwilę nie ma zarejestrowanych takich środków, wyjątkiem są te stosowane w leśnictwie.

Bezwzględnie zabronione jest stosowanie herbicydów, desykantów, śor stanowiących szczególne zagrożenie dla zdrowia człowieka oraz śor bez dodania substancji obciążającej.

Osoba która wykonywała by taki zabieg musi mieć odpowiednie przeszkolenie w zakresie stosowania środków ochrony roślin.

Sprzęt agrolotniczy również podlega badaniom sprawności technicznej w jednostkach powołanych przez Wojewódzkiego Inspektora Ochrony Roślin i Nasiennictwa.

Drony znajdują zastosowanie w miejscach, w które nie może wjechać opryskiwacz, np. na podmokłych fragmentach pól, na polach o niekorzystnym ukształtowaniu terenu lub pokrytych wysokimi roślinami.

Zaletą zastosowania dronów jest brak konieczności stosowania ścieżek technologicznych oraz uniknięcie zniszczenia plonów wskutek przejazdu. Pozwala to na wykonanie zabiegu w centrum ogniska choroby lub miejscowo na występujące szkodniki, co wpisuje się w ideę zrównoważonego rolnictwa. Dzięki temu zużywana jest znacznie mniejsza ilość środków ochrony roślin. W połączeniu z monitorowaniem pola umożliwia to szybką reakcję i ograniczenie strat w plonie do minimum.

Drony przenoszą bardziej zagęszczone płyny, ze względu na większą dokładność i na niedużą pojemność w porównaniu do tradycyjnych opryskiwaczy, dlatego konieczne są dokładne badania śor w tym zakresie. Nowo wprowadzane substancje powinny być przebadane i ściśle kontrolowane. Dlatego w tej chwili za pomocą dronów można aplikować tylko środki biologiczne.

Coraz szerzej wykorzystywane są na przykład larwy kruszynka. Dron daje możliwość szybkiego i równomiernego rozmieszczenia kulek z larwami na plantacjach kukurydzy. Z rozrzuconych kulek wylęgają się kruszynki, które niszczą jaja omacnicy prosowianki i w ten sposób ograniczają rozwój szkodnika.

▪ NAWOŻENIE

Nawożenie z użyciem bezzałogowych statków powietrznych odbywa się, podobnie jak opryski, w przypadku stosowania preparatów płynnych. Jedyną różnicą jest wyposażenie drona jeżeli chcemy wysiewać nawozy granulowane. W przypadku stosowania nawozów za pomocą dronów nie ma dodatkowych obostrzeń. Należy stosować się do obowiązujących przepisów, takich jak ustawa o nawozach i nawożeniu, program azotanowy, dyrektywa wodna. Nie mówią one o sposobie aplikowania nawozów, zatem możliwe jest ich stosowanie z użyciem dronów. Należy zwrócić uwagę na terminy stosowania nawozów, warunki rolniczego wykorzystania na terenach zamarzniętych, zalanych, pokrytych śniegiem oraz dawki możliwe do zastosowania.

▪ SIEW

Wiosną 2023 roku, z inicjatywy Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Toruniu po raz pierwszy w kraju odbyły się próbne naloty siewne sosny. Obsiana powierzchnia to ponad 5 hektarów, co jest ewenementem na skalę europejską. Taka metoda charakteryzuje się dużą dokładnością w rozsiewaniu oraz jednolitością obsiania, co jest trudne do osiągnięcia w inny sposób. Do siewu wykorzystano dron DJI Agriculture Agras T10.

W niedalekiej przyszłości drony zostaną najprawdopodobniej wykorzystane do siewów rolniczych na większą skalę. Zaletą tego sposobu siewu jest automatyczne rozsiewanie i łatwość obsługi. Ponadto możliwe jest dosiewanie przy zachowaniu już rosnących roślin. Taki wysiew charakteryzuje się dużą równomiernością, co przekłada się na równomierny wzrost uprawy.

▪ SYSTEM DO OCHRONY PRZED PTACTWEM NA TERENACH UPRAWNYCH

Problem niszczenia plonów przez ptaki jest szczególnie uciążliwy w przypadku owoców, dlatego firma Hexited, podczas Dni Otwartych Drzwi Lubelskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Końskowoli w 2022 roku zaprezentowała autonomiczny system odstraszania ptaków oparty na sztucznej inteligencji i dronach. System analizuje dane z kamer, rozpoznaje gatunki ptaków, ustala stopień zagrożenia dla upraw, a w razie potrzeby wysyła drony, które za każdym razem wybierają inną trasę oraz specyficzną charakterystykę lotu aby upodobnić się do ptaków drapieżnych. Ponadto drony wyposażone są w sygnały świetlne i dźwiękowe w celu zwiększenia efektywności odstraszania.

Podejmowane działania są w pełni autonomiczne, bez konieczności ciągłego kontrolowania przez człowieka. System pozwala także na zapis danych do późniejszej analizy, tworzenie raportów, statystyk oraz map występowania poszczególnych gatunków ptaków

▪ WYKONYWANIE POMIARÓW POWIERZCHNI

Pierwszym etapem jest zaplanowanie trasy przelotowej. Sam oblot jest wykonywany autonomicznie. Serie zdjęć zebrane podczas lotu, mogą zostać przetworzone na ortofotomapy lub chmury punktów.

Na podstawie tych danych możliwe jest wykonywanie obliczeń powierzchni, objętości, itd. z dużą dokładnością. Metoda ta jest znacząco szybsza w porównaniu do pomiarów naziemnych. Jednak dron do takich pomiarów powinien być wyposażony w technologię RTK, wykorzystującą nawigację satelitarną, umożliwiającą uzyskanie danych w czasie rzeczywistym, bez dodatkowych obliczeń po pomiarze. Dzięki temu rozwiązaniu możemy uzyskać dokładność rzędu centymetra.

▪ SZACOWANIE I DOKUMENTOWANIE SZKÓD ROLNICZYCH

Dzięki dużej dokładności drony umożliwiają stworzenie map fotograficznych, które mogą posłużyć następnie do obliczenia powierzchni, na której występują szkody łowieckie lub inne, jak uszkodzenia mrozowe czy suszowe.

Mapy te stanowią dowód występowania szkód łowieckich. Dokładne ortofotomapy pól pozwalają na precyzyjne obliczenie powierzchni wystąpienia szkody, a co za tym idzie wysokości odszkodowania. Zaletą wykorzystania drona jest możliwość dotarcia do trudno dostępnych miejsc oraz pozyskanie zdjęć z lotu ptaka, które precyzyjnie pokażą zniszczony obszar.

▪ MONITOROWANIE ZWIERZĄT NA PASTWISKACH

Nawet najprostsze drony z kamerą pozwalają na śledzenie tego, co dzieje się ze zwierzętami na pastwisku. Zaletą tego rozwiązania jest widok z lotu ptaka oraz oszczędność czasu. Istotnym aspektem jest także coraz szersze stosowanie kamer wyposażonych w termowizję, dzięki której możemy policzyć zwierzęta nawet w środku nocy.

- **ZAPYLANIE ROŚLIN**

Wraz ze spadkiem populacji pszczół coraz trudniej o pełne zapylenie roślin. Przeszkodą bywa często niesprzyjająca pogoda, uniemożliwiająca oblot pszczół. Z tym problemem zmierzyli się właściciele sadów w Kalifornii. Wykorzystują oni drony do zrzucania zebranego wcześniej pyłku w uprawach migdałowców, jabłoni, wiśni i gruszy. W czasie trzech lat badań wpłynęło to zwiększenie plonów od 25 do 50%. Z jednego zbioru uzyskuje się kilkaset razy więcej pyłku niż potrzeba do jednorazowego zapylenia.

Jakie jeszcze zastosowania znajdziemy w przyszłości dla dronów?

Tutaj limitem jest wyłącznie wyobraźnia. Dron jest potężnym narzędziem, które może okazać się przydatne na gospodarstwie. Te z opcją wysiewu mogą znaleźć zastosowanie zimą do rozrzucania soli drogowej na terenie gospodarstwa. Z kolei inne – posiadające kamery termowizyjne pomogą w ograniczaniu strat ciepła budynków gospodarskich, silosów czy szklarni.

Nic nie zastąpi wiedzy i doświadczenia rolnika, jednak wykorzystanie dronów w rolnictwie wciąż jest stosunkowo nową i szybko rozwijającą się koncepcją. Umożliwiają ułatwienie pracy oraz zwiększenie zysków gospodarstwa.

Wady wykorzystania dronów

Drony są jeszcze technologią raczkującą, która nie jest powszechnie wykorzystywana. Przez to zakup specjalistycznego drona rolniczego wiąże się z dużymi wydatkami. Na ten moment na rynku działa się wiele przedsiębiorstw oferujących usługi dronami, posiadających przeszkolony i wykwalifikowany personel.

Poza tym urządzenia te mają ograniczenia w postaci zasięgu oraz ładowności. Utrudnia to ich wykorzystanie w dużych gospodarstwach, interesujących się nowymi technologiami. Miejmy jednak nadzieję że sytuacja na przestrzeni kolejnych lat ulegnie zmianie ze względu na szybki postęp technologiczny i rosnącą popularność, co przełoży się na wzrost możliwości i spadek cen.

Rolnictwo precyzyjne w produkcji zwierzęcej

Rolnictwo precyzyjne nie ogranicza się tylko do produkcji roślinnej. Precyzyjna produkcja zwierzęca (PLF, Precision Livestock Farming) wraz z precyzyjnym rolnictwem (Precision Agriculture) jest elementem inteligentnego rolnictwa (Smart Agriculture).

Precyzyjna produkcja zwierzęca znajduje zastosowanie w chowie wielu gatunków zwierząt. Jej celem jest dostosowanie warunków dla każdej sztuki z osobna w zakresie żywienia, sterowania mikroklimatem (wentylacja, oświetlenie, dźwięk), analizie jakości mleka, przeżuwania, aktywności ruchowej, detekcji rui czy chorób metabolicznych.

Korzyści z rolnictwa precyzyjnego:

- łatwiejsze i efektywniejsze zarządzanie gospodarstwem,
- ciągłe monitorowanie parametrów,
- ograniczenie do minimum zużycia nawozów i śor przy zachowaniu wysokich plonów,
- uniknięcie nakładek,
- oprysk punktowy herbicydami,
- precyzyjne nawodnienie dzięki mapom zawartości wody,
- zwiększenie plonowania dzięki precyzyjnemu nawożeniu,
- zwiększenie wydajności pracy ludzi i maszyn,
- sporządzanie danych i porównywanie z poprzednimi latami,
- pomoc w podejmowaniu decyzji,
- możliwość oszacowania wydajności pola i jego rentowności,
- lepsze wykorzystanie zasobów środowiska,
- śledzenie zmian w czasie rzeczywistym.

Wady

Chociaż rolnictwo precyzyjne wiąże się z oszczędnościami paliwa, nawozach, śor i troską o środowisko, to sam zakup potrzebnego sprzętu do najtańszych nie należy. Ponadto rolnicy muszą ciągle doskonalić swoją wiedzę i współpracować z producentami w celu dalszego doskonalenia.

Programy do zarządzania gospodarstwem

Przykładowe programy zarządzania gospodarstwem hodowlanym

▪ OBORA

System „Obora" jest przeznaczony dla hodowców bydła mlecznego. System ten jest złączony z krajowym systemem Oceny Wartości użytkowej i Hodowlanej Krów i buhajów (SYMLEK). Posiadacz omawianego systemu otrzymuje bazę zawierającą wszystkie informacje o aktualnej ocenie krów i całej wydajności obory. Aktualizacja bazy odbywa się co miesiąc po próbnym udoju. Dane mogą być przesyłane drogą internetową lub zapisywane na zewnętrzne nośniki danych.

Korzyści systemu:

- pozyskiwanie z systemu pełnej informacji o każdej krowie w stadzie, szczegółowe dane, takie jak pochodzenie, wydajności produkcyjne, wartości hodowlane – przekazywane po każdej wycenie, dane o potomstwie np. typ i budowa ciała oraz dane o pokryciach i próbnych udojach,
- rejestr badań, pomiarów oraz chorób i przebiegu ich leczenia,
- prowadzenie Księgi Obrotu Inwentarza Żywego,

▪ ZOOTECHNIK BYDŁO

System „Zootechnik Bydło" to program wspomagający zarządzanie stadami bydła w produkcji mlecznej i mięsnej.

Funkcje programu:

- wydruk dokumentów hodowlanych, wymaganych przez ARiMR,
- rejestracja danych zdrowotnych i płodnościowych,
- selekcja oraz grupowanie bydła,
- generowanie zestawień i analiz, graficzna prezentacja wyników.

▪ ROLNIKON

Program „RolnikON" jest przeznaczony dla podmiotów działających w branży rolniczej. Jego standardowe funkcje pomogą w prowadzeniu każdego gospodarstwa, a wersje zaawansowane służą do obsługi poszczególnych typów gospodarstw. Jest to system służący do zarządzania gospodarstwem, którego celem jest efektywne zarządzanie uprawą, magazynowanymi materiałami, hodowlą, energią i czasem użytkowników.

Jeśli wpiszemy podstawowe dane o produkcji w gospodarstwie, system pomoże w codziennych pracach. Ułatwienia to przede wszystkim wypełnianie formularzy, generowanie faktur, opracowywanie dawek żywieniowych dla zwierząt, czy kontrolowanie wydatków i zysków. System dzieli się na moduły, które służą do zarządzania gospodarstwem rolnym, jak uprawa i hodowla oraz pozostałe, czyli finanse, stany magazynów, park maszyn itp.

Przykładowe programy do zarządzania gospodarstwem rolnym

▪ AGROASYSTENT

To program dla rolników prowadzących dowolne zasiewy, służący do zarządzania gospodarstwem rolnym specjalizującym się w produkcji roślinnej.

Funkcje programu:

- zarządzanie areałem gospodarstwa – wszystkie istotne informacje dotyczące gospodarstwa i prowadzonej produkcji,
- kontrola kosztów – analiza kosztów produkcji, planowanie kosztów na środki obrotowe,
- raporty z prowadzonych wszystkich prac i zabiegów prowadzonych w produkcji roślinnej,
- generowanie dokumentacji i wniosków na podstawie danych o działkach,
- spis badań próbek gleby i planowanie nawożenia – umożliwienie gromadzenia danych o wynikach przeprowadzonych badań,
- zarządzanie magazynem – prosty moduł magazynowy, wprowadzanie przyjścia nowych zasobów i zużywanie zasobów w gospodarstwie na podstawie rejestru wykonywanych prac.

▪ AGROPOMIARGPS

Program do zarządzania komputerowego gruntami gospodarstwa rolnego lub leśnego.

Główne funkcje programu to:

- pomiary działek ewidencyjnych, powierzchni pól, upraw i gruntów,
- pomiary gruntów użytkowych i nieużytkowych czy ścieżek,

- automatyczne obliczanie powierzchni użytkowej gruntu, powierzchni całkowitej oraz obwodu pola,
- omijanie przeszkód na gruntach użytkowych, aby nie były brane do ewidencji całkowitej powierzchni.

Korzyści dla użytkownika:

- stała kontrola powierzchni całkowitej gospodarstwa z rozdzieleniem na działki,
- system używany przez organy państwowe do kontroli rolnika,
- oszczędność,
- graficzne przedstawienie powierzchni gospodarstwa w postaci mapki.

▪ NAWSALD

Program „NawSald" to program stworzony przez Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach przeznaczony dla producentów rolnych oraz doradców rolnych, jako narzędzie wspomagające sporządzania planów nawożenia w gospodarstwach rolnych na gruntach rolnych, w zgodzie z zasadami zrównoważonej gospodarki składnikami mineralnymi.

Nieodłączną częścią programu NawSald jest moduł umożliwiający symulowanie produkcji nawozów naturalnych na podstawie informacji o produkcji zwierzęcej w gospodarstwie.

Inną funkcją programu jest ocena wpływu stosowanego nawożenia na środowisko. Pozwala to na zrównoważenie stosowanego nawożenia do pobierania składników pokarmowych przez rośliny. Dawki w takim przypadku są wyliczane, jako różnica dopływu składników i pobrania oraz zużycia składników pokarmowych.

System ma wspierać rolnika w podejmowaniu decyzji o nawożeniu oraz uzyskaniu pełnej kontroli nad procesem nawożenia upraw. Umożliwia to wymierne oszczędności w gospodarstwie oraz ułatwia prowadzenie zrównoważonej produkcji roślinnej.

GPS jako integralna część rolnictwa precyzyjnego

Rolnictwo precyzyjne ułatwia wykonanie właściwych zabiegów, we właściwym miejscu i czasie. Wiedza, co należy zrobić, może obejmować zasady obsługi zaawansowanego technologicznie sprzętu, ale też statystyki lub

analizy. Jednocześnie oznacza współpracę z menedżerami i operatorami typowych narzędzi, takich jak sadzarki i nawozy aplikatory czy kombajny.

W tym kontekście GPS staje się nieodłączną częścią rolnictwa precyzyjnego. Do analizy i przetwarzania obrazów, sensory te potrzebują podstawowych informacji zebranych w terenie, w różnych miejscach i w różnym czasie, w czasie trwania sezonu produkcji roślinnej. Tradycyjnie dane te zapisano ręcznie na arkuszach terenowych, zdjęć lub map papierowych.

Do analizy obrazu dane naziemne muszą zostać zdigitalizowane, dopiero wtedy można je wykorzystać do rozpoznawania różnych warunków i klasyfikowania obrazów teledetekcyjnych. Opracowano interaktywny, przenośny system do zapisywania danych terenowych bezpośrednio w cyfrowej bazie danych obejmującej plony, glebę, drogę, wodę i kontury mapy nałożone na zdjęcia lotnicze lub obrazy teledetekcyjne.

Odbiornik GPS jest połączony z wyświetlaczem komputera przenośnego. Wstępnie załadowane warstwy informacyjne, a następnie pakiet oprogramowania łączy przychodzące sygnały GPS z wyświetlanymi danymi, aby umożliwić użytkownikowi sprawdzenie, gdzie się znajduje w odniesieniu do elementów mapy. Informacje można łatwo edytować i modyfikować w terenie, a nowe dane – dodawać w postaci warstw punktowych lub wielokątnych tabel atrybutów.

▪ MONITOROWANIE I MAPOWANIE PLONÓW

Najpopularniejszym zastosowaniem GPS w rolnictwie jest mapowanie plonów i zmienności dawek nawozów i środków ochrony roślin. Aplikator nawozów/pestycydów do mapowania plonów mierzy prędkość jazdy kombajnu i natężenie przepływu cieczy roboczej.

Plon oblicza się według wzoru:

wydajność/powierzchnia = (natężenie przepływu) / (prędkość jazdy kombajnu) x (efektywna szerokość zbioru)

Monitory plonu ziarna w sposób ciągły mierzą i rejestrują przepływ ziarna w czystym elewatorze zbożowym kombajnu. Połączone z odbiornikiem GPS monitory plonów mogą dostarczać danych niezbędnych do tworzenia map plonów. Pomiary wydajności są niezbędne do podjęcia

właściwych decyzji zarządczych. Mapy plonów służą do określenia przyczyny zmienności upraw lub gleby. To z kolei pomaga w podjęciu decyzji dotyczącej praktyki zarządzania zmiennymi przestrzennymi i czasowymi.

Aplikator o zmiennym dawkowaniu składa się z trzech elementów:

- komputer sterujący,
- lokalizator,
- wyzwalacz.

Komputer sterujący koordynuje pracę na polu. Posiada mapę pożądanej działalności w funkcji geograficznej. Lokalizator otrzymuje aktualną lokalizację sprzętu z lokalizatora, który ma w sobie GPS i decyduje, co zrobić na podstawie mapy znajdującej się w jego pamięci lub magazynie danych. Następnie wydaje polecenie do siłownika, który wprowadza sygnał wejściowy aplikacji.

Źródła:

https://www.okiemrolnika.pl/rolnictwo-precyzyjne-co-to-jest-i-na-czym-polega

https://zsckrjablon.pl/wp-content/uploads/2020/03/Systemy_agrotroniczne_ca%C5%82a-ksi%C4%85%C5%BCka.pdf

https://zsckrjablon.pl/wp-content/uploads/2020/03/Systemy_agrotroniczne_ca%C5%82a-ksi%C4%85%C5%BCka.pdf

https://www.br-automation.com/pl/o-nas/materialy-redakcyjne/technology-highlights/rolnictwo-autonomiczne/

https://www.farmer.pl/technika-rolnicza/maszyny-rolnicze/roboty-yanmar-robia-robote-we-francji,129338.html

https://www.farmer.pl/technika-rolnicza/maszyny-rolnicze/kalifornijski-ztractor-trafi-rowniez-na-europejskie-pola,123347.html

https://www.farmer.pl/technika-rolnicza/maszyny-rolnicze/amazone-i-claas-inwestuja-w-autonomiczne-rozwiazania-dla-rolnictwa,120220.html

https://www.farmer.pl/technika-rolnicza/maszyny-rolnicze/mtz-belarus-zaprezentowal-ciagnik-bezzalogowy,108331.html

https://airborn.aero/licencja-na-drona/

https://flyandfilm.pl/szkolenia-drony-uavo-vlos-i-bvlos/

https://www.growingproduce.com/fruits/bee-free-how-growers-can-pollinate-with-drones/

https://skymake.pl/szacowanie-szkod-lowieckich-z-drona/

https://sklep.pomiarydronem.pl/kamery-multispektralne/825--agrocam-geo-rgb.html

https://ironsky.pl/kamery-multispektralne-w-rolnictwie/

https://www.dronezon.com/learn-about-drones-quadcopters/multispectral-sensor-drones-in-farming-yield-big-benefits/

https://rolnictwoprecyzyjne.eu/blog/podstawy-rolnictwa-precyzyjnego-czyli-kamery-multispektralne/

https://technologia.kpodr.pl/index.php/2020/05/07/wykorzystanie-gps-w-rolnictwie/

https://cdr.gov.pl/images/wydawnictwa/2010/2010SYSTEM-ROLNICTWA-PRECYZYJNEGO.pdf

https://zsckrjablon.pl/wp-content/uploads/2020/03/Systemy_agrotroniczne_ca%C5%82a-ksi%C4%85%C5%BCka.pdf

https://ironsky.pl/oprysk-dronem-rolniczym-a-prawo-jak-kiedy-i-czym-mozna-robic-zabiegi-agrotechniczne-z-drona/

https://ironsky.pl/faq-cz-2-drony-rolnicze-pytania-i-odpowiedzi-podstawy-prawne/

https://www.farmer.pl/prawo/przepisy-i-regulacje/oprysk-z-drona-czas-na-jednoznaczna-opinie-w-tej-sprawie,131795.html

https://www.youtube.com/watch?v=YlNd1481z0E

https://enterprise.dilectro.pl/siew-sosny-z-wykorzystaniem-drona-dji-agras-t10/

https://rolnictwoprecyzyjne.eu/dron-nawozacy-i-siejacy/

https://hexited.com/

http://lodr.konskowola.pl/www_m/index.php/2302-nowoczesne-maszyny-technologie-i-innowacje

Dolnośląski Ośrodek Doradztwa Rolniczego
ul. Zwycięska 8, 53-033 Wrocław
centrala: 71 339 80 21 (22), sekretariat: tel. 71 339 86 56
faks 71 339 79 12
e-mail: sekretariat@dodr.pl

Dział Technologii Produkcji Rolniczej

Wrocław 2024