

**Irena Nowotyńska<sup>1</sup>**  
**Krzysztof Tereszkiwicz<sup>2</sup>**  
**Politechnika Rzeszowska**

## Zastosowanie nowoczesnych narzędzi informatycznych w agrologistyce

### Wprowadzenie

Agrologistyka zwana także logistyką rolną to koncepcja mająca na celu tworzenie rozwiązań optymalizujących przepływ materiałów w zakresie zaopatrzenia, produkcji oraz dystrybucji w obszarach funkcjonalnych branż rolnej, ogrodniczej, sadowniczej oraz leśnej. Ma ona na celu podniesienie atrakcyjności wyżej wymienionych sektorów gospodarki przy jednoczesnym obniżeniu kosztów pośrednich i bezpośrednich związanych z obsługą logistyczną i wytwarzaniem. Obszar agrologistyki obejmuje część surowcową i zaopatrzeniową całego łańcucha dostaw żywności w tym także sferę mikrologistyki gospodarstw rolnych, a więc zarządzanie przemieszczeniami w ramach prac rolniczych, pozycjonowanie upraw, transport krótkodystansowy oraz magazynowanie zarówno dóbr zaopatrzeniowych jak i gotowego produktu będącego wyrobem finalnym przedsiębiorstwa/gospodarstwa rolnego, który może ono oferować odbiorcom zewnętrznym [2].

Technologie informatyczne w powiązaniu z elektroniką, mechaniką, robotyką i automatyką pozwalają rolnikom lepiej wykorzystywać ich zasoby naturalne oraz sprawnie dokumentować wyniki produkcji [6, 7]. Rozwój nauki i techniki przyczynił się do zastosowania nowych rozwiązań w maszynach i urządzeniach rolniczych [3]. Dzięki zastosowaniu komputera i systemu nawigacji satelitarnej GPS otworzyły się przed rolnictwem nowe możliwości. Poprzez zastosowanie technologii RFID w rolnictwie możliwa stała się identyfikacja zwierząt, która wspomaga ich hodowlę, monitoring oraz utrzymanie populacji [4].

Nieustanny rozwój technologiczny rodzi coraz większe potrzeby związane z określaniem położenia obiektów. W skali globalnej są one zaspokajane przez usługi bazujące na systemach GPS. Lokalizacja GPS, ze względu na swoje fizyczne ograniczenia, nie może być zastosowana, jeżeli wymagana jest wysoka dokładność lokalizacji i jej określanie w czasie rzeczywistym, uwzględniając pomieszczenia zamknięte. Odpowiedzią na powstające zapotrzebowanie jest RTLS tj. System Lokalizacji i Identyfikacji Czasu Rzeczywistego [5].

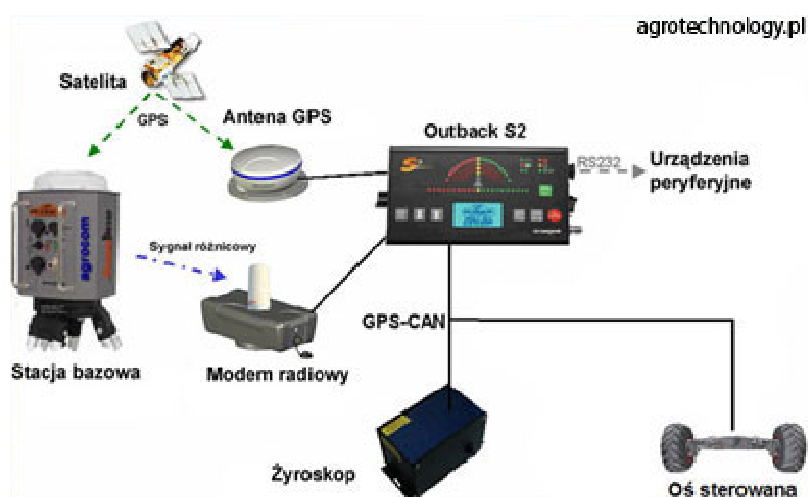
<sup>1</sup> Dr inż. I. Nowotyńska, adiunkt, Politechnika Rzeszowska, Wydział Zarządzania, Zakład Informatyki w Zarządzaniu

<sup>2</sup> Dr hab. inż. K. Tereszkiwicz, prof. PRz, Politechnika Rzeszowska, Wydział Zarządzania, Zakład Informatyki w Zarządzaniu

## Zastosowanie GPS w rolnictwie

W rolnictwie precyzyjnym kluczową rolę odgrywa Globalny System Pozycjonowania (GPS), który opiera się na nawigacji satelitarnej i służy do dokładnego określania położenia obiektów na powierzchni Ziemi. Jakość wykonywanej pracy przez maszyny współpracujące z tą technologią zależy od dokładności sygnałów satelit Globalnego Systemu Pozycjonowania.

Trudnością są tu różne czynniki zewnętrzne np. zakłócenia w jonosferze lub błędy zegara odbiornika. Bez dodatkowych sygnałów korekcyjnych taki system pozostałby nie wystarczający dla potrzeb rolnictwa. Błędy GPS poprawiają korekcje różnicowe. Odbywa się to za pomocą dwóch odbiorników GPS. Jeden to stacja referencyjna umieszczona w danym miejscu na ziemi, natomiast drugi znajduje się wewnątrz pracującej maszyny. Stacja referencyjna ma za zadanie odbierać sygnał z satelit i obliczać swoją pozycję. Te dane przesyłane są do odbiornika w maszynie za pomocą satelit geostacjonarnych. Błąd jaki wówczas występuje jest zmniejszony, ponieważ stanowi on różnicę między obliczoną, a faktyczną pozycją stacji referencyjnej. Jeśli jest potrzeba najwyższej precyzji można skorzystać z korekcji błędów RTK (ang. Real Time Kinematic) [3]. System RTK jest najbardziej zaawansowaną metodą korekcji pomiarów z wykorzystaniem GPS umożliwiającą osiąganie dokładności 1-3 cm wyznaczania pozycji przez zaawansowane odbiorniki GPS. Do korekcji poprawek z użyciem RTK konieczna jest stacja referencyjna, która sygnałem radiowym lub przez GPS przesyła odpowiednie poprawki korekcyjne. W rolnictwie zastosowanie korekcji RTK umożliwia wykorzystanie pozycjonowania do bardzo precyzyjnego prowadzenia ciągników i maszyn rolniczych (rys. 1).



Rys. 1. Schemat systemu RTK Baseline HD

Odbiorniki GPS są częścią wielu systemów wykorzystywanych w technologiach rolnictwa precyzyjnego. Bardzo ważnym zastosowaniem odbiorników GPS o dużej dokładności są systemy nawigacji ciągników i maszyn rolniczych. Jednym z nich jest system prowadzenia równoległego, mający na celu zapewnienie

równoległych torów jazdy ciągnika rolniczego (rys. 2). Taki system jest stosowany w pracach polowych z maszynami o dużych szerokościach roboczych. System zamontowany w ciągniku rolniczym umożliwia utrzymanie odpowiedniego toru jazdy ciągnika. Tor jazdy ciągnika rolniczego w systemach jazdy równoległej jest ustalany na podstawie pierwszego przejazdu. Pierwszy przejazd może odbywać się po linii prostej lub po krzywej, a kolejne przejazdy są w ustalonej przez operatora odległości zależnej od szerokości roboczej maszyny, tak, aby nie następowało nakładanie się na przykład podwójnej dawki środka chemicznego [1].



**Rys. 2. Precyzyjne prowadzenie równoległe**

Wykorzystując technologię GPS można określić nie tylko dokładny pomiar powierzchni pola, ale także zbadać pH gleby czy jej zasobność. Do określenia tych elementów można użyć samochodów terenowych lub quadów wyposażonych w odbiornik GPS i automat do pobierania próbek glebowych (rys. 3). Miejsca te rejestrowane są przez komputer polowy, aby po analizie chemicznej zebranych próbek odpowiednio skonfigurowany program komputerowy mógł sporządzić elektroniczną mapę zapotrzebowania gleby na dany składnik. Dzięki systemowi nawigacji satelitarnej każdy punkt pobrania próbki gleby posiada określoną długość i szerokość geograficzną.



**Rys. 3. Automat do pobierania próbek glebowych**

Zbiór zbóż może odbywać się w sposób precyzyjny. Również w takim przypadku kombajn przeznaczony do tego zabiegu wyposażony jest w odbiornik GPS, komputer pokładowy oraz miernik plonu. Dzięki nawigacji satelitarnej znane jest dokładne położenie pojazdu, natomiast miernik plonu pozwala uzyskać informacje o jego wielkości. Pomiar odbywa się w krótkich odstępach czasu mierząc objętość ziarna lub

jego masę. Najbardziej zaawansowane systemy instalowane w nowych maszynach uzbrajają je w specjalne moduły montowane na hydraulice układu kierowniczego maszyny. Powoduje to niezwykle dokładność działania z błyskawiczną reakcją w przypadku zjechania z wcześniej wyznaczonej trasy [3].

„Terminale elektroniczne współpracujące z komputerami rozsiewaczy pozwalają na automatyczną i zależną od prędkości jazdy wielkość wysiewu, uzyskiwaną poprzez prawidłową regulację (możliwą również przez operatora z kabiny ciągnika) zespołu rozsiewającego i dozującego nawóz. Wyświetlane mogą być też bieżące parametry wykonywanej pracy takie jak: przebyta droga, szerokość i prędkość robocza, względne odchylenie od zaprogramowanej dawki, ilość wysianego nawozu, ilość nawozu w zbiorniku z zaznaczeniem na jaką powierzchnię jeszcze go starczy. W opryskiwaczach także można wykorzystać Satelitarny System Pozycjonowania, który pozwala na jazdę opryskiwaczem po linii prostej, a w przypadku przerwania pracy z powodu braku cieczy użytkowej system zapamiętuje pozycję maszyny na polu, co pozwala kontynuować pracę od tego samego miejsca” [3].

Obecnie prace nad terminalami elektronicznymi zmierzają w kierunku ich uniwersalności (rys. 4). Celem jest, aby mogły one współpracować ze wszystkimi maszynami towarzyszącymi np. siewnikami lub opryskiwaczami.



**Rys. 4. Komputer polowy**

W takim przypadku można wykorzystać system ISOBUS, którego zadaniem jest wprowadzenie standardu umożliwiającego kompatybilność komputerów pokładowych maszyn z maszynami współpracującymi z jednoczesną możliwością sterowania wszystkimi dostępnymi funkcjami urządzeń dodatkowych. Ta jednolita platforma dla połączeń i wymiany danych między układami elektronicznymi dostępna jest dzięki ekspertom z Europy i Ameryki Północnej i wprowadzana przez największych światowych producentów maszyn rolniczych [3].

### **Technologia RFID w identyfikacji zwierząt**

Głównym celem technologii RFID jest identyfikacja zwierząt, która wspomaga ich hodowlę (bydło), monitoring (zwierzęta domowe, ptactwo) oraz utrzymanie populacji (zwierzęta dzikie, ptactwo). Koncepcja zastosowania technik RFID do identyfikacji zwierząt została zawarta w normie ISO 11785. Czytniki zgodne

z tą normą powinny uaktywniać transpondery wytwarzające pole o częstotliwości  $(134,2 \pm 13,42 \times 10^{-3})$  kHz [4]. „Norma ISO 11785 opisuje dwa systemy RFID, które różnią się sposobem działania interfejsu radiowego:

- System działający w trybie dwukierunkowym (full duplex), oznaczany jako FDX, w którym transmisja transportera RFID do czytnika odbywa się w czasie, gdy czytnik wytwarza pole aktywizujące
- System działający w trybie półdwukierunkowym (half duplex), oznaczany jako HDX, w którym transmisja transportera do czytnika odbywa się w czasie, gdy czytnik przerywa nadawanie pola aktywizującego.

Wyróżnia się wiele rodzajów tagów dla zwierząt. Podyktowane jest to dwoma czynnikami: fizycznością zwierzęcia oraz przeznaczeniem taga. Najbardziej popularnymi są tagi w kształcie ziarenka ryżu, które składają się z układu scalonego połączonego z ferrytowym rdzeniem i kondensatorem, na który nawinięta jest miedziana cewka odgrywająca rolę anteny.

Zalecanymi transponderami przeznaczonymi do znakowania zwierząt są urządzenia pasywne (bez wbudowanego źródła zasilania) z przeznaczeniem wyłącznie do odczytu. Uwzględniając wytyczne ICAR do znakowania zwierząt stosuje się trzy rodzaje transporterów:

- kolczyki do ucha (electronic ear-tag): transpondery w plastikowej obudowie z przeznaczeniem do mocowania w uchu za pomocą mechanizmu blokującego lub też dołączane do kolczyka w sposób nieodwracalny
- wstrzykiwane (injectable): transpondery o małych wymiarach, które mogą być wszczepiane do ciała zwierząt metodą wstrzykiwania, umieszczone w obudowie z gładkiego materiału obojętnego biologicznie np. szkło
- piguły dla zwierząt przeżuwających (ruminal bolus): transportery umieszczone w obudowie o dużej masie np. ceramicznej, wprowadzanie doustnie do przewodu pokarmowego zwierząt przeżuwających, które ze względu na kształt, masę i rozmiar pozostają tam na stałe,

Podstawową zaletą związaną z wykorzystaniem powyższego rozwiązania jest zarządzanie stadami. Identyfikacja dzikich zwierząt umożliwia śledzenie ich wędrówek i kontrolę ich populacji, a także historię życia poszczególnych istot w stadzie. Głównym zagrożeniem wynikającym z stosowania systemu RFID jest negatywny wpływ na zdrowie zwierząt” [4].

### **System Lokalizacji i Identyfikacji Czasu Rzeczywistego (RTLS)**

Nieustanny rozwój technologiczny rodzi coraz większe potrzeby związane z określaniem położenia obiektów. W skali globalnej są one zaspokajane przez usługi bazujące na systemach GPS. Lokalizacja GPS, ze względu na swoje fizyczne ograniczenia, nie może być zastosowana, jeżeli wymagana jest wysoka dokładność lokalizacji i jej określenie w czasie rzeczywistym, uwzględniając pomieszczenia zamknięte.

Próby zastosowania metod identyfikacyjnych np. kodów kreskowych, RFID często nie przynoszą oczekiwanych rezultatów. Odpowiedzią na powstające zapotrzebowanie jest RTLS tj. System Lokalizacji i Identyfikacji Czasu Rzeczywistego. System Lokalizacji i Identyfikacji Czasu Rzeczywistego (RTLS) umożliwia dokładne i niezawodne określanie położenia obiektów i przestrzeni 2D, 3D w czasie rzeczywistym. Doskonałe parametry systemu RTLS odpowiadają wymogom współczesnego przemysłu w zakresie lokalizacji dowolnych obiektów: osób, zwierząt, produktów, narzędzi, komponentów.

Światowym liderem w dziedzinie RTLS jest firma Ubisense. System RTLS firmy Ubisense spełnia wszystkie wymagania związane z precyzyjną lokalizacją przeprowadzaną w czasie rzeczywistym: dokładność do 15 cm, opóźnienie od 75 ms, praca w pomieszczeniach zamkniętych i przestrzeniach otwartych, niezawodne działanie w środowisku przemysłowym, możliwość identyfikacji i lokalizacji dowolnych obiektów, w szczególności osób, zwierząt, środków produkcji, małe rozmiary etykiet służących do lokalizacji obiektów, elastyczność systemu, analiza zdarzeń przestrzennych między obiektami, wbudowane filtry zwiększające niezawodność i dokładność pomiarów, nieograniczony obszar działania – struktura komórkowa, współpraca z systemem GPS. Dedykowane oprogramowanie pozwala na zobrazowanie ruchów i zachowania zwierząt [5].

### **Zakończenie**

Agrologistyka - jako teoria i praktyka - jest platformą procesów wspierających różne formy działalności ludzkiej. Ostatnimi czasy w rolnictwie nowoczesnym zaczęto wprowadzać do użycia różne systemy, znane do tej pory tylko z innych dziedzin życia i takie, które pozornie nie mogą się przydać do tego, żeby je wykorzystać w rolnictwie, nawet w tym najnowocześniejszym. Rolnictwo jak i wiele innych działów gospodarki korzysta z technologii informatycznych zmierzając do osiągnięcia wysokiej wydajności w zakresie produkcji rolnej, chęci maksymalizacji plonów z danego, dostępnego arealu, konieczność obniżenia kosztocłonności sfery opakowalnictwa, produkcji, dystrybucji płodów rolnych, konieczność tworzenia nowych powiązań transportowych pomiędzy miejscami ich wytwarzania, zwiększenie zapotrzebowania na usługi sortowania, pakowania, przetwarzania i pełnej identyfikacji surowców przeznaczonych do wytwarzania żywności.

### **Streszczenie**

Agrologistyka ma na celu tworzenie rozwiązań optymalizujących przepływ materiałów w zakresie zaopatrzenia, produkcji oraz dystrybucji w obszarach funkcjonalnych branż rolnej, ogrodniczej, sadowniczej oraz leśnej. Ma ona na celu podniesienie atrakcyjności wyżej wymienionych sektorów gospodarki przy jednoczesnym obniżeniu kosztów pośrednich i bezpośrednich związanych z obsługą logistyczną i wytwarzaniem. Dzięki zastosowaniu komputera i systemu nawigacji satelitarnej GPS otworzyły się przed

rolnictwem nowe możliwości. Poprzez zastosowanie technologii RFID w rolnictwie możliwa stała się identyfikacja zwierząt, która wspomaga ich hodowlę, monitoring oraz utrzymanie populacji.

### **Application of modern computer tools in agrologistics**

#### **Abstract**

Agrologistics aims to create solutions that optimize the flow of materials in terms of supply, production and distribution industries in functional areas of agriculture, horticulture, fruit growing and forestry. It aims to increase the attractiveness of these sectors of the economy while reducing direct and indirect costs associated with handling the logistics and manufacturing. By using a computer and a GPS navigation system opened up new opportunities for agriculture. Through the use of RFID technology in agriculture it possible to identify animals, which supports their breeding, monitoring and maintenance of the population.

#### **Literatura**

- [1]. Gozdowski D., Samborski S., Sioma S., Rolnictwo precyzyjne, Wyd. SGGW, Warszawa 2007
- [2]. <http://agrologistyka.pl/index.php/o-agrologistykapl>, 2012.05
- [3]. <http://omega.sggw.waw.pl/~bogucki/>
- [4]. <http://rfid-lab.pl/przyklady-zastosowan-systemu-rfid-do-identyfikacji-zwierzat>
- [5]. <http://www.astec.net/pl/rtls/przeglad.html>
- [6]. Murakami E., Saraiva A., M., Luiz C.M. Junior R., Cugnasca C.,E., Hirakawa A., R., Correa P., L.P., An infrastructure for the development of distributed service-oriented information systems for precision agriculture, *Computers and Electronics in Agriculture* 58 (2007) 37–48
- [7]. Nikkilä R., Seilonen I., Koskinen K., Software architecture for farm management information systems in precision agriculture, *Computers and Electronics in Agriculture* 70 (2010) 328–336