

ADAM CIEĆKO

Katedra Geodezji Satelitarnej i Nawigacji UWM w Olsztynie

ZBIGNIEW BRODZIŃSKI

Katedra Agrobiznesu i Ekonomii Środowiska UWM w Olsztynie

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA TECHNIK SATELITARNYCH W PRODUKCJI ROLNICZEJ

1. Wprowadzenie

Produkcja rolnicza jest pierwszym ogniwem rynku żywności. Szybko rosnące jej koszty (pracy, paliwa, nawozów mineralnych, środków ochrony roślin, etc.) zmuszają producentów rolnych do poszukiwania oszczędności. Trudno je uzyskać ograniczając produkcję. Jak twierdzi S. Stańko [2009], w warunkach gospodarki rynkowej tylko wydajne rolnictwo jest w stanie się rozwijać. W związku z tym notowane są liczne przypadki podejmowania przez producentów rolnych działań przyczyniających się do degradacji środowiska (wysokie dawki nawozów i środków ochrony roślin). W złożonej sytuacji decyzyjnej, w jakiej znajduje się wielu producentów rolnych poszukujących racjonalności dla swoich decyzji, jedną ze ścieżek postępowania jest identyfikacja czynników, które mają znaczący wpływ na opłacalność produkcji. Od szybkości stosowania zabiegów uprawowych i możliwości dostosowania ich do warunków i wymagań stawianych przez warunki otoczenia zależy rozwój gospodarstw i rolnictwa.

Jednym z kluczowych sposobów na obniżenie kosztów produkcji jest zastosowanie nowoczesnej technologii satelitarnej i komputerowej przy obsłudze gospodarstwa rolnego. Dostęp do informacji o dokładnej i wiarygodnej lokalizacji zjawisk mających miejsce w gospodarstwie pozwala na usprawnienie działań, a co za tym idzie – prowadzi do osiągnięcia wymiernych korzyści finansowych. Na podstawie pewnych specyficznych cech roślin, ich środowiska, zdrowotności i okresowej zmienności warunków atmosferycznych współczesne technologie umożliwiają stosowanie zmiennych dawek środków ochrony roślin, nawozów mineralnych, a także nasion lub parametrów roboczych maszyn w celu optymalnego

wykorzystania zasobów gleby i potencjału produkcyjnego roślin przy ograniczeniu zagrożenia dla środowiska naturalnego [Hołownicki 2003].

Obserwacje poczynione w ramach prowadzonych w Katedrze Geodezji Satelitarnej i Nawigacji UWM w Olsztynie badań pozwalają na sformułowanie opinii, że wdrażane w rolnictwie nowoczesne techniki satelitarne mogą się przyczynić zarówno do usprawnienia prac polowych w gospodarstwach wielkoobszarowych, poprawy opłacalności produkcji, a także do ochrony środowiska naturalnego dzięki ograniczeniu dawek nawożenia i środków ochrony roślin. Szacuje się, że obecnie wykorzystanie profesjonalnych systemów rolnictwa precyzyjnego jest opłacalne w gospodarstwach co najmniej kilkusethektarowych. Spadek cen precyzyjnych systemów pozycyjnych oraz wzrost kosztów produkcji będzie powodował ciągłe obniżanie powierzchni gospodarstwa, dla którego jest zasadne inwestowanie w systemy satelitarne. Już obecnie prosty system do jazdy równoległej działający na dowolnym urządzeniu PDA¹ można zakupić za ok. 60 Euro (<http://atconsystem.com>, oprogramowanie Guidomat).

Celem pracy jest projekcja możliwości wykorzystania nowoczesnych technologii satelitarnych w produkcji rolniczej, w szczególności europejskiego systemu nawigacji satelitarnej Galileo.

2. Systemy satelitarne

Obecnie powszechnie wykorzystywanym systemem nawigacji satelitarnej jest amerykański GPS (*Global Positioning System*). Szerokie spektrum możliwości zastosowania stwarzają także europejskie satelitarne systemy pozycjonowania i nawigacji – EGNOS i Galileo.

Galileo jest wspólnym projektem Europejskiej Agencji Kosmicznej i Unii Europejskiej polegającym na stworzeniu własnego, niezależnego i zaawansowanego technologicznie systemu służącego do precyzyjnego określania położenia punktów oraz nawigacji i monitorowania przemieszczających się ludzi, zwierząt, przedmiotów w dowolnym miejscu, niezależnie od pogody oraz pory dnia i nocy. System ten będzie docelowo składał się z 30 satelitów krążących po orbitach na wysokości ok. 24 tys. km i pokrywających zasięgiem całą powierzchnię naszej planety. Galileo jest odpowiedzią Europy na amerykański system GPS i rosyjski GLONASS (*GLObal NAVigation Satellite System*). Dwa ostatnie systemy służą przede wszystkim celom militarnym, w drugiej dopiero kolejności zastosowaniom cywilnym. Galileo jest z założenia systemem cywilnym i międzynarodowym. Omawiana technologia ma zapewnić nie tylko większą gwarancję ciągłości pracy, lecz również jakości i dokładności przekazywanych danych. Galileo będzie posiadał lepszą dokładność i dostępność oraz większą stabilność i wiarygodność

¹ PDA - Personal Digital Assistant – mały, przenośny komputer osobisty.

niż obecny amerykański system GPS oraz rosyjski GLONASS, co pozwoli na bardziej precyzyjne ustalanie położenia obiektów i szersze zastosowanie technologii satelitarnej. Oprócz nieocenionej pomocy w nawigacji i transporcie samochodowym, morskim, lotniczym, kolejowym, a nawet pieszym, system pozwoli na nowe zastosowania m.in. w geodezji, rolnictwie, rybołówstwie, ratownictwie, finansach i bankowości, poszukiwaniu złóż minerałów, zarządzaniu środowiskiem, etc. [Oszczak, Ciećko 2007; Bórawski i wsp. 2008].

3. Możliwości wykorzystania techniki satelitarnej w precyzyjnym rolnictwie

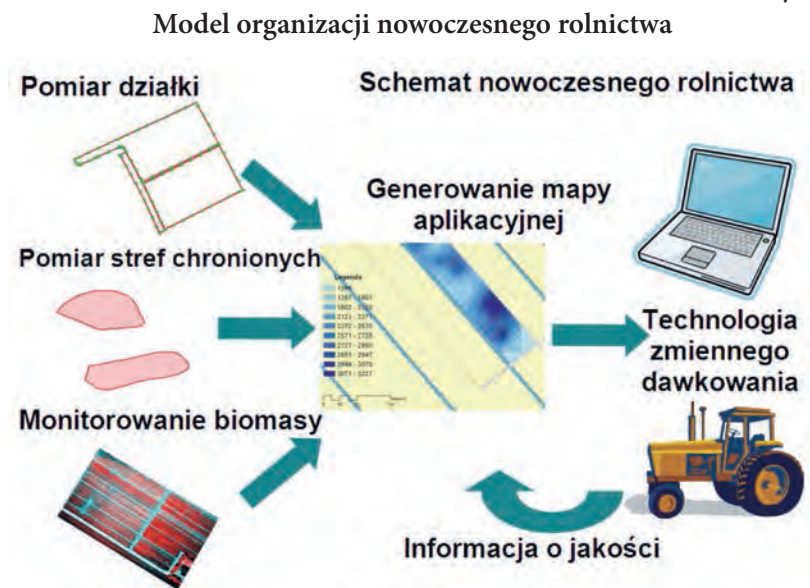
Kluczowym elementem precyzyjnego rolnictwa jest **informacja o pozycji obiektów** (maszyn, pojazdów, zwierząt i in.), a pozyskanie tej informacji w odpowiednio szybkim czasie pozwala na działanie, które może ograniczyć koszty (np.: szybka interwencja weterynarza) i poprawić zarządzanie w gospodarstwie [Gozdowski i in. 2007].

To nowe spojrzenie na proces gospodarowania wymaga podejścia systemowego w celu wykorzystania spójnych technologii koniecznych do zebrania i analizy danych przestrzennych dotyczących zmienności cech w obrębie pól uprawnych, a mianowicie globalnego systemu pozycjonowania GPS, systemu informacji przestrzennej (GIS), zminiaturyzowanych elementów czujnikowych, monitorów pola, sterowania automatycznego, zdalnego odczytywania wskazań czujników polowych, przewoźnych systemów obliczeniowych, a także zaawansowanych procesów przetwarzania informacji i telekomunikacji [Lisowski 2005].

Jak wskazuje praktyka gospodarcza przedsiębiorców świadczących usługi w zakresie pomiaru powierzchni pól uprawnych oraz sporządzania map zasobności gleby², systematycznie wzrasta liczba rolników wykorzystujących techniki GNSS (*Global Navigation Satellite System*) (rysunki 1, 2). Sprzyja temu przede wszystkim coraz niższa cena sprzętu GNSS oraz coraz większa świadomość jego użytkowników dotycząca możliwości wykorzystania dostępnych technik satelitarnych w procesie produkcji rolnej. Nadal jednak zakres obecnego zastosowania GNSS w rolnictwie to jedynie namiastka potencjalnych możliwości systemu. Każde nowe zastosowanie GNSS lub chociażby zwiększenie skali wykorzystania aplikacji już istniejących, ma związek ze skalą produkcji rolnej i bezpośrednio przekłada się na korzyści. Podstawowym jednak elementem sukcesu zastosowania serwisów GNSS jest ich jakość i wiarygodność informacji, gdyż te czynniki decydują o zaufaniu użytkownika do stosowania technologii GNSS [Ciećko i wsp. 2008].

² 23 osoby, u których zasięgnięto opinie są członkami Stowarzyszenia Doradców na Rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich i prowadzą działalność gospodarczą w różnych województwach.

Rysunek 1



Źródło: Jukema J.N. (2008) - Applied Plant Research (PPO), NL.

Rysunek 2

Tworzenie mapy plonów



Źródło: Agrocom Polska.

Jednym z ważniejszych argumentów na rzecz rozpowszechnienia omawianej technologii jest wzrastające zagrożenie środowiska naturalnego. Jego ochrona staje się ważnym priorytetem polityki rolnej. Podstawowa właściwość gospodarstwa rolnego jaką jest jego charakter powierzchniowy sprawia, że pozycja zdarzenia zachodzącego na tej właśnie powierzchni umożliwia precyzyjne wyznaczenie miejsc o niekorzystnych warunkach dla wegetacji roślin. Posiadanie wiarygodnej informacji o pozycji, powierzchniach i położeniu upraw pozwala na podejmowanie racjonalnych decyzji dotyczących m.in. użycia środków ochrony roślin w zależności od stanu zagrożenia uprawy. Wykorzystanie technologii GNSS w rolnictwie przyczyni się zatem do ochrony środowiska a rezultaty mogą być ukierunkowane na cele polityki ekologicznej Wspólnoty³. Dzięki zastosowaniu systemów satelitarnych w rolnictwie możliwa będzie w nieodległej już przyszłości realizacja celów ochrony środowiska poprzez monitorowanie parametrów pracy maszyn rolniczych. Chodzi tu głównie o precyzyjne nawożenie oraz oszczędne i inteligentne stosowanie środków ochrony roślin.

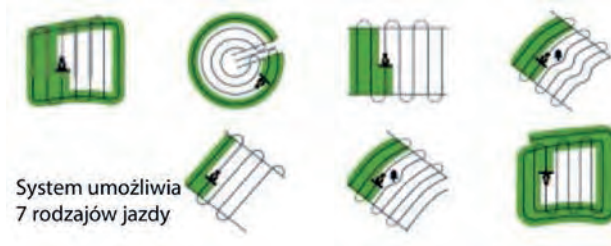
Urządzenia GNSS są obecnie najczęściej wykorzystywane w rolnictwie do **pomiaru powierzchni działek rolnych**. Dokonywanie pomiaru działek rolnych wymaga udziału rolnika w systemie IACS – dopłat bezpośrednich. Pomiar powierzchni polega na obejściu lub objechaniu działki wzdłuż jej granic oraz odczycie wyniku z ekranu odbiornika. Oczywiście dane pomiarowe są rejestrowane przez urządzenie GNSS do dalszego opracowania. Obecnie powszechnym wykorzystywaniem odbiorników GNSS jest realizacja kontroli obszarowych we wszystkich krajach członkowskich Unii. Dopłaty unijne do gruntów rolnych w 27 państwach Wspólnoty obejmują ok. 133 mln ha upraw i stanowią znaczący element jej budżetu.

System jazdy równoległej to system nawigacji ciągników i maszyn rolniczych, który zapewnia, przy wykorzystaniu odbiornika GNSS, uzyskanie równoległych torów jazdy. Tory jazdy mogą być liniami prostymi bądź krzywymi, w zależności od potrzeb i ukształtowania terenu (rysunku 3). System jazdy równoległej opiera się zarówno na prostych urządzeniach wspomagających nawigację, jak i na w pełni automatycznych systemach prowadzenia równoległego (np. system Outback – Agrocom Polska). Wykonanie równoległych przejazdów w sposób precyzyjny przynosi wiele korzyści, głównie finansowych (brak „nakładek” i „omijaków”, możliwość pracy w nocy i we mgle).

³ Cele te zostały określone w art. 174 Traktatu Amsterdamskiego i dotyczą m.in. zachowania, ochrony i poprawy jakości środowiska, ochrony zdrowia ludzkiego, oszczędnego i racjonalnego wykorzystania zasobów naturalnych.

Rysunek 3

Różne techniki wykorzystania systemu jazdy równoległej



Źródło: materiały firmy Trimble.

Mapy zasobności i zmienności glebowej przedstawiają przestrzenne rozmieszczenie czynników wpływających na urodzajność gleby. Mapa zmienności może przedstawiać wybrane lub pojedyncze czynniki i pozwala na dobranie uprawy, która na danej glebie ma korzystne warunki do wzrostu i rozwoju. Tego typu mapy są generowane w celu ukazania informacji o aktualnym stanie gleby. Najefektywniejszą metodą pozyskania aktualnych danych dotyczących danego pola jest wykorzystanie metod teledetekcyjnych, czyli wielospektralnych lub panchromatycznych zdjęć lotniczych bądź satelitarnych [Mróz, Ciołkowska 2004]. Mapy są tworzone także na podstawie pobieranych z pola prób glebowych, z miejsc specjalnie zaprojektowanych i precyzyjnie wyznaczonych przy użyciu odbiornika GNSS. Pobrane próby podlegają następnie analizie chemicznej. Przykład takich map przedstawiono na rysunku 4.

Rysunek 4

Doświadczalne gospodarstwo rolne w Tomaszkanie, UWM w Olsztynie, zdjęcia satelitarne obrazujące zróżnicowanie glebowe



Źródło: Mróz M., UWM w Olsztynie.

Mapa glebowa jest w późniejszym etapie wykorzystywana do tworzenia **map aplikacyjnych** (rysunek 5), na podstawie których są podejmowane decyzje o potrzebie zabiegów agrotechnicznych, w tym m.in. nawożenia i nawadniania. Zmienne dawki nawozów stanowią istotę systemu precyzyjnego rolnictwa.

Mapa aplikacyjna – doświadczalne gospodarstwo rolne
w Tomaszkanie, UWM w Olsztynie

Rysunek 5



Źródło: Paul van der Voet, TerraSphere, NL

Technologia zmiennego dawkowania, czyli *Variable Rate Application* (VRA) służy precyzyjnemu, dostosowanemu do zmieniających się warunków w obrębie pola, dawkowaniu nawozów, a także siewowi roślin na obszarze objętego daną uprawą pola. Główne zastosowanie tej techniki ma miejsce przy zmiennej aplikacji nawozów (m.in. azotu, fosforu, potasu, wapna) oraz środków ochrony roślin. W celu praktycznego zastosowania technologii zmiennego dawkowania jest wykorzystywana stworzona wcześniej na podstawie mapy zasobności glebowej – mapa aplikacyjna (rysunku 5). Wskazuje ona miejsca, w których należy zwiększyć dawkę nawozów (kolor czarny) oraz pola gdzie należy zmniejszyć ilość rozsiewanego nawozu (kolor jasnoszary).

4. Podsumowanie

Satelitarne obserwacje, lokalizacja i nawigacja są strategicznymi elementami nowoczesnego rolnictwa. Wykorzystanie technik satelitarnych w rolnictwie pozwala na podniesienie wydajności i jakości produkcji przy jednoczesnym zmniejszeniu ilości stosowanych środków ochrony roślin i nawozów. Wzrost popularności systemów satelitarnych w rolnictwie może okazać się ważnym czynnikiem pozwalającym hamować szybko rosnące ceny żywności. Sprzyja temu przede wszystkim coraz niższa cena sprzętu GNSS oraz coraz większa świadomość rol-

ników dotycząca możliwości realnego oszczędzania w procesie produkcji rolnej, dzięki technologii satelitarnej. Tempo wdrażania omawianych rozwiązań będzie jednak zależeć przede wszystkim od zmian strukturalnych w polskim rolnictwie – głównie od dynamiki powstawania i rozwoju gospodarstw towarowych.

LITERATURA

1. Bórawski P., Brodziński Z., Ciećko A. (2008): *Możliwości wykorzystania technik satelitarnych w rolnictwie* – Wieś Jutra, nr 8-9 (121-122), 29-32.
2. Ciećko A., Oszczak S., Jarmolowski W. (2008): Official Voluntary Certification of GNSS Instruments and Observers for IACS On-the-Spot Checks – ION NTM, San Diego, CA, USA, CD ROM proceedings, 614-619.
3. Gozdowski D., Samborski S., Sioma S. (2007): *Rolnictwo precyzyjne*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
4. Hołownicki R. (2003): Rolnictwo precyzyjne szansą na ograniczenie zagrożeń dla środowiska przyrodniczego, *Fragmenta Agronomia*, Nr 3(79), s. 53.
5. Jukema J. N. (2008): How FieldFact improves farming. Materiały Konferencji FieldFact „Wykorzystanie systemów satelitarnych w rolnictwie precyzyjnym (High End Demonstration)”, Olsztyn, 16 maja 2008.
6. Lisowski A. (2005): Technologie rolnictwa precyzyjnego, *Postępy nauk roln.*, nr 6(318), 51.
7. Mróz M., Ciołkowska M. (2004): Porównanie możliwości identyfikacji upraw rolniczych na podstawie serii obrazów radarowych ENVISAT / ASAR / IMG i APG oraz wielospektralnych obrazów SPOT XS/XI. Symposium PTFiT, Białobrzegi 21-23.10. 2004. *Archiwum Fotogrametrii, Teledetekcji i Kartografii*, Vol. 14/2004.
8. Oszczak S., Ciećko A., (2008): Satelitarne systemy GNSS w rolnictwie precyzyjnym. *Rolnicze ABC*, nr 6 (213), 8-11.
9. Stańko S.(2009): Perspektywy produkcji rolnej w Polsce w kontekście podaży i popytu w Europie. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego*, nr 2, 17-42.

ADAM CIEĆKO
ZBIGNIEW BRODZIŃSKI

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA TECHNIK SATELITARNYCH W PRODUKCJI ROLNICZEJ

Słowa kluczowe: *nowoczesne techniki satelitarne, GNSS (Globalny System Nawigacji Satelitarnej), rolnictwo precyzyjne*

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono możliwości wykorzystania nowoczesnych technik satelitarnych w produkcji rolniczej. Wśród kluczowych elementów precyzyjnego rolnictwa zidentyfikowano:

- informację o pozycji obiektów (maszyn, pojazdów, zwierząt i in.),
- pomiar powierzchni działek rolnych,
- system jazdy równoległej to system nawigacji ciągników i maszyn rolniczych, który zapewnia uzyskanie równoległych torów jazdy,
- mapy zasobności i zmienności glebowej przedstawiające przestrzenne rozmieszczenie czynników wpływających na urodzajność gleby,
- mapy aplikacyjne umożliwiające stosowanie technologii zmiennego dawkowania.

ADAM CIEĆKO
ZBIGNIEW BRODZIŃSKI

POSSIBILITIES OF THE USE OF MODERN SATELLITE TECHNIQUES IN AGRICULTURE

Key words: *modern satellite techniques, GNSS (Global Navigation Satellite System), precision agriculture*

SUMMARY

Paper presents new possibilities of the use of modern satellite techniques in agriculture. Several key elements of precision agriculture was defined and described:

- information about position of objects (machines, vehicles, animals, etc.),
- parcel area measurement,
- parallel driving system as a navigation tool for tractors and agriculture machines,
- soil maps showing distribution of soil types and/or soil properties (physical, chemical, biological, and fertility properties),
- application maps which practically allow to use variable rate application (VRA) technology.