

# UPRAWA PASOWA, NAWOŻENIE ZLOKALIZOWANE I SIEW WEDŁUG ZASAD ROLNICTWA PRECYZYJNEGO

Streszczenie

*Przedstawiono istotę rolnictwa precyzyjnego na przykładzie pasowej uprawy roli, nawożenia zlokalizowanego i siewu. Omówiono korzyści ze stosowania precyzyjnej techniki rolniczej podczas wykonywania tych zabiegów. Dotychczasowe badania wskazują, że dzięki zastosowaniu rolnictwa precyzyjnego możliwe jest uzyskanie wyższych plonów przy niezmiennych dawkach nawozów.*

**Słowa kluczowe:** pasowa uprawa roli, nawożenie zlokalizowane, siew, rolnictwo precyzyjne

## Wstęp

Rolnictwo, podobnie jak inne działy gospodarki, podlega ciągłym zmianom w wyniku postępu technicznego. Do nowych trendów w rolnictwie należy zaliczyć między innymi rolnictwo precyzyjne i pasową uprawę roli połączoną ze zlokalizowaną, doglebową aplikacją nawozu.

Rolnictwo precyzyjne najczęściej definiowane jest jako dostosowanie dawek środków produkcji i zabiegów agrotechnicznych do warunków glebowych i potrzeb roślin, zróżnicowanych w różnych częściach pola [3] lub jako komputerowe wspomaganie gospodarowaniem [4], lub jako system rolniczy wykorzystujący rozwinięte technologie nawigacyjne i informatyczne [7]. Precyzyjna technika rolnicza może być stosowana w całym cyklu produkcji od uprawy roli do zbioru, ale najczęściej kojarzona jest z zabiegami nawożenia, umożliwiając dostosowanie dawek nawozów do zasobności gleby i potrzeb roślin w różnych częściach pola. W wielu badaniach wykazano, że rolnictwo precyzyjne umożliwia uzyskanie wyższych plonów przy niezmiennych dawkach nawozów. Ponadto zaobserwowano bardziej wyrównane dojrzewanie roślin, ujednoliconą zawartość białka, zmniejszenie łamliwości łodyg i podatności na infekcję [1].

Uprawa pasowa, w odróżnieniu od uprawy całopowierzchniowej, polega na spulchnieniu i doprawieniu tylko wąskich pasów gleby, w których wysiewane są nasiona i nawóz. Niezależnie od sposobu wykonywania uprawy pasowej, łącznie z siewem lub w oddzielnym zabiegu poprzedzającym siew, jej ważnym elementem jest jednoczesna doglebowa aplikacja nawozu. Coraz większa jest oferta rozwiązań elementów roboczych umożliwiających doglebową aplikację nawozu w uproszczonych systemach bezorkowych, a szczególnie zębów, które umożliwiają nie tylko zlokalizowaną aplikację nawozu, ale również zlokalizowane, pasowe spulchnianie gleby [5]. Stosując nawożenie zlokalizowane można poprawić skuteczność i efektywność nawożenia, co jednocześnie pozwala na redukcję kosztów i zmniejszenie zagrożeń środowiskowych [2]. Zlokalizowana aplikacja nawozu poprawia precyzję nawożenia umiejscawiając nawóz tam, gdzie rośliny najbardziej go potrzebują, ale w agregatach do jednoczesnej uprawy roli, nawożenia i siewu korzystne jest również zastosowanie precyzyjnej techniki rolniczej z użyciem globalnego systemu pozycjonowania (GPS) i urządzeń kontrolno-sterujących umożliwiających aplikację nawozu w ilości, jaka jest konieczna w każdym punkcie pola [6].

Ważnym elementem rolnictwa precyzyjnego jest również automatyzacja prac polowych, szczególnie w przypadku jednoczesnego wykonywania kilku zabiegów. W przypadku uprawy pasowej połączonej z nawożeniem zlokalizowanym i siewu zastosowanie precyzyjnej techniki rolniczej jest pożądane między innymi z uwagi na uporządkowanie kolejnych przejazdów

roboczych i usprawnienie pracy wpływające na zwiększenie wydajności.

## Precyzyjne nawożenie i siew na podstawie map aplikacyjnych

Technika precyzyjnego nawożenia i siewu (rys. 1), z zastosowaniem globalnego systemu pozycjonowania (GPS) i urządzeń kontrolno-sterujących, polega na dawkowaniu nawozu i nasion adekwatnie do potrzeb w różnych częściach pola, a zapisanych na mapach aplikacyjnych nawożenia i siewu. Mapy aplikacyjne nawożenia określone są przede wszystkim na podstawie map zasobności gleby, ale pomocne są również mapy plonu i obserwacje umożliwiające weryfikację potencjału produkcyjnego poszczególnych części pola. Zasady ustalania dawki nawozu polegają głównie na ich zmniejszeniu tam gdzie zasobność jest duża, a zwiększeniu tam gdzie zasobność jest mała lub średnia, a potencjał produkcyjny duży. Przy niskim potencjale produkcyjnym, wynikającym np. ze słabych warunków glebowych, zwiększanie dawek nawozu ma sens tylko przy niskiej zasobności, która może limitować wielkość plonów. Mapy aplikacyjne siewu określone są przede wszystkim na podstawie map ilustrujących zróżnicowanie lokalnych właściwości gleby, które na dużych, mozaikowatych polach mogą się znacznie różnić. Na glebach o dużym potencjale produkcyjnym uzasadnione jest zmniejszenie gęstości siewu, gdyż rośliny dobrze się krzewią i mogą wydać wysoki plon przy mniejszej obsadzie.

Precyzyjne nawożenie stosowane jest głównie podczas indywidualnych zabiegów powierzchniowej aplikacji nawozów rozsiewaczami, ale uzasadnione jest również w doglebowym nawożeniu zlokalizowanym, szczególnie w przypadku aplikacji tym sposobem dużych dawek nawozów wolnodziałających, dostarczających roślinom składniki pokarmowe na cały okres wegetacji. Połączenie zasad nawożenia precyzyjnego i zloka-



Źródło: / Source: [www.claas.pl](http://www.claas.pl)

Rys. 1. Idea precyzyjnego siewu według map aplikacyjnych  
Fig. 1. Idea of precision sowing according to application

lizowanego może jeszcze bardziej zwiększyć efektywność nawożenia, gdyż nawóz w dawce dostosowanej do potrzeb w danej części pola trafia bezpośrednio w strefę ukorzenienia się roślin, gdzie rośliny najlepiej go wykorzystują.

### Precyzyja przejazdów roboczych i usprawnienie pracy

Zaawansowana, precyzyjna technika rolnicza poprawia precyzję zabiegów i usprawnia pracę. Możliwe jest np. wykorzystanie nawigacji satelitarnej w systemie wspomagającym prowadzenie ciągnika z maszyną, umożliwiającym precyzyjne wykonanie kolejnych przejazdów roboczych bez omijaków i nakładek. Może to być system manualny, ale najbardziej zaawansowane są systemy jazdy równoległej z automatycznym sterowaniem ciągnikiem (rys. 2) i wykorzystujące sygnał korekcyjny zwiększający dokładność nawigacji nawet do 1-2 cm. Ciągnik z systemem jazdy równoległej umożliwia uporządkowanie przejazdów roboczych podczas zabiegu bez stosowania znaczników, również w warunkach ograniczonej widoczności (mgła, noc). Taka precyzyja umożliwia na przykład wykonanie uprawy pasowej połączonej z aplikacją nawozu z zachowaniem szerokości międzyrzędzi stykowych (rys. 3), a następnie siewu w przygotowane ślady, tak aby rzędy nawozu i nasion były dokładnie skorelowane. Automatyczne naprowadzanie ciągnika na właściwy tor jazdy usprawnia nawroty (rys. 4), a możliwe jest także prowadzenie pracy agregatu ciągnikowego sposobem czółenkowym, ale co drugi przejazd, co pozwala na wykonywanie łatwiejszych nawrotów bezpętlowych (rys. 5). Ciągnik z zaprogramowanymi torami poruszania się po



Źródło: / Source: [www.rolnictwoprecyzyjne.com.pl](http://www.rolnictwoprecyzyjne.com.pl)

Rys. 2. System automatycznego prowadzenia ciągnika firmy Trimble

Fig. 2. Trimble automatic tractor control system



Źródło: / Source: [www.kverneland.de](http://www.kverneland.de)

Rys. 3. Uprawa pasowa i aplikacja nawozu w oddzielnym zabiegu przed siewem wymaga precyzyjnego prowadzenia ciągnika

Fig. 3. Strip-till and application of fertilizer in a separate treatment before sowing requires precision driving of the tractor

polu umożliwia uporządkowanie przejazdów roboczych nie tylko podczas pasowej uprawy roli, nawożenia zlokalizowanego i siewu, ale również podczas późniejszych zabiegów, np. oprysku, bez konieczności zakładania ścieżek przejazdowych podczas siewu.



Źródło: / Source: [www.deere.pl](http://www.deere.pl)

Rys. 4. Precyzyjne naprowadzanie ciągnika na właściwy tor jazdy po nawrocie pętlowym

Fig. 4. Precise guidance of the tractor driving on the right track after loop turning



Źródło: / Source: [www.deere.fr](http://www.deere.fr)

Rys. 5. Precyzyjne naprowadzanie ciągnika na właściwy tor jazdy po nawrocie bezpętlowym

Fig. 5. Precise guidance of the tractor driving on the right track after u-turn

Inna zaleta zaawansowanych systemów prowadzenia agregatów ciągnikowych po polu to możliwość programowania uwrotci tak, aby ich szerokość była wystarczająca do wykonywania nawrotów i została w pełni pokryta (bez omijaków i nakładek), przy jak najmniejszej liczbie przejazdów agregatem o określonej szerokości roboczej. Po przekroczeniu wirtualnej granicy uwrotcia następuje automatyczne podniesienie lub opuszczenie maszyny, a zaawansowane systemy zapewniają również automatyczne wyłączenie lub włączenie dozowania materiału siewnego i nawozu. W półzawieszanych długich agregatach uprawowo-siewnych, w których nasiona i nawóz aplikowane są oddzielnymi, oddalonymi od siebie redlicami, dla uzyskania pełnej precyzji siewu i nawożenia konieczne jest automatyczne wykonanie kilku operacji związanych z zakończeniem i rozpoczęciem pracy. Uniesienie/opuszczenie maszyny powoduje zakończenie/rozpoczęcie aplikacji nasion czy nawozu tylko w przypadku napędu mechanicznego od kół, natomiast w przypadku napędu elektrycznego konieczne jest wyłączenie/włączenie zasilania. Ponadto, precyzyjne wstrzymanie dozowania na granicy uwrotcia powinno nastąpić wcześniej niż uniesienie redlic, aby wysiane zostały nasiona i nawóz znajdujące się w przewodach. Natomiast rozpoczęcie dozowania powinno nastąpić wcześniej niż opuszczenie maszyny, aby w momencie pełnego zagłębienia redlic rozpoczęła się również aplikacja nasion czy nawozu. W przypadku oddzielnych,

oddalonych od siebie redlic nawozowych i nasiennych, wyłączenie/włączenie dozowania nawozu i nasion oraz wygłębienie/zagłębienie redlic powinno być tak skorelowane czasowo, aby ich aplikacja odbywała się dokładnie pomiędzy granicami uwroci. Dla wyeliminowania lub chociażby ograniczenia podwójnego siewu w tych samych miejscach konieczne jest również uwzględnienie klinów na polu. W przypadku maszyn o małej szerokości roboczej zakończenie/rozpoczęcie siewu w momencie, gdy skrajne redlice miną skośną do kierunku siewu granicę skutkuje niewielkimi nakładkami, ale dwukrotny wzrost szerokości roboczej powoduje dwukrotny wzrost nakładek. Dlatego w maszynach o dużej szerokości roboczej korzystne są systemy sterowania umożliwiające sekwencyjne wyłączenie/włączenie sekcji wysiewających. Możliwość wyłączenia/włączenia połowy sekcji ogranicza dwukrotnie wielkość nakładek na klinach, natomiast w przypadku indywidualnego sterowania każdą sekcją wysiewającą siewnika punktowego możliwe jest określenie granic siewu dla każdego rzędu i całkowite wyeliminowanie nakładek (rys. 6). Wyłączenie sekcji wysiewających pozwala również ograniczyć podwójny siew podczas omijania przeszkód na polu, kiedy agregat ciągnikowy musi zboczyć z właściwego toru jazdy i część sekcji wysiewających trafia w obszar już obsiany.



Źródło: / Source: [www.deere.pl](http://www.deere.pl)

Rys. 6. Precyzyjnie wysiane rzędy kukurydzy bez omijaków i nakładek

Fig. 6. Precisely sown rows of corn without skips and overlays



Źródło: / Source: [www.ekotronic.pl](http://www.ekotronic.pl)

Rys. 7. Monitor zestawu nawigacji satelitarnej z układem ostrzegania przed przeszkodami Track-Guide firmy Müller-Elektronik

Fig. 7. Satellite navigation system monitor with obstacle warning system Track-Guide by Müller-Elektronik

Zastosowanie zaawansowanego systemu nawigacji, nawet bez systemu automatycznego prowadzenia ciągnika, ułatwia również omijanie naturalnych przeszkód na polu, np. słupów energetycznych czy studzienek melioracyjnych. System nawigacji satelitarnej ze zintegrowanym systemem ostrzegania przed przeszkodami umożliwia zapisanie w pamięci wewnętrznej położenie przeszkód na danym polu. Podczas pracy system sygnalizuje akustycznie przeszkodę oraz wyświetla jej położenie na monitorze (rys. 7), a to ułatwia jej ominięcie. Znajdujące się na ekranie diody umożliwiają ocenę dokładności prowadzenia maszyny, ułatwiając skorygowanie linii przejazdu po ominięciu przeszkody. Ułatwienie omijania przeszkód na polu to eliminacja ryzyka uszkodzenia maszyny, zmniejszenie czasu potrzebnego na ich omijanie i większa precyzja zabiegu wokół przeszkód.

## Podsumowanie

Stosowanie pasowej uprawy roli w połączeniu z nawożeniem zlokalizowanym i siewem oraz z uwzględnieniem zasady rolnictwa precyzyjnego należy uznać za perspektywiczne w świetle konieczności redukcji kosztów środków produkcji i pracochłonności oraz ograniczania zagrożeń związanych z degradacją gleb i zanieczyszczeniem środowiska. Zlokalizowane i precyzyjne aplikowanie nawozów umożliwia ich lepsze wykorzystanie przez rośliny, co oznacza możliwość zmniejszenia ich dawek bez pogorszenia plonowania, a mniejsze dawki nawozów to mniejsze koszty i obciążenie środowiska. Uprawa roli połączona z nawożeniem zlokalizowanym i siewem, wykonywana z zastosowaniem precyzyjnej techniki rolniczej, to większa precyzja zabiegów i usprawnienie pracy. Większa precyzja zabiegów wynika z możliwości dostosowania dawkowania nawozu i nasion do potrzeb w różnych częściach pola oraz z wyeliminowania nakładek i omijaków przez uporządkowanie przejazdów roboczych. Natomiast usprawnienie pracy wynika z łatwiejszego prowadzenia ciągnika z maszyną podczas przejazdów roboczych i na uwrociach oraz z łatwiejszego omijania przeszkód na polu.

## Bibliografia

- [1] Kilian B., Hurley T.M., Malcer G.: Economic aspects of precision agriculture an economic assessment of different site-specific N-fertilization approaches. W: Proceedings of the 3rd European Conference on Precision Agriculture. G. Grenier, S. Blackmore (red). Agro Montpellier, 2001, 2, 521-526.
- [2] Michalski T., Kowalik I.: Nawożenie startowe jako metoda poprawy efektywności nawożenia i obniżki kosztów produkcji kukurydzy. *Inżynieria Rolnicza*, 2007, 6, 167-174.
- [3] Pawlak J.: Rolnictwo precyzyjne, jego rola i ekonomiczna efektywność. *Postępy Nauk Rolniczych*, 2008, 1, 3-14.
- [4] Szulc T., Szczepaniak J., Rogacki R.: Siew precyzyjny z wykorzystaniem globalnego systemu pozycjonowania GPS. *Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów*, 2013, 4(95), 163-167.
- [5] Talarczyk W., Łowiński Ł.: Elementy robocze do zlokalizowanej, dogłębowej aplikacji nawozu. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna*, 2017, 1, 19-21.
- [6] Talarczyk W., Łowiński Ł., Sowiński K.: Analiza rozmieszczenia elementów roboczych w zestawach uprawowo-nawozowo-siewnych w aspekcie zlokalizowanego spulchniania gleby i dogłębowej aplikacji nawozu pod rośliny o różnym rozstawie rzędów. *Sprawozdanie z badań, PIMR, Poznań*, 2016.
- [7] Zimny L.: Definicje i podziały systemów rolniczych. *Acta Agrophysica*, 2007, 10(2), 507-518.

## STRIP-TILL CULTIVATION, LOCALIZED FERTILIZATION AND SOWING ACCORDING TO THE PRINCIPLES OF PRECISION AGRICULTURE

### Summary

The idea of precision farming has been presented on the example of strip-till cultivation, localized fertilization and sowing. The benefits of using precision farming techniques during the treatments are discussed. Recent research shows that the use of precision farming it is possible to obtain higher yields with unchanged doses of fertilizers.

**Key words:** strip-till cultivation, localized fertilization, sowing, precision agriculture