

Antoni Faber

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB

w Puławach

R e c e n z j a

książki pod tytułem „Rolnictwo precyzyjne” Wyd.1 pod redakcją naukową Stanisława Samborskiego

Przedstawiona do recenzji publikacja liczy w sumie 634 strony maszynopisu, w tym 80 tabel oraz 172 ryciny. Układ tekstu jest typowy dla wydawnictw książkowych. Składają się nań: Słowo wstępne, Wprowadzenie, 25 logicznie uporządkowanych rozdziałów, Wykaz angielskojęzycznych skrótów i wyrażeń, spis literatury obejmujący 318 pozycji (168 obcojęzycznych oraz 150 w języku polskim), spis cytowanych źródeł internetowych oraz przywołanych w tekście aktów prawnych.

Tekst publikacji został podzielony na 25 rozdziałów, w których w sposób uporządkowany omówiono całokształt problematyki dotyczącej rolnictwa precyzyjnego. Treści rozdziałów, tam gdzie to było konieczne, podzielone zostały na podrozdziały. Układ tekstu w sposób systematyczny i kompletny prezentuje złożoną, wielodyscyplinarną problematykę, ilustrując wywody licznymi tabelami i rycinami, co przyczynia się do łatwiejszego zrozumienia prezentowanych treści.

Słowo wstępne dobrze wprowadza czytelnika w intencje Autorów, zwracając słusznie uwagę na fakt, że wyraźnie w ostatnim czasie zarysowała się potrzeba całościowego opracowania z zakresu rolnictwa precyzyjnego, które mogłoby wzbogacić ofertę szkół prowadzących edukację w tym zakresie, jak również dostarczyć uporządkowanej wiedzy praktykom, którzy z tą tematyką już się stykają lub mogą się nią zainteresować w przyszłości. Książka w intencji Autorów ma być źródłem wiedzy zwłaszcza z zakresu: oceny zmienności pól uprawnych, działania i zastosowań GPS, gromadzenia, organizacji oraz komputerowego przetwarzania danych przestrzennych, precyzyjnej oceny właściwości gleb i roślin, zastosowań zmiennych dawek środków produkcji w zależności od zmienności gleb i roślin w obrębie pola oraz oceny zróżnicowania plonów w obrębie pola. W istocie jest ona znacznie szerszym kompendium interdyscyplinarnej wiedzy, umożliwiającym lepsze rozumienie istoty rolnictwa precyzyjnego. Tym cenniejszym, że popartym wieloma przykładami jego praktycznych zastosowań.

Wprowadzenie przybliży pojęcia zmienności przestrzennej w produkcji roślinnej, wywodzi definicję rolnictwa precyzyjnego, prezentuje jego zasadnicze cele oraz charakteryzuje powody, dla których od lat 90. ubiegłego wieku rozwijane są praktyki rolnictwa precyzyjnego.

Rozdział 1, **Zmienność pól jako podstawa zastosowania rolnictwa precyzyjnego w produkcji roślinnej**, unaocznia czytelnikowi źródła i przyczyny zmienności pól, gleb i ich właściwości, geologii, ukształtowania terenu, otoczenia pola, stosunków wodnych oraz znaczenie tych zmienności dla rozwoju koncepcji rolnictwa precyzyjnego i jego podstawowego waloru, jakim jest dostosowanie dawek środków

produkcji do tych zmienności. W rozdziale zwrócono uwagę na metody ilościowego charakteryzowania zmienności pola (geostatystyka) oraz rozpoznawanie tej zmienności dla danych pozyskiwanych z różnych źródeł (zdjęcia lotnicze, analizy gleby, wskaźniki roślinne). W podsumowaniu rozdziału zestawiono czynniki zmienności pola i określono ich bezpośredni i pośredni związek z najważniejszymi aspektami gospodarowania na polu. Rozdział prezentuje w sposób poprawny i wyczerpujący istotę zmienności przestrzennej istotnych właściwości decydujących o produkcji roślinnej.

W rozdziale 2, **Globalne systemy pozycjonowania**, omówiono najpowszechniej stosowane systemy pozycjonowania, które dostarczają współrzędnych do sporządzania map oraz pozwalają nawigować maszynami rolniczymi. Rozdział opracowany został w sposób poprawny, przystępny i dostarcza wystarczające ilości informacji dla zrozumienia działania systemów pozycjonowania.

Rozdział 3, **Gromadzenie i organizacja danych przestrzennych w rolnictwie precyzyjnym**, opisuje system informacji geograficznej (GIS) dedykowany do gromadzenia danych przestrzennych, wektorowych i rastrowych. Przybliży również sposoby zapisu tych danych w odpowiednich plikach i formatach, omawia ich przetwarzanie w GIS, zwraca uwagę na układy współrzędnych w GIS, metody transferu danych pomiędzy urządzeniami oraz strukturę danych niezbędną przy ich kartowaniu. Rozdział prezentuje minimum informacji potrzebnej do zrozumienia omawianych zagadnień i stanowi dobry wstęp do ewentualnych własnych ćwiczeń z wybranym do zastosowań GIS.

W rozdziale 4, **Źródła danych spoza gospodarstwa rolnego**, zwrócono uwagę na możliwości wykorzystania już istniejących danych spoza gospodarstwa (np. właściwości gleby, rzeźbę terenu i jego budowę geologiczną, najbliższe sąsiedztwo pola, uzyskiwane plony, stan roślinności, dane meteorologiczne). Mogą być one pozyskane z archiwalnych i współczesnych opracowań kartograficznych, różnych opracowań analitycznych, istniejących baz danych, zdjęć lotniczych czy satelitarnych, numerycznych modeli terenu oraz aktywnych geoportali. Przedstawiono w zarysie źródła tych danych oraz możliwości ich pozyskania. Rozdział jest wyczerpującym przeglądem możliwych do wykorzystania w rolnictwie precyzyjnym informacji gromadzonych historycznie lub aktualnie, zazwyczaj do innych celów.

W rozdziale 5, **Zasady przygotowania danych przestrzennych do ich wykorzystania w rolnictwie precyzyjnym**, omówiono budowę bazy danych dla GIS (geobaz), typologię danych, procesy kodowania informacji przestrzennej (formaty danych, konwersję formatów), zasady i metody interpolacji danych, odwzorowania danych przestrzennych, dokładności przestrzenne danych, wizualizację danych oraz zasady tworzenia map. Rozdział jest poprawnym i kompletnym przeglądem zasad przygotowania danych dla celów rolnictwa precyzyjnego.

Rozdział 6, **Oprogramowanie dla rolnictwa precyzyjnego**, omawia ważniejsze rodzaje oprogramowania wykorzystywanego do różnych, scharakteryzowanych, celów. Przedstawiono źródła tego oprogramowania oraz przykłady jego zastosowań, co ułatwia odbiór zaprezentowanych treści i może być pomocne w wyborze oprogramowania przez czytelnika.

W rozdziale 7, **Ocena właściwości gleby i roślin z wykorzystaniem teledetekcji**, wyczerpująco scharakteryzowano zasady teledetekcji, czujniki i platformy teledetekcyjne, zasady interpretacji zdjęć lotniczych i satelitarnych, ważniejsze wskaźniki stanu wegetacji wykorzystywane w teledetekcji, specyfiki

sygnatur spektralnych roślinności, zasady teledetekcji naziemnej oraz zestawiono zalety i wady teledetekcji.

Rozdział 8, **Ocena właściwości gleb na potrzeby rolnictwa precyzyjnego**, zapoznaje czytelnika z zagadnieniami mierzenia i kartowania zmienności gleb. Przytoczono w nim zasady działania i zastosowania głównych grup czujników stosowanych w detekcji jednej właściwości (przewodności elektrycznej, pH, zawartości węgla organicznego, zwięzłości gleby) lub wielu właściwości gleb. Omówiono również wyczerpująco pośrednie sposoby wnioskowania o właściwościach gleb na podstawie; map topograficznych, zdjęć lotniczych i satelitarnych, sporządzonych w gospodarstwie map wskaźników roślinnych i map plonów, próbek glebowych. Rozdział jest wystarczająco wyczerpującym przeglądem postępu technicznego w tym zakresie.

W rozdziale 9, **Kontrola sekcji maszyn do stosowania nawozów i oprysków oraz siewu nasion**, opisano systemy kontroli maszyn, które pozwalają unikać omijaków lub nakładania się aplikacji środków na tej samej powierzchni. Zwrócono uwagę na techniczne uwarunkowania stosowania kontroli oraz dobre praktyki wykorzystywania kontrolowanych maszyn. Czytelnik rozdziału zapoznany został z wiodącymi rozwiązaniami w zakresie będącym przedmiotem rozdziału.

Rozdział 10, **Systemy nawigacji ciągników i maszyn rolniczych**, zapoznaje czytelnika z zasadami nawigacji maszynami, umożliwiającymi tzw. jazdę równoległą. Omówiono systemy GPS w tym celu wykorzystywane, zapewniane przez nie dokładności prowadzenia maszyn, sposoby kierowania maszynami, sposoby planowania i wykorzystywania torów jazdy maszyn oraz inne niż GPS systemy automatycznego prowadzenia maszyn. Rozdział ten zapewne spotka się ze szczególnym zainteresowaniem czytelników, ponieważ dla wielu z nich był lub będzie początkiem doświadczeń z rolnictwem precyzyjnym.

W rozdziale 11, **Systemy kontroli dawkowania środków produkcji**, zwrócono uwagę czytelnika na znaczenie wykorzystania: map zaleceń w komputerach sterujących maszyn, czujników charakteryzujących zmienność łanu, rozwiązań technicznych umożliwiających zróżnicowane dawkowanie nawozów, środków ochrony roślin oraz nasion w celu dostosowania zróżnicowanych dawek do zmienności gleby lub łanu. Bez wątplenia różnicowanie dawek środków produkcji jest głównym celem rolnictwa precyzyjnego. Jest to rozwiązanie możliwe do zastosowania w gospodarstwach zaawansowanych w technologiach rolnictwa precyzyjnego.

Rozdział 12, **Mapy plonów**, przedstawia systemy mapowania plonów, sposoby ich szacowania w różnych kombajnach i maszynach do zbioru, metody kalibracji maszyn mapujących plony, metody przetwarzania zarejestrowanych plonów, metody interpretacji i wykorzystania map plonów oraz metody mapowania jakości roślin. Automatyczne tworzenie map plonów jest w rolnictwie uważane za technikę pozwalającą określić w sposób ilościowy efekt końcowy działania wszystkich zastosowanych wcześniej praktyk rolnictwa precyzyjnego.

W rozdziale 13, **Podział pól uprawnych na strefy produkcyjne**, opisano zasady i sposoby podziału pól na jednorodne strefy produkcyjne ze względu na występujące na nich zmienne właściwości. Podano w nim rodzaje map, ich treść i częstość aktualizacji, przydatne do wyznaczenia stref produkcyjnych.

Zdefiniowano także: kryteria wydzielenia stref produkcyjnych oraz czynniki istotne dla ich wydzielenia (sąsiedztwo pola, nachylenie i wystawa terenu, uziarnienie warstwy ornej, woda gruntowa, trudności w uprawie roli, stosunki wodne, kategorie uwilgotnienia). W rozdziale przytoczono praktyczne przykłady wydzielenia stref produkcyjnych.

Rozdział 14, **Stosowanie zmiennej dawki nawozów**, omówiono: cele stosowania nawozów, ich oddziaływanie na gleby, a następnie czynniki warunkujące różnicowanie dawek poszczególnych nawozów (P, K, Mg, gnojowicy, Ca oraz obornika).

W rozdziale 15, **Stosowanie zmiennej dawki nawozów azotowych**, zapoznano czytelnika z ogólnymi informacjami na temat efektywności wykorzystywania azotu i wskazano na potrzebę jej poprawy. Służyć może temu celowi różnicowanie dawek N w obrębie pola w zależności od wskazań czujników określających stan odżywienia roślin azotem w czasie rzeczywistym. Czujniki tego typu, dostępne w Polsce, zostały przedstawione i scharakteryzowane. Określono ponadto zasady działania systemów do nawożenia zmienną dawką azotu, z wykorzystaniem czujników optycznych i sensorów zdalnych, metody kalibracji wskazań tych czujników, terminy wykorzystania czujników do wysiewu zmiennej dawki azotu, wymagania techniczne stawiane przed działaniem czujników oraz inne sposoby nawożenia zmienną dawką azotu (na podstawie analizy gleby na azot mineralny, ze względu na wielkość pobrania azotu). Scharakteryzowano także korzyści płynące z zastosowań zmiennych dawek azotu oraz ograniczenia tego sposobu nawożenia azotem.

Rozdział 16, **Stosowanie zmiennej dawki pestycydów**, poświęcono omówieniu zasad i technik różnicowania dawek herbicydów, fungicydów oraz insektycydów na podstawie zmienności pojawów chwastów, chorób grzybowych oraz szkodników. Przedstawiono przykłady systemów, które mogą być w tych celach wykorzystywane.

W rozdziale 17, **Stosowanie zmiennej dawki polewowej**, przedstawiono: ogólną sytuację w wykorzystywaniu wody w rolnictwie, cele, systemy i efektywności nawodnień, dawki polewowe, zapotrzebowania na wodę w okresie wegetacji wybranych roślin, systemy nawodnień ze zmienną dawką polewową, przykładowe schematy nawodnień oraz zalety nawodnień ze zmienną dawką polewową. Rozdział wszechstronnie naświetla problematykę oszczędnego gospodarowania wodą w produkcji roślinnej.

Rozdział 18, **Stosowanie zmiennej ilości nasion**, przedstawia powody, założenia i sposoby wysiewu (sadzenia) zmiennej ilości nasion (sadzeniaków), kryteria doboru wielkości zmiennej ilości wysiewu, udogodnienia związane ze stosowaniem zmiennej ilości wysiewu. Problematyka przedstawiona została w sposób jasny i wyczerpujący.

W rozdziale 19, **Zróżnicowana uprawa roli**, zdefiniowano sposoby i systemy uprawy roli, omówiono aspekty uprawy i czynniki determinujące wybór jej sposobu, scharakteryzowano istotę różnicowania uprawy mechanicznej w obrębie pola, sformułowano propozycje i przykłady różnicowania uprawy mechanicznej.

Rozdział 20, **Roboty i systemy automatyczne w rolnictwie precyzyjnym**, omawia rozwijającą się w ostatnich latach automatyzację i robotyzację w rolnictwie (produkcji zwierzęcej i roślinnej), w tym zwłaszcza: roboty udojowe, strzyżące, ciągniki pracujące bez operatora, roboty odchwaszczające, roboty do automatycznego siewu, sadzenia i zbioru roślin w ogrodnictwie. Zastosowania automatyzacji i robotyzacji są w praktyce rolniczej w fazie inicjalnej, a wiele proponowanych rozwiązań jest nowinkami technicznymi, bądź nawet rozwiązaniami prototypowymi.

Rozdział 21, **Wykorzystanie rolnictwa precyzyjnego w prowadzeniu gospodarstwa**, zwraca uwagę na możliwości wykorzystania w gospodarstwie telemetrii, czyli wykorzystywanie komputerów stacjonarnych lub mobilnych do: monitorowania pracy maszyn, przesyłania z nich lub do nich różnych informacji, zbieranie informacji z czujników monitorujących właściwości gleby i roślin. Wykorzystanie telemetrii okazało się możliwe wraz z rozwojem Internetu szerokopasmowego lub Internetu rzeczy. W rozdziale przedstawiono przykłady i charakterystyki dostępnych w Polsce systemów telemetrycznych.

W rozdziale 22, **Systemy wspomagania decyzji w rolnictwie**, zwrócono uwagę na fakt, że rolnictwo precyzyjne wymaga wsparcia decyzyjnego co do wielkości dawek i terminów stosowania środków produkcji. Wsparcia takiego mogą udzielić doradcy rolniczy lub sformalizowane systemy wsparcia decyzji. Przykłady tych ostatnich, zostały licznie przedstawione, z podaniem ich charakterystyk oraz dostępności. Rozdział przytaczający najważniejsze sformalizowane systemy wsparcia decyzji zapewne będzie bardzo pomocny dla czytelników zainteresowanych obiektywizacją decyzji we własnych gospodarstwach.

Rozdział 23, **Opłacalność i wdrażanie rolnictwa precyzyjnego**. Opłacalność jest niewątpliwie jednym z ważniejszych czynników przy podejmowaniu decyzji o zastosowaniu rolnictwa precyzyjnego w praktyce. Autorzy na podstawie przytoczonej literatury wskazali, że na 108 prowadzonych badań w 63% przypadków stwierdzono, że wynik finansowy zastosowań rolnictwa precyzyjnego był pozytywny. W rozdziale wyspecyfikowano jakie rodzaje korzyści rolnictwo to może przynieść. Scharakteryzowano również ważniejsze czynniki, które należy brać pod uwagę przy podejmowaniu decyzji o inwestowaniu w nowe technologie, w tym w rolnictwo precyzyjne. Szerzej omówiono: czynniki warunkujące opłacalność rolnictwa precyzyjnego, korzyści wynikające ze stosowania zmiennej dawki środków produkcji, mapy zróżnicowania dochodowości produkcji w obrębie pola oraz korzyści niefinansowe.

W rozdziale 24, **Studia przypadków gospodarstw wykorzystujących rozwiązania rolnictwa precyzyjnego**, przedstawiono przykłady gospodarstw stosujących techniki rolnictwa precyzyjnego oraz opinie praktyków z tych gospodarstw na temat: zalet i korzyści, wad, planowanych wdrożeń, brakującej wiedzy oraz doświadczeń wartych upowszechnienia w zakresie zastosowań rolnictwa precyzyjnego w ich gospodarstwach. Rozdział ten jest bardzo ważnym przyczynkiem do poznania doświadczeń praktycznych w zastosowaniach rolnictwa precyzyjnego.

Rozdział 25, **Rolnictwo precyzyjne w małych gospodarstwach**, przedstawia aktualne i przyszłe możliwości zastosowania niektórych elementów rolnictwa precyzyjnego w małych gospodarstwach. Zwrócono w nim uwagę na: niskokosztowe systemy nawigacji maszyn, uproszczone metody charakteryzowania zmienności gleb i stosunków wodnych, wykonywanie prostych mapek pola oraz zgrubne możliwości różnicowania uprawy i zabiegów na polu.

W recenzowanym maszynopisie nie stwierdzono uchybień merytorycznych. Nieliczne były omyłki redakcyjne:

- S. 271 tabela 10.6 powinna być numerowana jako tab. 8.6,
- S. 275 tabela 10.7 powinna być numerowana jako tab. 8.7,
- W drugiej części maszynopisu (s. 23) brak rysunku 18.1.

Inne, nieliczne, formalne poprawki do zaproponowanej redakcji maszynopisu naniesiono w tekście.

Przedstawiona do recenzji książka jest opracowaniem wyczerpującym wielodyscyplinarną złożoność problematyki rolnictwa precyzyjnego. Stoi ona na dobrym poziomie naukowym i prezentuje w sposób nowoczesny aktualny stan wiedzy, akcentując jednocześnie wiele istotnych zagadnień mających znaczenie praktyczne i upowszechnieniowe. Napisano ją możliwie przystępnie i zilustrowano dobrze opracowanymi tabelami, rycinami i przykładami, co ułatwia odbiór prezentowanych treści. Trudno książkę tą odnieść do innych publikacji z tej dziedziny, gdyż jest to pierwsze tak wszechstronne i obszerne opracowanie w Polsce. Z tego względu potencjalny krąg odbiorców książki może być dość szeroki. Książka bez wątpienia będzie pomocna dla nauczycieli szkół średnich i wyższych nauczających w dyscyplinach: agronomia, inżynieria rolnicza, ochrona i kształtowanie środowiska oraz ogrodnictwo. Poza uruchomionymi w niektórych szkołach wykładami w zakresie rolnictwa precyzyjnego stanowić będzie ona zapewne cenny materiał do przygotowania wykładów również z zakresu na przykład: gleboznawstwa, uprawy roli i roślin, mechanizacji rolnictwa oraz kształtowania i ochrony środowiska. Innymi odbiorcami książki będą zapewne pracownicy naukowci prowadzący badania bezpośrednio lub pośrednio związane z rolnictwem precyzyjnym, praktycy już wykorzystujący lub zamierzający wykorzystywać techniki rolnictwa precyzyjnego w swoich gospodarstwach. Potencjalnie książka może być przyjęta jako kompendium wiedzy, która dotąd rozproszona była w publikacjach oraz przewodnikach i instrukcjach do licznych urządzeń i programów komputerowych wykorzystywanych w rolnictwie precyzyjnym. Niewątpliwą zaletą książki jest również to, że jest to opracowanie krytyczne, prezentujące w wielu rozdziałach nie tylko zalety, ale również wady rolnictwa precyzyjnego.

Puławy, 31.01.2018

Antoni Faber