

# Współczesne techniki w precyzyjnym nawożeniu

Eugeniusz Tadel



Podstawowym problemem racjonalnej techniki nawożenia roślin jest precyzyjne dostarczenie odpowiedniej ilości i formy nawozu w odpowiednie miejsce w odpowiednim czasie. W praktyce może to coraz częściej oznaczać również odejście od dotychczas stosowanej w tzw. Rolnictwie Konwencjonalnym możliwie równomiernej aplikację na całym polu. W Rolnictwie Precyzyjnym będziemy chcieli natomiast miejscowo zróżnicować dawkę nawozu w zależności od miejscowych potrzeb.

Dotychczas najbardziej zaawansowane rozwiązania związane były z aplikacją płynnych nawozów, szczególnie doglebowych roztworów saletrzano mocznikowych typu RSM, RSMS z wykorzystaniem techniki oprysku bądź rozlewu za pomocą opryskiwacza. W przypadku opryskiwacza wyposażonego w automatyczny system regulacji dawki komputer w oparciu o mierzoną na bieżąco prędkość jazdy oraz informację z przepływomierza dobiera wielkość przepływu cieczy roboczej będącego sumą wydatków jednostkowych pracujących rozpylaczy. Bardziej zaawansowane systemy współpracujące z nawigacją GPS oraz wcześniej przygotowanymi mapami aplikacyjnymi umożliwiają realizację zmiennych dawek, unikanie podwójnego pokrycia czy nawet zmianę kategorii kroplistości w oparciu o zmierzoną chwilową prędkość wiatru. Współczesny opryskiwacz musi zatem spełniać rosnące i zróżnicowane nieraz bardzo wymagania zależne od specyfiki produkcji, charakterystyki pól, warunków meteorologicznych, sąsiedztwa obszarów wrażliwych (strefy buforowe).

Nawigacja satelitarna to podstawowy element rolnictwa precyzyjnego umożliwiający aplikację środków ochrony roślin tylko tam gdzie jest to konieczne, w optymalnej ilości z uwzględnieniem wszystkich warunków ograniczających możliwość ich stosowania. System ten umożliwia precyzyjne pozycjonowanie opryskiwacza na polu, a także automatyczne wyłączanie wybranych opraw rozpylaczy w przypadku gdyby w sposób niezamierzony znalazły się nad powierzchnią już opryskaną. Również możliwe jest uwzględnienie w planowanym oprysku miejsc wrażliwych (wody powierzchniowe, studzienki, tereny nie użytkowane rolniczo) wymagających stref buforowych i włączanie bądź wyłączanie w tym miejscu wybranych rozpylaczy.

Możliwość zastosowania optymalnego w danym momencie rozpylacza oraz dotychczasowa konieczność manualnego ich wyboru zrodziła potrzebę konstrukcji oprawy rozpylacza umożliwiającej natychmiastowy automatyczny sposób aktywacji jednego z spośród kilku rozpylaczy zamontowanych w wielokorpusowej oprawie. Krokiem milowym w tym okazało się rozwiązanie spełniające wymagania automatyzacji zmiany rozpylacza zaproponowane przez firmę Lechler oferującej podwójny, potrójny oraz poczwórny pneumatycznie sterowany korpus oprawy rozpylaczy do zmiennej aplikacji środków ochrony roślin oraz nawozów płynnych. System umożliwia natychmiastową aktywację jednego rozpylacza lub dowolnej kombinacji spośród kilku zamontowanych w oprawie. Korpus VarioSelect może pracować w trybie „Vario” lub „Select” w zależności od celu aplikacji i technicznego wyposażenia opryskiwacza. W trybie Vario następuje w pełni automatyczne przełączanie rozpylaczy i optymalne sterowanie kombinacją aktywnych rozpylaczy w celu zapewnienia wyliczonej chwilowej dawki cieczy przy zapewnieniu optymalnego, programowanego ciśnienia roboczego dla danego typu rozpylaczy. W trybie tym istnieje możliwość bezstopniowej regulacji dawki cieczy roboczej na ha w oparciu o mapę potrzeb nawozowych. Bezstopniowa regulacja dawki jest także istotą precyzyjnego nawożenia płynnego w oparciu o analizę potrzeb azotu w trybie „on line” we współpracy z systemem optycznego (Yara N-sensor, Crop Sensor-ISARIA) lub mechanicznego (wahadło Cropmeter) monitorowania potrzeb nawozowych. Tryb Select z kolei umożliwia z kabiny ciągnika zmiany rozpylaczy lub ich kombinacji w trakcie pracy w celu zmiany zaprogramowanej dawki cieczy na ha, zmianę kroplistości cieczy (np. zabieg średnio- lub grubokroplisty), czy wreszcie aktywacji rozpylaczy ograniczających znoszenie w strefach buforowych lub wyłączenia wybranych sekcji rozpylaczy, które mogły się znaleźć w sposób niezamierzony nad powierzchnią już opryskaną lub chronioną (na przykład oczko wodne).

Warto także odnotować zaproponowany przez firmę Dammann nowatorski system CCA (Curve Control Application) wykorzystujący korpusy rozpylaczy VarioSelect. System ten umożliwia kompensację nierównomierności naniesienia preparatu w przypadku wykonywania zabiegów na łukach i zakrętach. Uwzględniając różnice prędkości liniowych poszczególnych rozpylaczy, w zależności od odległości od centralnej części belki włączane są na kolejnych sekcjach roboczych coraz większe rozmiary rozpylaczy bądź ich kombinacje dając coraz większe wydatki jednostkowe w kierunku szybciej przemieszczającego się krańca belki.

Oryginalną koncepcją kompensacji wibracji belki w płaszczyźnie poziomej podczas jazdy, w tym również jazdy na łukach jest system SwingStop (Amazone), powodujący zmniejszenie dawki podczas ruchu belki w kierunku jazdy oraz odwrotnie zwiększenie dawki w przypadku wychyłu do tyłu. Istotą rozwiązania jest wykorzystanie systemu innowacyjnych rozpylaczy pulsacyjnych o zmiennej dawce regulowanej relacją czasu otwarcia do zamknięcia rozpylacza (PWM) dzięki czemu można regulować jego wydatek w zakresie 100% do 20% , bądź wyłączyć indywidualnie poszczególne rozpylacze. Warto pomyśleć także o standardzie ISOBUS. Nowoczesny opryskiwacz z komputerem powinien móc komunikować się z każdym uniwersalnym terminalem ciągnika zgodnie ze standardem komunikacyjnym ISOBUS. Oprócz niewątpliwej zalety kompatybilności urządzeń różnych producentów umożliwia to także zarządzanie dokumentacją operacji oraz transmisję danych do PC.

W ślad za zaawansowaniem technologicznym opryskiwaczy szybko rośnie znaczenie oprogramowania do zarządzania sterowaniem opryskiwacza, wspomaganie decyzji oraz tworzenia dokumentacji. Umożliwia ono integrację danych, wiedzy, narzędzi niezbędnych do podejmowania odpowiednich de-

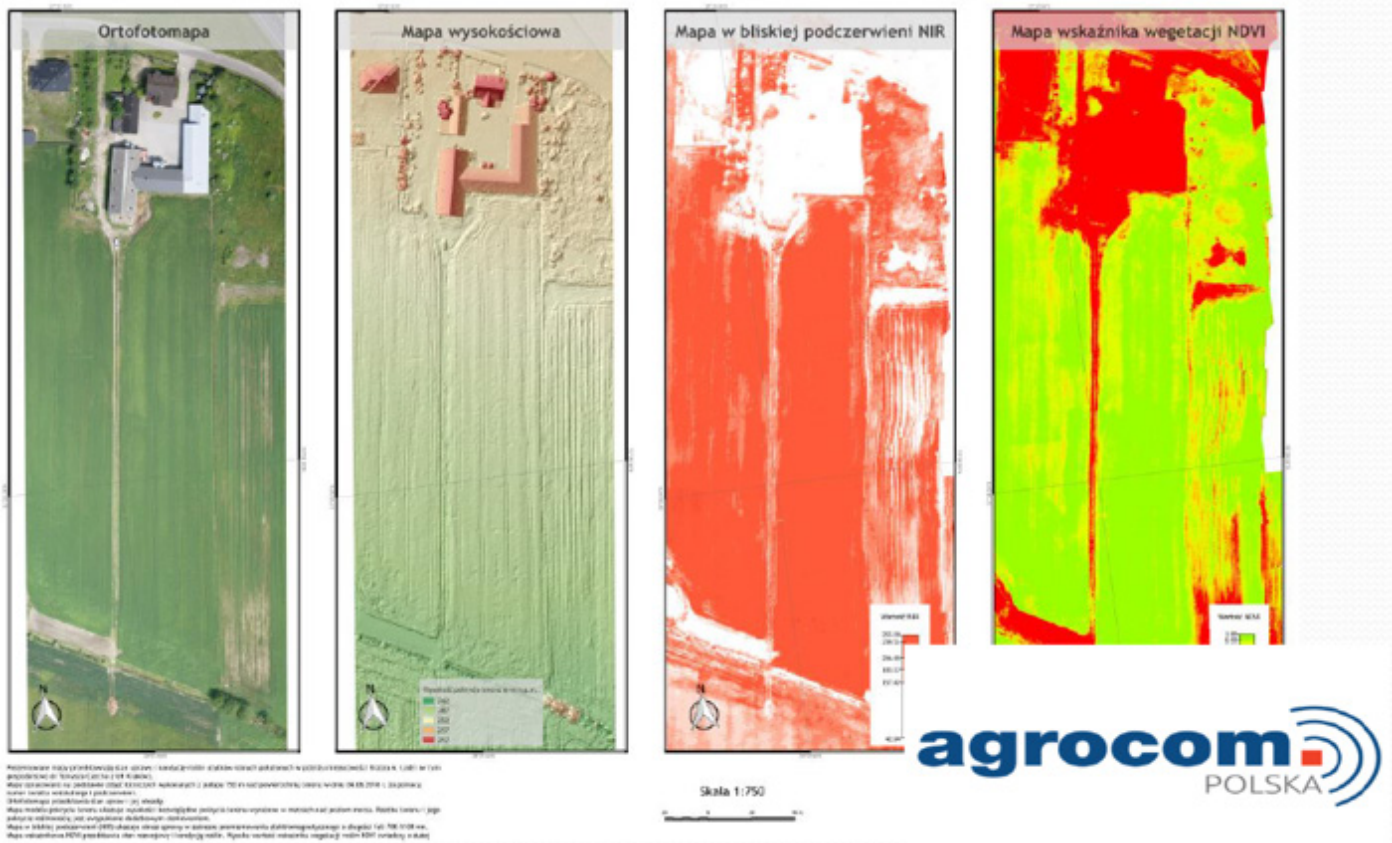


cyzji z uwzględnieniem zmiennych dawek, wymagań prawnych chociażby takich jak strefy buforowe, a zapis i transmisja danych w uniwersalnym formacie ISO-XML pozwala również na rozszerzenie w przyszłości o inne aplikacje systemu.

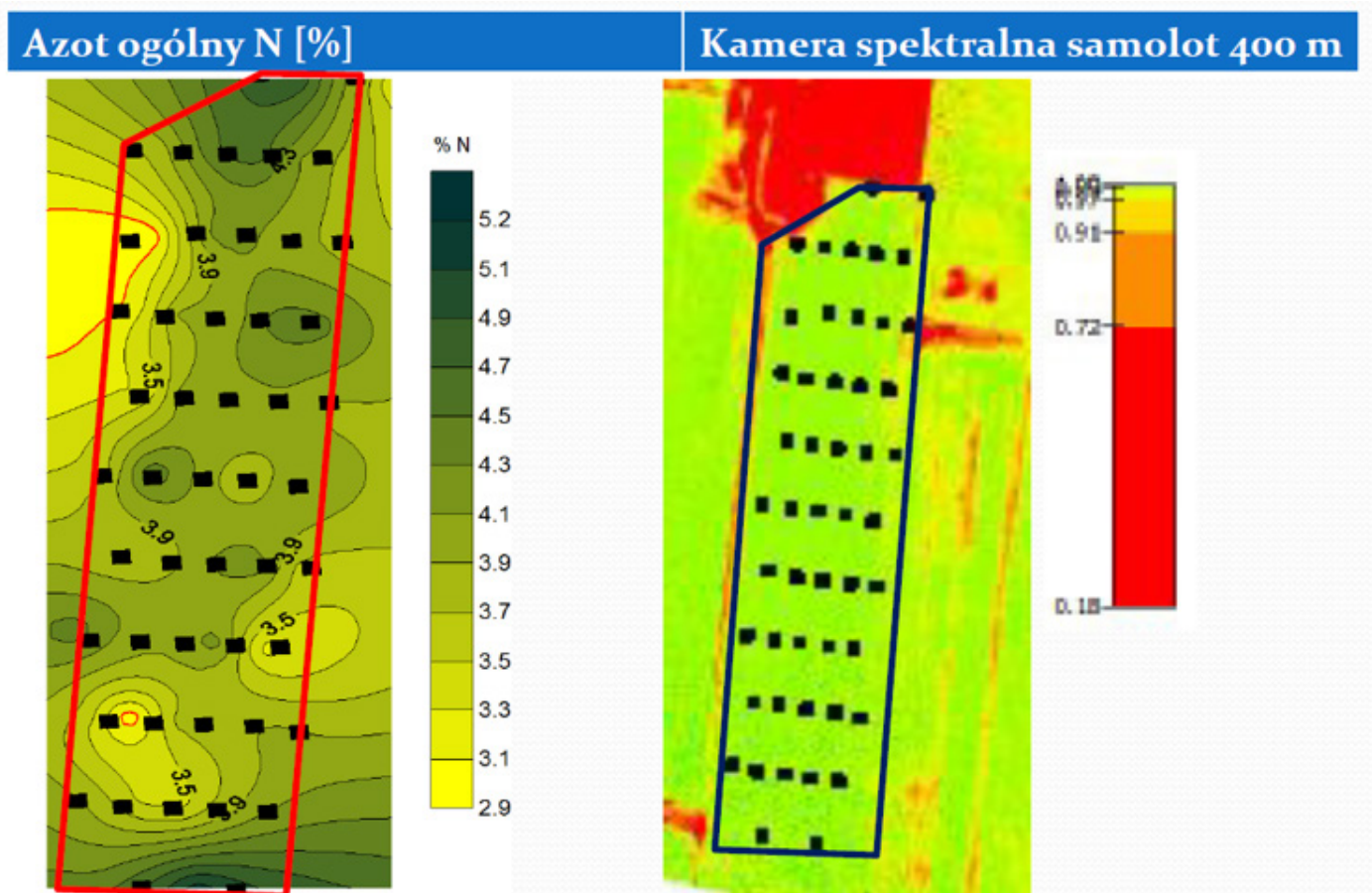
Rolnictwo precyzyjne to koncepcja zakładająca również użycie dronów do obserwacji, pomiarów i reakcji na zmienności mające miejsce w uprawach. Dron rolniczy wyposażony w kamerę multispektralną może wykonywać zdjęcia z powietrza w dwóch trybach tworząc klasyczną ortofotomapę w naturalnych kolorach oraz mapę w tzw. „bliskiej podczerwieni”(NIR – Near Infrared). Nałożenie obydwu map na siebie pozwala na zlokalizowanie stanu zdrowotności upraw umożliwiające oszczędności środków ochrony roślin oraz nawozów w związku ze zlokalizowanym zmiennym dawkowaniem. Na podstawie zobrazowania hiperspektralnego można wykonać obrazy przedstawiające wartości wskaźników czułych na wahania stanu wegetacji, z których najpopularniejszy jest NDVI (Normalized Difference Vegetation Index - Znormalizowany różnicowy wskaźnik wegetacji). Bazuje on na kontraście między największym odbiciem promieniowania w zakresie bliskiej podczerwieni, a jego absorpcją w pasmie czerwonym. Wielowymiarowa obserwacja upraw pozwala analizować wiele właściwości upraw, takich jak: układ upraw, taksonomia i morfologia roślin, masa liści, wybarwienie, dojrzałość, a także zawartość chlorofilu. Widziane z góry, z drona zróżnicowanie może być łatwiejsze do oceny niż to widziane ludzkim okiem. Zdjęcia z dronów są znacznie dokładniejsze przestrzennie od tych wykonanych z samolotów. Istotny jest tu niższy pułap lotu dający wyższą rozdzielczość. Zmiennej aplikacji płynnych nawozów doglebowych typu RSM sprzyjać będą rozpylacze typu VR z kryzami o zmiennym przepływie. Innowacyjność tego rozwiązania w przypadku firmy TeeJet polega na zastosowaniu elastycznej kryzy (wykonanej z Vitonu), która ze wzrostem ciśnienia zwiększa także średnicę otworu dozującego, w efekcie uzyskujemy bardzo szeroki zakres dawkowania w tym samym zakresie ciśnień. Ostatnią nowością firmy Lechler jest z kolei rozpylacz VR z kryzą o zmiennym wydatku z wykorzystaniem metalowego mechanizmu sprężynowego. W rezultacie jeden rozmiar tego typu rozpylacza uzyskuje zakres dawkowania odpowiadający zakresowi kilku kolejnych różnych rozmiarów analogicznych rozpylaczy z kryzą stałą. Rozwiązanie takie sprzyja także zmiennemu dawkowaniu nawozów w Rolnictwie Precyzyjnym, a w tradycyjnym podejściu umożliwia wykonanie nawożenia bardzo zróżnicowanymi dawkami jednym zestawem rozpylaczy.



Fot.1- Beczka Liebiga-wizualizacja prawa minimum ( fot. E.Tadel)



Fot. 2 NDVI na powierzchni pola przy użyciu kamery spektralnej zainstalowanej na bezzałogowym obiekcie latającym (samolot) na wysokości 150 m, (materiał agrocom POLSKA).



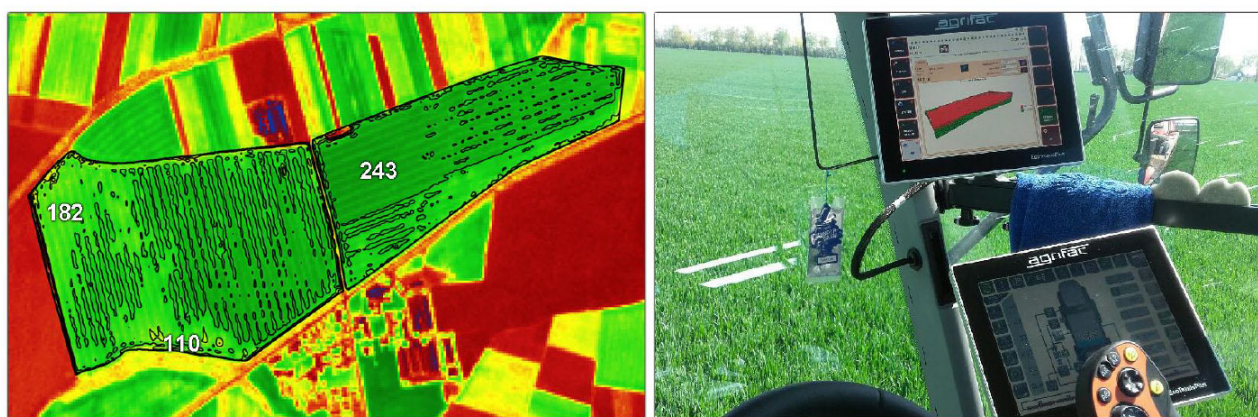
Fot. 3 NDVI na powierzchni pola przy użyciu kamery spektralnej zainstalowanej na bezzałogowym obiekcie latającym (samolot 400 m) - fot. UR Kraków.





Fot. 4 - Określanie potrzeb nawozowych za pomocą sensorów optycznych podczas pracy rozsiewacza nawozu (fot. E. Tadel).

## Przykład – nawożenie precyzyjne



- |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  Bieżący monitoring upraw |  Mapy aplikacyjne |  Gospodarka wodna |  Dostęp do danych historycznych |  Dziennik zabiegów agronomicznych i wydarzeń online |  Geolokalizacja |
|  Prognoza pogody          |  Doradztwo        |  Próby glebowe    |  Ekspert danych                 |  Alarmy   |  |



Fot. 5 – Realizacja precyzyjnego nawożenia w oparciu o mapę cyfrową według SatAgro.

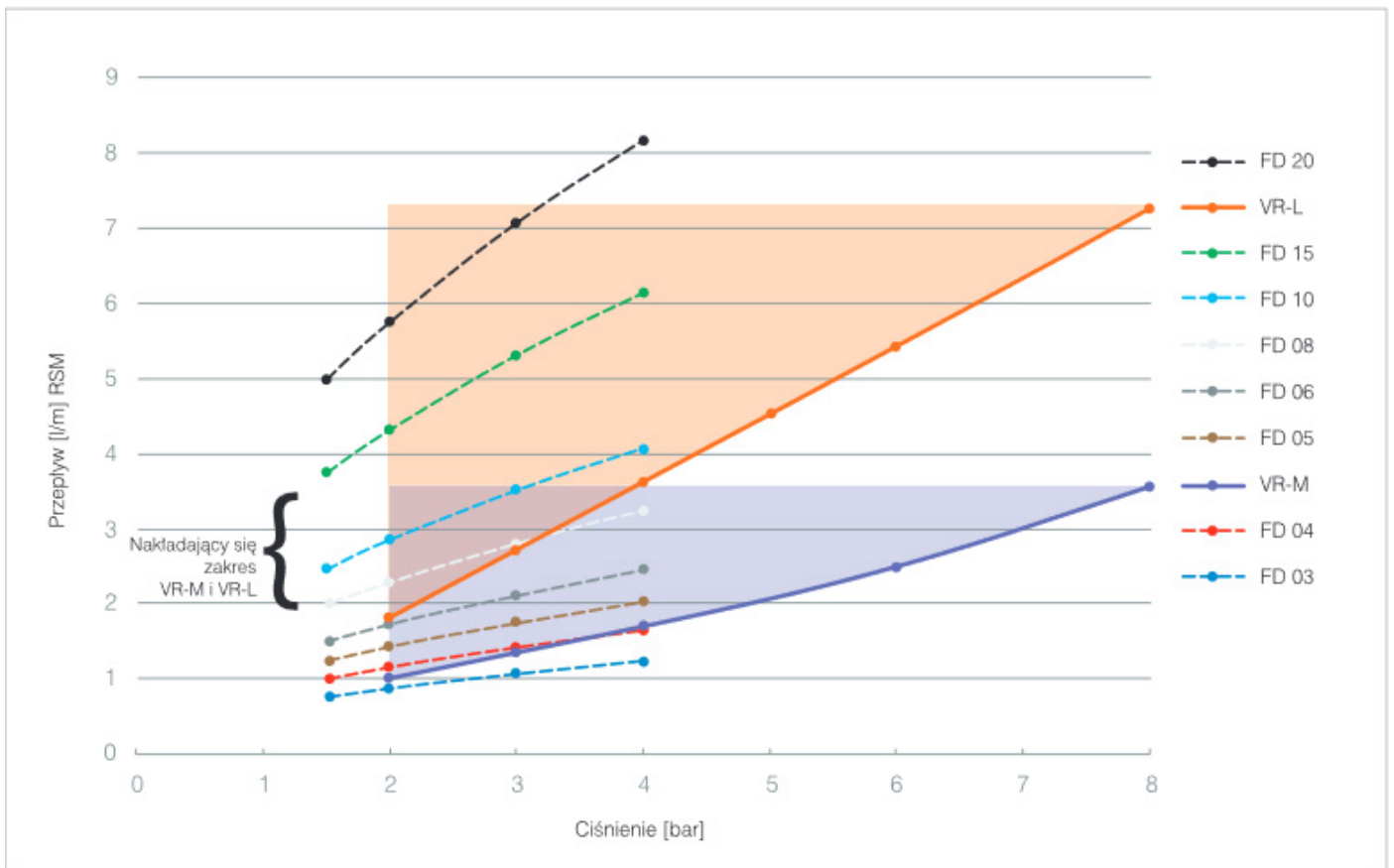




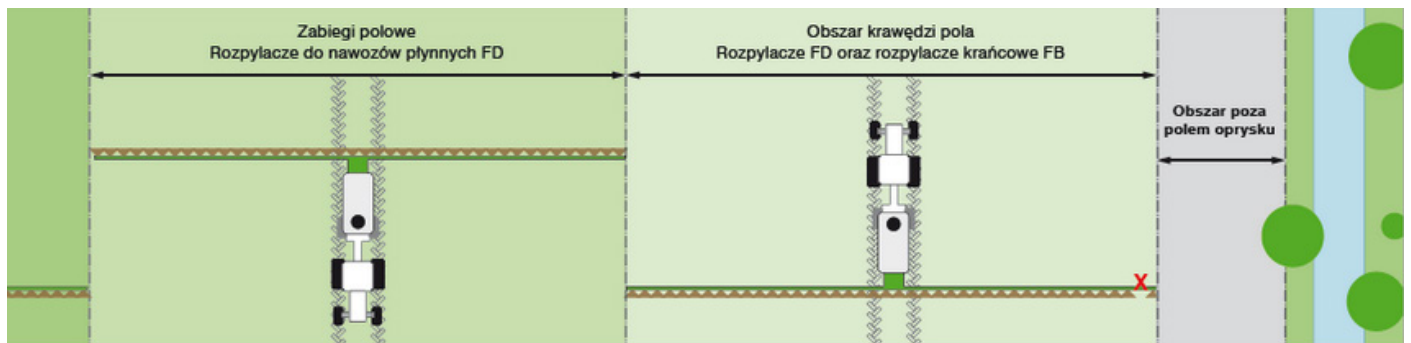
Fot. 6 - System superprecyzyjnego pneumatycznego siewnika nawozowego MultiRate AERO został nagrodzony Srebrnym Medalem AGRITECHNICA 2019 - oferta firmy RAUCH.



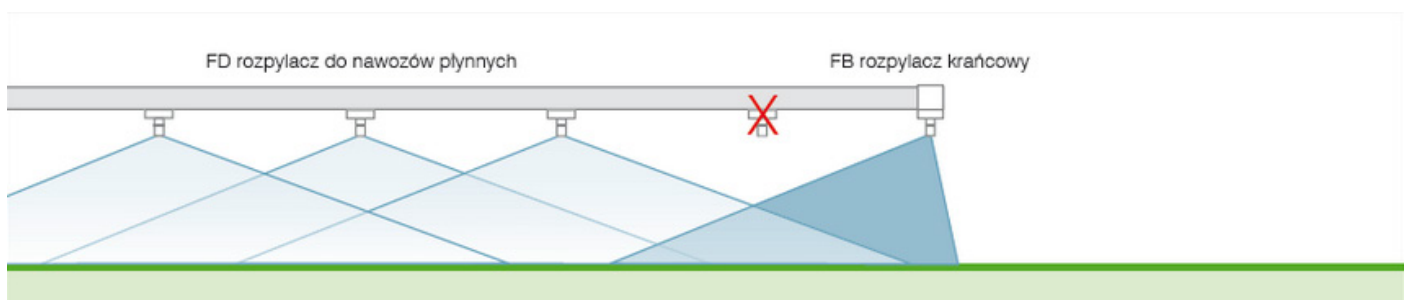
Fot. 7 - Rozrzutnik SAMSON PICHON z czujnikiem składu obornika OPTI-SENSOR (złoty medal SIMA INNOVATION AWARDS 2022) - foto firmowe PICHON.



Fot. 8 - Poszerzony zakres zmiennego dawkowania dla rozpylaczy typu VR (Lechler).



Fot. 9 - Rozpylacze brzegowe FB umożliwiają aplikacje nawozów płynnych aż do granic stref buforowych (Lechler).



Fot.10 - Zakres oprysku rozpylacza krańcowego FB dopasowany do rozpylaczy FD (Lechler).