

Motto:

"We're drowning in information and starving for knowledge", Rutherford D. Rogers

Spis treści

1. System wspomaganie decyzji jako źródło informacji
2. Rodzaje systemów wspomaganie decyzji stosowanych w produkcji roślinnej
3. Przykłady systemów wspomaganie decyzji w produkcji roślinnej
 - o Aplikacja internetowa "Fenologia kukurydzy"
 - o System ZeaSoft
 - o System ProgChmiel
 - o System NegFry online
 - o System Rzepinfo
 - o Model procesu produkcji buraka cukrowego
 - o Duński system wspomaganie decyzji w uprawie pszenicy ozimej
 - o Duński system PI@ntelInfo
 - o Niemiecki system ISIP
 - Projekt PASO
 - Centralny Instytut Systemów Wspomaganie Decyzji w Ochronie Roślin (ZEPP)
 - System ISIP
 - Program AgmedaWin
4. Literatura

System wspomaganie decyzji jako źródło informacji

Różnorodność prac w przedsiębiorstwie rolniczym wymaga od producenta rolnego wiedzy z wielu dziedzin: agronomii, agrotechniki, mechanizacji, rachunkowości, finansów, zarządzania, itd. [Zaliwski 2007] Ważnym atutem są więc dobre źródła informacji - wyczerpujące, przystępne, dostępne szybko i w każdych warunkach (np. na polu). Dane wytworzone w gospodarstwie powinny być gromadzone najlepiej w formie elektronicznej umożliwiającej szybki do nich dostęp. Jednakże w dużej mierze informacje muszą być pozyskane bądź zakupione z zewnątrz (literatura fachowa, szkolenia, radio, telewizja, Internet, doradcy rolniczy, firmy specjalistyczne, dostawcy środków produkcji i usług itd.).

Ważne jest rozróżnienie między danymi a informacjami. Słownik encyklopedyczny systemów zarządczych Blackwella [Davis 1997] definiuje dane jako "cząstki" informacji lub faktów. Informacja powstaje w wyniku przetworzenia danych do postaci zrozumiałej dla odbiorcy, przez co nabywa wartości w stosunku do decyzji i działań bieżących lub przyszłych. Stosunek dane - informacja jest analogiczny do stosunku surowiec - produkt gotowy. Nowa informacja uzupełnia, potwierdza lub koryguje znaczenie informacji dotychczas posiadanej. Może posiadać także charakter poznawczy, jeżeli uczy odbiorcę czegoś nowego.

W sytuacji decyzyjnej informacja redukuje niepewność, np. zmienia prawdopodobieństwa przypisane oczekiwanym wartościom zysku i straty [patrz np. Edwards 1988, także opis modułu ZeaSoft: analiza ekonomiczna]. W teorii decyzji, wartość informacji równa jest wartości zmiany decyzji pomniejszonej o koszt

informacji. Wartość zmiany decyzji jest różnicą między wartością uzyskaną w efekcie podjęcia nowej decyzji a wartością, jaka zostałaby uzyskana, gdyby decyzji nie zmieniono, z uwzględnieniem kosztu nowej informacji. Wynika z tego, że jeśli nowa informacja nie powoduje zmiany decyzji, jej wartość jest zerowa.

Zasadniczym narzędziem informatycznym umożliwiającym efektywne korzystanie z informacji jest system informacji [Harsh 1998], który umożliwia gromadzenie danych i ich przetworzenie do postaci łatwo czytelnej. Wyspecjalizowane systemy informacji, generujące informacje przydatne przy podejmowaniu decyzji w konkretnych przypadkach wraz z prezentacją w formie ułatwiającej ich zastosowanie (np. przez podanie gamy rozwiązań ze wskazaniem rozwiązania najlepszego pod względem określonych kryteriów), noszą nazwę systemów wspomaganie decyzji (SWD, ang. DSS - Decision Support System). *Odnośnie roli informacji w podejmowaniu decyzji patrz rozdział "Informacja w podejmowaniu decyzji".*

Takie rozumienie systemów wspomaganie decyzji ma długą tradycję - można go nazwać niemal "klasycznym". Alter [1976] uważa np., że SWD są to **systemy informatyczne** opracowane z myślą o zapewnieniu pomocy przy podejmowaniu decyzji. Idea pomocy zawiera domniemanie, że SWD dostarczają tylko częściowej informacji i wiedzy niezbędnej do podjęcia decyzji [Stabell 1974]. W bardziej współcześnie brzmiącej definicji Sharda i in. zwracają uwagę na jakość decyzji. Wg nich SWD oznacza system informatyczny, opracowany z myślą o poprawie jakości decyzji przez rozszerzenie intelektualnego potencjału człowieka o możliwości komputera [Sharda, Delen i Turban 2014].

Systemy wspomaganie decyzji wykorzystywane obecnie w produkcji roślinnej mają charakter interaktywny i udostępniają wiedzę opartą o analizę statystyczną lub funkcjonalną czynników wpływających na wyniki uprawy, np. plon. Posiadają niekiedy rozbudowane procedury analityczne, które mogą być realizowane przez współpracujące ze sobą modele numeryczne i systemy eksperckie. Interfejs systemu wspomaganie decyzji jest opracowany z myślą o wykorzystaniu generowanej informacji przez podejmującego decyzję. Głównym zadaniem systemu jest informowanie użytkownika odnośnie najbardziej prawdopodobnego rezultatu podanych zabiegów uprawowych.

W gospodarstwie rolniczym może współdziałać niezależnie wiele systemów wspomaganie decyzji przeznaczonych do określonych zadań, lub może być jeden lub kilka zintegrowanych systemów spełniających najważniejsze funkcje doradcze w uprawie jednej lub kilku roślin. W ogólnym zarysie system taki wspiera producenta rolnego w lepszym prowadzeniu gospodarstwa przez sprawniejsze zarządzanie i podnoszenie konkurencyjności gospodarstwa, prognozowanie ryzyka, sprawniejszy transfer informacji i wiedzy, ułatwianie wdrażania zasad rolnictwa zrównoważonego i podnoszenie jakości produktów. Niewątpliwie istotną sprawą jest wybór zagadnień szczególnie wymagających doradztwa [Zaliwski 2007].

Jednym z ważnych zagadnień przy projektowaniu rolniczych systemów wspomaganie decyzji jest ich późniejsza akceptacja przez producentów rolnych [Cox 1996, Stone i Hochman 2004]. Jak wynika z badań prowadzonych na ten temat, akceptacja zależy w dużej mierze od:

- A. **Łatwej obsługi**, m.in. skromnych wymagań odnośnie danych wprowadzanych przez użytkownika (jak najwięcej danych powinien zawierać sam system).
- B. **Klarowności wyników** - generowane wyniki powinny być łatwe do zrozumienia i w sposób oczywisty powinny nawiązywać do wprowadzonych danych.

Stwierdzenie, że informacja posiada wartość jedynie w kontekście zmiany decyzji, prowadzi do "reguły oszczędności", ważnej wskazówki przy projektowaniu interfejsu systemu wspomaganie decyzji. Bowiem często spotykanym błędem przy projektowaniu systemów informatycznych jest nadmiar prezentowanych wyników [Davis 1997]. W większości przypadków dodatkowa informacja nie wnosi nowej wartości, a utrudnia korzystanie z interfejsu.

Jak podają Hamlett i Knight [2010], innymi niebagatelnymi zagadnieniami są:

- A. **Pozyskanie danych**, a także ich przetworzenie do postaci zgodnej z architekturą bazy danych systemu. Pierwszym krokiem pozyskania danych jest ustalenie, czy wymagane dane w ogóle istnieją. Następnie należy określić ich aktualność, format, sposób pozyskania, sposób integracji z projektowanym systemem i jakość. Trudności może powodować "rozsianie" danych po wielu źródłach, zróżnicowany ich format, luki i błędy w danych.
- B. **Wdrożenie i prowadzenie systemu** - co wiąże się na ogół z wysokimi nakładami wysokokwalifikowanej pracy ludzkiej. Aktualizacja a także dalszy rozwój systemu wymaga ciągłego dopływu świeżych danych, doskonalenia i opracowywania nowych modeli, modernizacji oprogramowania, itd. Powodzenie w upowszechnieniu systemu zależy od właściwej reklamy oraz szkoleń.

Rodzaje systemów wspomaganie decyzji stosowanych w produkcji roślinnej

W ostatnich latach pojawiło się wiele systemów wspomagających decyzje w produkcji roślinnej i są one coraz powszechniej używane w praktyce rolniczej [Kozłowski, Weres i Rudowicz-Nawrocka 2011]. Zakresem tematycznym obejmują wzrost i rozwój głównych gatunków roślin uprawnych, ich interakcję ze środowiskiem (przyrodniczym i socjoekonomicznym) i większość zabiegów uprawowych.

W ujęciu ogólnym systemy wspomaganie decyzji wywodzą się z różnych dziedzin nauki. Historia ich rozwoju na świecie jest sumą indywidualnych inicjatyw, w których trudno doszukać się uporządkowania [Klimasara i inni 2005]. Wydaje się, że stwierdzenie to w całości odnosi się także do systemów wspomaganie decyzji w produkcji roślinnej.

Istnieje wiele klas systemów wspomaganie decyzji, a ich podział jest sprawą raczej arbitralną. Niektóre z nich przedstawiono poniżej. Należy jednak pamiętać, że systemy te występują najczęściej w postaci hybrydowej, tzn. pełnią funkcje złożone. Wykorzystują różne układy elementów strukturalnych i różne metody, ale dostęp do informacji generowanych przez system odbywa się przez jego interfejs. Np. serwis pogodowy może wykorzystywać bardzo złożone modele meteorologiczne, ale udostępniona może być tylko informacja o bieżącej pogodzie i prognoza kilkudniowa.

Ze względu na stopień przetworzenia informacji w odniesieniu do sytuacji decyzyjnej możemy je podzielić następująco:

- A. **Systemy dostarczające informację częściową**. Zadaniem takich systemów jest dostarczenie informacji pomocnych do podejmowania decyzji. Przykładem jest serwis krótkookresowych prognoz pogodowych. Prognozy pogody są adekwatne np. przy planowaniu oprysku ochronnego (pozwalają określić datę i

czas zabiegu z uwzględnieniem warunków pogodowych). Potrzeba zabiegu natomiast może nie wynikać z takich informacji jednoznacznie, jeżeli do jej ustalenia dodatkowo niezbędne są dane epidemiologiczne.

- B. **Systemy dostarczające informacji szczegółowych.** Wspomagają one wybór jednej z wielu opcji, podsuwając rozwiązania wraz z analizą skutków każdego z nich. Ułatwia to podjęcie decyzji zwłaszcza w sytuacjach, w których konieczny jest kompromis między wieloma czynnikami (kryteriami) mającymi wpływ na skutki decyzji. Jakość kompromisu może być trudna do oceny, jeżeli występuje wiele sprzecznych ze sobą kryteriów, niemożliwych do jednoczesnego spełnienia w zadawalającym stopniu. Zastosowanie w takich przypadkach metod oceny wielokryterialnej, np. AHP (*Analytical Hierarchy Process* [Forman i Selly 2001, Kasprzak i inni 1992, Saaty 2006]) i ELECTRE [Kasprzak i inni 1992], pozwala uwzględnić dużą liczbę kryteriów, nadać im odpowiednie wagi, uwzględnić preferencje podejmującego decyzję.
- C. **Systemy udostępniające modele matematyczne.** Systemy te także dostarczają informacji, ale w postaci **modeli matematycznych**, co daje większe możliwości przetwarzania informacji: symulację (na wejście systemu podajemy propozycje decyzji, a system analizuje ich skutki), symulację odwrotną (system znajduje taką decyzję, która daje założone skutki), optymalizację (z szeregu potencjalnych decyzji system wybiera taką, która da najlepszy skutek, bowiem podstawową zaletą modelu jest możliwość określania skutków decyzji). Model jest bardzo cennym narzędziem w procesie podejmowania decyzji, ponieważ ścisła analiza rezultatów decyzji daje dokładniejszą ocenę sytuacji niż domysły i zgadywanie [Klimasara i inni 2005, patrz także rozdział **Konstrukcja modelu ochrony roślin**]. Dzięki matematycznemu opisowi decyzji i jej skutków komputer umożliwia wybór opcji o wysokiej jakości (spośród ogromnej liczby możliwych), co "na piechotę" nie jest możliwe w dostatecznie krótkim czasie. Często jakość tę można przełożyć na wymierne oszczędności finansowe. Jednak warunkiem pełnego wykorzystania możliwości tych systemów jest konieczność poznania zasad obsługi modeli, co nie każdy użytkownik zechce lub będzie w stanie uczynić.

Biorąc pod uwagę penetrację przestrzeni decyzyjnej [Zaliwski i Hołaj 2001] oraz zakres analiz można wymienić kilka rodzajów systemów wspomagania decyzji stosowanych w produkcji roślinnej [Zaliwski 2007]:

- A. **Programy doradcze**, dostarczające informacji umożliwiających podejmowanie decyzji dotyczących wykonania określonego zabiegu uprawowego zgodnie z aktualnymi warunkami polowymi na podstawie przeprowadzonej kalkulacji, np. zalecenia nawozowe, dobór maszyn, technologii itd.
- B. **Modele wzrostu i rozwoju roślin**, prognozujące wysokość plonów. Wymagają one bieżących danych pogodowych i polowych.
- C. **Systemy wspomagania decyzji w wybranych zabiegach uprawowych** (np. ochrona roślin, nawożenie, nawadnianie). Są one oparte na modelach procesów i systemach ekspertowych i wymagają bieżących danych pogodowych i polowych.
- D. **Systemy zintegrowane**, przedstawiające najlepszą opcję i opcje alternatywne dotyczące wykonania różnych zabiegów uprawowych. Mogą zawierać wiele modeli zjawisk i procesów zachodzących w skali pola i rośliny, np. modele prognostyczne wzrostu i rozwoju roślin (prognozujące wysokość plonów a także

przemieszczanie się wody i składników pokarmowych w glebie i roślinie), modele ochrony roślin, modele klimatyczne, modele określające wpływ określonych zabiegów na środowisko, procedury analizy ekonomicznej itd. Zintegrowane systemy są następnym krokiem w rozwoju systemów wspomagania decyzji i stanowią najczęściej połączenie wielu modułów opracowanych niezależnie wcześniej.

Uwzględniając zakres tematyczny systemy wspomagania decyzji w produkcji roślinnej można podzielić następująco [Zaliwski 2007]:

- A. **Systemy wspomagania decyzji w uprawie jednej rośliny** (np. w uprawie pszenicy ozimej). Pomagają one w wyborze odmiany dla konkretnych warunków, generują informacje potrzebne do podejmowania decyzji dotyczących wykonywania zabiegów na podstawie danych o roślinie, glebie, technologii itd. z uwzględnieniem ryzyka ekonomicznego i wpływu na środowisko.
- B. **Systemy dotyczące określonych aspektów produkcji roślinnej wielu upraw**, np. dobór odmian, doradztwo nawozowe, płodozmianowe, ochrona roślin itd. [Zaliwski i Hołaj 2001].

Przykłady systemów wspomagania decyzji w produkcji roślinnej

Aplikacja internetowa "Fenologia kukurydzy"

Przykładem systemu dostarczającego informację częściową jest aplikacja internetowa [Fenologia kukurydzy](#), pozwalająca obliczyć dla wybranego punktu Polski prawdopodobieństwo osiągnięcia dojrzałości kukurydzy o określonym kierunku użytkowania (z przeznaczeniem na ziarno, CCM lub kiszonkę) i o określonej wczesności [Górski 2004]. Aplikacja wykorzystuje jako źródło danych złożone modele klimatyczne, ale nie udostępnia ich np. do symulacji. Znajomość prawdopodobieństwa osiągnięcia dojrzałości kukurydzy jest ważną wskazówką przy wyborze odmiany do siewu, jednakże jest to informacja częściowa w stosunku do sytuacji decyzyjnej (nie uwzględnia różnego plonowania odmian).

System ZeaSoft

Przykładem systemu dostarczającego informację szczegółową jest polski system ZeaSoft [Zaliwski i Hołaj 2005, Zaliwski i Hołaj 2006, Zaliwski 2009, Zaliwski i Nieróbca, 2010] (program na komputery osobiste można pobrać ze strony "[Pliki do pobrania](#)"). Jest to system zintegrowany dotyczący wybranych zagadnień w uprawie jednej rośliny (kukurydzy). ZeaSoft dostarcza informacji niezbędnych do wyboru odmiany do siewu z uwzględnieniem prawdopodobieństwa osiągnięcia dojrzałości kukurydzy, wpływu odmiany i nawożenia na plon, oraz umożliwia symulację. ZeaSoft integruje wyniki ostatnich 15 lat badań realizowanych w IUNG-PIB w zakresie uprawy, nawożenia, ochrony, modelowania technologii i modelowania klimatu z technologiami informatycznymi i geoinformatycznymi. W części interaktywnej systemu, na podstawie wprowadzonych przez użytkownika danych, generowane są zalecenia i informacje uprawowe. Tutaj użytkownik może dokonać wyboru odmiany, technologii, ustalić potrzebne dawki składników nawozowych, dobrać nawozy i przeprowadzić analizę ekonomiczną proponowanej technologii. Część opisową stanowi zwięzły podręcznik

uprawy kukurydzy, w skład którego wchodzi m.in. rozdziały traktujące o rejonizacji uprawy kukurydzy, wymaganiach glebowych, odmianach, nawożeniu, ochronie, zbiorze, itd. [Więcej o ZeaSoft...](#)

System ProgChmiel

Innym przykładem systemu dostarczającego informację szczegółową jest polski system ProgChmiel [Kozyra i inni, 2007, Dwornikiewicz i inni, 2008]. System wspomagania decyzji ProgChmiel opracowano w latach 2004-2006 w IUNG-PIB w Puławach. Wykorzystuje on algorytm oceny zagrożenia plantacji chmielu mączniakiem rzekomym (*Pseudoperonospora humuli*), opracowany w Instytucie Chmielarskim w Hüll (Niemcy - Bawaria). Algorytm walidowano w warunkach czeskich i polskich. Dla warunków polskich poprawność algorytmu weryfikowała Solarska [1988, 1989].

System korzysta z danych pogodowych dostarczanych przez automatyczną stację agrometeorologiczną. Ocena zagrożenia odbywa się w trzech etapach (I-III poniżej) na podstawie analizy warunków sprzyjających rozwojowi choroby [Dwornikiewicz i inni, 2008]:

I. Dobowy indeks zagrożenia I_D ('mały'), obliczany następująco:

- a. dla dni z opadami: $I_D = I_{wet} = 100 + 10(T - 15) + 2(H - 60) + P$
- b. dla dni bez opadów: $I_D = I_{dry} = \{100 + 10(T - 15) + 2(H - 60)\} / N_{dry}$

gdzie:

- I_D - dobowy indeks zagrożenia [pkt.], obliczany dla dni z opadami tak jak I_{wet} i tak jak I_{dry} dla dni bez opadów,
- T - średnia dobową temperatura powietrza [°C],
- H - średnia dobową wilgotność względną powietrza [%],
- P - suma dobową opadu atmosferycznego [mm]
- N_{dry} - liczba dni bez opadu atmosferycznego.

II. Pięciodobowy indeks zagrożenia I_{5D} ('duży'); sumowane są wartości dobowe z pięciu ostatnich dni:

$$I_{5D} = I_{D1} + I_{D2} + I_{D3} + I_{D4} + I_{D5}$$

gdzie:

- I_{5D} - pięciodobowy indeks zagrożenia [pkt.],
- $I_{D1...5}$ - dobowe indeksy zagrożenia z ostatnich pięciu dni.

III. Zalecenie wg oceny kolejnych jedenastu dni, generowane jest w trzecim etapie. W przypadku wystąpienia w kolejnych jedenastu dniach pięciodobowego indeksu zagrożenia o wartości krytycznej równej lub większej niż 500 pkt., zaleca się wykonanie zabiegu ochrony roślin [Dwornikiewicz i inni, 2008].

Obliczenia przeprowadzane są codziennie dla nowego zestawu danych, po dodaniu do kolejki świeżych danych z bieżącego dnia i odrzuceniu danych najstarszych. Konieczność codziennego obliczania indeksów pogodowych i wykonywanie oceny zagrożenia wymagałoby od plantatorów sporego zaangażowania czasu. Korzystanie z programu ProgChmiel natomiast sprowadza się do jego uruchomienia i stwierdzenia stanu zagrożenia w jednym niemal rzucie oka.

System NegFry online

Początkowo system "NegFry online" był częścią składową Serwisu Administracji portalu IPO [Zaliwski 2014b], w związku z czym dostęp do niego wymagał posiadania konta w Serwisie. Rozwiązanie takie było konieczne ze względu na wykorzystanie przez aplikację bazy danych do przechowywania danych użytkownika - dane te są zapisywane i aktualizowane podczas sesji i muszą być pamiętane między sesjami. Dzięki temu użytkownik nie musi zaczynać sesji za każdym razem od początku - po zalogowaniu się może kontynuować pracę.

W celu szerszego udostępnienia systemu "NegFry online" opracowano wersję dostępną bez logowania. Ponieważ nie używa ona bazy danych do przechowywania wprowadzonych danych, są one pamiętane tylko na podczas trwania sesji Użytkownika (przez ok. 15 min). Po zakończeniu sesji dotychczas wprowadzone dane są niestety bezpowrotnie tracone. Poza tym mankamentem "NegFry online" pozwala na przeprowadzenie obliczeń i uzyskanie wyników w dokładnie ten sam sposób jak NegFry 2002. Szczegółowy opis systemu zawiera publikacja "NegFry online - system wspomagania decyzji w zwalczaniu zarazy ziemniaka" [negfry_online].

Dostęp do systemu i publikacji po kliknięciu na łącze:

- system "NegFry online: [NegFry online](#),
- publikacja "NegFry online: [publikacja](#).

System Rzepinfo

System doradczy **Rzepinfo** umożliwia utworzenie pełnego programu ochrony plantacji rzepaku [Kozłowski i Weres 2007]. Jak podają twórcy systemu, Kozłowski i Weres [2008], **Rzepinfo** może pełnić następujące zadania:

- dostarczać informacji o odmianach rzepaku ozimego, zaprawach nasiennych, szkodnikach i chorobach wyrządzających największe szkody, środkach ochrony roślin itd.,
- wspomagać identyfikację szkodników na podstawie ich budowy morfologicznej, chorób natomiast na podstawie charakterystycznych uszkodzeń roślin,
- ułatwiać dobór odmian, zapraw nasiennych, środków ochrony roślin i planowanie zabiegów ochronnych w uprawach rzepaku ozimego.

Dla potrzeb systemu **Rzepinfo** opracowano metody szybkiej [identyfikacji](#) szkodników i chorób rzepaku ozimego, nie wymagające specjalistycznej wiedzy, stosując [drzewa decyzyjne](#).

Model procesu produkcji buraka cukrowego

Zadaniem modelu, opracowanego w formie aplikacji komputerowej jest, jak podają jego autorzy [Przybył i inni, 2006], wspomaganie plantatorów w podejmowaniu decyzji w planowaniu uprawy buraka cukrowego. Użytkownik tworzy modele technologii, wykorzystując kreatory dla standardowej i uproszczonej technologii uprawy buraka oraz dla zbioru. Model umożliwia analizę kosztów wybranych przez użytkownika technologii uprawy gleby, nawożenia, pielęgnacji mechanicznej i chemicznej oraz zbioru buraków metodą jedno- lub dwuetapową. Wybór technologii najkorzystniejszej odbywa się wg kryterium dostępności środków produkcji i kosztów.

Duński system wspomagania decyzji w uprawie pszenicy ozimej

Przykładem systemu zintegrowanego dotyczącego jednej uprawy potraktowanej kompleksowo jest duński system wspomagania decyzji w uprawie pszenicy ozimej [Olesen i inni 1997]. Pozwala on na określenie metodą symulacji m.in. intensywności wymywania azotu, zużycia środków ochrony, wysokości plonu i dochodu rolniczego dla różnych wariantów planu produkcji. Dla każdego pola przypisuje się jeden wariant produkcji, z możliwością zmiany i symulacyjnego generowania scenariuszy ekonomicznych i środowiskowych w skali gospodarstwa. Wynikiem działania systemu są także strategie produkcyjne w skali pola generowane na bieżąco oraz w formie prognoz krótkookresowych (do pięciu dni). System posiada bazy danych z danymi ogólnymi (ceny środków produkcji, technologie, ograniczenia itd.), danymi szczegółowymi dla gospodarstwa (charakterystyki pól - powierzchnia, rodzaj gleby itd.), danymi pogodowymi (historycznymi, bieżącymi i prognozami), a także danymi zewnętrznymi pochodzącymi z firm prywatnych i instytucji państwowych. Wszystkie dane mogą być aktualizowane na bieżąco. Rdzeniem systemu jest model symulacyjny rozwoju roślin pszenicy w cyklu dobowym określający przyrost suchej masy i powierzchni liści na podstawie dostępnego światła słonecznego, wody i azotu. System posiada także modele pozwalające na symulację rozwoju chwastów, chorób i szkodników oraz modele ochrony roślin, nawadniania i nawożenia. Określone dane wejściowe (np. odmiana, data i gęstość siewu) są podawane przez użytkownika systemu, inne są generowane automatycznie z uwzględnieniem preferencji użytkownika.

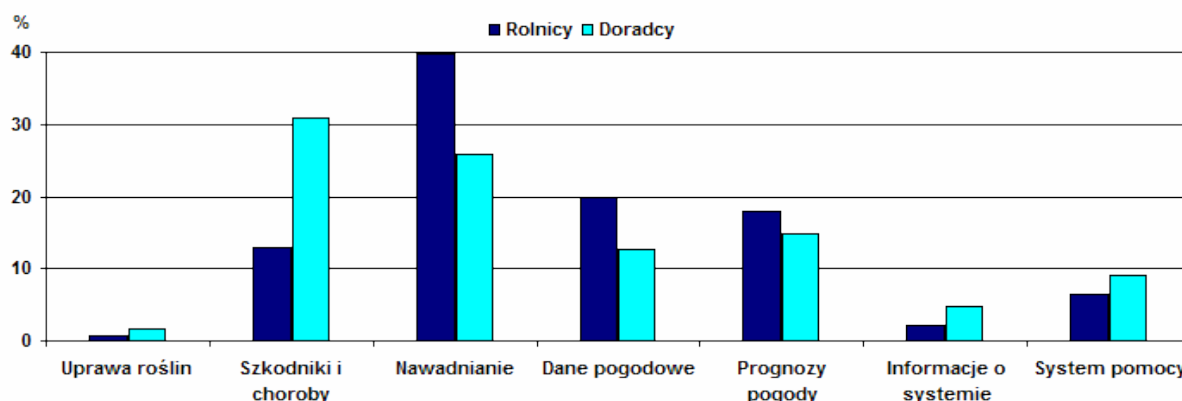
Duński system PI@ntelInfo

Przykładem innego nowoczesnego systemu uwzględniającego wiele upraw rolniczych jest duński system PI@ntelInfo [Jensen i inni 1997, Jensen i inni 2000]. System powstał w kooperacji Duńskiego Instytutu Nauk Rolniczych (Danish Institute of Agricultural Sciences - DIAS) i Duńskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego (Danish Agricultural Advisory Centre - DAAC) i jest eksploatowany od 1996 roku. Jak podaje Jensen [Jensen i inni 2000], cele opracowania systemu PI@ntelInfo były następujące:

- stworzenie obiektu do prowadzenia badań nad przydatnością Internetu w doradztwie rolniczym w czasie rzeczywistym i ilustracja osiągniętych wyników na przykładzie praktycznym,
- zebranie i udostępnienie formalnej wiedzy rolniczej wykorzystywanej w duńskim doradztwie rolniczym,
- budowa prostego w obsłudze i wartościowego pod względem informacyjnym systemu wspomagania decyzji dla doradców i producentów rolnych.

System przetwarza dane z wielu rozszaniach źródeł w celu prezentacji aktualnej informacji dotyczącej sytuacji lokalnej (w konkretnym gospodarstwie), w postaci graficznej (mapy i wykresy). Zakresem informacja obejmuje lokalną informację pogodową, ryzyko ataku chorób i szkodników obliczone na podstawie lokalnych danych pogodowych, informację z monitoringu wystąpienia chorób i szkodników na polu itd. Producent rolny zarejestrowany w systemie ma możliwość przesłania własnych danych o warunkach polowych i pogodowych w celu uzyskania prognoz stadiów rozwojowych roślin, zaleceń dotyczących nawadniania, nawożenia azotem itd. Jensen i Thysen (2003) podają, że niektóre zalecenia systemu PI@ntelInfo są także dostępne w formie SMS w sieci telefonii komórkowej. Są to np. godzinowe lokalne prognozy pogody (temperatura, opady, wilgotność względna, prędkość i kierunek wiatru), czterodniowe prognozy pogody, ryzyko wystąpienia zarazy ziemniaka, informacja z monitoringu chorób i szkodników pszenicy ozimej. Przesyłanie SMS może być uruchamiane na żądanie lub automatycznie - wywoływane aktualizacją bazy danych pogodowych, w cyklu czasowym określonym przez użytkownika. Różny może być także rodzaj dostarczonej informacji, która może mieć postać zalecenia (zawierającego całość niezbędnej informacji), powiadomienia o dostępności określonych informacji, alarmu dotyczącego wystąpienia szkodliwego zjawiska itd.

Informacja generowana dynamicznie pochodzi z zapytań do bazy danych (np. dane z lustracji pól dotyczące chorób i szkodników) lub z modeli zawartych w systemie. PI@ntelInfo zawiera również statyczne dokumenty HTML (aktualizowane w miarę potrzeby). Mimo iż źródła informacji znajdują się na więcej niż jednym serwerze, spójny interfejs sprawia, że ich pochodzenie jest dla użytkownika niezauważalne.



Rys.1. Wykorzystanie informacji pochodzących z systemu PI@ntelInfo w podziale na kategorie (na podstawie Jensena i innych 2000, tab.5, str.286)

Na rys.1 zamieszczono wyniki analizy preferencji dwóch grup użytkowników systemu, rolników i doradców rolniczych (różnice udowodnione statystycznie). Jak wynika z wykresu, rolnicy (w warunkach Danii) są zainteresowani najbardziej informacjami dotyczącymi nawadniania oraz pogody, natomiast doradcy poszukują głównie informacji dotyczących chorób i szkodników. Jak podaje Jensen [Jensen i inni 2000], rolnicy używają system przede wszystkim w celu uzyskania zalecenia w konkretnej sytuacji decyzyjnej, natomiast doradcy w celu doksztalcenia się. Jensen [Jensen i inni 2000] podaje dwie zasadniczo różne metody dostosowania informacji do sytuacji decyzyjnej: **specjalizację informacji** i **personalizację informacji**. Specjalizacja polega na prezentacji informacji w zawężeniu do lokalnych warunków, np. lokalizacji geograficznej, uprawy, warunków siedliskowych pola itd.). Technicznie specjalizacja odbywa się przez użycie odpowiedniego interfejsu, np. formularzy, map aktywnych. Personalizacja natomiast

polega na automatycznym przystosowaniu informacji do odbiorcy przez wykorzystanie wcześniej wprowadzonych o nim danych.

Niemiecki system ISIP

ISIP (ang. *Information System for Integrated Plant Production*) wg Manfreda Röhriga [Röhrig 2007] jest to System Informacji w Integrowanej Ochronie Roślin, dostępny pod adresem www.isip.de. ISIP wprowadzono do praktyki rolniczej w Niemczech w 2004 roku [Jörg i in. 2006]. Inicjatorem tego przedsięwzięcia była niemiecka Państwowa Służba Ochrony Roślin, która wraz z Niemiecką Fundacją Środowiska pokryła koszty. W prototypie systemu wykorzystano wyniki wcześniejszych prac badawczych prowadzonych w ramach projektu PASO. Jako wzór posłużył duński system PI@ntelInfo.

Projekt PASO

W latach 1993-1997 realizowano w Niemczech projekt badawczy o akronimie PASO, poświęcony rozwijaniu metod prognozowania chorób roślin [Gutsche 2001]. Projekt scalił wysiłki dwóch grup badaczy, jednej z Niemieckiej Republiki Demokratycznej, realizującej projekt PROGEB (Procedury prognozowania - Eberswalde, niem. *Prognoseverfahren Eberswalde*), a drugiej grupy z Republiki Federalnej Niemiec, pracującej nad projektem PSDW (Ochrona roślin - system ostrzegawczy/służba meteorologiczna - niem. *Pflanzenschutz-Warndienst/Wetterdienst*). Wynikiem prac prowadzonych w projekcie PASO było wdrożenie w Niemczech dużej liczby modeli prognozujących choroby roślin.

Centralny Instytut Systemów Wspomagania Decyzji w Ochronie Roślin (ZEPP)

W celu kontynuacji prac rozpoczętych w projekcie PASO w roku 1997 założono w Niemczech Centralny Instytut Systemów Wspomagania decyzji w Ochronie Roślin (niem. *Die Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz - ZEPP*). Misją ZEPP jest zebranie istniejących modeli symulacyjnych i prognostycznych chorób i szkodników ważnych w rolnictwie i ogrodnictwie, ich ocena i wdrożenie. W ramach działalności Instytutu zrealizowano do sierpnia 2015 roku 27 projektów badawczych, a dalszych 6 jest w trakcie realizacji. Efektem tych prac jest wdrożenie do praktyki ponad 40 meteorologicznych modeli prognostycznych chorób i szkodników [ZEPP 2015]. Modele są oparte o różne metody, od prostych sum temperatur do skomplikowanych macierzy populacji z algorytmami do obliczania tempa wzrostu, rozmnażania i rozprzestrzeniania (ang. *distribution*) organizmów szkodliwych. Modele, implementowane w SWD, pozwalają na [Racca i in. 2011]:

- ocenę ryzyka,
- ocenę potrzeby zabiegu ochronnego,
- prognozowanie optymalnej daty lustracji polowej,
- prognozowanie optymalnej daty zabiegu ochronnego,
- zalecenie właściwego środka ochrony roślin.

SWD wymagają do pracy danych meteorologicznych i danych z lustracji polowych.

System ISIP

ISIP jest najbardziej zaawansowanym internetowym SWD w produkcji roślinnej w Niemczech. Zawiera on moduły dotyczące zbóż, ziemniaka, buraka cukrowego i rzepaku ozimego. Stan fitosanitarny wymienionych upraw jest w ciągu sezonu wegetacyjnego systematycznie oceniany na podstawie rezultatów lustracji polowych oraz wyników modeli prognozujących rozwój chorób i szkodników. ISIP cieszy się dużym zainteresowaniem użytkowników. Subskrypcję na korzystanie z systemu zaledwie w rok po uruchomieniu (2005) podpisało ponad 12 000 osób, a średnia miesięczna liczba wejść na stronę ISIP wyniosła 190 000. Eksploatację systemu ISIP prowadzi towarzystwo zarejestrowane ISIP e.V. (niem. e.V. = *eingetragener Verein*). Koszty utrzymania systemu ISIP pokrywane są przez Niemiecką Służbę Ochrony Roślin z 16 krajów związkowych i wynoszą około 480 000 euro rocznie, z czego ok. 300 000 euro przeznaczony jest na potrzeby ISIP e.V. (eksploatacja i dalszy rozwój ISIP w zakresie technologii informacyjnych) oraz 180 000 euro na potrzeby ZEPP (rozwój modeli i SWD). System jest zasilany danymi pogodowymi z pokaźnej liczby stacji meteorologicznych. Wg Keila i Kleinhenza [2007] ich liczba w 2007 roku wynosiła 566: 170 stacji należało do niemieckiej Służby Meteorologicznej (niem. *Deutscher Wetterdienst*), a 396 do niemieckich krajów związkowych.

Program AgmedaWin

Jeden z projektów realizowany w ZEPP w latach 2001-2005 był poświęcony opracowaniu oprogramowania do zarządzania danymi pogodowymi ze stacji agrometeorologicznych. Oprogramowanie udostępnia informację pogodową oraz zabezpiecza unifikację zarządzania i analizy danych pogodowych pochodzących ze stacji różnych producentów, o różnej konstrukcji i różnym wyposażeniu czujników. Zaimplementowano zwłaszcza innowacyjną metodę porównywania obserwacji z sąsiednich stacji. Innym elementem jest interfejs do centralnego serwera danych pogodowych systemu ISIS (www.isip.de), umożliwiający wygodny dostęp, analizę i graficzną prezentację danych. Jednym z modułów oprogramowania jest program "AgmedaWin".

System ISIP korzysta przede wszystkim z danych pogodowych pochodzących ze stacji meteorologicznych niemieckiej Służby Meteorologicznej. Dane z pozostałych stacji (których jest stosunkowo więcej) są eksportowane do systemu przez użytkowników. Dane nieprzetworzone są rozprowadzane do określonych użytkowników (doradców i rolników) przez system ISIP. Są oni zarejestrowani w systemie i mają przypisane określone stacje, z których danych mogą korzystać. Do administracji danych pogodowych służy program dla systemu Windows o nazwie "AgmedaWin" (**A**grometeorological **d**atabase for **W**indows). Jest on instalowany na lokalnym komputerze i oferuje następujące funkcje:

- import danych,
- sprawdzenie danych,
- ocena danych,
- zapis danych na lokalnym komputerze,
- eksport do internetowego systemu ISIP.

Import danych meteorologicznych odbywa się z plików tekstowych. Moduł importu umożliwia korzystanie z plików generowanych przez stacje meteorologiczne różnych producentów. Pozwala on na definiowanie "profilu importu" dokładnie opisującego format pliku tekstowego. Dzięki takiemu rozwiązaniu dodanie stacji z nowym formatem

pliku tekstowego sprowadza się do zdefiniowania odpowiadającemu mu profilu importu i przypisaniu go nowej stacji.

Ważnym zagadnieniem jest kompletność danych meteorologicznych. AgmedaWin dostarcza tu kilku opcji. Najprostszą jest sprawdzenie i uzupełnienie danych przez administratora. Luka w danych może być uzupełniona także danymi z wybranej stacji. Małe przerwy są uzupełniane automatycznie metodą interpolacji liniowej. Luki dłuższe niż trzy godziny (do 15 dni) można uzupełnić danymi z sąsiedniej stacji. Do znalezienia najodpowiedniejszej sąsiedniej stacji porównuje się współczynniki korelacji z różnych stacji dla danych z okresu 48 godzin przed luką i po niej.

Innym ważnym zagadnieniem jest poprawność danych meteorologicznych. Do sprawdzenia poprawności AgmedaWin dostarcza dwóch metod. Pierwsza metoda, sprawdzenie poprawności wewnętrznej (ang. *internal plausibility checking*), bierze pod uwagę tylko dane ze stacji sprawdzanej. Druga metoda sprawdzenia poprawności danych, sprawdzenie poprawności zewnętrznej (ang. *external plausibility checking*), porównuje dane ze stacji sąsiednich, podzielone na grupy wg regionów o podobnych warunkach klimatycznych. Sprawdzenie poprawności zewnętrznej danych ułatwia wykrycie wadliwych czujników.

AgmedaWin dostarcza także narzędzi do prezentacji danych meteorologicznych [Keil i Kleinhenz 2007, Racca i in. 2011].

Literatura

1. Alter S.L. 1976. Computer Aided Decision Making in Organisations: a Decision Support System Typology. Report CISR-11. Sloan WP 855-76. Electronic document [PDF](#).
2. Alter S. 2004. A Work System View of DSS in Its Fourth Decade. *Decision Support Systems*, 38(3): 319-327.
3. Alvarez J., Nuthall P. 2006. Adoption of computer based information systems. The case of dairy farmers in Canterbury, NZ, and Florida, Uruguay. *Computers and Electronics in Agriculture*, 50(2006): 48-60.
4. Antonopoulou E. 2003. DSSs in Major Field Crops: Classification and Performance. Proc. EFITA 2003 Conference, pp. 103-113. 5-9. July 2003, Debrecen, Hungary. Electronic document [PDF](#).
5. Antonopoulou E., Karetos S.T., Maliappis M., Sideridis A.B. 2010. Web and mobile technologies in a prototype DSS for major field crops. *Computers and Electronics in Agriculture*, 70(2): 292-301.
6. Arnott D., Pervan G. 2008. Eight key issues for the decision support systems discipline. *Decision Support Systems*, 44(2008): 657-672.
7. Ascough II J.C., Dunn G.H., McMaster G.S., Ahuja L.R., Andales A.A. 2005. Producers, Decision Support Systems and GPFARM: Lessons Learned From a Decade of Development. In: Zerger A., Argent R.M. (Eds.). MODSIM 2005 International Congress on Modelling and Simulation. Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand, December 2005, pp. 170-176. ISBN: 0-9758400-2-9. Electronic document [PDF](#).
8. Baker K.M., Kirk W.W., Wharton P. 2007. Inclusion of Synoptic Weather Forecast Data in Decision Support Systems for Agriculture. In: Oxley L., Kulasiri D. (Eds.). MODSIM 2007 International Congress on Modelling and Simulation. Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand, December 2007, pp. 94-100. ISBN: 978-0-9758400-4-7. Electronic document [PDF](#).
9. Batte M.T. 2005. Changing computer use in agriculture: evidence from Ohio. *Computers and Electronics in Agriculture*, 47(2005): 1-13.
10. Been T.H., Consiglio A.B., Evans N., Gouache D., Gutsche V., Jensen J.E., Kapsa J., Levay N., Munier-Jolain N.M., Nibouche S., Raynal M., Raydahl P. 2009. Review of new

- technologies critical to effective implementation of Decision Support Systems (DSS's) and Farm Management Systems (FMS's). Aarhus University, Denmark, pp. 128.
11. Bhargava H.K., Power D.J., Sun D. 2007. Progress in Web-based decision support technologies. *Decision Support Systems*, 43(2007): 1083-1095.
 12. Borczyńska-Żbikowska J., Korczykowska A., Pruszek P. 2015. Programy komputerowe w rolnictwie. Centrum Doradztwa Rolniczego, Brwinów. Dokument elektroniczny [PDF](#).
 13. Borusiewicz A., Kapela K. 2014. Application of plano RS software in a farm (*Zastosowanie programu Plano RS w gospodarstwie rolnym*). *Inżynieria Rolnicza*, 2(150): 23-29. Dokument elektroniczny [PDF](#).
 14. Bouma E. 2000. The Dutch approach: a combination of meteo-based decision-support systems. *Bulletin OEPP/EPPO*, 30: 65-68.
 15. Bouma E. 2003a. Decision support systems used in the Netherlands for reduction in the input of active substances in agriculture. *Bulletin OEPP/EPPO*, 33: 461-466.
 16. Bouma E. 2003b. GEWIS, a weather-based decision support system for timing the application of plant protection products. *Bulletin OEPP/EPPO*, 33: 483-487.
 17. Bouma E. 2007. Computer aids for plant protection, historical perspective and future developments. *Bulletin OEPP/EPPO*, 37: 247-254.
 18. Breuer N. E., Cabrera V.E., Ingram, K.T. Broad K., Hildebrand P.E. 2007. AgClimate: a case study in participatory decision support system development. *Climatic Change*, 87(3-4), 385-403.
 19. Buchanan J.T., Acevedo W., Zirbes R. 2002. Decision Support: A Literature Review and Case Studies in the Central Valley of California. U.S. Geological Survey White Paper. Electronic document [PDF](#).
 20. Cox, P.G. 1996. Some Issues in the Design of Agricultural Decision Support Systems. *Agricultural Systems*, Vol. 52, Issue 2-3, October 11, 1996, pp. 355-381.
 21. Cupiał M. 2005. Program wspomagający nawożenie mineralne "NAWOZY 2". *Inżynieria Rolnicza*, 14(74): 65-68. Dokument elektroniczny [PDF](#).
 22. Cupiał M. 2006. Potrzeby informacyjne gospodarstw rolnych Małopolski. *Inżynieria Rolnicza*, 2(77):185-190. Dokument elektroniczny, [PDF](#).
 23. Cupiał M. 2006. System wspomagania decyzji dla gospodarstw rolniczych. *Inżynieria Rolnicza*, 9(84), str. 140.
 24. Cupiał M. 2010. Wykorzystanie źródeł informacji w gospodarstwach rolniczych Małopolski o różnym kierunku produkcji. *Inżynieria Rolnicza*, 4(122): 37-42. Dokument elektroniczny [PDF](#).
 25. Cupiał M., Kobuszewski M. 2011. Optymalizacja wyposażenia technicznego wybranych gospodarstw przy pomocy programu OTR-7. *Inżynieria Rolnicza*, 8(133): 69-74. Dokument elektroniczny [PDF](#).
 26. Cupiał M., Kuboń M. 2005. Dobór środków transportowych dla gospodarstwa przy pomocy programu "Agregat - 2". *Inżynieria Rolnicza*, 14(74): 69-74. Dokument elektroniczny [PDF](#).
 27. Davis G.B. (ed). 1997. *Blackwell Encyclopedic Dictionary of Management Information Systems*. Blackwell Publishers Ltd. Oxford, UK, 263 pp.
 28. Díez E., McIntosh B.S. 2009. A review of the factors which influence the use and usefulness of information systems. *Environmental Modelling & Software*, 24(2009): 588-602.
 29. Duan Y., Edwards J.S., Xu M.X. 2005. Web-based expert systems: benefits and challenges. *Information & Management*, 42(2005): 799-811.
 30. Dwornikiewicz J., Pietruch Cz., Kozyra J. 2008. System sygnalizacji zagrożenia plantacji chmielu przez mączniaka rzekomego. [W:] "Wybrane zagadnienia hodowli i agrotechniki tytoniu i chmielu". *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 13: 121-129. Dokument elektroniczny [PDF](#).
 31. Easdown W., Starasts A. 2004. Constructing useful information for farmers - the role of IT. *Proc. 4th International Crop Science Congress, 2004*. Electronic document [HTML](#).

32. Eastwood C.R., Chapman D.F., Paine M.S. 2012. Networks of practice for co-construction of agricultural decision support systems: Case studies of precision dairy farms in Australia. *Agricultural Systems*, 108(2012): 10-18.
33. Endler M. Roehrig M. Improving decision support in plant production with GIS. EFITA 2009 Conference, Wageningen, The Netherlands, 6-8 July 2009. Conf. Proc. 7th EFITA Conference. Dokument elektroniczny online www.efita.net.
34. Edwards, B.R. 1988. *Understanding maths and statistics in business*. Unwin Hyman Ltd, London.
35. Fang X., Holsapple C.W. 2011. Impacts of navigation structure, task complexity, and users' domain knowledge on Web site usability - an empirical study. *Information Systems Frontiers*, (2011) 13: 453-469.
36. Finlay P.N., Wilson J.M. 1997. Validity of Decision Support Systems: Towards a Validation Methodology. *Systems Research and Behavioral Science*, 14(3): 169-182.
37. Folkedal A., Brevig C. 2003. VIPS - a web-based decision support system for farmers, agricultural extension services and agricultural scientists. *Bulletin OEPP/EPPO*, 33: 451-454.
38. Forman E., Selly M.A. 2001. *Decision by Objectives*. Electronic book in PDF format.
39. Francik S. 2010. Analiza wykorzystania przez rolników programów komputerowych do wspomaganie decyzji. *Inżynieria Rolnicza*, 7 (125): 47-54. Dokument elektroniczny PDF.
40. Gelb E., Auernhammer A., Wagner P., Blackmore S. 2009. Technological Innovation Adoption - Constraint Commonalities. Summary of the 2009 EFITA/JIAC plenary session. In: E. Gelb, A. Offer (Eds.). *ICT in Agriculture: Perspectives of Technological Innovation*. The Hebrew University of Jerusalem, Center for Agricultural Economic Research. PDF.
41. Gelb E.M., Bonati G., Carel J.L., Claustriax J.J., Jurgens P., Lehnert, S., Pasher P., Kamp J.A.L.M., Mourao A.M., Wahl V., Nicol J., Nunez Butragueno J.A., Costa F., Spoiden G., Raschas, M. 1997. ICT Adoption in Agriculture - an Agricultural Software-review Perspective. In: H. Kure, I. Thysen, A. R. Kristensen (Eds.). *Proc. First European Conference for Information Technology in Agriculture*. The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Denmark, 15-18 June 1997, pp. 123-134.
42. Gelb E., Voet H. 2009. ICT Adoption Trends in Agriculture: A summary of the EFITA ICT Adoption Questionnaires (1999 - 2009). PDF.
43. Gloy B.A., Akridge J.T. 2000. Computer and internet adoption on large U.S. farms. *International Food and Agribusiness Management Review*, 3(2000): 323-338.
44. Górski T. 2004. Fenologia kukurydzy. Dokument elektroniczny ASP/HTML.
45. Grieger A., Sławiński K. 2008. Porównanie zastosowania internetu w gospodarstwach rolnych w zależności od prowadzonego w nich systemu produkcji rolniczej. *Inżynieria Rolnicza*, 11(109):63-67. Dokument elektroniczny, PDF.
46. Grudziński J. 2006. Technologie informacyjne w systemach doradczych zarządzania gospodarstwem rolnym. *Inżynieria Rolnicza*, 5(80):207-213. Dokument elektroniczny, PDF.
47. Gutsche V. 2001. From Mathematical Models to Decision Support Systems - the Development of the German Plant Protection Forecasting System Paso. EFITA 2001, Montpellier (France), 18-20 June 2001. Conference proceedings, vol. 1, pp. 7-12. Wersja elektroniczna PDF dostępna na portalu www.efita.net.
48. Hall L., Dunkelberger J., Ferreira W., Prevatt J.W., Martin N.R. 2003. Diffusion-Adoption of Personal Computers and the Internet in Farm Business Decisions: Southeastern Beef and Peanut Farmers. *Journal of Extension*, June 2003, vol. 41, no. 1. HTML.
49. Hamlett M.J., Knight C.G. 2010. Decision Support for River Quality Management: The REKA Model in Bulgaria. In: Manos B., Paparrizos K., Matsatsinis N., Papatthasiou J. (eds.). *Decision support systems in agriculture, food and the environment: trends, applications and advances*. IGI Global, ISBN 978-1-61520-881-4, pp. 554.
50. Harsh S.B. 1998. *Agricultural Information Systems: Current Applications and Future Prospects*. Proc. First Asian Conference for Information Technology in Agriculture.

- Agricultural Information Technology in Asia and Oceania 1998. Electronic document [PDF](#).
51. Harsh S.B. 2005. Management Information Systems. In: Gelb E., Offer A. (eds). ICT in Agriculture: Perspectives of Technological Innovation. Electronic document, [PDF](#) format.
 52. Hayman P. 2004. Decision support systems in Australia dryland: a promising past, a disappointing present and uncertain future. Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, 26th-31st September 2004, Brisbane, Australia.
 53. Hołaj H., Kusz A., Maksym P., Marciniak A. W. 2011. Modelowanie problemów decyzyjnych w integrowanym systemie produkcji rolniczej. Inżynieria Rolnicza, 6(131): 53-60. [PDF](#).
 54. Holsapple C.W. 2008. DSS Architecture and Types. In: Burstein F., Holsapple C.W. (Eds). Handbook on Decision Support Systems 1. Springer, Berlin, 2008. ISBN 978-3-540-48712-8.
 55. Iddings R.K., Apps J.W. 1990. Journal of Extension, Spring 1990, vol. 28, no. 1. [HTML](#), [HTML](#).
 56. Jakku E., Thorburn P.J. 2010. A conceptual framework for guiding the participatory development of agricultural decision support systems. Agricultural Systems, 103(2010) 675-682.
 57. Jarosz Z. 2014. Systemy wspomaganie decyzji w rolnictwie. Studia i Raporty IUNG-PIB, 38(12):53-66. [PDF](#).
 58. Jensen A.L., Boll P.S., Thyssen I., Pathak B.K. 2000. PI@ntelInfo® - a web-based system for personalised decision support in crop management. Computers and Electronics in Agriculture, 25(2000):271-293.
 59. Jensen A.L., Thyssen I., Boll P.S., Hansen J.G., Secher B.J.M., Juhl O. 1997. PI@ntelInfo - Using the Internet for Custom Tailored Crop Information. Proc. EFITA 1997, Copenhagen, 15-18 June, 1997. Electronic document, [PDF](#) (from www.efita.net), [PDF](#) (from www.informatique-agricole.org).
 60. Jensen A.L., Thyssen I. 2003. Agricultural Information and Decision Support by SMS. Proc. EFITA 2003 Conference, pp. 286-292. 5-9. July 2003, Debrecen, Hungary. Electronic [PDF](#) format.
 61. Jörg E., Wójtowicz A., Röhrig M., Kleinhenz B. 2006. Doświadczenia niemieckie w opracowaniu i upowszechnianiu internetowego systemu wspomagającego podejmowanie decyzji w ochronie roślin. Progress in Plant Protection / Postępy w Ochronie Roślin, 46(1):189-192. Dokument elektroniczny [PDF](#).
 62. Kasprzak T. (red.). 1992. Systemy wspomaganie decyzji wielokryterialnych. Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
 63. Keil B., Kleinhenz B. 2007. AgmedaWin - a tool for easy and flexible management of meteorological data. Bulletin OEPP/EPPO, 37: 335-338.
 64. Klimasara E., Białoń P., Florek J., Adamski K., Arabas J., Cichosz P., Dydyński A., Nowak R. 2005. Metody i techniki pozyskiwania wiedzy z danych oraz komputerowego wspomaganie decyzji dla potrzeb administracji państwowej. Instytut Łączności i Politechnika Warszawska. Raport końcowy z realizacji zadania Programu Wieloletniego. Maszynopis str. 194. Dokument elektroniczny [PDF](#).
 65. Korhonen P., Mano H., Stenfors S., Wallenius J. 2008. Inherent Biases in Decision Support Systems: The Influence of Optimistic and Pessimistic DSS on Choice, Affect, and Attitudes. Journal of Behavioral Decision Making, 21: 45-58.
 66. Kozłowski R. J., Weres J. 2007. Komputerowe wspomaganie identyfikacji szkodników i chorób rzepaku ozimego. Inżynieria Rolnicza, 2(90):109-117. Dokument elektroniczny [PDF](#).
 67. Kozłowski R. J., Weres J. 2008. Internetowy system doradczy "Rzepinfo" wspomagający ochronę plantacji rzepaku ozimego. Inżynieria Rolnicza, 2(100):101-110. Dokument elektroniczny [PDF](#).
 68. Kozłowski R.J., Weres J., Rudowicz-Nawrocka J. 2011. Komputerowe systemy wspomaganie decyzji w zarządzaniu gospodarstwem rolniczym. Ekspertyzy, projekt "Agroinżynieria gospodarce". UP Poznań, 2011, str. 64. Dokument elektroniczny [PDF](#).

69. Kozłowski R.J., Weres J. 2013. Komputerowe systemy wspomaganie decyzji w zarządzaniu gospodarstwem rolniczym. W: Ryszard Hołownicki i Maciej Kuboń (red). Współczesna Inżynieria Rolnicza - osiągnięcia i nowe wyzwania. Monografia tom III. Komitet Techniki Rolniczej PAN, Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, Kraków, 2013, str. 151-223. ISBN 978-83-935020-4-2.
70. Kozyra J., Dwornikiewicz J., Nieróbca A., Pietruch Cz. 2007. Agrometeorologiczny system ochrony plantacji chmielu przed mączniakiem rzekomym (*Pseudoperonospora humuli Miy. et Tak.*). Przegląd Naukowy - Inżynieria i Kształtowanie Środowiska, 2007, 3(37): 48-54. Dokument elektroniczny [PDF](#).
71. Kozyra J., Zaliwski A.S., Nieróbca A., Grabiński J. 2009. System zaleceń rolniczych związanych z przebiegiem pogody. Studia i Raporty IUNG-PIB, 16: 97-106. [PDF](#).
72. Kuboń M. 2007. Poziom wyposażenia i wykorzystania elementów infrastruktury informatycznej w gospodarstwach o różnym typie produkcji rolniczej. Inżynieria Rolnicza, 9(97): 95-102. [PDF](#).
73. Kuboń M. 2008. Koszty procesów teleinformacyjnych w gospodarstwach o różnym typie produkcji rolniczej. Inżynieria Rolnicza, 4(102): 439-445. [PDF](#).
74. Kuhlmann F., Brodersen C. 2001. Information technology and farm management: developments and perspectives. Computers and Electronics in Agriculture, 30(2001):71-83.
75. Lambert J.R. 2005. Tell Me, Crop, How Are You? In: E. Gelb, A. Offer (Eds.). ICT in Agriculture: Perspectives of Technological Innovation. The Hebrew University of Jerusalem, Center for Agricultural Economic Research. [PDF](#).
76. Łoboda M., Krysztofiak A., Lenartowicz M. 2005. System wspomagający decyzję zakupu ciągników i maszyn rolniczych. Inżynieria Rolnicza, 8(68): 211-217. Dokument elektroniczny [PDF](#).
77. Long W., Cooper I. 2011. Farmer Decision-Making in Rainfed Farming Systems. In: Tow, P., Cooper, I., Partridge, I., Birch, C. (Eds.). Rainfed Farming Systems. Springer Netherlands. ISBN 978-1-4020-9132-2.
78. Mackrell D., Kerr D., von Hellens L. 2009. A qualitative case study of the adoption and use of an agricultural decision support system in the Australian cotton industry: The socio-technical view. Decision Support Systems, 47(2009):143-153.
79. Manos B., Ciani A., Bournaris T., Vassiliadou I., Papathanasiou J. 2004. A taxonomy survey of decision support systems in agriculture. Agricultural Economics Review, August 2004, Vol. 5, No 2
80. Manos B., Paparrizos K., Matsatsinis N., Papathanasiou J. (Eds). 2010. Decision support systems in agriculture, food and the environment: trends, applications and advances. IGI Global, Hershey, PA, USA, 2010. ISBN 978-1-61520-881-4.
81. Marra M., Pannell D.J., Ghadim A.A. 2003. The economics of risk, uncertainty and learning in the adoption of new agricultural technologies: where are we on the learning curve? Agricultural Systems, 75(2003): 215-234.
82. Massey C., Morriss S., Alpass F., Flett R. 2004. A Framework for Building Technological Learning: Evidence from the New Zealand Dairy Industry. Journal of Extension, June 2004, vol. 42, no. 3. [HTML](#).
83. Matthews K.B., Schwarz G., Buchan K., Rivington M., Miller D. 2008. Wither agricultural DSS? Computers and Electronics in Agriculture, 61(2008):149159.
84. McCown R.L. 2002a. Locating agricultural decision support systems in the troubled past and socio-technical complexity of 'models for management'. Agricultural Systems, 74: 11-25.
85. McCown R.L., Hochman Z., Carberry P.S. 2002. Probing the enigma of the decision support system for farmers: Learning from experience and from theory. Agricultural Systems, 74:1-10.
86. Meensel, Van J., Lauwers L., Kempen I., Dessein J., Huylenbroeck, Van G. 2012. Effect of a participatory approach on the successful development of agricultural decision support systems: The case of Pigs2win. Decision Support Systems, 54(2012): 164-172.
87. NegFry online. 2015. IUNG-PIB, Puławy. [NegFry online](#).

88. Nguyen N.C. 2007. Risk management strategies and decision support tools for dryland farmers in southwest Queensland, Australia. Doctor's thesis. University of Queensland, Gatton, Queensland, Australia. 255 pp. Electronic document [PDF](#).
89. Nguyen N.C., Wegener M., Russell I. 2011. Risk Management Strategies and Decision Support Systems in Agriculture. In: Tow, P., Cooper, I., Partridge, I., Birch, C. (Eds.). Rainfed Farming Systems. Springer Netherlands. ISBN 978-1-4020-9132-2.
90. Nieróbca A. 2009. Systemy wspomaganie decyzji w ochronie roślin jako element integrowanej produkcji. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 16:31-44. [PDF](#).
91. Nieróbca A., Zaliwski A. S., Horoszkiewicz - Janka J. 2010. Rozwój internetowego systemu wspomaganie decyzji w ochronie zbóż. *Inżynieria Rolnicza*, 7(125): 167-173. [PDF](#).
92. Nieróbca A., Zaliwski A.S. 2014. Informacja i wiedza w rolnictwie. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 38(12):9-28. [PDF](#).
93. Nowakowski K., Boniecki P., Majewski A. 2005. Optymalizacja procesów decyzyjnych przy zastosowaniu wybranych metod sztucznej inteligencji. *Inżynieria Rolnicza*, 2(62): 131-136 [PDF](#).
94. Olesen J.E., Pedersen L., Christensen S., Secher J.M., Petersen J. 1997. An Integrated Decision Support System for Management of Winter Wheat. Proc. First European Conference for Information Technology in Agriculture, Copenhagen, 15-18 June, 1997. Electronic document [PDF](#) format.
95. Öhlmér B. 2007. The need and design of computerized farm management tools. Working paper series. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Economics, Uppsala. 15 pp. Electronic document [PDF](#) format.
96. Parker C. 1999. A User Centred Design Method for Agricultural DSS. EFITA 1999 Conference, 27-30 Sep. 1999, University of Bonn, Department of Agricultural Economics, Bonn, Germany. Electronic document online www.efita.net.
97. Phillips-Wren G., Mora M., Forgionne G. 2011. Assessing Today: Determining the Decision Value of Decision Support Systems. In: David Schuff, David B. Paradice, Frada Burstein, Daniel J. Power, Ramesh Sharda (Eds.). *Decision Support - An Examination of the DSS Discipline*. *Annals of Information Systems* 14, Springer 2011, ISBN 978-1-4419-6180-8.
98. Power D.J. 2008. Decision Support Systems: A Historical Overview. In: Burstein F., Holsapple C.W. (Eds). *Handbook on Decision Support Systems 1*. Springer, Berlin, 2008. ISBN 978-3-540-48712-8.
99. Power D.J., Burstein F., Sharda R. 2011. Reflections on the Past and Future of Decision Support Systems: Perspective of Eleven Pioneers. In: David Schuff, David B. Paradice, Frada Burstein, Daniel J. Power, Ramesh Sharda (Eds.). *Decision Support - An Examination of the DSS Discipline*. *Annals of Information Systems* 14, Springer 2011, ISBN 978-1-4419-6180-8.
100. Power D.J., Sharda R. 2007. Model-driven decision support systems: Concepts and research directions. *Decision Support Systems*, 43(2007): 1044-1061.
101. Przybył J., Łoboda M., Dworecki Z. 2006. System informatyczny wspomagający zarządzanie procesem produkcji buraka cukrowego. *Inżynieria Rolnicza*, 13(88):393-401. Dokument elektroniczny [PDF](#).
102. Racca P., Kleinhenz B., Zeuner T., Keil B., Tschöpe B., Jung J. 2011. Decision Support Systems in Agriculture: Administration of Meteorological Data, Use of Geographic Information Systems (GIS) and Validation Methods in Crop Protection Warning Service. In: Chiang Jao (ed). *Efficient Decision Support Systems - Practice and Challenges From Current to Future*. InTech, pp. 331-354. ISBN: 978-953-307-326-2.
103. Rączka K., Kowalski M., Gąsiorek S. 2007. Systemy wspomagające podejmowanie decyzji w przedsiębiorstwie. *Inżynieria Rolnicza*, 6(94):205-212. Dokument elektroniczny [PDF](#).
104. Röhrig M. 2007. ISIP - the German advisory portal for plant production. EFITA / WCCA 2007 Joint Conference, Glasgow Caledonian University, Scotland, UK, 2-5 July 2007. Conf. Proc. Electronic document online www.efita.net.

105. Röhrig M. 2007. www.isip.de - online plant protection information in Germany. OEPP/EPPO Bulletin, 37: 350-352. Electronic document, [PDF](#).
106. Rudowicz J. 2001. Systemy informacji przestrzennej we wspomaganie decyzji w rolnictwie. Inżynieria Rolnicza, 11(31): 271-27.
107. Rysak W. 2009. Praktyczne zastosowanie systemu wspomaganie decyzji w ochronie ziemniaka na terenie woj. lubelskiego. Studia i Raporty IUNG-PIB, 16:59-67. [PDF](#).
108. Saaty T.L. 2006. Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process. Vol. VI, AHP Series, RWS Publications, Pittsburgh, USA, 478 pp.
109. Shim J., Warkentin M., Courtney J., Power D., Sharda R., Carlsson C. 2002. Past, Present and Future of Decision Support Technology. Decision Support Systems, 33(2): 111-126.
110. Salami P., Ahmadi H. 2010. Review of Farm Management Information Systems (FMIS). New York Science Journal, 3(5): 87-95.
111. Sharda R., Delen D., Turban E.: Business Intelligence and Analytics: Systems for Decision Support. 10th edition. Pearson Education, Harlow, Essex, England, 2014.
112. Shibl R., Lawley M., Debuse J. 2013. Factors influencing decision support system acceptance. Decision Support Systems, 54 (2013): 953-961.
113. Sławiński K., Grieger A. 2009. Ocena wykorzystania technologii informacyjnych w wybranych gospodarstwach rolnych województwa zachodniopomorskiego. Inżynieria Rolnicza, 9(118):241-244. [PDF](#).
114. Sojak M., Głowacki S. 2005. Możliwość zastosowania systemu ekspertowego do wspomaganie decyzji w proesie zwalczania szkodników buraka ćwikłowego w okresie jego wegetacji. Inżynieria Rolnicza, 14(74):323-330. [PDF](#).
115. Solarska E. 1988. Zwalczanie mączniaka rzekomego chmielu na podstawie prognozowania porażenia. Instrukcja wdrożeniowa, 155/88, IUNG Puławy.
116. Solarska E. 1989. Prognozowanie i sygnalizacja występowania mączniaka rzekomego chmielu. Instrukcja upowszechnieniowa, 27/89, IUNG Puławy.
117. Sorensen C. A. G., Pesonen L., Fountas S., Suomi P., Bochtis D., Bildsoe P., Pedersen S. M. 2010. A user-centric approach for information modelling in arable farming. Computers and Electronics in Agriculture, 73(1): 44-55.
118. Stabell C.B. 1974. On the Development of Decision Support Systems as a Marketing Problem. Sloan School Of Management, MIT, Cambridge, MA, USA, 1974. Dokument elektroniczny [PDF](#), pozyskany 25.09.2012, [The Internet Archive](#).
119. Stone P., Hochman Z. 2004. If interactive decision support systems are the answer, have we been asking the right questions? New directions for a diverse planet: Proceedings of the 4th International Crop Science Congress. [HTML](#), [PDF](#).
120. Turban E., Sharda R., Delen D. 2010. Decision Support and Business Intelligence Systems (9th Edition). Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA, 720 pp. ISBN: 978-0-13-610729-3.
121. Urbańska M., Gierszal H., Nowacki M. 2010. System wsparcia decyzji w ochronie roślin uprawnych. Inżynieria Rolnicza, 7(125):223-228. Dokument elektroniczny [PDF](#).
122. Xia Y., Maarey R., Suiter K., Stinner R. 2007. Applications of Information Technology in IPM. In: Ciancio, A., Mukerji, K.G. (Eds.). General Concepts in Integrated Pest and Disease Management. 359 pp. ISBN 978-1-4020-6060-1.
123. Zaliwski A.S. 2007. Systemy wspomaganie decyzji w nowoczesnej produkcji roślinnej. [W:] Integrowana Produkcja Roślinna. IUNG-PIB Puławy, 2007, 13-19.
124. Zaliwski A.S. 2009. System wspomaganie decyzji w wyborze odmiany kukurydzy (ZeaSoft). Studia i Raporty IUNG-PIB, 2009, 16:83-96. [PDF](#).
125. Zaliwski A.S. 2012. Walidacja systemu wspomaganie decyzji ZeaSoft - moduł nawożenia. Inżynieria Rolnicza, 2(137):357-365. [PDF](#).
126. Zaliwski A.S. 2013. Informacja, wiedza, decyzje i systemy wspomaganie decyzji. Studia i raporty IUNG-PIB, 33(7): 45-68, [PDF](#).
127. Zaliwski A.S. 2014a. Application reporting yield forecasts of selected crops in Poland (*Aplikacja raportująca prognozy plonów wybranych upraw w Polsce*). Agricultural Engineering (Inżynieria Rolnicza), 3(151): 219-226. [PDF](#).

128. Zaliwski A.S. 2014b. Oprogramowanie narzędziowe portalu IPO. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2014, 38(12): 89-114. [PDF](#).
129. Zaliwski A.S. 2015a. Systemy wspomaganie decyzji jako źródło informacji decyzyjnej w integrowanej produkcji roślinnej. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2015, 44(18): 25-51. [PDF](#).
130. Zaliwski A.S. 2015b. NegFry online - system wspomaganie decyzji w zwalczaniu zarazy ziemniaka. IUNG-PIB, Puławy. [HTML](#), [PDF](#). Dostęp 18.11.2015.
131. Zaliwski A.S., Hołaj J. 2001. Wybrane aspekty wspomaganie decyzji technologicznych w gospodarstwie rolnym. Pamiętnik Puławski, 124:421-428.
132. Zaliwski A.S., Hołaj J. 2002. System wspomaganie decyzji w ochronie roślin udostępniony w internecie. Inżynieria Rolnicza, 2(35): 341-350.
133. Zaliwski A.S., Hołaj J. 2005. ZEASOFT - System wspomaganie decyzji w uprawie kukurydzy. Inżynieria Rolnicza, 14(74):385-393. [PDF](#).
134. Zaliwski A.S., Hołaj J. 2006. Modelowanie technologii produkcji kukurydzy na ziarno w aspekcie efektywności ekonomicznej. Inżynieria Rolnicza, 6(81):407-414. [PDF](#).
135. Zaliwski A.S., Hołaj J. 2007. System wspomaganie decyzji w produkcji kiszonki z kukurydzy. Inżynieria Rolnicza, 2(90): 327-332. [PDF](#).
136. Zaliwski A.S., Nieróbca A. 2007. Internetowy system wspomaganie decyzji do oceny ryzyka występowania *Pseudocercospora herpotrichoides*. Prog. Plant. Prot./Post. Ochr. Rośl., 47(2): 358-390.
137. Zaliwski A.S., Nieróbca A. 2010. Przedstawienie systemu wspomaganie decyzji do określania potrzeby zabiegu przeciw septoriozie plew pszenicy (*Septoria nodorum*). Post. Ochr. Rośl. / Prog. Plant Prot., 50(4): 1837-1840.
138. Zaliwski A.S., Nieróbca A. 2010. Walidacja systemu wspomaganie decyzji ZeaSoft - modele plonów. Inżynieria Rolnicza, 7(125):253-259. [PDF](#).
139. Zaliwski A.S., Pietruch C. 2007. Narzędzia informatyczne w produkcji roślinnej. Inżynieria Rolnicza, 2(90): 333-339. [PDF](#).
140. Zaliwski A.S., Wolny S. 2003. A Concept of Internet Decision Support System for Integrated Plant Protection. Journal of Plant Protection Research, 43(3): 281-290.
141. Zawłek W. 2001. System doradztwa rolniczego i nadzoru upraw GrowSoft. Pamiętnik Puławski, 124: 457-464.
142. ZEPP. 2015. Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz, DLR Rheinhessen-Nahe-Hunsrück, Bad Kreuznach, Deutschland. Dokument dostępny na stronach [ZEPP](#). Dostęp 19.08.2015.
143. Zeuner T., Kleinhenz B., Roehrig M. 2011. iGreen - Plant Protection Manager (PPM). EFITA 2011 Conference, Czech University of Life Sciences, Prague, Czech Republic, 11-14 Jul 2011. Conf. Proc. 8th EFITA Conference. Dokument elektroniczny online www.efita.net.

Ostatnia modyfikacja 19.11.2015

Opracował [Andrzej S. Zaliwski](#)
Zastrzeżenia prawne
Rysunki [Leszek Purchała](#), [Andrzej S. Zaliwski](#)

Sugerowany sposób cytowania tej strony:

Zaliwski A.S. 2015. System wspomaganie decyzji jako źródło informacji. Wydanie 2. System doradztwa w zakresie zrównoważonej produkcji roślinnej. IUNG-PIB Puławy.