

INTERNETOWY SYSTEM DORADCZY „RZEPINFO” WSPOMAGAJĄCY OCHRONĘ PLANTACJI RZEPAKU OZIMEGO

Radosław J. Kozłowski, Jerzy Weres

Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Streszczenie. Alternatywą dla powszechnie stosowanych sposobów dostępu do informacji związanych z produkcją rolniczą są pojawiające się w sieci kompleksowe systemy doradcze wspomagające rolnika w podejmowaniu istotnych dla jego plantacji decyzji. Systemy takie udostępniają między innymi informacji dotyczących ochrony prowadzonej uprawy, które ułatwiają utworzenie pełnego programu ochrony plantacji. Taką rolę pełni omówiony w pracy system doradczy „Rzepinfo”. Dostarcza on informacji związanych z ochroną plantacji rzepaku ozimego dotyczących: odmian, zapraw nasiennych, szkodników i chorób wyrządzających największe szkody, środków ochrony roślin itp. Wspomaga identyfikację szkodników, na podstawie ich budowy morfologicznej oraz chorób na podstawie charakterystycznych uszkodzeń rośliny. Ułatwia dobór odmian, zapraw nasiennych, środków ochrony roślin oraz zaplanowanie zabiegów ochronnych.

Słowa kluczowe: systemy wspomaganie decyzji, aplikacje internetowe, doradztwo rolnicze

Wprowadzenie

Zastosowanie rozproszonych systemów wspomaganie decyzji pozwala na udostępnienie w sieci pełnych danych, dotyczących wybranej dziedziny problemowej, które pozwalają na szybkie podjęcie trafnej decyzji. Systemy te są instrukcjami postępowania, najczęściej w postaci aplikacji komputerowych, opracowanymi na podstawie badań naukowych w danej dziedzinie. Zadaniem komputerowych systemów doradczych w rolnictwie jest przekazywanie rolnikom szczegółowych informacji w możliwie jak najprostszej formie i najkrótszym czasie [Bartkowski i in. 2000]. Systemy stosowane w doradztwie w zakresie ochrony roślin nazywane są często systemami taktycznymi [Coulouris i in. 1998].

Cel i zakres pracy

Celem było wytworzenie szybkiego, skutecznego i dostępnego dla każdego, systemu komputerowego wspomagającego użytkownika w podejmowaniu decyzji związanych z prowadzeniem produkcji rzepaku ozimego ze szczególnym uwzględnieniem jego ochrony.

Realizacja celu pracy obejmowała wykonanie następujących czynności:

- analiza wymagań oraz opracowanie struktury systemu na podstawie badań, wśród przyszłych użytkowników systemu,
- digitalizację wiedzy ekspertów dotyczącej terminów oraz metod zwalczania szkodników i chorób występujących na plantacjach rzepaku ozimego,
- opracowanie algorytmów wspomagających identyfikację szkodników i chorób rzepaku ozimego na podstawie opracowanych wcześniej drzew decyzyjnych,
- algorytmizację procesu decyzyjnego,
- opracowanie struktury baz danych i ich wypełnienie,
- zaprojektowanie i wytworzenie rozproszonej aplikacji doradczej,
- przetestowanie działania systemu w aspektach jego poprawności logicznej i zgodności z oczekiwaniami oraz określenie możliwości jego dalszej optymalizacji.

Analiza wymagań

Pracę realizowano zgodnie z zaleceniami inżynierii oprogramowania [Sommerville 2003]. Proces wytworzenia aplikacji rozpoczęto od analizy struktury rozpatrywanego systemu doradztwa w zakresie ochrony plantacji rzepaku ozimego oraz określenia wymagań oraz potrzeb osób, do których ten system, odwzorowany do postaci komputerowego systemu doradczego, jest kierowany.

Analiza wymagań pozwoliła na wyznaczenie szczegółowych funkcji systemu:

- udostępnianie informacji na temat szkodników i chorób wyrządzających największe szkody na plantacjach rzepaku ozimego,
- udostępnianie informacji dotyczących odmian rzepaku, zapraw nasiennych oraz środków ochrony roślin dostępnych w Polsce,
- komputerowa identyfikacja szkodnika lub choroby rzepaku ozimego,
- wybór odmian rzepaku, odpornych na szkodniki i choroby atakujące plantacje,
- wybór i sposób zastosowania chemicznych lub niechemicznych metod ochrony roślin,
- ustalenie terminu zabiegu na podstawie zaleceń wydawanych przez instytucje państwowe oraz progów ekonomicznej szkodliwości.

Projektowanie systemu doradczego

Kontynuując proces produkcji systemu doradczego zgodnie z zasadami inżynierii oprogramowania, kolejnym etapem po określeniu wymagań oraz opracowaniu podstaw teoretycznych jest szczegółowe określenie struktury systemu oraz analiza i wytypowanie technologii informatycznych umożliwiających realizację wszystkich założeń [Płodzień i in. 2005].

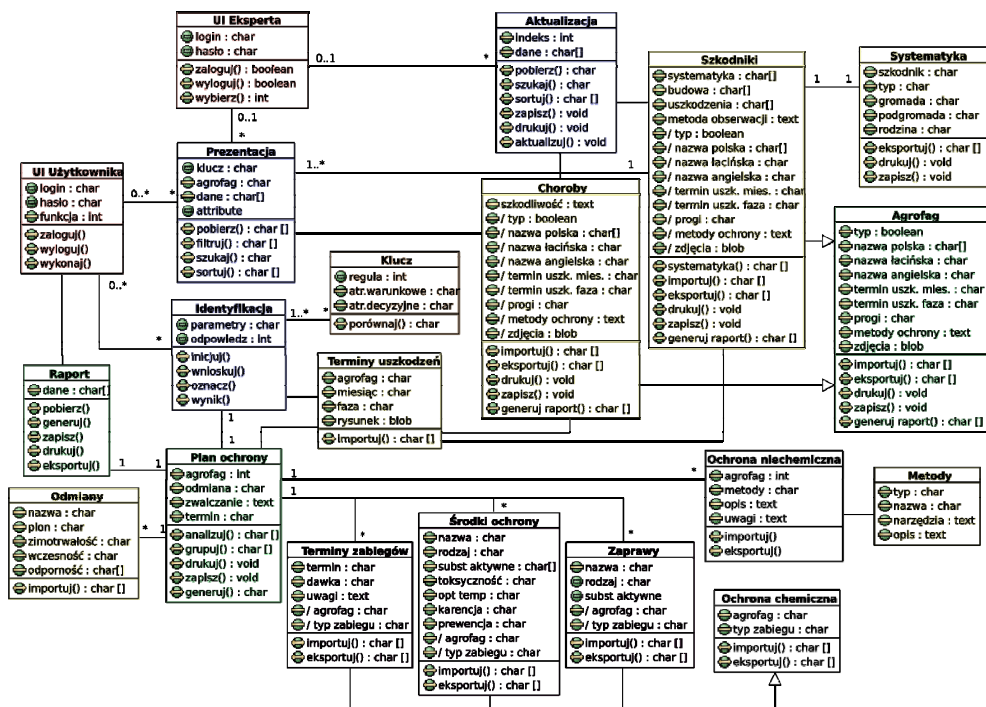
Opracowując model abstrakcyjny systemu doradczego wykorzystano między innymi metody udostępnione przez inżynierię oprogramowania oraz ujednolicony język modelowania UML. Stronę funkcjonalną oraz konspekt systemu przedstawiono graficznie w postaci diagramów przypadków użycia (rys. 1). Jednym z elementów takiego modelowania jest wprowadzenie aktorów, z których każdy reprezentuje grupę osób pełniących w systemie pewną rolę. Przypadki użycia wskazujące na stronę funkcjonalną systemu reprezentowane są za pomocą operacji, jakie mogą być wykonywane przez system. Powiązania pomiędzy poszczególnymi procesami a aktorami opisują scenariusze przypadków użycia.



Rys. 1. Diagram przypadków użycia przedstawiający stronę funkcjonalną aplikacji
 Fig.1. Use case diagram showing the functional aspects of the system

Strukturę systemu, podział na moduły i powiązania między nimi przedstawiono wykorzystując diagram związków między encjami opisany w metodykach strukturalnych oraz diagram klas (rys. 2) z metodyk obiektowych. Zaprojektowany diagram klas opisuje szczegółowo podział systemu na klasy reprezentujące poszczególne moduły systemu oraz powiązania między nimi.

Zaprojektowane modele były podstawą planu postępowania dotyczącego kolejnych etapów implementacji kodu.



Rys. 2. Diagram klas opisujący strukturę statyczną systemu

Fig. 2. Class diagram showing the structure of the system

Wytworzenie systemu

Najważniejszym etapem w tworzeniu oprogramowania jest oczywiście jego zakodowanie w wybranym środowisku i języku programowania. Kierując się założeniami projektowymi oraz analizując dostępność oraz funkcjonalność wybranych rozwiązań informatycznych wytypowano technologie informatyczne spełniające te kryteria. Projektowany rozproszony system doradczy jest systemem pracującym w technologii klient-serwer. Część aplikacyjna systemu działająca w technologii rozproszonej wymaga zastosowania oprogramowania zarządzającego serwerem WWW, może to być dowolny istniejący już w wybranej instytucji serwer lub zalecany Apache. Zaprojektowane strony dostępu do danych wymagają zastosowania na serwerze odpowiedniej wtyczki umożliwiającej interpretację kodu aplikacji. Wytworzona aplikacja internetowa komunikuje się z bazami danych umieszczonymi na serwerze wykorzystując skrypty języka PHP. Tablice z danymi oraz tablice decyzyjne zapisano w bazach zarządzanych przez relacyjny wieloplatformowy system bazodanowy MySQL.

Strukturę baz danych, wykorzystywanych jako podstawowe źródło informacji w projektowanym systemie, wykonano zgodnie z zaprojektowanymi wcześniej diagramami klas

oraz diagramami związków między encjami. Tablice zaimplementowane w bazie danych zawierają wszystkie informacje niezbędne do przedstawienia pełnego programu ochrony plantacji rzepaku ozimego. Znajdują się w nich podstawowe informacje dotyczące szkodników i chorób wyrządzających największe szkody na plantacjach rzepaku ozimego. Informacje te podzielono stosując kryteria zgodne z podziałem tablic na poszczególne kolumny. Powiązania (relacje) pomiędzy poszczególnymi tablicami w bazie realizowane będą dynamicznie w miarę zmiany parametrów uzyskiwanych od użytkownika. Dane zgromadzone w bazach zawierają informacje dotyczące:

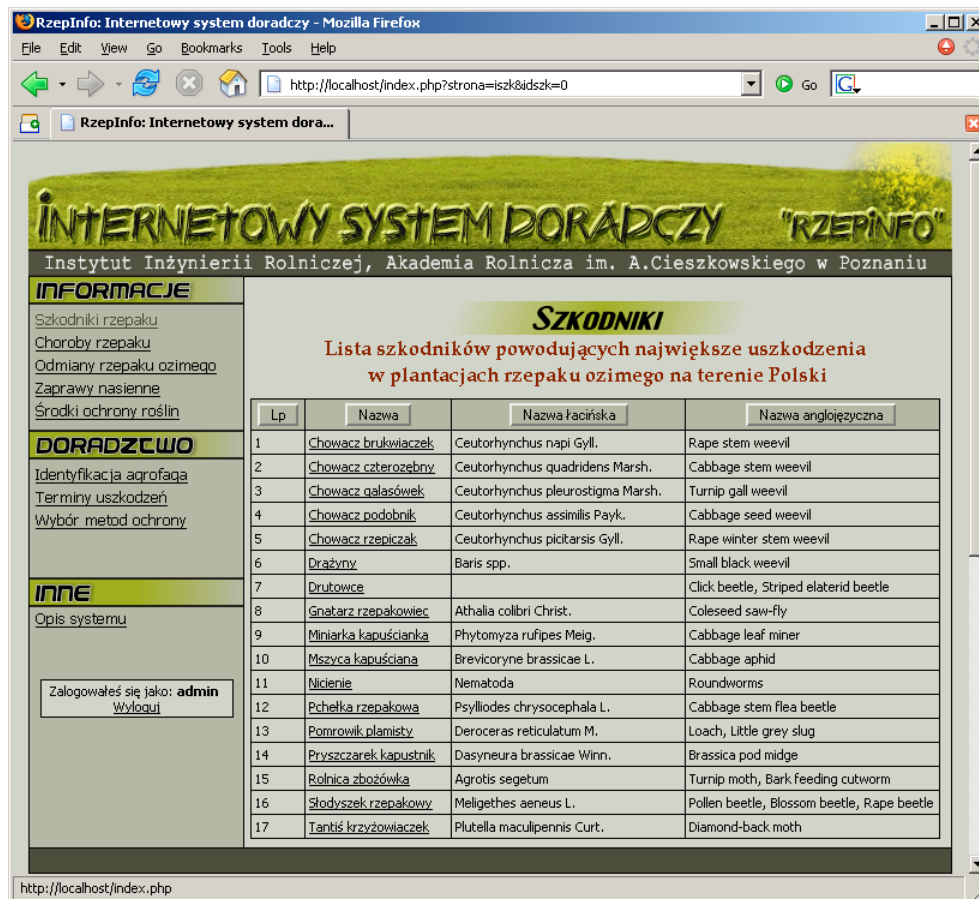
- odmian rzepaku ozimego, ich odporności na wybrane choroby,
- terminów, w których można zaobserwować objawy porażenia rośliny przez danego szkodnika bądź chorobę,
- zapraw nasiennych oraz środków ochrony roślin z uwzględnieniem terminów ich stosowania oraz szkodnika lub choroby, jaką zwalczają,
- niechemicznych metod ochrony plantacji rzepaku ozimego.

Właściwą pracę implementacyjną rozpoczęto od wytworzenia poszczególnych modułów doradczej aplikacji internetowej. Pierwszym etapem było zaprojektowanie przejrzystego interfejsu użytkownika, który jest jednym z najważniejszych elementów systemu. W projekcie zastosowano układ klasyczny stron składający się z nagłówka umieszczonego w górnej części strony, z przycisków nawigacyjnych po stronie lewej oraz okna z informacjami w prawej części strony.

Interfejs dzieli funkcje systemu na trzy niezależne części. Moduł logowania, moduł prezentacji danych i moduł decyzyjny. Statyczne elementy aplikacji wykonano przy użyciu standardowego języka opisu stron internetowych - HTML (Hypertext Markup Language) w połączeniu ze skryptami CSS (Cascade Style Sheets) pozwalającymi na wprowadzenie tzw. stylów, które ułatwiają zachowanie jednolitego wyglądu poszczególnych elementów systemu. Wewnątrz kodu strony umieszczono skrypty w języku PHP (PHP: Hypertext Preprocessor) zajmujące się wszystkimi dynamicznymi aspektami działania strony.

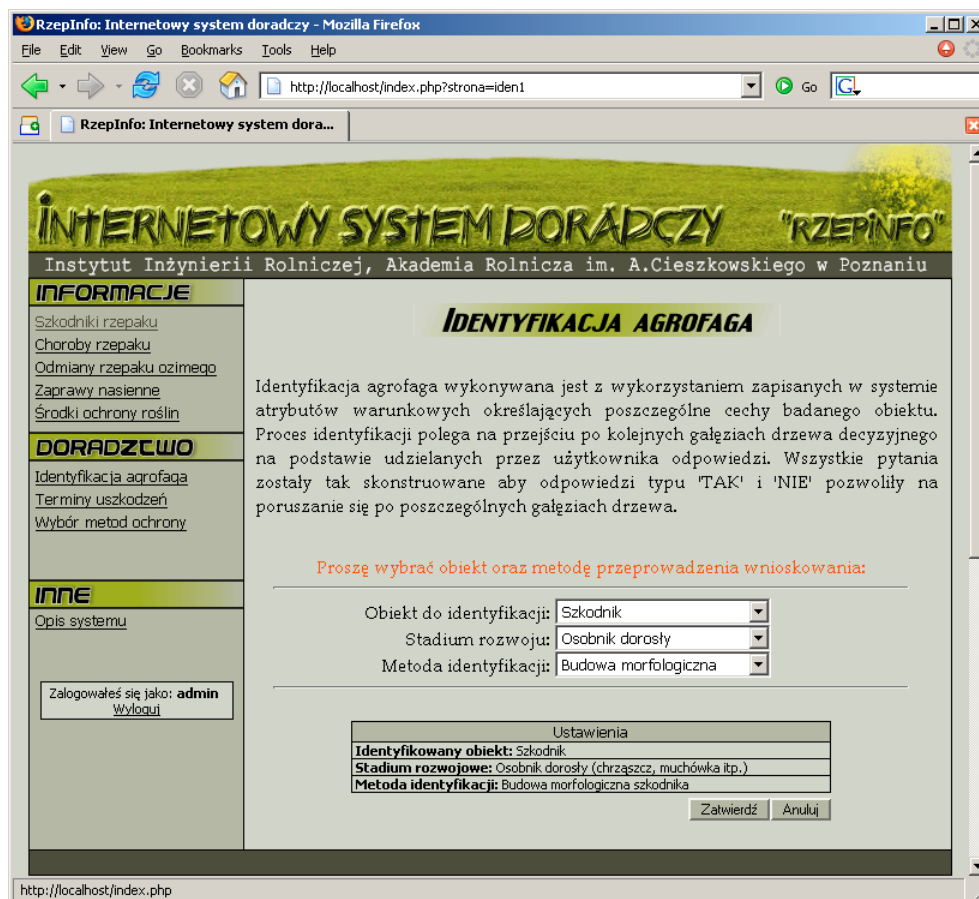
Tworzenie kodu aplikacji rozpoczęto od implementacji systemu obsługi użytkowników, w którym zastosowano standardowy mechanizm logowania polegający na przydzieleniu użytkownikom identyfikatora i hasła oraz związanych z tym różnych poziomów dostępu. Baza użytkowników wprowadza takie pojęcia, jak gość, użytkownik, administrator i ekspert. Każda z tych postaci reprezentuje inny poziom dostępu i może korzystać z różnych funkcji systemu.

Moduł prezentacji udostępnia użytkownikowi dane, zgromadzone w bazach. Informacje dotyczące najważniejszych szkodników i chorób rzepaku ozimego udostępniane są w formie tabelarycznej (rys. 3), zawierającej tylko informacje podstawowe oraz w formie listy przedstawiającej szczegółowo wszystkie dane dla wybranego szkodnika bądź choroby. Do części dotyczącej środków ochrony roślin dodatkowo dołączono etykiety udostępniane przez producentów. Zgodnie z założeniami funkcjonalności, użytkownik może wykonywać podstawowe operacje na danych. Zawierają one kryteria, wg których użytkownik może wykonywać wyszukiwanie, sortowanie i filtrowanie prezentowanych danych.



Rys. 3. Baza szkodników rzepaku ozimego udostępniana przez moduł prezentacji
 Fig. 3. Table with winter oilseed rape pests

Najważniejszym elementem wytworzonej aplikacji internetowej jest moduł wspomagający podejmowanie decyzji. Proces doradczy rozpoczyna się od przeprowadzenia wnioskowania mającego na celu identyfikację szkodnika bądź choroby występującej na badanej plantacji rzepaku ozimego. Użytkownik rozpoczyna pracę z modułem od wyboru trybu identyfikacji agrofaga (rys. 4) korzystając z dostępnych w systemie metod oznaczenia szkodnika (osobnika dorosłego lub stadiów młodocianych) lub choroby na podstawie: budowy morfologicznej oraz uszkodzeń roślin. W dalszym etapie identyfikacji można porównać także termin pojawu danego szkodnika lub choroby z terminem pojawienia się charakterystycznych uszkodzeń względem faz rozwojowych rośliny.



Rys. 4. Moduł doradczy – ustalenie parametrów identyfikacji agrofaga

Fig. 4. Identification of pests or diseases – identification parameters

Algorytm każdej z tych metod korzysta z danych zaimplementowanych wcześniej w postaci tablic decyzyjnych i przeprowadza wnioskowanie porównując odpowiedzi uzyskiwane od użytkownika z wartościami poszczególnych atrybutów warunkowych zapisanych w tablicy. Długość procesu wnioskowania zależy od pozycji danego szkodnika bądź choroby w zaprojektowanym drzewie decyzyjnym. Złożoność procesu decyzyjnego (czas decyzyjny) jest ograniczony liniowo przez liczbę atrybutów warunkowych.

Po zakończeniu procesu identyfikacji system umożliwia uzyskanie dalszych szczegółowych informacji na temat zidentyfikowanego agrofaga. Informacje te w wypadku szkodnika dotyczą jego systematyki, budowy morfologicznej w poszczególnych fazach jego rozwoju, opisu powodowanych przez niego uszkodzeń z zaznaczeniem uszkażanych części rośliny, terminów wystąpienia objawów porażenia w odniesieniu do fazy rozwojowej rośliny, metod obserwacji oraz sposobów zwalczania i progów ekonomicznej szkodliwości,

a w wypadku chorób - opisu objawów i ich szkodliwości, terminu pojawienia się uszkodzeń oraz metod zwalczania i progów ekonomicznej szkodliwości. W systemie udostępnione są także zdjęcia szkodników oraz uszkodzeń powodowanych przez najważniejsze choroby i szkodniki rzepaku ozimego.

Kolejne moduły aplikacji udostępniają użytkownikowi dane dotyczące sposobów zwalczania wytypowanego agrofaga łącznie z dokładnym opisem najskuteczniejszych w wypadku danego agrofaga metod niechemicznej i chemicznej ochrony rośliny. W wypadku zalecenia wykonania zabiegu środkami chemicznymi, podane są także najlepsze środki ochrony roślin, termin ich stosowania, dawka, oraz ewentualnie uwagi związane ze sposobem ich stosowania.

Testowanie systemu

Testowanie i weryfikacja systemów komputerowych jest ważnym i trudnym etapem w produkcji oprogramowania. Pominięcie tego etapu powoduje często, że produkt końcowy jest niedopracowany i może posiadać wiele trudnych do wykrycia błędów. W aplikacjach komputerowych mamy do czynienia z wieloma rodzajami błędów, które w różnym stopniu wpływają na jakość i szybkość działania aplikacji.

Ocenę jakości zaprojektowanego systemu doradczego przeprowadzono zarówno pod koniec fazy implementacji, jak i podczas całego procesu produkcji oprogramowania. Testowania poszczególnych modułów systemu dokonywano w miarę pracy nad nimi eliminując wszystkie błędy i niedociągnięcia. Testowanie odbywało się w sposób statyczny, polegający na analizie kolejnych instrukcji kodu oraz dynamiczny mający na celu sprawdzenie poprawności działania modułów. Działanie kodu całej aplikacji przetestowano po zakończeniu fazy implementacji po integracji poszczególnych elementów systemu. W tym celu sprawdzono zachowanie systemu na różnych platformach sprzętowych wykorzystując różne przeglądarki internetowe oraz ich konfigurację. Stwierdzono pełną kompatybilność aplikacji ze wszystkimi popularnymi przeglądarkami.

Dokonano też testowania funkcjonalności działania systemu poprzez sprawdzenie poprawności działania aplikacji bez bezpośredniej analizy kodu. Testy wykonano stosując zaprojektowane przypadki testowe, których zadaniem było sprawdzenie działania typowych funkcji wykonywanych przez aplikację. W wypadku aplikacji internetowych przypadki te są sekwencjami prostych operacji wykonywanymi przez użytkownika tego systemu. Operacjami w takich aplikacjach są: wpisanie wartości do pola edycyjnego, wybór pozycji z listy rozwijanej, czy przejście do innej strony za pomocą łącza. W celu sformalizowania zapisu tych operacji wykorzystano skrypty, generowane przez środowisko QEngine WebTest, wspomagające testowanie aplikacji internetowych.

Podsumowanie

Efektym użytkarnym pracy jest internetowy system doradczy wspomagający producenta rolnego w podejmowaniu decyzji związanych z ochroną jego plantacji rzepaku ozimego przed szkodnikami i chorobami wyrządzającymi największe szkody. System udostępnia informacje dotyczące szkodników i chorób rzepaku ozimego, odmian, zapraw nasiennych, środków ochrony roślin dostępnych w Polsce oraz metod i terminów stosowania zabiegów

ochronnych. Wprowadzone do systemu algorytmy wspomagające podejmowanie decyzji pozwalają na identyfikację szkodnika bądź choroby na podstawie budowy morfologicznej lub charakterystycznych uszkodzeń rośliny, dobór odpowiedniej metody zwalczania zidentyfikowanego agrofaga, dobór środków ochrony roślin oraz terminów ich stosowania.

Bibliografia

- Bartkowski J., Matuszak E.** 2000. Zadania doradztwa rolniczego w procesie integracji z Unią Europejską za szczególnym uwzględnieniem ochrony roślin. *Progress in Plant Protection/Postępy w ochronie roślin* 40(1) s. 323-329.
- Coulouris G., Dollimore J., Kindberg T.** 1999. Systemy rozproszone podstawy i projektowanie. WNT. Warszawa. ISBN: 83-204-2284-1.
- Sommerville I.** 2003. Inżynieria oprogramowania. WNT. Warszawa. ISBN: 83-204-2795-9.
- Plodzień J., Stemposz E.** 2005. Analiza i projektowanie systemów informatycznych. Wydawnictwo PJWSTK. Warszawa. ISBN 83-89244-42-X.

DECISION SUPPORT SYSTEM „RZEPINFO” FOR WINTER OILSEED RAPE PROTECTION

Abstract. Computer aided decision support systems helping the farmer in undertaking essential for his plantation decisions are the alternative for universal ways of the access to the information of agricultural production. The product of this work is an Internet-based decision-support system “Rzepinfo” assisting farmers in making decisions concerning the protection of their winter oilseed rape plantations. The client-server decision-support system designed here delivers information about pests and diseases of winter oilseed rape and the methods of combating them. The decision-support algorithms make it possible to identify the pests and diseases on the basis of morphology or characteristic damage to plants, and select the best methods of eliminating these threats.

Key words: decision support systems, web applications, agriculture advisory

Adres do korespondencji:

Radosław J. Kozłowski; email: rkozlowski@au.poznan.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
ul. Wojska Polskiego 50
60-637 Poznań