

## **SYSTEM WSPOMAGANIA DECYZJI OPTIMALIZUJĄCYCH ROZWÓJ MARGINALNYCH OBSZARÓW WIEJSKICH**

Małgorzata Leszczyńska

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

**Streszczenie.** W artykule została przedstawiona problematyka związana z wybranymi aspektami tworzenia systemu wspomagającego decyzje optymalizujące rozwój marginalnych obszarów wiejskich. Prezentowany tutaj, oparty na systemach informacji przestrzennej, system wspomagania decyzji może stanowić doskonałe narzędzie ułatwiające opracowywanie strategii rozwoju marginalnych obszarów wiejskich, pomagające zaoszczędzić czas i pieniądze, a przede wszystkim umożliwiające wdrożenie zasad zrównoważonego rozwoju, dzięki swoim zdolnościom do wyznaczania długoterminowych symulacji efektu ludzkiego oddziaływania na środowisko. Może też być pomocny w wyznaczaniu kierunków rozwoju restrukturyzowanych obszarów wiejskich, w ocenie efektów programów ochronnych, programów wspierających czy też programów łagodzących socjalne i ekonomiczne problemy. Technologia GIS stanowi w tym systemie naturalną ramę dostarczającą dogodnego sposobu analizowania i reprezentowania informacji powiązanej z komponentami przestrzennymi oraz architektury, zarządzania danymi, pozwalającą integrować ekstremalnie różne typy informacji oraz wiedzę ogólną ze szczegółową. Najważniejszym elementem prezentowanego systemu wspomagania decyzji jest połączony z systemem informacji geograficznej system ekspertowy, pozwalający przechowywać w formie reguł skomplikowaną wiedzę o procesach przyrodniczych, ekonomicznych i społecznych, która przy zastosowaniu specjalnie opracowanego algorytmu jest łączona z wiedzą o formach przyrodniczych i antropogenicznych przechowywaną w specjalnie zaprojektowanej bazie danych. Niniejszy artykuł stanowi studium, w którym przedstawiono opis poszczególnych elementów systemu i zasadność wyboru prezentowanych rozwiązań.

**Słowa kluczowe:** GIS, system ekspertowy, system wspomagania decyzji

## 1. WSTĘP

### 1.1. Przedstawienie problemu

Prezentowane w artykule zagadnienie zoptymalizowania rozwoju marginalnych terenów wiejskich należy do obszaru badawczego o zasadniczym znaczeniu dla rozwoju społecznego i gospodarczego kraju. Polska ma już bowiem rozwiązane podstawowe problemy: wyżywienia, uprzemysłowienia. Na przełomie lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych wkroczyła w trzeci etap, etap intensywnego rozwoju i wzrostu poziomu życia. Niestety, w trakcie przekształceń gospodarczych i politycznych powstały w Polsce obszary problemowe. Obszary te cechuje problem skrajnego ubóstwa, stagnacji, braku rozwoju pozarolniczych rynków pracy, wysokiego udziału gruntów rolnych, na których zaprzestano prowadzenia działalności rolnej. Największe natężenie opisywanych problemów wystąpiło w województwach, gdzie w przeszłości dominowało rolnictwo sektora państwowego. Na obszarach tych pojawiło się skrajnie wysokie bezrobocie, którego skutkiem jest ciągle ubożenie mieszkającej tam ludności, wzrost ilości zachowań patologicznych, porzucanie gospodarstw, degradacja ekosystemów i krajobrazów wiejskich stanowiących polskie dziedzictwo kulturowe i naturalne. Zjawiska te są problemem nie tylko w skali lokalnej. Wpływają one negatywnie również na gospodarkę kraju oraz przyrodę, w tym stosunki wodne i klimat. Ich wielopłaszczyznowość i złożoność wymagają specjalnego podejścia, które pozwoli uwzględnić wszelkie zależności zachodzące między działalnością ludzką, przyrodą, gospodarką, lokalizacją. Przy takiej złożoności problemu najważniejsze jest podejście holistyczne umożliwiające synergiczne wykorzystanie zarówno narzędzi finansowych, jak i wiedzy eksperckiej, pozwalającej tworzyć lokalne strategie, dostosowane do uwarunkowań przyrodniczych, społecznych i kulturowych. Takie podejście jest jedynym, które może przynieść rezultat w przeciwdziałaniu marginalizacji tych obszarów. Niestety, całościowe podejście do problemów społeczno-ekonomiczno-przyrodniczych jest jednym z najtrudniejszych zadań. Wymaga tworzenia oddolnych strategii, efektywnego zarządzania na poziomie lokalnym, kompleksowego doradztwa, szerokiej informacji przedstawionej w prostej formie, dopasowania rozwiązań zarówno do regionu, jak i do indywidualnych przedsiębiorców rolnych. Sprostac takim wymaganiom może wykorzystanie innowacyjnej technologii, która umożliwi łączenie wiedzy z wielu dziedzin, pozwoli ocenić walory regionu i dostosować proponowane rozwiązania do wymagań zarówno społecznych, ekonomicznych, jak i przyrodniczych.

Celem badań jest więc stworzenie innowacyjnego systemu wspomagającego decyzje optymalizujące rozwój marginalnych obszarów wiejskich oraz prawidłowe określenie i opisanie w postaci modelu związków pomiędzy działalnością człowieka, gospodarką i środowiskiem. Właściwe określenie tychże związków pozwoli na wskazanie dróg rozwoju marginalnych obszarów wiejskich, które pomogą realizować procesy zrównoważonego rozwoju. Pomoże też w przygotowaniu oddolnych planów strategicznych, dotyczących zoptymalizowania rozwoju gminy.

### 1.2. Przegląd literatury

Ostatnio tworzona jest duża liczba innowacyjnych systemów. Niektóre z nich zapewniają zarządzanie środkami unijnymi, kontrolę prawidłowości przyznawania dopłat i sprawną dystrybucję środków finansowych, np. AICS – system administracyjno-

-informatyczny stanowiący obligatoryjne narzędzie służące do realizacji celów Wspólnej Polityki Rolnej. Inne pomagają wyznaczać obszary o niekorzystnych warunkach do prowadzenia gospodarki rolnej, np. metoda LFA zaimplementowana przy użyciu oprogramowania ArcView, stanowiąca formę aplikacji mającej charakter systemu wspomaganie decyzji [Bielecka 2002]. Bardzo często w badaniach obszarów wiejskich wykorzystywana jest też teledetekcja. Pomaga ona oceniać rozwój roślin, prognozować rodzaj głównych upraw, zdobywać przestrzenne informacje o glebach i innych elementach środowiska przyrodniczego oraz przedstawiać to wszystko w układzie pól odniesień przestrzennych [Ciołkosz, Białousz 2010]. Teledetekcja wykorzystywana jest też w systemach pomagających w zrównoważony sposób planować użytkowanie terenu [Vliet i in. 2009]. Tworzone są również systemy o charakterze inwentaryzacyjnym i monitoringowym, służące do gromadzenia i udostępniania informacji o środowisku glebowo-przyrodniczym w celu racjonalnego zarządzania rolniczą przestrzenią produkcyjną. Przykładem może być tu system stanowiący podstawę wspomaganie decyzji w zakresie wykorzystania rolniczej przestrzeni do produkcji żywności „Zintegrowany system informacji o rolniczej przestrzeni produkcyjnej” [Zaliwski 2002]. Istotnym działem są też systemy wspomaganie decyzji tworzone dla rolnika, np. System Wspomaganie Decyzji dla Gospodarstw Rolniczych wyliczający wybrane wskaźniki związane z opłacalnością zasiewów, potrzebą nawożenia [Ciupiał 2006] oraz systemy opierające się na mapach numerycznych i systemie lokalizacji przestrzennej, pomagające rolnikowi w trakcie prac na polu [Ciupiał 2006].

Wymienione rozwiązania stanowią istotne wsparcie w zarządzaniu na szczeblu samorządowym lub w zarządzaniu gospodarstwami rolnymi. Nie obejmują one jednak całościowo problemu marginalizacji obszarów wiejskich. Z natury dostosowane są do wspomaganie wybranych działań. Wspierają więc albo zarządzanie gospodarstwem rolnym albo działania związane z zarządzaniem na szczeblu samorządowym lub krajowym, czy związane z regulowaniem dopłat.

Komputerowa aplikacja, która umożliwi całościowe podejście do problemu i wspomoże optymalny rozwój zarówno gminy, jak i gospodarstw znajdujących się na jej terytorium oraz pomoże w różnicowaniu działalności, aby dać szansę zatrudnienia osobom, które nie mają zatrudnienia w rolnictwie, a wszystko to z uwzględnieniem ich synergicznego wpływu na siebie będzie wyjątkowo wartościowa we wspomaganie rozwoju marginalnych obszarów wiejskich.

## 2. STRUKTURA SYSTEMU

W pracy opisany został model Systemu Wspomaganie Decyzji Optymalizujących Rozwój Marginalnych Obszarów Wiejskich i na wybranych elementach składowych systemu zademonstrowano jego elastyczność, adaptowalność i przydatność w rozwiązywaniu problemów dotyczących integracji działań ochronnych różnorodności biologicznej z ekonomicznym i społecznym rozwojem marginalnych obszarów wiejskich.

Prezentowany SWD ORMOW jest programem komputerowym, który pozwala na przedstawienie systemu gospodarowania marginalnymi terenami wiejskimi jako modelu przestrzennego opierającego się na systemach informacji geograficznej. Modelowanie systemów gospodarowania marginalnymi terenami wiejskimi z wykorzystaniem technik GIS polega na tworzeniu przestrzennych modeli obiektów rzeczywistych. Na podstawie

danych o położeniu, właściwościach obiektów i wzajemnych relacjach tworzone są analizy synergicznego wpływu określonych form gospodarowania na środowisko i rozwój obszarów wiejskich. Istotna jest tu możliwość powiązania zjawisk i procesów przedstawianych na mapach z zależnościami opisanymi w formie predykatów (reguł). Zastosowanie takiego rozwiązania pozwala na rozpatrywanie rzeczywistego systemu gospodarowania marginalnymi terenami wiejskimi jako modelu obiektowego oraz umożliwia użycie sztucznej inteligencji jako narzędzia wspomagającego decyzje. Tak zaprojektowany system spełnia wymogi podejścia holistycznego niezbędnego przy rozwiązywaniu złożonych problemów. Umożliwia również wdrażanie idei zrównoważonego rozwoju oraz daje szansę przygotowywania oddolnych planów strategicznych, niezbędnych do właściwego określenia kierunków rozwoju marginalnych obszarów wiejskich, w których zapewnienie spójności różnych działań oraz wsparcie Wspólnej Polityki Rolnej dają największą wartość dodaną.

## **2.1. Technika modelowania – model przestrzenny**

System Wspomagania Decyzji Optymalizujących Rozwój Marginalnych Obszarów Wiejskich oparty jest na technologii geoinformacyjnej. Technologia ta sama w sobie już stanowi narzędzie do wspomagania decyzji, pozwalające w przybliżony sposób opisywać funkcjonowanie środowiska przyrodniczego, tworzyć dynamiczne modele symulacyjne, oceniać oddziaływanie człowieka na środowisko [Longley, Goodchild, Maguire, Rhind, 2006]. Technologia ta dostarcza również narzędzi do wieloetapowego manipulowania danymi, wykonywania wielu pętli obliczeniowych, a także do projektowania analiz, które są kwintesencją działania programów geoinformacyjnych i umożliwiają odpowiednie przygotowanie informacji przestrzennej do celów decyzyjnych.

Zasadniczą częścią tworzenia modelu przestrzennego opartego na technologii geoinformacyjnej było więc zaprojektowanie i zautomatyzowanie odpowiednich analiz przestrzennych, pozwalających wychwycić wszelkie prawidłowości i anomalie występujące na badanym obszarze oraz rozmieszczenie charakterystycznych cech badanych zjawisk. W celu wyszukania wszelkich prawidłowości lub anomalii zachodzących na marginalnych obszarach wiejskich oraz w celu określenia rozmieszczenia istotnych dla rozwoju badanych obszarów elementów środowiska przyrodniczego i antropogenicznego wykorzystano różnego rodzaju przetworzenia – od tych najprostszych do bardzo zaawansowanych modeli, w których wynik związany jest z topologią obiektów i zależy od położenia danych wejściowych. Zaprojektowane procedury pozwalają zamieniać surowe dane na użyteczną informację i wydobywać wiedzę ukrytą w zbiorach danych.

### **2.1.1. Analizy przestrzenne**

W celu przygotowania informacji przestrzennej do celów decyzyjnych system wykonuje wielu przetworzeń:

- a) **Przekształcenia** umożliwiające wykonanie operacji, w których dane przestrzenne ulegają zmianie w wyniku zastosowania operatorów geometrycznych, arytmetycznych i logicznych. W wyniku przekształceń związanych z nakładaniem wieloboków pochodzących z kilku zbiorów danych, odejmowaniem obiektów pochodzących z jednego zbioru danych od obiektów z drugiego zbioru danych, sumowaniem i szukaniem części wspólnej kilku klas obiektów uzyskano model ciągły danych reprezentujący środowisko przyrodnicze, w strukturach którego została zgromadzona

wiedza o jakości zasobów naturalnych, istotna dla przedstawionego w artykule problemu. Warstwa ta nazwana EKOTYPEM powstała z warstw bazy VMap poziomu 2 (hydrografia, obiekty socjalno-kulturalne, roślinność) oraz z wybranych warstw Systemu Informatycznego Lasów Państwowych (SILP). Warstwa ta jest podstawą dalszych przetworzeń.

- b) **Agregacje danych**, które pozwalają na znajdowanie części wspólnych obiektów z jednoczesną agregacją danych opisowych w celu uproszczenia i wzbogacenia w dodatkowe informacje podstawowej warstwy EKOTYPY.
- c) **Analizy wielokryterialne**, umożliwiające wydzielenie obszarów jednorodnych z punktu widzenia ekologii krajobrazu oraz ich waloryzację uzależnioną od różnego rodzaju czynników.
- d) **Kwerendy**, które są najbardziej charakterystycznym elementem oprogramowania GIS i choć wydają się rutynowym działaniem, wymagały precyzyjnego zdefiniowania parametrów, aby móc stać się podstawą podejmowania istotnych decyzji. Zdefiniowano więc kilkadziesiąt kwerend pozwalających zidentyfikować obiekty mające wpływ na określenie kierunku rozwoju obszarów wiejskich (walory przyrodnicze, walory kulturowe). Obiekty te identyfikowane są w odniesieniu do jednostek podstawowych, a następnie liczona jest liczba występujących obiektów w jednostce podstawowej lub długość tych obiektów, np. w przypadku szlaków rowerowych albo rzek. Kwerendy wywoływane są automatycznie w odpowiednim momencie działania SWD ORMOW.
- e) **Ekwidystanty**, umożliwiające znalezienie obiektów o określonej lokalizacji względem innych obiektów tej samej klasy, np. odnalezienie samotnych gospodarstw wśród gospodarstw znajdujących się na rozpatrywanym obszarze.

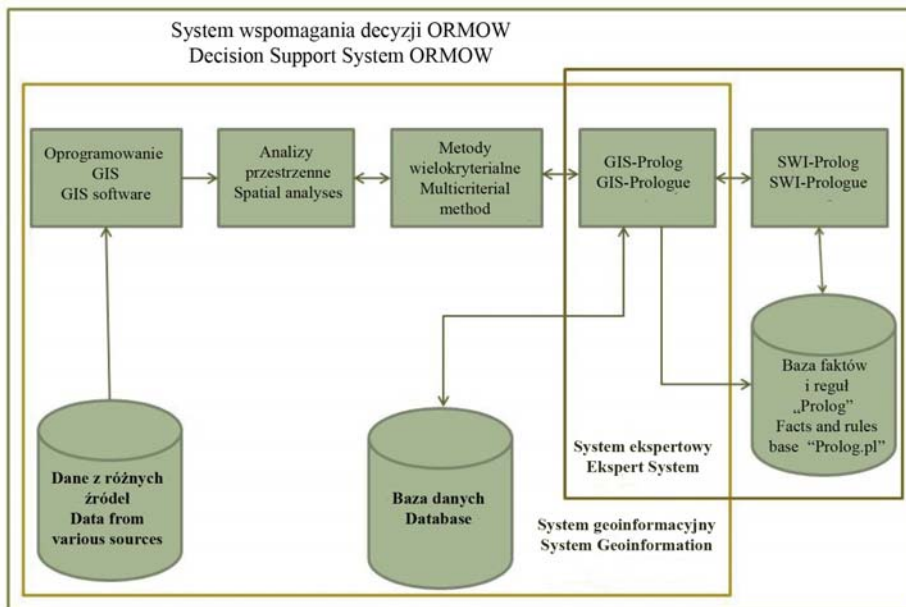
Po ustaleniu metodyki modelowania danych przestrzennych zautomatyzowano przedstawiony proces. Automatyzacja procesu jest sprawą istotną, gdyż SWD ORMOW przeznaczony jest dla użytkowników niebędących ekspertami w dziedzinie GIS. Użytkownicy tego systemu nie będą też ekspertami w innych dziedzinach, z których wiedza jest zawarta w systemie i ma istotne znaczenie dla optymalizowania rozwoju marginalnych obszarów wiejskich. Wiadomo natomiast, iż podstawą właściwie wykonanych analiz przestrzennych i interpretacji wyników jest dobrze przygotowany użytkownik systemu geoinformacyjnego, który w przedstawianym w artykule problemie powinien być zarówno ekspertem GIS, jak i ekspertem w dziedzinie ekologii, ekonomii, socjologii. Znalezienie tak wszechstronnie wykształconego użytkownika nie jest rzeczą łatwą nawet w środowisku naukowym. Znalezienie takiego użytkownika w rejonach, gdzie występują marginalne obszary wiejskie jest jeszcze trudniejsze. Stąd SWD ORMOW ma nie tylko zautomatyzowane wykonywanie wszelkich niezbędnych analiz, ale jest także wyposażony w prosty w obsłudze interfejs. Pozwala on uruchamiać analizy w sposób zapewniający właściwy dobór wszelkich parametrów i ich właściwe działanie.

### 2.1.2. Ograniczenia modelu przestrzennego opartego na technologii geoinformacyjnej

Części istotnych relacji związanych z oddziaływaniem człowieka na środowisko przyrodnicze i na uwarunkowania gospodarcze oraz społeczne regionu nie można opisać w sposób analityczny. Istotnym czynnikiem wpływającym na proces analiz danych przestrzennych i podejmowanie decyzji jest w przypadku opisywanego problemu szeroka

wiedza ekspercka z kilku dziedzin oraz zawile powiązania między różnorodnymi programami dostarczającymi narzędzi finansowych umożliwiających wsparcie marginalnych obszarów wiejskich.

Wskutek tego model przestrzenny oparty na technologii geoinformacyjnej, który nie zapewniał możliwości zdefiniowania wszystkich niezbędnych parametrów, został rozbudowany o osadzony w nim model systemu ekspertowego. Osadzenie stworzonego w języku Prolog systemu ekspertowego zostało zrealizowane dzięki wykorzystaniu obiektowego języka programowania. Działanie systemu ekspertowego wywoływane jest poprzez interfejs graficzny (GUI) osadzony w interfejsie oprogramowania GIS. Moduł zbudowany na potrzeby uruchamiania osadzonego w oprogramowaniu GIS systemu ekspertowego został nazwany „GIS-Prolog”. Moduł ten nie tylko uaktywnia działanie systemu ekspertowego, ale również umożliwia zapisanie wyników analiz wykonanych w oprogramowaniu GIS w formie faktów, w bazie faktów systemu ekspertowego. Opisany SWD ORMOW przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Model System Wspomagania Decyzji Optymalizujących Rozwój Marginalnych Obszarów Wiejskich

Fig. 1. Model of the system supporting decision making concerning optimization of development of marginalized rural areas

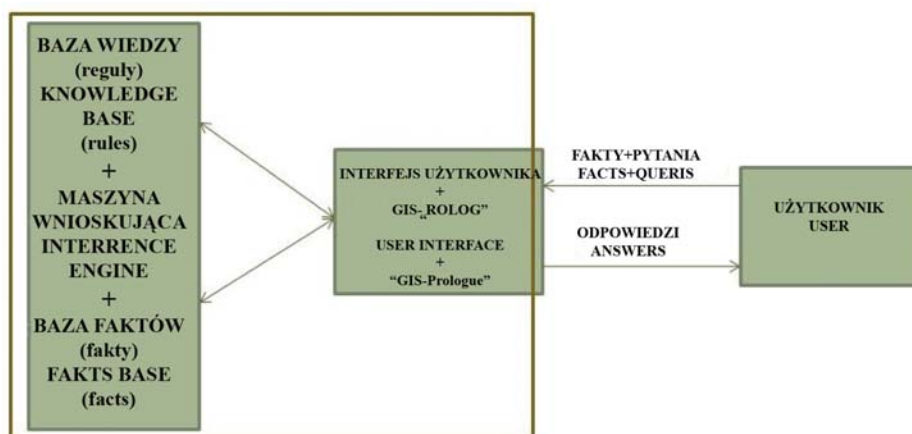
### 2.1.3. System Ekspertowy – osadzony w systemie geoinformacyjnym

System ekspertowy jest programem komputerowym, który umie emulować umiejętności rozwiązywania problemów poprzez ekspertów w poszczególnych dziedzinach [Giarranto, Riley 1994]. Umie również uzupełniać brakujące dane oraz podejmować optymalne decyzje na podstawie niepełnej wiedzy.

System ekspertowy składa się z 4 zasadniczych części:

- a) **Bazy wiedzy**, która jest podstawą procesu podejmowania decyzji w systemie ekspertowym. Najpopularniejszym sposobem przechowywania wiedzy w bazie wiedzy systemu ekspertowego jest forma reguł „IF-THEN”. Taka forma została też zastosowana w stworzonym SWD ORMOb.
- b) **Bazy faktów**, która jest miejscem przechowywania faktów w systemie ekspertowym. Zawartość bazy faktów zmienia się w trakcie procesu wnioskowania. Jest to wynikiem procesu rozwojowego, który charakteryzuje stworzony system ekspertowy.
- c) **Maszyny wnioskującej**, która jest mózgiem systemu ekspertowego. Na podstawie reguł z bazy wiedzy i faktów z bazy faktów maszyna wnioskująca wyciąga poszczególne konkluzje. Ostateczna konkluzja reprezentuje odpowiedź systemu ekspertowego na pytanie użytkownika.
- d) **Interfejsu użytkownika**, który jest elementem kontaktowym pomiędzy użytkownikiem i systemem ekspertowym.

Na rysunku 2 duży prostokąt po lewej reprezentuje system ekspertowy. Zawiera on bazę wiedzy, bazę faktów oraz maszynę wnioskującą. Interfejs użytkownika jest częścią systemu, która umożliwia współdziałanie systemu ekspertowego z użytkownikiem. Interfejs ten jest też częścią modułu integrującego SE z oprogramowaniem GIS.



Rys. 2. Model systemu ekspertowego osadzonego w systemie geoinformacyjnym  
Fig. 2. A model of the expert system embedded in the geoinformation system

Baza wiedzy reprezentuje specjalistyczną wiedzę, która jest wprowadzona do systemu [Giarranto, Riley 1994]. Specjalistyczna wiedza przechowywana w bazie wiedzy opisywanego systemu ORMOb została zebrana z różnych źródeł, wliczając w to wszelkie regulacje prawne różnych szczebli oraz wywiady przeprowadzone z ekspertami w każdej z kluczowych dziedzin do optymalizacji rozwoju marginalnych obszarów wiejskich. Zebrana specjalistyczna wiedza jest nie tylko przechowywana w bazie wiedzy, ale również testowana i udoskonalana poprzez dodatkowe połączenia do specjalistycznej literatury. Proces ten jest nazywany inżynierią wiedzy i wymaga wielu iteracji.

Baza faktów przechowuje fakty, których system ekspertowy używa w trakcie procesu wnioskowania. Fakty mogą być dodawane lub usuwane z bazy faktów podczas procesu wnioskowania. Fakty dostarczane są także jako wynik analiz przestrzennych i metod multi-kryterialnych, które wywoływane są w procesie wnioskowania poprzez moduł łączący system ekspertowy z systemem geoinformacyjnym.

Maszyna wnioskująca jest częścią systemu ekspertowego, która „wnioskuje” lub konkluduje rozwiązania oparte na bazie wiedzy i na faktach dostarczonych przez użytkownika oraz na faktach, które są wynikiem analiz przestrzennych przeprowadzanych w systemie geoinformacyjnym w trakcie procesu wnioskowania, dzięki uruchamianiu ich przez moduł „GIS-PROLOG”. Na podstawie dostarczanych faktów mechanizm wnioskujący decyduje, które reguły będą wykonywane jako następne z podzbiorów reguł, które są odpowiednie dla różnego rodzaju wyodrębnionych obszarów. Gdy wszystkie fakty, które zależą od reguł są dostępne, wówczas zostaje uruchomiony proces aktywujący właściwe reguły. Maszyna wnioskująca stosuje strategię nawracania i poszukiwania w głąb, aby wybrać kolejną regułę aktywującą odpowiednie zbiory reguł. Strategia ta stanowi istotny element w procesie wnioskowania i rozwiązywania problemów. Wyniki z poszczególnych etapów wnioskowania są zapisywane w bazie danych oprogramowania geoinformacyjnego i stanowią podstawę do wykonywania kolejnych analiz przestrzennych i do tworzenia nowych faktów, które będą mogły być użyte do dalszych procesów wnioskowania. Ten proces jest powtarzany do momentu, aż użytkownik otrzyma zadowalającą go odpowiedź. Tak zbudowany model pozwala analizować wyniki w sposób dynamiczny.

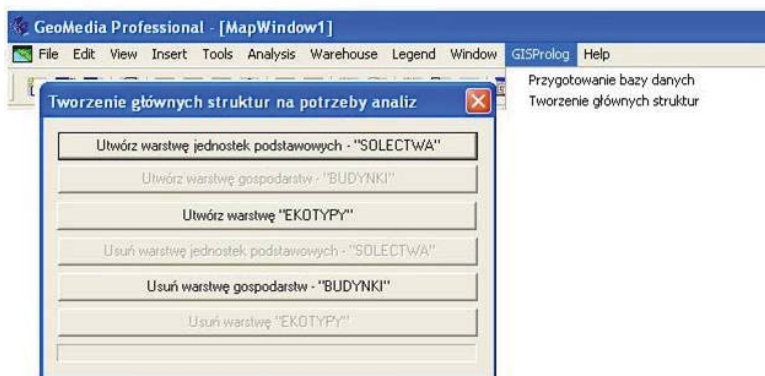
### **3. METODY I ETAPY WYZNACZANIA OPTIMALNEGO ROZWOJU MARGINALNYCH OBSZARÓW WIEJSKICH**

Proponowany SWD ORMOb pozwala na „elastyczne użycie wiedzy” poprzez używanie dwóch rozdzielnych procesów wnioskowania, które na początkowym etapie pracują na podstawie różnych typów pytań i procesów. Choć oba procesy wnioskowania używają różnych wewnętrznych reprezentacji dla reguł, korzystają one jednak ze wspólnej bazy faktów, a wyniki pośrednie z etapu wnioskowania zapisywane są do tej samej bazy danych. Tak stworzony model pozwala analizować wyniki w sposób dynamiczny, przez wgląd w ewaluację systemu w trakcie modelowania. W celu znalezienia optymalnego rozwiązania dla obszarów wiejskich, wyniki z obu procesów wnioskowania zostały użyte do specjalnie zaprojektowanych procedur analizujących scenariusze typu "What – If".

#### **3.1. Etap I**

Oba procesy wnioskowania wymagają wstępnego przetworzenia danych, pozwalającego uzyskać przestrzenne jednostki homogeniczne istotne w waloryzowaniu elementów krajobrazu oraz niezbędne do wydzielenia obszarów jednorodnych pod względem gospodarczym. W celu zautomatyzowania przedstawionego procesu został stworzony odpowiedni zestaw narzędzi, które widoczne są na rysunku 3. Na etapie tym oprócz przestrzennego wydzielenia jednostek homogenicznych, na podstawie złożonych analiz przestrzennych, metod wielokryterialnych i wiedzy eksperckiej jednostkom homogenicznym zostają przypisane parametry, które będą stanowiły podstawę budowania bazy faktów.



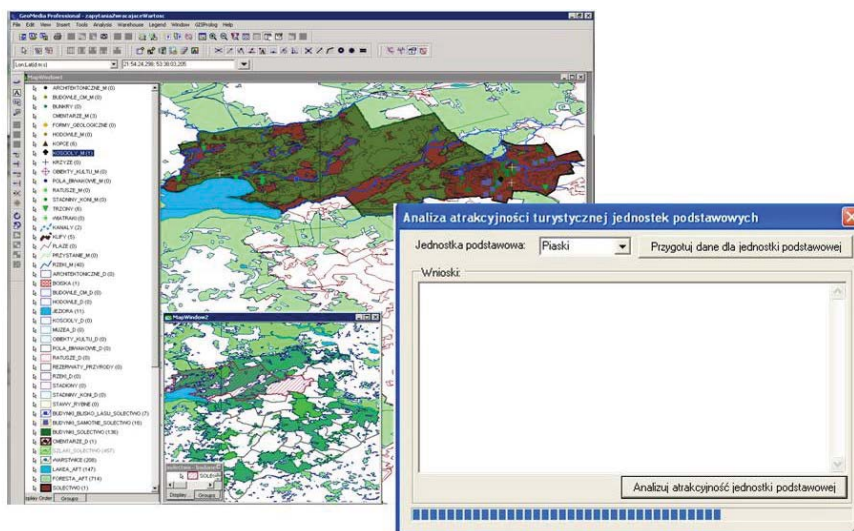


Rys. 3. Narzędzia pozwalające dokonać wstępnego przetworzenia danych

Fig. 3. Tools used for initial data processing

### 3.2. Etap II

Kolejnym etapem jest etap związany z analizą atrakcyjności turystycznej jednostek podstawowych (rys. 4). W tym przypadku obręby geodezyjne uznano za najwłaściwsze jednostki odniesienia, zgodne ze specyfiką badanego obszaru i ze specyfiką problemu, który należy rozwiązać. Ich granice społeczno-gospodarcze mają praktyczne znaczenie dla mieszkańców. Mają też szczególne znaczenie dla działań podejmowanych w ramach oddolnych strategii i proponowanych przez SWD ORMOW programów rozwojowych. Dla wskazanych jednostek przeprowadzany jest proces wnioskowania związany z określeniem najwłaściwszych scenariuszy rozwoju. Na tym etapie wykorzystywane są zarówno wcześniej zaprojektowane analizy przestrzenne, jak i szeroka interdyscyplinarna wiedza zawarta w systemie ekspertowym.

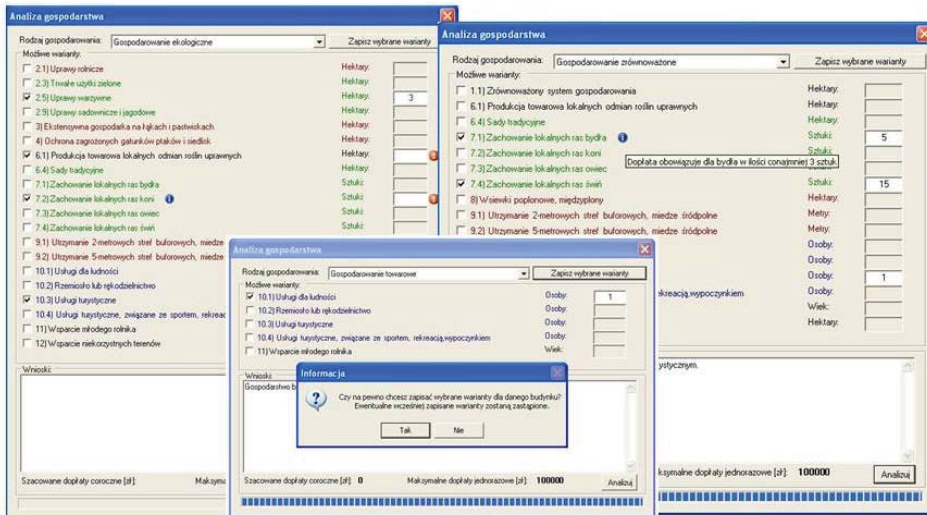


Rys. 4. Analiza atrakcyjności turystycznej jednostki podstawowej

Fig. 4. Analysis of the tourism attraction of a basic unit

### 3.3. Etap III

Następnym etapem pomagającym wyznaczyć właściwe kierunki rozwoju marginalnych obszarów wiejskich jest etap związany z optymalizacją rozwoju gospodarstw leżących w granicach jednostki podstawowej, dla której określone zostały możliwości dywersyfikacji działalności rolniczej. Rysunek 5 przedstawia kolejne narzędzia umożliwiające badanie różnych scenariuszy rozwoju gospodarstwa. Scenariusze te uwzględniają zarówno wiedzę ekspercką, jak i regulacje prawne opisane w systemie ekspertowym w formie reguł. Biorą pod uwagę również topologię badanych obiektów, która jest bardzo istotną kwestią w proponowanych możliwościach rozwojowych. Uwzględniane są też wyniki wcześniejszego wnioskowania przeprowadzonego dla jednostki podstawowej. Na podstawie wszystkich informacji proponowane są różne scenariusze rozwoju, ze wskazaniem: możliwych do osiągnięcia zysków, właściwych narzędzi finansowych zawartych w programach, których celem jest wsparcie rozwoju obszarów wiejskich oraz pozytywnych albo negatywnych skutków danego scenariusza dla walorów krajobrazowych, przyrodniczych lub relacji społecznych. W przypadku podjęcia decyzji o wprowadzeniu jednego z proponowanych scenariuszy w gospodarstwie informacja o tym trafia do bazy danych, zmieniając walory jednostki podstawowej i mając wpływ na podejmowanie kolejnych decyzji, które uzależnione są nie tylko od walorów przyrodniczych i kulturowych danego obszaru, ale także od działań zamieszkującej je obszary społeczności.



Rys. 5. Narzędzia umożliwiające badanie różnych scenariuszy rozwoju gospodarstwa  
Fig. 5. Tools used for studying various scenarios of farm development

#### 4. WNIOSKI

Najistotniejszą cechą stworzonego modelu jest synergiczne wykorzystanie właściwości dwóch technologii – technologii umożliwiającej badanie skomplikowanych relacji przestrzennych oraz technologii umożliwiającej wykorzystanie złożonej wiedzy o świecie i relacjach w nim zachodzących w sposób bliski wykorzystywaniu tej wiedzy przez ekspertów. Taka budowa systemu umożliwi uwzględnianie oceny czynników wpływających na funkcjonowanie ekosystemów oraz określenie sposobów łagodzenia niekorzystnych zmian, ocenę ryzyka ich zachodzenia, metod ochrony oraz metody rozwoju ekonomicznego i społecznego problemowych regionów poprzez ich wielofunkcyjny rozwój i dywersyfikację zatrudnienia. Wprowadzenie w życie zaproponowanej struktury pozwoli na tworzenie oddolnych strategii opracowanych z udziałem lokalnej społeczności. Oddolnie stworzone strategie, wykorzystujące wszystkie dostępne formy wsparcia, pomagające urynkować działania rolników i zróżnicować formy działalności na obszarach wiejskich, są najistotniejszym elementem zwiększania konkurencyjności, umożliwiającym poprawę życia mieszkających tam ludzi z jednoczesnym uwzględnieniem podejścia ekologicznego, skutecznie zwiększającego wartość dodaną produktów i usług. Zaproponowany SWD ORMOW stanowi nowatorskie ujęcie rozwiązujące w sposób zintegrowany cele ogólnospołeczne, ekonomiczne i ekologiczne. Obecnie nie istnieją systemy, które mogłyby być zastosowane w Polsce do omawianego typu obszarów (po PGR). Dalsze rozbudowanie zaproponowanego modelu jest szansą opracowania wysokiej klasy systemów służących wspomaganianiu podejmowania decyzji w zakresie zarządzania pozostałą przestrzenią rolniczą.

Zaproponowana technologia będzie użyteczna w sferze gospodarczej, pomagając w sprawnym zarządzaniu przestrzenią wiejską oraz umożliwiając skonsolidowanie mieszkającego tam społeczeństwa i zrównoważone wykorzystanie polskich zasobów naturalnych. Technologia ta stanowi uzupełnienie idei i strategii rozwijanych od 2001 r., które ewaluują i stają się coraz skuteczniejsze i bardziej dopasowane do potrzeb poszczególnych krajów, obszarów problemowych i żyjących tam ludzi. Wraz z ideami i strategiami istnieją odpowiednie środki finansowe przeznaczone na rozwój tych obszarów. Tym, czego już jedynie brakuje, aby skutecznie wdrożyć w życie opracowane rozwiązania, są: innowacyjne metody zarządzania, bardziej efektywne wykorzystanie rozwiązań powstałych w ramach programów ramowych UE, naukowe wsparcie dla sektora rolnego uwzględniającego realizację procesów innowacyjnych z uwzględnieniem podejścia ekologicznego, rolno-środowiskowego, skutecznie zwiększającego wartość dodaną produktów i usług [Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi 2007]. Prezentowany w artykule SWD ORMOW jest odpowiedzią na istniejący problem braku innowacyjnej technologii i praktyczną propozycją, która powinna umożliwić wdrożenie idei, strategii i pomocy finansowej przeznaczonych na rozwój obszarów wiejskich.

#### PIŚMIENNICTWO

- Bielecka E., 2002. GIS approach for delimitation of Less-Favoured Farming Areas in Poland. *Journal of Water and Land Development* No6, Polish Academy of Sciences, Wyd. IMUZ, 73–89.
- Ciołkosz A., Białousz St., 2008. Zastosowanie teledetekcji satelitarnej w badaniach środowiska w Polsce, *Nauka*, 3/2008, 79–96.

- Cupiał M., 2006. Potrzeby informacyjne gospodarstw rolnych Małopolski. *Inż. Rol.*, 2, 185–190.
- Giarranto J. and Riley G., 1994. *Expert systems: principles and programming*. Boston: PWS.
- Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, 2007. *Program Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007–2013*. Warszawa, lipiec 2007 r.
- Longley P.A., Goodchild M.F., Maguire D.J., Rhind, D.W., 2006. *GIS. Teoria i praktyka*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Vliet J., Navarro C., Gutiérrez E., Hurkens J., Delden H., 2009. Xplorah Municipio, a Multi Resolution Spatial Decision Support System. 12th AGILE International Conference on Geographic Information Science 2009 page 1 of 8, Leibniz Universität Hannover, Germany.
- Zaliwski A., 2002. Zintegrowany system informacji o rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski (ZSI RPP) <http://www.ipm.iung.pulawy.pl/PBZ1708/pbz1708pl.htm>.

## DECISION SUPPORT SYSTEM FOR OPTIMISATION OF MARGINAL RURAL AREA DEVELOPMENT

**Abstract.** This article presents issues related to the development of a system supporting decision-making concerning optimization of development of marginalized rural areas. The described decision-making support system, based on the spatial information systems, could constitute a perfect tool for facilitating the preparation of developmental strategies of marginalized rural areas, for saving money and time and above all for the implementation of the sustainable development principles and for determining long-term simulations of the human effect on the environment. This system can also help in the determination of the developmental directions of restructured rural areas and in the evaluation of the effectiveness of the following types of programs: protective, support or easing of social and economic problems. The GIS technology in this system constitutes a natural frame which provides a comfortable method of analysis and representation of information connected with the spatial and architectural components, data management, allowing the integration of extremely different types of information as well as detailed and general knowledge. The expert system connected with the geographic information system is the most important element of the described decision-making support system. It allows to store complicated knowledge on the natural, economic and social processes in the form of rules. Using a specially developed algorithm, this knowledge is combined with knowledge of natural and anthropogenic forms stored in a specially designed database.

This study describes the particular elements of the system and justifies the selection of the presented solutions.

Key words: GIS, expert system, decision support system

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 20.12.2010

Do cytowania – For citation: Leszczyńska M., 2010. System wspomaganie decyzji optymalizujących rozwój marginalnych obszarów wiejskich. *Acta Sci. Pol. Geod. Descr. Terr.*, 9(4), 37–48.