

## ROZBUDOWA ZASOBÓW INFORMACYJNYCH GIS ZA POMOCĄ SYSTEMU EKSPERTOWEGO<sup>1</sup>

### AN EXTENSION OF GIS INFORMATION CONTENTS USING AN EXPERT SYSTEM

**Konrad Eckes**

Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza

**Słowa kluczowe: GIS, system informacji przestrzennej, system ekspertowy**  
Keywords: GIS, spatial information system, expert system

## Wprowadzenie

Zasoby systemu informacyjnego GIS są towarem, podlegającym prawom gospodarki rynkowej. Podstawową zasadą w tej gospodarce jest zasada konkurencji. Aby jej sprostać – należy postępować zgodnie z założeniami marketingu, które mówią o ukierunkowaniu produktów na potrzeby nabywcy, zwiększeniu oferty produktów i uświadamianiu klienta o korzyściach wynikających z pozyskania rozszerzonego zasobu produktów.

Przenosząc te zasady do obiegu informacji przestrzennej należy ustalić:

- 1) które zasoby informacyjne mogą potencjalnie być przedmiotem największego zainteresowania,
- 2) jak zwiększyć ofertę tych zasobów, możliwie najmniejszym kosztem.

Odpowiedź na pierwsze pytanie może być udzielona na podstawie napływających zleceń (zapytań do systemu GIS), studiów w zakresie potrzeb odbiorców informacji oraz na podstawie obserwacji trendów rynkowych.

Poszukiwanie odpowiedzi na drugie pytanie jest wyzwaniem dla tych wszystkich, którzy zajmują się obiegiem informacji przestrzennej, zarówno od strony technologii GIS jak również praktyczną eksploatacją systemu. Niniejsza praca zawiera kilka propozycji dotyczących rozbudowy zasobów informacyjnych GIS.

---

<sup>1</sup> Przedstawiona w niniejszej publikacji tematyka została opracowana jako zadanie badań własnych w AGH, nr 10.10.150.844 w 2006 roku.

## Efektywne budowanie zbiorów pochodnych

Najbardziej efektywną drogą rozbudowy zasobów informacyjnych GIS będzie ich tworzenie wyłącznie na podstawie zasobów już istniejących. Systemy informacji przestrzennej oferują wiele możliwości rozszerzenia tych zasobów w myśl zasady, że informacja źródłowa jest materiałem do tworzenia specjalistycznych informacji wtórnych. Przedstawiona teza zostanie poparta przykładami. Na podstawie szczegółowego zapisu rzeźby terenu (w postaci cyfrowego modelu terenu) można utworzyć znacznie rozbudowane użyteczne zasoby wtórne. Poniższy wykaz zawiera przykładowe warstwy informacyjne, przekroje i wyniki analiz:

- segmentacja hipsometryczna,
- segmentacja pod względem spadku terenu,
- segmentacja terenu pod względem kierunku nachylenia zboczy (ekspozycji),
- linie charakterystyczne terenu: grzbietowe, ciekowe, krawędzie i linie największego spadku,
- segmentacja form rzeźby terenu zgodna z genezą ich powstania (według kryteriów geomorfologicznych),
- segmentacja terenu ze względu na zlewnie potoków i rzek,
- widoczność terenu wzdłuż linii grzbietowych,
- przekroje terenu wzdłuż linii grzbietowych,
- przekroje terenu wzdłuż linii ciekowych,
- poprzeczne przekroje dolin rzecznych,
- analiza sekwencji przekrojów doliny rzecznej pod kątem potencjalnego piętrzenia wód – badanie sąsiedztwa przewężenia doliny i odcinka doliny rzecznej o określonej pojemności zbiornika,
- analiza zasięgu sytuacyjnego potencjalnych warstw zalewu – dla zmiennych wysokości wirtualnej budowli piętrzącej.

Jako uzupełnienie powyższej tematyki, zamkniętej w ramach rzeźby terenu, można wymienić znaczną liczbę wtórnych zasobów informacyjnych GIS, w których analizie podlega rzeźba terenu w powiązaniu z elementami infrastruktury lub przyrody. Oto zaledwie nieliczne, wybrane przykłady:

- użytkowanie terenu i jego segmentacja pod względem spadków,
- użytkowanie terenu i jego segmentacja pod względem kierunku nachylenia zboczy (ekspozycji),
- szata roślinna i segmentacja hipsometryczna terenu,
- insolacja terenu w relacji do kierunków nachylenia zboczy,
- erozja gleb w relacji do spadków terenu,
- użytkowanie terenu w relacji do zasięgu potencjalnych warstw zalewu projektowanych zbiorników wodnych,
- zmiany rzeźby terenu na skutek ruchów masowych lub eksploatacji górniczej – w relacji do zabudowy i sposobu użytkowania terenu.

Wymienione różnorodne przykłady budowy zasobów wtórnych, aczkolwiek bazujące wyłącznie na istniejących zasobach i nie wymagające inwestowania w pomiary polowe – jednak wymagają nakładu prac kameralnych. Racjonalizacja tych prac jest dużym wyzwaniem w zakresie technologii GIS. Zdaniem autora najlepszym rozwiązaniem w tej dziedzinie jest zastosowanie metod systemów ekspertowych czyli utworzenie zintegrowanego systemu o nazwie znanej z literatury jako *GIS Expert System*.

## Warunki integracji GIS i systemu ekspertowego

Cechą charakterystyczną całego obiegu informacji o rzeczywistości geograficznej, od uzyskiwania danych, aż do prezentacji produktów systemu, jest duży udział czynnika ludzkiego. Niewątpliwym wpływ ma na to rozproszenie przestrzenne danych pozyskiwanych do systemu, ich znaczna różnorodność, zmienność w czasie i ograniczony poziom rozpoznania. Ten ostatni czynnik wynika z pośredniego wydobywania danych w procesie interpretacji obrazów satelitarnych i zdjęć lotniczych lub z pomiarów pośrednich, obiektów podziemnych, dotyczących infrastruktury i zasobów przyrodniczych.

Zmniejszenie udziału czynnika ludzkiego jest możliwe w takich systemach działania, gdzie istnieją w pełni znane obiekty, jasne zasady ich klasyfikacji i jednoznaczne, powtarzalne reguły postępowania. W takich systemach działania o wiele łatwiej jest wdrażać systemy ekspertowe, wspomagające i ułatwiające pracę człowieka.

Mimo wymienionych wielu cech utrudniających tę integrację, konieczne jest stałe poszukiwanie w systemie informacji przestrzennej cech prawidłowości i powtarzalności działań, które to elementy będzie można ująć w reguły i algorytmy systemu ekspertowego. W rzeczywistości geograficznej, zwłaszcza w sferze infrastruktury, utworzonej jako wynik działalności inżynierskiej, można zbudować pewien zbiór reguł, ponieważ prawidłowości występujące w rzeczywistości geograficznej zostają przeniesione do jej modelu - w systemie informacji przestrzennej.

Powiązanie systemu ekspertowego z GIS może otworzyć drogę do automatyzacji pewnej grupy procesów: kwalifikacji i segmentacji terenów, badań relacji występujących w terenie realnym i wirtualnym (po planowanych przekształceniach) oraz do analiz i budowania wariantów projektów.

W integracji GIS z systemami ekspertowymi można pójść dalej – do formowania sugerowanych decyzji wspartych wynikami analiz. Celem tej integracji jest odciążenie czynnika ludzkiego od wykonywania czynności powtarzalnych i wspomaganie podjęcia ostatecznej decyzji na podstawie przygotowanych, obiektywnych i kompletnych materiałów.

## Typowe zastosowania

Integracja GIS z systemem ekspertowym może mieć miejsce tam, gdzie:

- występują typowe, powtarzalne czynności,
- istnieją jednoznaczne przepisy, które można ująć w algorytmy postępowania lub reguły ograniczenia,
- na podstawie źródłowych warstw informacyjnych GIS można budować użyteczne warstwy wtórne.

Zestawione poniżej konkretne propozycje zastosowań obejmują typowe przypadki, w których jest możliwość budowania reguł i algorytmów ekspertowych:

- 1) Określanie charakterystyki terenu. Taką charakterystyką może być klasyfikacja, segmentacja terenu lub budowanie wniosków na podstawie interpretacji.
- 2) Budowanie wniosków pierwotnych i wtórnych.
- 3) Weryfikacja i kontrola stanu istniejącego informacji przestrzennej i opisowej zgodnie z logiką rzeczywistości geograficznej i różnorodnymi przepisami.

- 4) Badania konsekwencji przekształceń funkcji terenu.
- 5) Wzbogacanie zasobów informacyjnych na podstawie analizy zasobów istniejących.
- 6) Budowanie wariantów rozwiązań projektowych na podstawie zmian parametrów wyjściowych lub pośrednich.

Wszystkie wymienione typowe zastosowania wspomagają decyzje lub prowadzą do budowy nowych zasobów. W tychże zastosowaniach występuje zróżnicowany udział czynnika ludzkiego, jednak we wszystkich przypadkach konieczna jest weryfikacja wyników z jego udziałem.

W każdym wymienionym postępowaniu wyniki wzbogacają istniejące zasoby informacyjne i stanowią potencjalny materiał do dalszego wykorzystania lub też stanowią podstawę do wspomaganie decyzji. W wymienionym wyżej szóstym punkcie, automatyzacji podlega proces, który jest poprzedzony decyzją projektanta, dotyczącą parametrów wyjściowych oraz jest zakończony oceną wyników i decyzją wyboru zaakceptowanego wariantu.

Rozszerzanie zasobów informacyjnych GIS jest obecnie szczególnie przydatne tam, gdzie występuje duże zapotrzebowanie na szeroki zakres geoinformacji. Ma to miejsce podczas formowania strategii rozwoju jednostek administracyjnych lub ich części – dla planów zagospodarowania przestrzennego na poziomie gminy. Odnosi się to zwłaszcza do planów bardziej wybiegających w przyszłość – do *Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy*, który to plan uwzględnia rozwój gminy w okresie perspektywicznym.

Dla takich planów wykonuje się analizę SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Treats*) uwzględniającą wymienione hasła: czynniki korzystne, niekorzystne, możliwości rozwoju i ograniczenia. Cechą takiej analizy jest szerokie rozpatrywanie jak największej liczby czynników i na tej podstawie formowanie celów strategicznych rozwoju gminy. Właśnie rozbudowa zasobów informacyjnych może zapewnić tę wielość czynników, dającą możliwość szerokiego spojrzenia na stan i rozwój przestrzeni.

## **Zarys metodyki działania systemu ekspertowego zintegrowanego z GIS**

Pośród dużej liczby możliwych przykładów zostanie przedstawiony zarys metodyki działania systemu ekspertowego, zintegrowanego z GIS, dla dwóch wybranych przypadków: dla klasyfikacji terenu i dla ustalenia ograniczeń wynikających z jego zakwalifikowania do przykładowych grup obszarów chronionych

Istnieje znaczna liczba kryteriów klasyfikacji terenów lub ich segmentacji (zgodnie ze stosowaną terminologią w niektórych dziedzinach). Przykładowe klasyfikacje uwzględniają liczne aspekty użytkowania terenu, infrastrukturę, przydatność terenu pod względem gospodarczym lub przyrodniczym oraz różne zagrożenia i poziomy degradacji. Dla dokonania klasyfikacji ekspertowej należy zbudować bazę wiedzy w postaci reguł. Przykładowe reguły klasyfikacji mogą mieć postać algorytmu:

**IF** pierwszy parametr terenu przyjmuje stan kwalifikujący go do określonej grupy klasyfikacyjnej *K* **THEN**  $w_1$

**IF** kolejny parametr terenu przyjmuje stan kwalifikujący go do określonej grupy klasyfikacyjnej  $K$  **THEN**  $w_2$

.....  
**IF** ostatni parametr terenu przyjmuje stan kwalifikujący go do określonej grupy klasyfikacyjnej  $K$  **THEN**  $w_n$

**IF**  $w_1$  **AND**  $w_2$  **AND** , . . . , **AND**  $w_n$   
**THEN** zostało spełnione kryterium kwalifikacji terenu do grupy  $K$

W podobny sposób można w zarysie przedstawić skutki (konsekwencje) i ograniczenia wynikające z zakwalifikowania terenu do przykładowych grup obszarów chronionych:

**IF** teren został zakwalifikowany jako park krajobrazowy **THEN** zbiór skutków  $\{K_1\}$

**IF** teren został zakwalifikowany jako park narodowy **THEN** zbiór skutków  $\{K_2\}$

**IF** teren został zakwalifikowany jako rezerwat ścisły **THEN** zbiór skutków  $\{K_3\}$

Podsumowując ten zarys metodyki można stwierdzić, że reguły tworzące bazę wiedzy pozwalają na wyprowadzanie użytecznych wniosków, które posiadają swoje relacje przestrzenne i jako takie mogą być prezentowane w postaci kartograficznej.

## Podsumowanie

Przedmiotem niniejszej pracy było wykazanie konieczności rozbudowy zasobów informacyjnych GIS w celu zwiększenia oferty produktów systemu. Efektywny sposób takiej rozbudowy powinien polegać na wykorzystaniu zasobów już istniejących i takim ich przetworzeniu w systemie ekspertowym, zintegrowanym z GIS, aby uzyskać nowe, użyteczne zasoby informacyjne. Na poparcie tezy o celowości i możliwości rozbudowy zbiorów, w artykule zostały przytoczone przykłady – w jaki sposób, na podstawie szczegółowego zapisu rzeźby terenu – można znacznie pomnażać zasoby systemu.

Wzbogacanie zasobów wychodzi naprzeciw typowym obecnie zapotrzebowaniom na szeroką informację. Dobrym przykładem jest tu analiza SWOT dla planów zagospodarowania przestrzennego, w której konieczne jest korzystanie ze szczególnie szerokiego zasobu informacyjnego.

Pomnażanie zasobów podnosi efektywność pracy GIS, ponieważ w istotny sposób przyspiesza realizację zleceń. System udostępnia gotowe, istniejące już dane. Taki sposób działania jest zgodny z zasadami marketingu – następuje zmniejszenie czasu realizacji usługi oraz zwiększenie jej oferty.

Rozszerzenie zakresu działalności systemu informacji przestrzennej o analizę i interpretację zasobów, w celu poszukiwania tematów zasobów wtórnych - nadaje nową i atrakcyjną cechę produktom GIS. Geodeci, integrujący wielotematyczne zbiory informacji o rzeczywistości geograficznej, posiadają potencjalne kompetencje do interpretacji tych zasobów. Przyczynia się to do wzrostu rangi zawodu geodety.

Integracja GIS i systemów ekspertowych jest jednym z ważnych uwarunkowań rozwoju technologii obiegu informacji o rzeczywistości geograficznej. Szczegółowe rozpracowanie koncepcji takiej integracji powinno być przedmiotem dalszych badań.

**Summary**

*The aim of this work is to present a concept of an extension of information contents of GIS by means of GIS Expert Systems.*

*The extension process should be based on existing GIS data. The GIS Expert System can classify and verify the data and it can build secondary contents – with limited participation of the human factor.*

*As a result GIS can work more effectively and can deliver more information in shorter time.*

dr hab. inż. Konrad Eckes prof. n. AGH  
keckes@uci.agh.edu.pl  
tel. (012) 617 23 05, fax. (012) 617 22 77