

SYSTEMY INFORMACJI GEOGRAFICZNEJ

Systemem Informacji Geograficznej (Systemem Informacji Przestrzennej, GIS, SIP) nazywamy skomputeryzowany system pozyskiwania, przechowywania, przetwarzania, analizowania i udostępniania informacji posiadającej odniesienie przestrzenne do powierzchni Ziemi (czyli informacji geograficznej). Unikatowość technologii GIS polega na połączeniu możliwości oferowanych przez bazy danych z możliwościami wizualizacji i analiz przestrzennych - typowymi dla map. Jednak GIS to znacznie więcej niż mapa plus baza danych.

Baza danych Systemu Informacji Geograficznej stanowi model realnego świata. Przyjęcie takiego założenia posiada, o czym będzie mowa później, daleko idące implikacje. Oczywiście świat rzeczywisty jest zbyt skomplikowany by mogły odtworzyć go najbardziej nawet zaawansowane systemy komputerowe. Baza danych GIS stanowi zatem model uproszczony, który powinien być wystarczający z punktu widzenia założonego celu systemu. Inaczej wyglądać będzie baza danych systemu przeznaczonego do zarządzania sytuacjami kryzysowymi na szczeblu województwa a inaczej systemu służącego modelowaniu procesów przyrodniczych na obszarze o powierzchni kilku kilometrów kwadratowych.

Dane wprowadzane do GIS pochodzą z bezpośrednich pomiarów terenowych (np. z wykorzystaniem GPS), skanowania i digitalizacji istniejących papierowych materiałów kartograficznych (na ekranie za pomocą myszy lub przy użyciu specjalnych urządzeń - digitalizerów), pomiarów teledetekcyjnych. Do systemu wprowadzane mogą być również np. dane istniejące w postaci tabel, wykresów, rysunków itp. Wreszcie, w coraz większym stopniu również w Polsce, korzystać można z istniejących już zbiorów danych cyfrowych. Niezwykle ważną cechą GIS jest możliwość integracji danych pochodzących z różnych źródeł.



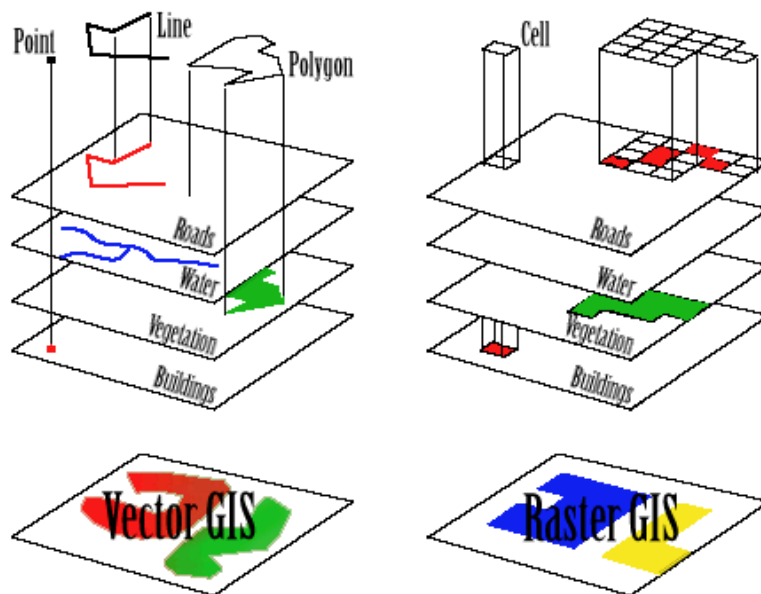
Dane w Systemach Informacji Przestrzennej posiadają zarówno charakter atrybutowy jak i przestrzenny. Oznacza to, że opisują je nieprzestrzenne atrybuty informujące o ich charakterze, a jednocześnie określona jest ich lokalizacja w przestrzeni. Przestrzenne odniesienie do powierzchni Ziemi może być określone w różny sposób, zależnie od przyjętego odwzorowania i układu współrzędnych.

W Systemach Informacji Geograficznej dane zorganizowane są w postaci warstw tematycznych. Każda warstwa tematyczna pokrywa ten sam fragment terenu i zawiera wyłącznie jeden rodzaj danych, np. sposób użytkowania terenu, drogi, wysokość nad poziom morza, szpitale, gęstość zaludnienia itp.. Warstwami mogą być również np. obrazy teledetekcyjne czy fotogrametryczne. Ten sposób organizacji danych porównywany jest często do zestawu map tematycznych narysowanych na przezroczystej folii, które można na siebie nakładać. Poszczególne warstwy mogą być wyświetlane i analizowane pojedynczo lub w kombinacji z innymi warstwami tematycznymi.



Do przedstawienia świata rzeczywistego używa się najczęściej w Systemach Informacji Geograficznej jednego z dwu tzw. modeli danych: wektorowego lub rastrowego. W modelu wektorowym położenie obiektów opisywane jest za pomocą dokładnych współrzędnych przypisanych poszczególnym punktom. Obiekty mogą mieć w tym przypadku postać pojedynczych punktów, linii (powstających z połączenia punktów) lub poligonów (obszarów) tworzonych jako domknięte ciągi linii. Dane w modelu wektorowym posiadać mogą również zdefiniowaną topologię, czyli relacje przestrzenne pomiędzy obiektami. W modelu topologicznym każdy segment linii lub poligonu zdefiniowany jest przez współrzędne punktów początkowego i końcowego, zwanych węzłami. Informacja topologiczna zawiera informacje o początkowym i końcowym węźle każdego segmentu oraz poligonach znajdujących się po jego lewej i prawej stronie.

W modelu rastrowym przestrzeń dzielona jest na regularne wypełniające ją w całości elementy (tzw. komórki rastra lub piksele). Zwykle mają one postać kwadratów. Zakłada się, że każda komórka jest homogeniczna - jednolita pod względem opisującego ją atrybutu. Rozmiar pojedynczej komórki różni się w zależności od stopnia szczegółowości danych w systemie - mogą to być zarówno centymetry jak i setki kilometrów.



Obydwa modele danych posiadają swoje wady i zalety, a wybór modelu zależy od przeznaczenia systemu. Niewątpliwie systemy rastrowe nadają się lepiej do analizy zjawisk ciągłych w przestrzeni, jak np. opady atmosferyczne czy stężenie zanieczyszczenia w powietrzu. Struktury rastrowe mogą być również wydajniej przetwarzane cyfrowo, w związku z czym lepiej sprawdzają się w zastosowaniach wymagających zaawansowanych operacji matematycznych z wykorzystaniem różnych warstw danych, np. modelowania procesów przyrodniczych (erozji gleb, podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie, itp.). W systemach rastrowych łatwiej również integrować można dane teledetekcyjne, które również posiadają przecież charakter rastrowy (piksele).

Systemy wektorowe z kolei posiadają przewagę tam, gdzie ważne jest dokładne odwzorowanie granic obiektów (np. w ewidencji gruntów), szybkie sporządzanie różnego rodzaju map zawierających wybrane warstwy tematyczne czy tzw. analizy sieciowe (związane z obiektami o charakterze sieci, np. drogowej, energetycznej, komunikacyjnej, itp.).

Dane zgromadzone w systemie mogą być na różne sposoby wizualizowane. Najczęściej wizualizacja przybiera formę mapy. Dzięki warstwowej strukturze systemu użytkownik GIS może zdecydować o jej zawartości - wybierając za każdym razem tylko te elementy bazy danych, które mają dla niego znaczenie. Wizualizacja przybierać może również inne formy - np. widoków perspektywicznych czy nawet wirtualnych wędrówek po terenie. Dane oraz wyniki analiz mogą być również udostępniane w postaci różnego rodzaju zestawień tabelarycznych, wykresów, itp. GIS umożliwia zarówno wizualizację na ekranie monitora jak i sporządzanie materiałów w formie wydruków, wplotów, itp.

Istotę Systemów Informacji Geograficznej stanowi jednak możliwość dokonywania analiz o charakterze przestrzennym. GIS wymyślono przede wszystkim po to by usprawnić proces uzyskiwania odpowiedzi na pytania w rodzaju:

Gdzie to jest?

Co znajduje się w tym, a co w tamtym miejscu?

Co znajduje się w pobliżu tych miejsc?

Czy występowanie określonych zjawisk jest w jakiś sposób powiązane przestrzennie?

Jak zmienia się ono w czasie i przestrzeni?

Czy gdzieś występują warunki by zaistniało określone zjawisko?

Tym, co odróżnia GIS od "zwykłych" baz danych jest właśnie możliwość zadawania zapytań przestrzennych, czyli takich, na które odpowiedź nie jest możliwa bez wykorzystania informacji o położeniu obiektów i relacjach przestrzennych w jakich obiekty te pozostają (topologii). Analizy w systemach informacji geograficznej podzielić można na trzy zasadnicze grupy:

- zapytania do bazy danych,
- sporządzanie map pochodnych,
- modelowanie.

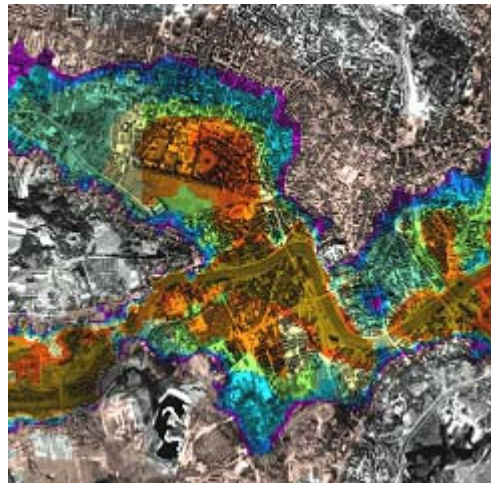
Zapytania do bazy danych mogą dotyczyć informacji zawartych na pojedynczych warstwach (np. "pokaż wszystkie kina" lub "co wiadomo o kinie, które wybraliśmy na mapie"), ale także, wykorzystując relacje przestrzenne między obiektami, możemy w naszych zapytaniach korzystać z kilku warstw łącznie (np. "pokaż składowiska odpadów przemysłowych leżące na obszarze płytko zalegających wód podziemnych i gruntach przepuszczalnych" lub "jaka jest głębokość zalegania pierwszego poziomu wodonośnego i przepuszczalność gruntu we wskazanym przez nas miejscu" albo "pokaż wszystkie działki budowlane na sprzedaż położone w odległości do 25 km od Krakowa, oddalone od lasu o nie więcej niż 1,5 km, nie dalej niż 2 km od najbliższej szkoły podstawowej i przystanku MPK" czy "pokaż wszystkie szkoły w dzielnicy Śródmieście").

Analizy GIS umożliwiają również pozyskanie związanej z przestrzenią informacji statystycznej, np. "jaka jest gęstość (ilość na kilometr kwadratowy) przypadków kradzieży", "ilu naszych klientów mieszka w odległości ponad 5 km od naszych sklepów" czy "jakie są powierzchnie pól uprawnych, łąk i lasów w poszczególnych gminach".

Do zaawansowanych analiz tego typu należą m.in. analizy zmian czy rozkładów przestrzennych. Możemy pytać "czym różnią się od siebie poszczególne zarejestrowane stany?" (np. jakie zmiany zaszły w użytkowaniu gruntów, na jakich obszarach wzrasta a na jakich maleje stężenie zanieczyszczenia). Możemy poszukiwać odpowiedzi na pytanie czy obserwowane zjawisko (np. przypadki zachorowań) wykazuje jakiś trend przestrzenny bądź w jakich rejonach zjawisko to się koncentruje.

Tworzenie map pochodnych polega na odpowiednim zestawianiu i przetwarzaniu elementów bazy danych systemu, tak by w efekcie uzyskać nową informację w postaci nowej warstwy tematycznej, wzbogacającej bazę danych. Przykładem może być sporządzanie map spadków i ekspozycji na podstawie mapy wysokościowej (numerycznego modelu terenu) czy opracowanie mapy zagrożenia erozją wodną gleb na podstawie mapy opadów, numerycznego modelu rzeźby terenu, mapy gleb i pokrycia/użytkowania terenu. Tworzenie map pochodnych możliwe jest poprzez połączenie danych zawartych w bazie GIS oraz wiedzy operatora systemu o zależnościach pomiędzy elementami bazy danych a tworzoną mapą. Zależności te mają charakter logiczny lub matematyczny. GIS może być również wykorzystany do poszukiwania takich zależności, np. na drodze regresji (przykładem może być zależność między wysokością nad poziom morza a temperaturą).

Implikacją, wynikającą z przyjęcia założenia, że baza danych GIS jest fragmentem realnej rzeczywistości przeniesionym do komputera, jest możliwość modelowania w środowisku GIS procesów zachodzących w otaczających nas świecie, czyli możliwość dokonywania symulacji i optymalizacji. Symulacja to prowadzenie eksperymentów na modelu rzeczywistego systemu. Symulować możemy różnorodne procesy np. jak zmieni się nasilenie procesów erozyjnych po wprowadzeniu proponowanych przez nas rozwiązań, jak rozprzestrzeniać się będzie wprowadzone do środowiska zanieczyszczenie czy też jak uruchomienie nowego punktu sprzedaży wpłynie na zachowania klientów. Optymalizacja polega na poszukiwaniu najlepszego rozwiązania. Np. jaka jest najkrótsza trasa przejazdu pomiędzy wskazanymi lokalizacjami? albo jak rozmieścić sieć punktów sprzedaży by najlepiej obsłużyć naszych klientów?



Symulacja powodzi

GIS to nie tylko system komputerowy, niezbędny sprzęt i oprogramowanie, ale również ludzie. Operator systemu jest jego niezwykle ważnym elementem. Od jego wiedzy, umiejętności i doświadczenia zależy efektywne zastosowanie systemu w praktyce. Pamiętać bowiem należy, iż System Informacji Geograficznej jest tylko narzędziem analitycznym mającym wspierać podejmowanie decyzji. Wiarygodność i wartość uzyskiwanych wyników uzależniona jest od wiarygodności i wartości danych wejściowych i prawidłowego doboru procedur analitycznych.

Systemy Inormacji Geograficznej znajdują coraz szersze zasosowanie w różnorakich, często bardzo różniących się od siebie dziedzinach. Potencjalne pole zastosowania GIS

pojawia się zawsze, gdy mamy do czynienia z danymi o charakterze przestrzennym. Poniżej przedstawiono niektóre z zastosowań GIS w wybranych branżach.

Banki i instytucje finansowe:

- analiza rozmieszczenia klientów: posiadaczy kont, pożyczkobiorców, itp.,
- analiza wpływu lokalizacji placówki na jej działalność,
- ocena penetracji rynku, udziału w rynku, analiza informacji o konkurencji,
- wspomaganie wyboru lokalizacji nowej placówki,
- analiza zachowań klientów, badania demograficzne i marketingowe, marketing precyzyjny,
- udostępnienie klientom możliwości wyszukiwania placówek i bankomatów na interaktywnych mapach w internecie.

Nieruchomości:

- ewidencja gruntów i budynków,
- prezentacja lokalizacji i jej otoczenia klientowi,
- wybór lokalizacji i jej ocena (ilość potencjalnych pracowników i/lub klientów, sieć drogową, czynniki środowiskowe, lokalizacja konkurencji, itp.)

Telekomunikacja:

- projektowanie i utrzymanie sieci,
- marketing,
- zarządzanie kontaktem z klientem,
- planowanie lokalizacji stacji bazowych telefonii komórkowej,
- serwisy usługowe dla telefonii komórkowej (gdzie jestem?, gdzie jest najbliższy?).

Handel:

- marketing bezpośredni i marketing precyzyjny,
- wybór lokalizacji punktu sprzedaży,
- analiza rynku i konkurencji,
- alokacja zasobów w sieci handlowej.

Górnictwo:

- poszukiwanie złóż,
- zarządzanie infrastrukturą kopalni,
- monitoring wpływu na środowisko,
- projektowanie i monitorowanie rekultywacji.

Transport:

- planowanie, projektowanie i utrzymanie sieci transportowej (dróg, kolei),
- planowanie operacji logistycznych,
- lokalizacja pojazdów w czasie rzeczywistym,
- planowanie połączeń i tras dla transportu publicznego,
- analiza ruchu pasażerskiego i towarowego.

Ochrona zdrowia:

- studia epidemiologiczne (lokalizacja przypadków zachorowań, zasięgu epidemii, narażenia populacji),
- optymalizacja rozmieszczenia placówek służby zdrowia,
- możliwość lokalizacji najbliższej placówki za pomocą internetu czy serwisu komórkowego.

Walka z przestępczością:

- przestrzenna analiza występowania przestępstw,
- lokalizacja jednostek patrolowych w czasie rzeczywistym.

Archeologia:

- dokumentowanie znalezisk,
- integracja i analiza informacji pochodzącej z różnych źródeł (m.in. map historycznych, map topograficznych, zdjęć lotniczych i satelitarnych)
- tworzenie modeli prognozujących możliwość wystąpienia znaleziska,
- udostępnianie informacji o obiektach archeologicznych.

Rolnictwo:

- dobór odpowiednich upraw,
- szacowanie plonów,
- rolnictwo precyzyjne (dzięki połączeniu GPS i GIS pozyskiwana jest w skali gospodarstw informacja np. o występowaniu szkodników, chorobach, niedoborze składników pokarmowych, wilgoci, itp., wykorzystywana następnie do precyzyjnego wykonywania zabiegów agrotechnicznych),
- przeciwdziałanie erozji wodnej,
- kartografia gleboznawcza,
- zarządzanie subsydiami.

Leśnictwo:

- inwentaryzacja zasobów,
- planowanie i zarządzanie,
- ochrona przeciwpożarowa,
- walka ze szkodnikami,
- planowanie udostępniania lasu.

Zarządzanie sytuacjami nadzwyczajnymi i kryzysowymi:

- ocena ryzyka dla ludzi i obiektów,
- ocena skali i zasięgu zagrożenia,
- monitorowanie rozprzestrzeniania się zagrożenia,
- sporządzanie planów działań,
- koordynacja akcji ratunkowych,
- szacowanie strat.