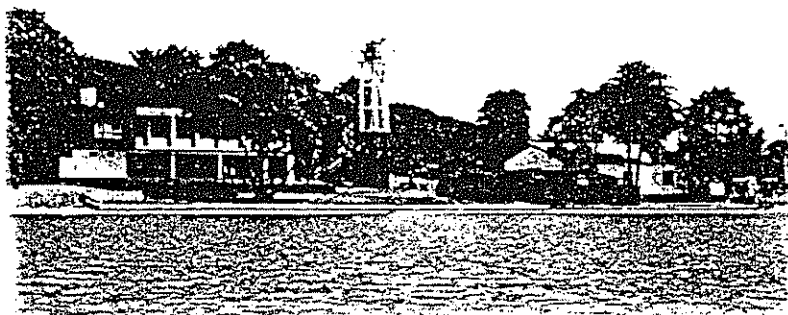


Zakład Klimatologii
Wydział Biologii, Geografii i Oceanologii
Uniwersytet Gdański

Ogólnopolskie Seminarium Naukowe

**MONITORING PODSTAWĄ OBIEKTYWNEJ
OCENY JAKOŚCI ŚRODOWISKA**



Borucino - 20 czerwca 1997 r.

Mariusz Kistowski

ZASTOSOWANIE METOD GIS W MONITOROWANIU ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO

Podstawowy cel monitoringu środowiska, realizowanego przez Państwową Inspekcję Ochrony Środowiska i inne instytucje, to gromadzenie danych o stanie elementów środowiska i intensywności oddziaływającej na nie antropopresji, służące analizowaniu i prognozowaniu zmian zachodzących w przyrodzie. Dalszy etap wykorzystania danych monitoringowych, w którym istotną rolę pełnią instytucje naukowo-badawcze, to analizowanie związków przyczynowo-skutkowych pomiędzy działalnością człowieka oraz naturalnymi tendencjami przemian środowiskowych a zmianami rejestrowanymi w trakcie prac monitoringowych w wybranych elementach środowiska przyrodniczego.

Dane monitoringowe cechują się dwoma podstawowymi typami zmienności:

- ♦ zmiennością przestrzenną oraz
- ♦ zmiennością czasową.

Ze względu na ogromną liczbę danych powstających w trakcie prowadzenia monitoringu, szczególnie stanu środowiska (np. monitoringu hydrometeorologicznego), niekiedy także jakości środowiska (np. monitoringu emisji zanieczyszczeń atmosferycznych), praktycznie niemożliwe staje się opracowanie i analizowanie tych

danych bez zastosowania technik komputerowych. Jednakże stosowane od dłuższego czasu przez służby ochrony środowiska programy statystyczne lub arkusze kalkulacyjne pozwalają przede wszystkim na analizę zmienności czasowej rejestrowanych danych, w minimalnym stopniu umożliwiając analizę zmienności przestrzennej i nie dając możliwości badania związków pomiędzy zmiennymi środowiskowymi (często o charakterze jakościowym) i antropogenicznymi.

Realizację tych zadań ułatwiają systemy informacji geograficznej (z ang. *geographical information systems*) - grupa programów komputerowych służąca do obróbki danych geograficznych (posiadających charakter przestrzenny). Programy te są zarówno znakomitym narzędziem gromadzenia dużych zbiorów danych przestrzennych (punktów, linii, poligonów) oraz odnoszących się do nich atrybutów opisowych (np. stany i jakość wód w studniach, natężenie hałasu na wybranych odcinkach dróg, wielkość emisji SO₂ na określonym obszarze), jak i narzędziem analizy statystycznej i przestrzennej tych danych, łącznie z badaniem związków przestrzennych pomiędzy poszczególnymi obiektami i ich atrybutami opisowymi (przy użyciu funkcji topologicznych).

Dla badacza, ale i często dla praktyka, posiadanie „surowych” danych monitoringowych jest niewystarczające. Dopiero ich umiejscowienie w określonym kontekście środowiskowym może umożliwić rozwiązanie bardziej złożonych problemów. W tych przypadkach pomocne mogą być takie grupy funkcji systemów informacji geograficznej, jak:

- ♦ nakładanie i łączenie warstw danych,
- ♦ klasyfikacje,
- ♦ analizy sąsiedztwa.

Nakładanie należy do najprostszych funkcji GIS, jednak jego rola w prezentacji i analizie danych monitoringowych jest ogromna. Posiadając cyfrowy zasób danych o określonych elementach środowiska przyrodniczego (np. rzeźbie terenu, powierzchniowych utworach geologicznych, głębokości zalegania pierwszego poziomu wodonośnego) i przejawach działalności człowieka (np. składowiskach odpadów, obszarach eksploatacji surowców mineralnych, miejscach poboru wód), można prawie na bieżąco analizować na przykład związki stanu czystości wód w studniach z dowolnymi parametrami środowiskowymi i antropogenicznymi. Bardziej zaawansowane technologicznie programy GIS (np. ARC/INFO, Genasys) umożliwiają także prowadzenie analizy wieloczynnikowej, czyli badanie jednoczesnego wpływu kilku czynników na zmienność określonego parametru.

W tego typu analizach wykorzystywane mogą być także tzw. operacje logiczne (bullofskie) prowadzone na dwóch, trzech lub większej liczbie warstw informacyjnych. Pozwalają one, za pomocą operatorów logicznych (negacji, koniunkcji, alternatywy łącznej i rozłącznej) analizować współwystępowanie różnych cech środowiska, szczególnie o charakterze jakościowym. Jest to istotne w świetle istnienia synergizmu (współdziałania) różnych czynników naturalnych i antropogenicznych:

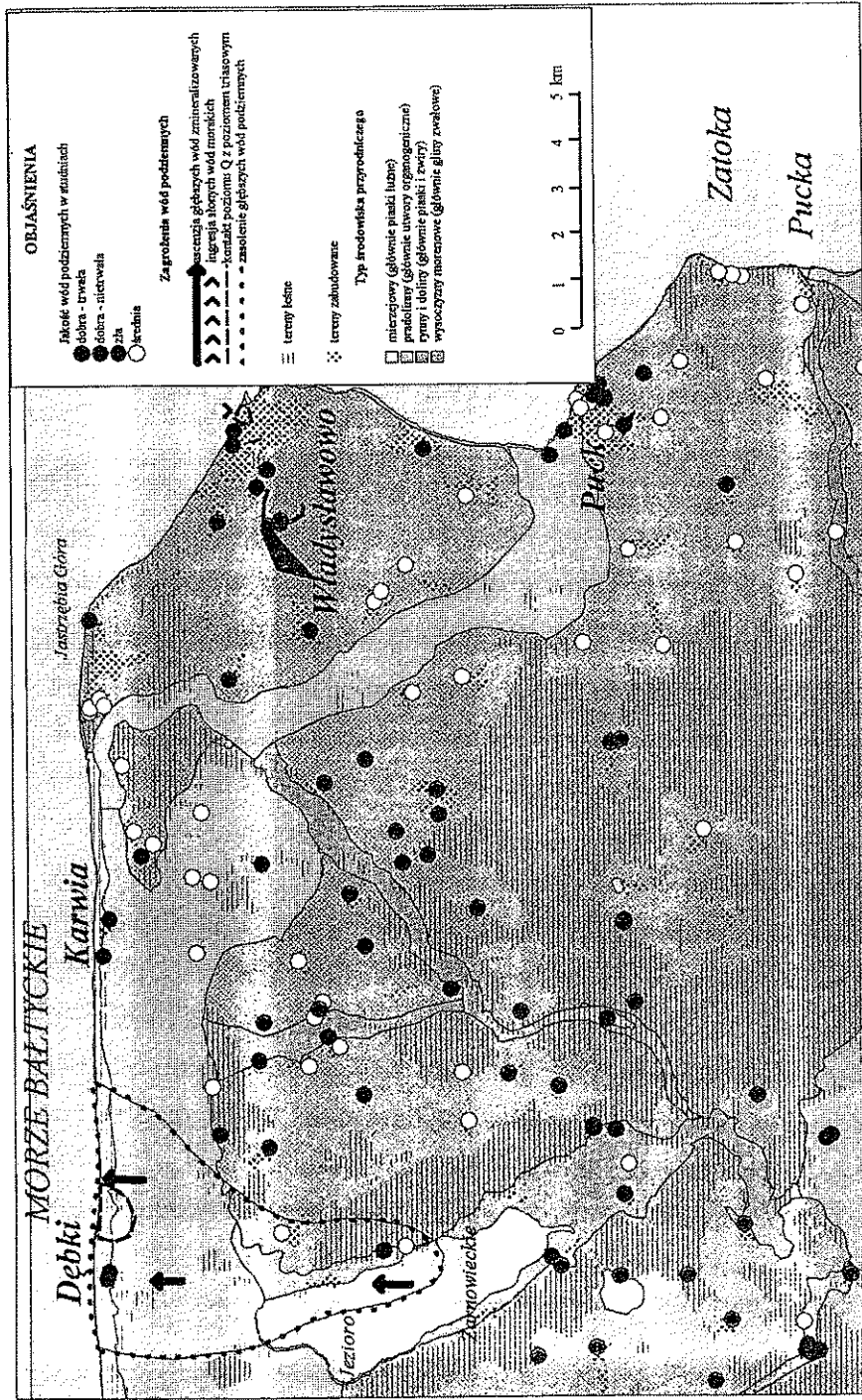
Przy analizie danych monitoringowych, przede wszystkim dotyczących emisji i imisji związków antropogenicznych (np. do wód,

atmosfery, gleb) bardzo istotne jest ukazanie tych danych na tle informacji o odporności środowiska na działanie tych czynników. Poglądowe, a często wyjaśniające tempo i kierunek zmian zachodzących w środowisku, może być np. pokazanie danych o źródłach emisji zanieczyszczeń do wód i stanie czystości wód na tle informacji o naturalnej odporności jezior na degradację lub wielkości odpływu wód ze zlewni i przepływów w ciekach albo też pokazanie danych o źródłach emisji zanieczyszczeń atmosferycznych i defoliacji lasów na tle informacji o typach drzewostanów leśnych, rzeźby terenu oraz cyrkulacji atmosferycznej. We wszystkich wyżej wymienionych analizach pomocne są właśnie tzw. operacje „nakładkowe”, wykonywane przy zastosowaniu GIS. Przykład tego typu analizy prezentuje rys. 1.

Przydatne w analizie danych monitoringowych mogą być także klasyfikacje prowadzone z użyciem systemów informacji geograficznej, szczególnie klasyfikacje oparte na danych ilościowych. W sytuacji wprowadzenia do postaci cyfrowej informacji o zawartości określonych związków, np. w wodach w określonych punktach pomiarowych, możliwe jest zarówno sklasyfikowanie tych punktów przez dobór dowolnych przedziałów klasyfikacyjnych (np. jak w programie MapInfo: równa liczba obiektów w przedziale, równe interwały, rozkład normalny, odchylenie standardowe, kwantyle, przedziały dobierane, np. z uwzględnieniem obowiązujących norm czystości wód), jak i estymacja zawartości związków w wodach płynących pomiędzy punktami pomiarowymi.

Wśród funkcji sąsiedztwa, największe zastosowanie przy analizie danych monitoringowych może znaleźć tzw. buforowanie. Daje ono możliwość wyznaczenia obszaru (buforu) wokół punktu, linii lub poligonu. Bufor ten może być np. obszarem hipotetycznego (lub rzeczywistego) oddziaływania emisji na otoczenie lub też terenem, na którym zmiany środowiskowe powinny być minimalizowane, np. w związku z występowaniem w jego centrum ujęcia wody lub gniazda chronionego gatunku ptaka. W takim ujęciu bufor odpowiada więc strefie ochronnej obiektu uciążliwego dla środowiska lub otulinie (strefie ochronnej) obiektu chronionego, np. w świetle „Prawa Wodnego” lub „Ustawy o Ochronie Przyrody”). Wyznaczanie tego typu stref, proste i szybkie przy zastosowaniu GIS, pozwala na określenie obszarów, na których w szczególności powinno się koncentrować prowadzenie prac monitoringowych. Prawie wszystkie programy GIS pozwalają na wyznaczanie buforów regularnych (o równej odległości od wszystkich punktów krawędzi obiektu buforowanego), jednak bardziej zaawansowane pakiety i aplikacje GIS dają też możliwość określania buforów nieregularnych (uwarunkowanych m.in. czynnikami środowiskowymi, np. dominującymi kierunkami wiatrów wokół emitorów zanieczyszczeń atmosferycznych).

Autor niniejszego opracowania, częściowo w ramach realizacji tematu badań własnych Uniwersytetu Gd. nr BW/1220-5-0315-7, podjął próbę stworzenia bazy danych GIS, służącej m.in. wizualizacji i analizowaniu danych monitoringowych. Zakres przestrzenny bazy obejmuje obszar województwa gdańskiego. Jej celem jest zgromadzenie jak największej ilości danych o środowisku przy-



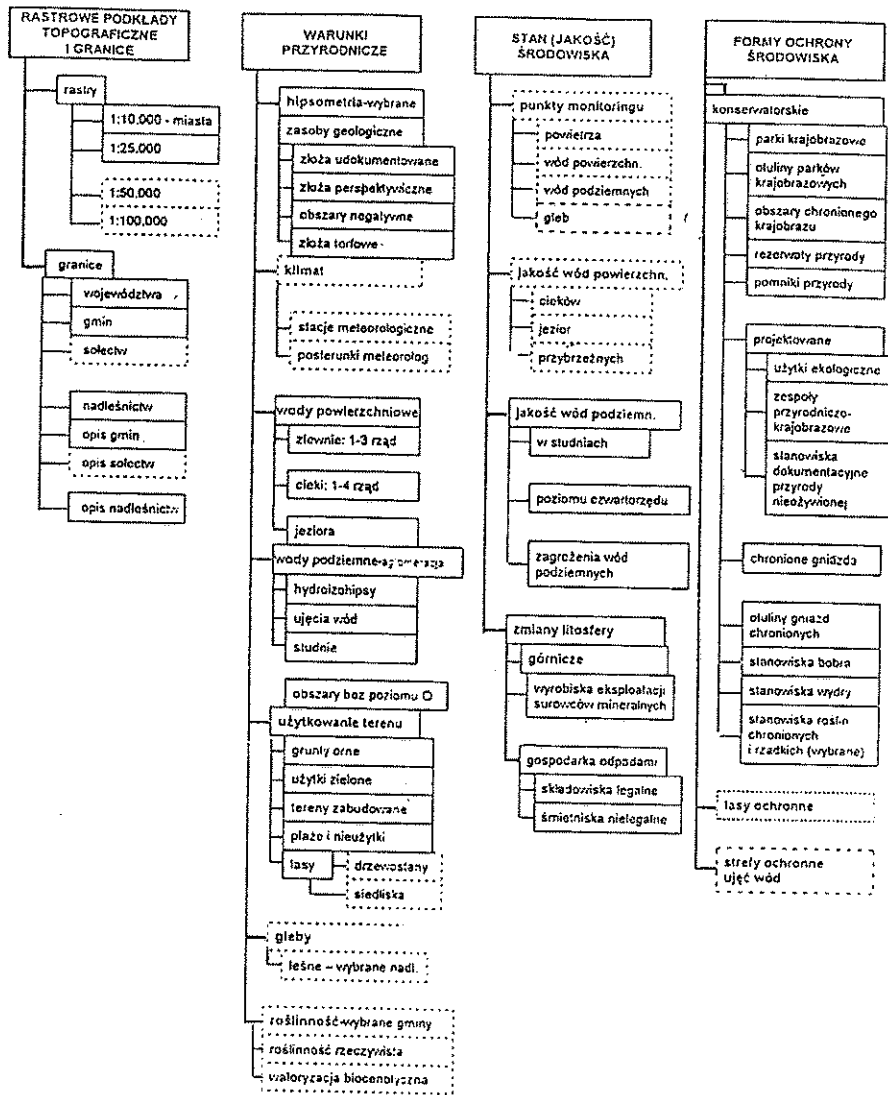
Rys. 1. Przykład analizy danych z monitoringu jakości wód podziemnych na tle informacji o warunkach środowiska przyrodniczego
opracowanie własne

rodniczym tego regionu. Składa się ona z czterech podstawowych bloków informacyjnych:

1. rastrowe podkłady kartograficzne i granice administracyjne,
2. warunki przyrodnicze,
3. stan środowiska przyrodniczego,
4. formy ochrony środowiska przyrodniczego.

Szczegółowy zakres danych wprowadzonych dotychczas do systemu i planowanych do wprowadzenia w okresie najbliższego roku prezentuje rys. 2.

Dla celów przetwarzania poszczególnych warstw informacyjnych do cyfrowej postaci wektorowej wykorzystano rastrowy podkład topograficzny w skali 1:25.000 w układzie współrzędnych GUGiK 1965 (około 60 arkuszy dla województwa gdańskiego). Ta stosunkowo szczegółowa skala dygitalizacji danych pozwala na prowadzenie analiz o dużym stopniu precyzji, nawet na poziomie lokalnym. Dzięki temu dane systemu mogą być z powodzeniem wykorzystane np. w studiach uwarunkowań do miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego gmin, planach ochrony parków krajobrazowych, planach urządzania lasu, studiach ochrony zasobów wodnych i geologicznych, itp. Digitalizacja, analiza i wizualizacja danych prowadzona jest przy użyciu oprogramowania GIS MapInfo 3.0 i 4.0. Professional - programu stosunkowo taniego i przyjaznego dla użytkownika. W przypadku konieczności prowadzenia bardziej złożonych analiz, dane z MapInfo można wyeksportować do formatu programów ArcView lub ARC/INFO i przy ich zastosowaniu prowadzić dalsze prace.



Dane wprowadzone do czerwca 1997
 Dane planowane do wprowadzenia w 1997

Rys. 2. Zakres bazy danych GIS o środowisku przyrodniczym województwa gdańskiego (opracowanie własne)

W podsumowaniu niniejszego opracowania warto podkreślić znaczną racjonalizację (docelowe przyspieszenie, usprawnienie i udokładnienie) analizy danych przestrzennych, w tym monitoringowych przy zastosowaniu systemów informacji geograficznej. Należy wyrazić nadzieję, że systemy te staną się w najbliższym czasie jednym z podstawowych narzędzi pracy służb odpowiedzialnych za monitorowanie środowiska przyrodniczego i utrzymanie jego dobrej jakości. Autor otwarty jest na wszystkie propozycje współpracy w zakresie konsultacji i opracowania baz danych GIS dla potrzeb analizy danych monitoringowych. Pozytywnych przykładów dostarcza prowadzona w latach 1993-97 współpraca dotycząca wdrażania systemów informacji geograficznej w służbach ochrony środowiska z Wojewódzkim Konserwatorem Przyrody i Głównym Geologim Wojewódzkim w Gdańsku, Biurem Dokumentacji i Ochrony Przyrody, Biurem Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej przy Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Gdańsku oraz Zarządami Parków Krajobrazowych.

Należy także wspomnieć, iż aktualnie w Katedrze Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska Uniwersytetu Gdańskiego, pod kierunkiem piszącego te słowa, rozpoczęto wykonanie map sozologicznych w skali 1:50.000 (arkusze Kościerzyna i Karsin) zgodnie z metodyką zawartą w wytycznych technicznych K-3.6. Głównego Geodety Kraju. Zgodnie z zaleceniami instrukcji mapa ta zostanie wykonana także w technice cyfrowej GIS przy zastosowaniu programu MapInfo.