

WPROWADZENIE

Towarzystwo Ekologiczne Ameryki skupiające prawie 5,5 tysiąca ekologów z ponad 60 krajów w 1990r. zaproponowało na ostatnie dziesięciolecie XX wieku przeprowadzenie badań międzynarodowych nad rozwojem gospodarczym ukierunkowanym na ochronę biosfery, czyli badań nad **zrównoważonym kształtowaniem (rozwojem) biosfery** (*International Sustainable Biosphere Initiative - ISBI*). Chodzi o opracowanie takich technologii proekologicznych, które nie degradują ekosystemów (a głównie gleb i wód) w trakcie produkcji rolnej, leśnej, rybnej, a w przemyśle i gospodarce komunalnej minimalizują powstawanie szkodliwych odpadów i niektórych gazów. Zrównoważony rozwój (Lubaszewski i in., 1994) bezpośrednio oddziałuje na **zmiany globalne¹⁾** i **bioróżnorodność²⁾**. I te trzy zagadnienia zostały przyjęte jako priorytetowe przez różne międzynarodowe organizacje ekologiczne działające na polu ochrony środowiska, w tym również na 12 Sesji Międzynarodowej Rady Koordynacyjnej programu UNESCO-MAB (*United Nations Economic, Scientific and Cultural Organization - Man And Biosphere*) oraz na "szczyście Ziemi" - głośniejszej Konferencji ONZ ds. Środowiska i Rozwoju Gospodarczego, która odbyła się w czerwcu 1992r. w Rio de Janeiro, na której - w Agendzie nr 21 - przyjęto plan działania na XXI wiek. W celu umożliwienia realizacji **zrównoważonego rozwoju biosfery** w jakimkolwiek zakątku naszego globu niezbędna jest wiedza ekologiczna o tym obszarze. Wiedza, która dysponuje danymi o zasobach naturalnych tam się znajdujących, o rolnictwie i przemyśle, miejscowych glebach i wodach itd.. Muszą to być dane aktualne. Dlatego jest niezbędny ciągły monitoring aktualizujący różnorodne informacje ujęte w bazach danych. Taki monitoring, który wspiera ten zrównoważony miejscowy rozwój biosfery i gwarantuje harmonijną współpracę człowieka z naturą.

¹ **zmiany globalne** - zmiany wywołane gospodarczą działalnością człowieka powodujące przekształcenia strukturalne i funkcjonalne w środowisku organizmów żywych na różnych szczeblach organizacji biologicznej. Najgroźniejsze obecnie to zmiany fizyko-chemiczne w atmosferze - mogą wywoływać przeobrażenia w dowolnym punkcie Ziemi.

² **bioróżnorodność** (różnorodność biologiczna) - liczba organizmów przyrodniczych (gatunków roślin i zwierząt) występujących na wybranym obszarze wraz z zachodzącymi między nimi związkami i procesami ewolucyjnymi (rozmaitość wszystkich form życia na Ziemi). Jest to układ niestacyczny, gdyż pod wpływem antropopresji zwiększa się lub zmniejsza w stosunku do stanu naturalnego.

Prowadzone w ramach niniejszego projektu KBN badania są zgodne z tendencjami światowymi - realizują program UNESCO-MAB.

Omawiany projekt badawczy KBN miał do zrealizowania następujące zadania badawcze:

1. Opracowanie numerycznego modelu terenu (NMT) dla części województwa krakowskiego jako elementu bazy danych.
2. Zakupienie digitajzera formatu A0 lub A1 oraz drukarki kolorowej z wyposażeniem.
3. Zakupienie 2 scen okolic Krakowa ze skanera TM LANDSAT-a z lat 1990-1992 oraz ERS-1.
4. Opracowanie metodyki zasilania bazy danych GIS pozyskiwanych bezpośrednio i teledetekcyjnie wraz z opracowaniem programów do konwersji tych danych do postaci nadającej się do systemu IDRISI (amerykański).
5. Ocena przydatności pakietów GIS i różnych technik manipulowania danymi do analiz i prezentacji różnych elementów skażenia środowiska i ich wzajemnej korelacji.
6. Wypełnianie wielowarstwowej (przestrzennej) bazy danych wybranego obszaru woj. krakowskiego wraz z digitalizacją materiałów źródłowych.
7. Zakupienie skanera z urządzeniami uzupełniającymi.
8. Skonfigurowanie stanowiska komputerowego dla potrzeb oprogramowania typu GIS i baz danych oraz rozszerzenie pamięci drukarki kolorowej.
9. Zasilanie (pozyskiwanie, gromadzenie, aktualizacja i korekcja) bazy danych GIS o elementy skażenia środowiska (np. wody podziemne i powierzchniowe, przypowierzchniowa warstwa atmosfery, itp).
10. Opracowanie przykładów przedstawiania i rozpowszechniania informacji o stanie środowiska z wykorzystaniem pakietów GIS (oraz publikacja).
11. Wybór optymalnych cech z bazy danych do analizy lub klasyfikacji zjawisk ekologicznych przy zastosowaniu statystycznej dyskryminacji obserwacji wielowymiarowych.

W ramach niniejszego projektu przeprowadzono badania na obszarze około 1500 km² wokół Krakowa. Obszar ten stanowi poligon badawczy i może stać się częścią dużego "regionu-laboratorium", jakie w najbliższym czasie mają być powołane w ramach cytowanego programu UNESCO (International 1993). Takie poligony mają dostarczać danych do wiedzy o utrzymaniu biosfery i powinny wspomagać planowanie użytkowania ziemi wraz z odpowiednim zrównoważonym rozwojem gospodarczym ujmującym mieszaninę form strukturalnych i funkcjonalnych, z odpowiednio szerokim uwarunkowaniem ekologicznym. Pozyskana informacja o środowisku przyrodniczym powinna zostać w pełni wykorzystana do kształtowania ładu ekologicznego w przestrzeni geograficznej. Przeprowadzone badania i zebrane w czasie ich trwania dane można włączyć do Globalnego Systemu Obserwacyjnego Ziemi (*Global Terrestrial Observing System - GTOS*) - jaki w ramach przyszłego programu zamierza powołać UNESCO-MAB dla monitorowania zmian globalnych. GTOS jest jednym z pięciu zasadniczych obszarów przyszłego działania programu MAB obok takich priorytetowych zadań jak : (International, 1993):

- sprawowanie ochrony nad bioróżnorodnością i procesami ekologicznymi,
- poszukiwań zmierzających do planowania użytkowania ziemi i podtrzymywania umiejętnego korzystania z zasobów naturalnych,
- formowanie i rozpowszechnianie polityki informacyjnej o zrównoważonym wykorzystaniu zasobów naturalnych,
- budowanie ludzkiej i instytucjonalnej odpowiedzialności w odniesieniu do planowania użytkowania ziemi i korzystania z zasobów naturalnych.

Wykorzystanie Geograficznych Systemów Informacyjnych (GIS) do monitoringu środowiska jest jedynym racjonalnym rozwiązaniem budowy GTOS a przeprowadzone badania w ramach niniejszego, realizowanego przez nas projektu, przyczynią się do budowy tego systemu na terenie Polski.

Do realizacji projektu wykorzystano geograficzny system informacyjny IDRISI, po uprzednim rozpoznaniu, przetestowaniu i ocenie jego możliwości technicznych - biorąc także pod uwagę koszty jego nabycia. W zadaniu nr 5 przeprowadzono ogólną ocenę przydatności do tego celu również 5 innych pakietów GIS - trzech komercyjnych: ERDAS wersja 7.5, ERMapper, wersja 4.0 i PCI wersja 5.1 oraz dwóch pakietów uniwersyteckich: ILWIS wersja 1.2 i GRASS wersja 4.0. Dwa pakiety IDRISI wersja 4.0 i wersja 4.1 poddano szczegółowej analizie, testowaniu i ocenie. Ustalono, że wszystkie oceniane pakiety w podobnym stopniu nadają się do analizowania danych o środowisku. Pakiety są stale modernizowane i uzupełniane, dlatego trudno jeszcze jednoznacznie określić, który z nich jest najwłaściwszy do tych celów. Z uwagi na klarowną strukturę modułową umożliwiającą zaplanowanie odpowiedniej kolejności przetwarzania danych, kontrolę i weryfikację pośrednich etapów przetwarzania oraz ocenę pakietu, do realizacji projektu wykorzystano system IDRISI.

Podobnie jak dla innych potrzeb również w monitoringu środowiska najważniejszym, ale także najbardziej pracochłonnym zadaniem jest budowa i wypełnianie bazy danych. Dlatego, zadanie nr 4 poświęcono opracowaniu metodyki budowy i zasilania bazy danych, mogącej obsługiwać informacje pochodzące:

- 1) z map topograficznych i tematycznych,
- 2) pomiarów terenowych ujmujących zanieczyszczenie i skażenia środowiska, oraz
- 3) informacje z pułapu lotniczego i satelitarnego.

Umożliwia ona integrację tych różnorodnych danych i pozwala je przekształcić do formatu jaki obowiązuje w IDRISI. Zadanie nr 1 ujemuje opracowanie metodyki generowania rzeźby terenu w postaci cyfrowego modelu terenu (CMT) czerpiąc dane z map topograficznych. Opracowano, przedstawioną w zadaniu nr 10 metodykę generowania aktualnej mapy użytkowania terenu na podstawie obrazów satelitarnych ze skanera TM LANDSAT-a, wydzielając następujące kategorie użytkowania ziemi: las iglasty, las liściasty, las mieszany, pola uprawne, łąki suche, łąki wilgotne, zabudowa zwarta, tereny przemysłowe, zabudowa luźna, wody, tereny zdegradowane, kolej. Metodyka uwzględnia również wpływ topografii przy klasyfikacji obrazów cyfrowych.

Dla połowy obszaru województwa krakowskiego, w centrum którego jest miasto Kraków, zgromadzono w bazie danych różnego rodzaju informacje dotyczące topografii, użytkowania terenu, danych gleboznawczych, geologicznych, hydrogeologicznych,

demograficznych, informacje o skażeniach atmosfery, gleb, wód oraz inne. Szczegóły o pozyskiwaniu tych informacji ujęto w zadaniach nr 6 i nr 9. Dla tego obszaru, ale o powierzchni nieco większej (40 x 40 km) opracowano cyfrowy model terenu.

Opracowano pakiety programów aplikacyjnych uzupełniających system IDRISI. Są to programy o nazwach:

- **Multi Image Viewer** - umożliwiający jednoczesną wizualizację nawet 9 obrazów na ekranie monitora (zamiast jednego), oraz na ich modyfikację,
- **kontrola, modelini, breaklin, gcopy, ati** - seria programów umożliwiających transmisję danych pomiędzy IDRISI a programami SCOP i SURFER zastosowanymi do opracowania cyfrowego modelu terenu,
- **sig** - program do analizy separacji klas i wyboru optymalnego zestawu danych w klasyfikacji tematycznej obrazów wielospektralnych
- **Transformacja** - do przekształcenia danych przestrzennych zestawionych na mapach w różnych układach na "układ współrzędnych 65",
- **GISAW** - do przekształcenia zapisu wektorowego z formatu GEOGRPH do formatu IDRISI

Opracowane oprogramowanie, skompletowanie sprzętu, zgromadzone w bazie danych informacje a także wykorzystanie systemu IDRISI oraz innych pakietów programów komputerowych pozwala na prowadzenie rozmaitych badań i analiz z zakresu monitoringu środowiska. Przyjęte w projekcie badawczym rozwiązania formują zręby systemu monitoringu środowiska opartego na Geograficznym Systemie Informacyjnym, umożliwiającego generowanie różnego rodzaju map.

Realizując zadanie nr 10 opracowano dla rejonu Krakowa mapy zagrożenia erozyjnego gleb, mapy degradacji gleb spowodowanej skażeniem metalami ciężkimi, mapy rozmieszczenia roślin skażonych metalami (przekazujące informacje o rejonach z których pożywienie roślinne może stanowić zagrożenie dla zdrowia człowieka). Opracowano również mapy użytkowania terenu na podstawie zakupionych obrazów TM LANDSAT-a. Sporządzono mapę cyfrową tego rejonu oraz mapę hipsometryczną.

Zgromadzone w ramach niniejszego projektu zasoby informacji mogą zostać z powodzeniem włączone do banku danych EKO-INFO. Bank ten będzie jednym z elementów składowych, budowanego obecnie w Krakowie, Małopolskiego Systemu Informacji Przestrzennej (MSIP). Przewiduje się, że jednym z elementów MSIP będzie Komputerowy Atlas Województwa Krakowskiego. Jest to projekt wysunięty przez Urząd Wojewódzki w Krakowie razem z Akademią Górniczo-Hutniczą i Uniwersytetem Jagiellońskim jako grant celowy na lata 1995-1997. Stanowić on może kontynuację niniejszego projektu, wykorzystując większość zgromadzonych w nim informacji.

Jeśli powiedzie się koncepcja rozproszonych baz danych MSIP, wówczas realne jest także zaproponowanie nowego ogniwa MSIP w postaci podsystemu GIS o przeznaczeniu badawczo-naukowym. Uzyskane w niniejszym projekcie wyniki można już teraz uznać za załączek takiej bazy danych. Sposób udostępniania danych dla innych niż badawczo-naukowe cele jest sprawą otwartą i powinien być dostosowany do rozwiązań przyjętych w MSIP.

Ponadto, w trakcie realizacji projektu badawczego opracowano materiały dydaktyczno-szkoleniowe do nauczania geograficznych systemów informacyjnych oraz niektórych zadań z zakresu przetwarzania cyfrowych obrazów skanerowych. Zbudowana w ramach projektu baza danych dla monitoringu środowiska jest wykorzystywana również do ćwiczeń i laboratoriów prowadzonych ze studentami na kierunku Inżynieria Środowiska a także kierunku Geodezja i Kartografia. Zgromadzone materiały, pakiety programów i sprzęt były wykorzystywane do przygotowania kilku dyplomowych prac magisterskich.

Realizacja tego projektu oraz nabyta wiedza i doświadczenie Zespołu badawczego stały się podstawą wprowadzenia na kierunku Inżynieria Środowiska w Akademii Górniczo-Hutniczej przedmiotu pt. "Systemy informacyjne w ochronie środowiska". Przedmiot ten początkowo prowadzony w wymiarze 15 godzin wykładów i 30 godz. laboratoriów - na wniosek studentów został poszerzony do 90 godzin.

Literatura

Lubachenko J., Olson A.M., Brubaker L.B., Carpenter S.R., Holland M.M., Hubbell S.P., Levins S.A., MacMahon J. A., Matson P.A., Melillo J.M., Mooney H.A., Peterson Ch. It., Pliam H.R., Real L.A., Regal P.J., Risser P.G., 1991. *The Sustainable Biosphere Initiative: An Ecological Research Agenda*. Ecology 72 str.371-412.

International Co-ordinating Council of the Programme on Man and the Biosphere (MAB - twelfth session, 1993. UNESCO - MAB, Paris, str.1-46.