ZBYSZKO PAWLAK

STAN I PERSPEKTYWY SYSTEMU MONITORINGU ZMIAN ŚRODOWISKA W POLSCE

Środowisko przyrodnicze i zachodzące w nim relacje ulegają ciągłym zmianom na skutek działania czynników naturalnych oraz antropopresji. Do prowadzenia właściwej polityki środowiskowej, której najistotniejszym przejawem jest zawsze racjonalne i oszczędne gospodarowanie zasobami przyrodniczymi, niezbędny jest kompleks informacji o wszelkich procesach zachodzących zarówno w poszczególnych komponentach środowiska, jak i w całych ekosystemach. Bardzo ważną rolę odgrywają w tym przypadku również informacje odnośnie do wprowadzanych przez czynniki antropogeniczne ładunków zanieczyszczeń, źródeł ich pochodzenia oraz stopnia szkodliwości dla środowiska. W obecnych czasach pozyskanie danych o tak znacznym zakresie tematycznym, czasowym i przestrzennym jest możliwe jedynie za pomocą zintegrowanego systemu detekcyjnego, działającego zespołami metod i technik informatycznych, na bazie rejestracji wiarygodnych i ciągłych informacji płynących ze środowiska. Spełnienie tak licznych zadań może być zrealizowane przez tzw. monitoring środowiska, czyli system pomiarowo–kontrolno–sterujący, który zajmuje się obserwacjami, pomiarami, badaniami i ocenami (również w formie prognoz) stanu środowiska (bądź jego komponentów) oraz identyfikacją zgrożeń.

Do głównych zadań monitoringu środowiska jako systemu (oprócz gromadzenia wszelkich informacji o środowisku) można zaliczyć [Truszkowska, Rejman-Czajkowska, Siuta 1989]:

– powodowanie zwrotnego sterowania emisją zanieczyszczeń w jej źródłach,

– zapobieganie skutkom społecznym i gospodarczym zanieczyszczeń środowiska, szczególnie powietrza, wody, gleb i roślin, przez dostarczanie ocen wpływu danych inwestycji i procesów produkcji na określone warunki przyrodnicze,

– wpływanie na programy rozwoju gospodarczego i plany zagospodarowania przestrzennego kraju poprzez dostarczanie długoterminowych prognoz ostrzegawczych o skutkach społecznych, gospodarczych i ekologicznych, które powstaną w wyniku realizacji planowanego wzrostu produkcji i zagospodarowania terenu,

– ułatwianie i przyspieszanie praktycznego stosowania stanowiących o ochronie środowiska przepisów prawnych przez dostarczanie informacji o zmianach zacho-

dzących w środowisku przyrodniczym, w różnych ujęciach problemowych, przestrzennych i organizacyjnych,

– ułatwianie prowadzenia podstawowych badań w dziedzinie ochrony środowiska przyrodniczego przez dostarczanie danych o procesach zmian litologicznych, hydrologicznych, atmosferycznych i biologicznych,

– obniżanie nakładów na bezpośrednie badania środowiska przyrodniczego dzięki wielokrotnemu wykorzystywaniu bazy danych systemu monitoringu.

Aby wszystkie powyższe cele mogły być realizowane, potrzebne jest jednoczesne monitorowanie zarówno ekosystemów rolnych, łąkowych, leśnych i wodnych, jak również zurbanizowanych ze względu na ich cechy naturalne i antropogeniczne.

Do najważniejszych cech naturalnych poszczególnych ekosystemów należy zaliczyć:

– budowę geologiczną,
– ukształtowanie powierzchni,
– warunki klimatyczne,
– sieć hydrograficzną,
– rodzaje gleb i ich żyzność,
– potencjalne typy siedliskowe roślin,
– aktualne typy siedliskowe roślin,
– wolno żyjącą faunę.

Najważniejszymi z kolei cechami antropogenicznymi poszczególnych ekosystemów są:

– główne funkcje ekonomiczne i społeczne,
– stopień zagospodarowania,
– zabudowa,
– ciągi komunikacyjne,
– sieci przesyłowe wody, ścieków, energii itp.,
– sieć usługowa,
– zaludnienie i zurbanizowanie,
– produkcja przemysłowa,
– produkcja rolniczo-leśna,
– stan sanitarny,
– zdrowotność ludności.

Monitorowanie tych wszystkich cech powinno się odbywać poprzez ciągłą rejestrację charakterystycznych dla każdego komponentu środowiska wskaźników i parametrów. Wiele z nich można mierzyć w sposób automatyczny, niektóre jednak wymagają zaangażowania w procesach detekcji również intelektu ludzkiego. Do najistotniejszych parametrów i wskaźników [Truszkowska 1979] zalicza się:

a) dla powietrza atmosferycznego (imisja i obciążenie): pyły, SO_2, CO, CO_2, NO, NO_4, H_xC_y, O_3, Pb, Hg, Cd, As, Cl^-, Na^+,

b) dla hydrosfery (imisja i obciążenie): Cd, Pb, As, Hg, związki Hg, DDT, chlorowcopochodne, pochodne ropy naftowej, pH, BZT_5, ChZT, zmętnienie, przewodnictwo elektryczne, temperatura, chlorki, O_2, zawartość materii organicznej,

c) dla pedosfery (imisja i obciążenie): Cd, Pb, As, DDT, chlorowcopochodne, mikroflora, mikrofauna, odsetek substancji organicznych, pH, radionuklidy, K^+, Na^+, Ca^{++}, Mg^+, Fe^{++},

d) dla flory i fauny (imisja i obciążenie): pyły, Pb, Hg, Cd, As, DDT, chlorowcopochodne, pochodne ropy naftowej, radionuklidy, pasożyty, toksyny,

e) dla powierzchni ziemi (imisja i obciążenie): opady zanieczyszczeń, odpady, zmiany geofizyczne i geochemiczne,

f) dla żywności i pasz (imisja i obciążenie): Cd, Pb, Hg, As, DDT, chlorowcopochodne, NOx, radionuklidy, obca materia organiczna,

g) dla ludności: wskaźniki zdrowotności,

h) dla wszelkich źródeł emisji (parametry emisji): pyły, gazy, DDT, chlorowcopochodne, Cd, As, Hg, Pb, aniony i kationy, przewodnictwo elektryczne, pH.

W warunkach polskich problem stworzenia kompleksowego systemu monitorowania środowiska, w celu stałej obserwacji zmian struktur przestrzennych kraju, analizowany jest od wielu lat. W państwach wysokorozwiniętych systemy bieżącej obserwcji zmian w przestrzeni funkcjonują już przynajmniej od kilkunastu lat - np. Laufende Raumbeobachtung w Niemczech [Bundesforschungsanstalt 1985]. Celem naczelnym tego monitoringu jest przede wszystkim prowadzenie polityki regionalnej rządu federalnego w sposób umożliwiający szybkie wyrównywanie pojawiających się dysproporcji jakości życia ludności i rozwoju regionalnego na tle środowiska przyrodniczego.

Tradycja tworzenia w Polsce systemów zbierających, porządkujących i systematyzujących dane o środowisku przyrodniczym sięga przełomu lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych obecnego stulecia. Rozpoczęte wtedy badania takich elementów środowiska, jak: klimat, zasoby surowcowe, budowa geologiczna, gleby oraz fizjografia terenu, dostarczyły ogromnej ilości danych, które dzięki obowiązującym instrukcjom instytucji zlecających badania podlegały w znacznym stopniu unifikacji. Były to pierwsze przesłanki do wprowadzenia, później skomputeryzowanych, metod przetwarzania gromadzonych danych i tworzenia baz informacji o środowisku.

Za prekursorskie systemy informacji o środowisku w Polsce można uznać opracowane w latach siedemdziesiątych systemy BIGLEB [Grupa Robocza BIGLEB 1976] i TEREN [Odlanicki-Poczobut, Baranowski 1987].

System BIGLEB dotyczył kompleksowego zbioru informacji o pedosferze w powiązaniu z innymi elementami środowiska przyrodniczego. Były one niezbędne do kompleksowego scharakteryzowania stanu wraz z oceną gospodarczą zasobów Polski.

Założeniami podstawowymi systemu TEREN było gromadzenie wszelkich informacji o cechach geometrycznych i przyrodniczych terenu, stopniu i rodzaju jego pokrycia, sposobie i wielkości zainwestowania, uzbrojeniu, użytkowaniu oraz stosunkach prawnych.

Oba systemy zbierania informacji dosyć szybko przestały funkcjonować – przede wszystkim ze względu na szczupłość środków finansowych przeznaczanych na ich wdrożenie oraz, co się z tym ściśle wiąże, słabość bazy technicznej i niewielką liczbę kadry. Nie bez znaczenia było również słabe zainteresowanie przyszłych użytkowników danymi wynikowymi.

Inne systemy zbierania informacji, które pojawiły się w latach późniejszych w Polsce i nie wyszły praktycznie poza fazę studialną [Ostrowski 1989] to:

a) TEMKART – system komputerowego sporządzania map tematycznych, opracowany w latach 1980-1985 przez specjalistów z Instytutu Geodezji i Kartografii w

Warszawie. Celem systemu było przetwarzanie informacji kartograficznych i pozakartograficznych w sieci pól stanowiących układ odniesienia przestrzennego, umożliwiający sporządzanie komputerowych map tematycznych w różnych skalach. Mapy te mogły obejmować swoją treścią: warunki naturalne, przestrzenne zagospodarowanie terenu, strukturę społeczną jednostek gospodarujących oraz działalność podmiotów gospodarczych. Pomimo ściśle sprecyzowanych ukierunkowań i zakresów tematycznych, które były adresowane głównie do krajowych i regionalnych służb planowania przestrzennego, system nie znalazł szerszego zainteresowania.

b) SOWEP – system oceny wpływu energetyki na środowisko, opracowany w latach 1983-1985 w Polskim Towarzystwie Gleboznawczym. Obejmował on sporządzanie map komputerowych oraz komentarzy tabelarycznych w zakresie: zróżnicowania przestrzennego środowiska przyrodniczego i jego zasobów, układu sfer zanieczyszczeń środowiska, zmian środowiska w strefach zagrożeń oraz ekologicznych, społecznych i gospodarczych skutków zmian i degradacji środowiska. Wykorzystując ten system podjęto kilka prób opracowania prognoz wpływu energetyki na środowisko – w skali kraju – do roku 2000.

c) BIGLEB-WO – system informacyjny o środowisku przyrodniczym i jego zagrożeniach, opracowany w latach 1983-1988 w Polskim Towarzystwie Gleboznawczym. Celem systemu było dostarczanie informacji niezbędnych do racjonalnej gospodarki zasobami przyrody oraz do stosowania profilaktycznej ochrony środowiska przyrodniczego przed nieuzasadnioną społecznie, gospodarczo i ekologicznie antropopresją. Miał on służyć bezpośrednio zarówno do ustalania i realizacji programów ochrony środowiska oraz do opracowywania programów rozwoju społeczno-gospodarczego, planów zagospodarowania przestrzennego, jak również ocen projektów i realizacji wszystkich przedsięwzięć inwestycyjnych na obszarach poszczególnych województw. Bazę danych dla systemu stanowiły: numeryczne zapisy map tematycznych w jednolitym układzie odniesienia przestrzennego, wyniki laboratoryjnych badań prób glebowych, dane z pomiarów zanieczyszczeń powietrza oraz dane o aktualnych wynikach produktywności rolnej i leśnej. Eksperymentalne wdrożenia systemu były tylko w województwie wałbrzyskim i miały charakter wyłącznie sondażowy – wykazujący jego potencjalne i faktyczne możliwości.

d) PROMEL – system informacyjny o rolniczo-melioracyjnej charakterystyce użytków rolnych, opracowany w 1975 roku i w latach późniejszych udoskonalany w Instytucie Melioracji i Użytków Zielonych w Warszawie. System ten przewidziany został do przetwarzania informacji o warunkach środowiskowych i glebach użytkowanych rolniczo dla potrzeb programowania melioracji w skali regionalnej. Baza danych systemu obejmowała zbiory informacji uzyskanych z map (topograficznych, glebowo-rolniczych, systemów melioracyjnych, siedlisk łąkowych) oraz analiz profili glebowych i ocen potrzeb odwodnienia gruntów. Podstawowe człony przetwarzania obejmowały inwentaryzację gleb i siedlisk roślinnych, przeprowadzanie ocen tematycznych, bilansowanie powierzchni występowania elementów przestrzennych oraz sporządzanie nowych map tematycznych. Rezultatem przetwarzania informacji w systemie PROMEL jest zestaw map tematycznych i tabel wynikowych gromadzonych i archiwizowanych w banku danych, który może je następnie w dowolnych konfiguracjach udostępniać. System jednak

wdrażany był dotychczas tylko w kilku województwach północnej i zachodniej Polski.

W połowie lat siedemdziesiątych nastąpiły pierwsze próby włączenia się Polski do międzynarodowych prac związanych z Globalnym Systemem Monitorowania – GEMS. Specjaliści z Instytutu Kształtowania Środowiska w Warszawie opracowali wówczas szczegółowy program projektowania i wdrażania systemu monitoringu środowiska w naszym kraju według zasad GEMS. Program ten jednak nigdy nie został przyjęty do realizacji w ujęciu całościowym. Poszczególne elementy składowe systemu monitoringu środowiska są prowadzone w różnym zakresie, sporadycznie lub w sposób ciągły, np. w ramach przedstawionych wcześniej systemów BIGLEB i PROMEL. Stosunkowo najbardziej zaawansowane próby podjęcia monitorowania kompleksowego środowiska podejmowane są (z różnym jednak skutkiem) w aglomeracji Krakowa i na terenie Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego.

Ostatnie lata przyniosły pojawienie się na międzynarodowym rynku komputerowym pakietów oprogramowania GIS (Geographical Information Systems). Pakiety systemów informacji geograficznej GIS umożliwiają przede wszystkim:

– wyprowadzanie danych,
– zarządzanie bazą danych,
– wprowadzanie danych,
– przetwarzanie danych.

Ceny oferowanych pakietów uzależnione są od wielkości potrzebnej bazy danych oraz częstotliwości dokonywanych aktualizacji i sięgają wartości nawet kilkuset tysięcy dolarów amerykańskich.

Niektóre obszary Polski zostały niejako automatycznie objęte sieciami międzynarodowych systemów monitorowania środowiska, np. polskie wybrzeże Bałtyku, co niewątpliwie stanowi dobry prognostyk do wprowadzania systemu krajowego.

Pod koniec lat osiemdziesiątych została opracowana przez zespół specjalistów Instytutu Kształtowania Środowiska w Warszawie koncepcja założenia w Polsce Państwowego Systemu Monitoringu Środowiska – PMŚ [PTG 1988]. Zgodnie z przyjętymi ustaleniami podstawowe cele PMŚ to:

– dostarczanie informacji o stanie środowiska jako całości,
– dokonywanie ocen i prognoz przemian, którym podlega środowisko,
– formułowanie polityki odnośnie do wykorzystania zasobów przyrody w sytuacjach konkurencyjnych.

Osiągnięcie powyższych celów powinno przede wszystkim służyć wypełnianiu zobowiązań Polski w ramach współpracy międzynarodowej w zakresie ochrony środowiska oraz ustalaniu i weryfikowaniu krajowych strategii ochrony środowiska. Jednocześnie z wprowadzanym Państwowym Systemem Monitoringu Środowiska powinny być nadal utrzymywane i prowadzone badania, obserwacje i pomiary przez sieci rejestrujące takich instytucji, jak: Stacje Sanitarno-Epidemiologiczne, Ośrodki Badań i Kontroli Środowiska i inne. Prowadzone przez nie monitorowanie może być dobrym uzupełnieniem sieci PMŚ, a w niektórych zakresach tematycznych może ją zastępować. Organizowany – z uwagi na znaczne koszty bardzo wolno – Państwowy System Monitoringu Środowiska obejmie w przyszłości w sposób komplementarny następujące elementy funkcjonalne systemu:

a) sieć stacji PMŚ, w których prowadzone będą badania, obserwacje i pomiary kontrolne według ujednoliconej metodyki:
- powietrza atmosferycznego i opadów,
- wszelkich wód śródlądowych,
- wód gruntowych,
- wód Morza Bałtyckiego,
- gleb i siedlisk roślinnych,
- kompleksów leśnych,
- powierzchni Ziemi,
- biosfery,

b) bazy danych systemu PMŚ wraz z oprogramowaniem użytkowym systemu,

c) serwis informacyjny dla użytkowników danych wyjściowych systemu,

d) koordynację i sterowanie systemem.

Na etapie podstawowych zadań niezbędnych do wdrożenia systemu PMŚ jako najważniejsze jawi się wyznaczenie i założenie sieci stacji pomiarowo-kontrolnych, która obejmie:

a) stacje bazowe do prowadzenia badań i obserwacji zmian w środowisku powstających pod wpływem wypadkowej wielu antropogenicznych czynników degradujących środowisko (wybrane stacje bazowe PMŚ muszą pełnić również funkcje monitoringu międzynarodowego według przyjętych zasad GEMS i innych),

b) stacje regionalne do prowadzenia obserwacji i pomiarów stopnia zagrożenia środowiska ze źródeł lokalnych.

Rozmieszczenie wszystkich stacji pomiarowo-kontrolnych powinno być wykonane w sposób reprezentatywny dla różnych, lecz typowych jednostek przestrzennych o względnie jednorodnych warunkach przyrodniczych. Wszelkie decyzje lokalizacyjne tych stacji muszą być dlatego oparte na wynikach analiz zróżnicowania przestrzennego poszczególnych obszarów kraju. Każda stacja powinna mieć wykonaną kompletną dokumentację kartograficzno-topograficzną z uwzględnieniem warunków geomorfologicznych, geologicznych, glebowych, hydrologicznych, klimatycznych, pokrywy roślinnej i sposobu użytkowania terenu.

Kolejnym ważnym zadaniem jest ustalenie właściwego zakresu merytorycznego systemu stacji PMŚ obejmującego indeks wymaganych danych wraz z instrukcją ujednoliconej metodyki badań, techniki obserwacji, aparatury pomiarowej i rytmu pracy (czas pomiarów, pobór prób, odczytywanie i notowanie wyników badań). Dokładne bowiem spełnienie tych wymagań jest warunkiem niezbędnym zarówno dla dalszego przetwarzania, porównywania, syntetyzowania i modelowania procesów zmian środowiska, jak również uzyskiwania wiarygodnych ocen stanu poszczególnych komponentów środowiska przyrodniczego.

Do zadań wymagających opracowania i szybkiego wdrożenia w najbliższym okresie należy zaliczyć przede wszystkim konieczność:
- wprowadzenia przestrzennego monitoringu zmian w środowisku obejmującego przekształcenia geomechaniczne i hydrologiczne powierzchni ziemi, obszary zagrożone erozją wodną i wietrzną, zmiany w lasach, zasięgi procesów zakwaszania, wyjaławiania i stepowienia gleb,
- przygotowania Centrum Informatycznego Państwowego Monitoringu Śro-

dowiska oraz oprogramowania użytkowników systemu PMŚ, które powinno objąć generowane bazy danych z wyników badań, obserwacji i pomiarów kontrolnych prowadznonych w sieci PMŚ i monitoringu przestrzennym.

Zadania te muszą być opracowane w sposób ściśle skoordynowany zarówno merytorycznie, jak i technicznie. Niewątpliwie będzie to wymagać znacznych środków finansowych i wsparcia intelektualnego tak krajowego, jak i międzynarodowego.

System Państwowego Monitoringu Środowiska ze względu na spełniane funkcje wydaje się podstawowym instrumentem skutecznej ochrony środowiska. W obecnej sytuacji ekologicznej Polski jego wdrożenie jest jednym z najważniejszych zadań nie tylko dla instytucji i władz odpowiedzialnych za ochronę środowiska w naszym kraju, albowiem stanowi jeden z warunków wejścia Polski do Wspólnoty Europejskiej.

Bibliografia

Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, Informationssystem Laufende Beobachtung, 1985, Aktuelle Daten zur räumlichten Entwicklung, Bonn: BA- Verlag.

Grupa robocza BIGLEB, 1976, Program opracowania systemu informatycznego o środowisku glebowym BIGLEB, Prace Komisji Naukowych, Warszawa: Polskie Towarzystwo Gleboznawcze.

Odlanicki-Poczobut M., Baranowski M., 1987, Państwowy system informatyczny TEREN, Materiały IX Sesji Naukowej: Informatyczne Systemy Geodezyjno-Kartograficzne dla Potrzeb Miast, Nowy Sącz: SGP.

Ostrowski J.,1989, Stan istniejących i tworzonych systemów informacji geograficznej w Polsce, Materiały Konferencji Naukowej PAN: Systemy informacji o środowisku przyrodniczym i zagospodarowaniu przestrzennym, Jabłonna: PAN.

Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, 1988, Zbiór Materiałów z Sympozjum: Monitoring środowiska przyrodniczego podstawą racjonalnej gospodarki jego zasobami i ich ochrony, Jabłonna 1986, w: Prace Komisji Naukowych PTG, Warszawa: PTG.

Rejman-Czajkowska M., Truszkowska R., 1985, Wybrane metody oceny wpływu energetyki na środowisko przyrodnicze, Wrocław: Ossolineum.

Truszkowska R., 1979, Wzory i słownik do notowania wyników badań profilów gleb w systemie BIGLEB, w: Prace Komisji Naukowych PTG, Warszawa: PTG.

Truszkowska R., Rejman-Czajkowska M., Siuta J., 1989, System monitoringu środowiska przyrodniczego, Materiały Konferencji Naukowej PAN: Systemy informacji o środowisku przyrodniczym i zagospodarowaniu przestrzennym, Jabłonna: PAN.

The state and prospects of the system of monitoring environmental changes in Poland

Summary

The changes occurring in natural environment result first of all from anthropopressure. In order to apply effectively different forms of environmental protection, one must have reliable

information on particular components of the environment and on various economic processes which affect them. This can only be accompplished with the use of environmental monitoring system.

Programmes of collecting data bases on environment have been prepared in Poland since 1970s. They were based both on the home studies (BIGLEB, TEREN, PROMEL), and on international investigations (GEMS). Their implementation, however, was limited.

The system of National Monitoring of Environment (PMS) which is being implemented now takes into account Poland's committments resulting from international co-operation. Some elements of this system are still being discussed. The most important assumptions of the PMS include:

– organization and location of the network of stations monitoring the condition of enviroment at the local and regional level,

– equal parameters, characteristics and indicators for the studies, observations and measurements carried out in the network of stations,

– uniform principles of environmental monitoring.