

PROGRAM STACJI GEOEKOLOGICZNEJ ŚWIĘTOKRZYSKIEGO MONITORINGU ZINTEGROWANEGO

Alojzy Kowalkowski

Kowalkowski A., 1993: *Program Stacji Geoekologicznej Świętokrzyskiego Monitoringu Zintegrowanego (Program of the Świętokrzyski Integrated Monitoring Geoecological Station)*. Monitoring Środowiska Regionu Świętokrzyskiego, nr1, s. 51—58. Kieleckie Towarzystwo Naukowe. Kielce.

Zarys treści: Stacje Geoekologiczne Świętokrzyskiego Monitoringu Zintegrowanego, zlokalizowane na Świętym Krzyżu, na północnym stoku masywu Łysogór oraz na górze Malik, w zlewni rzeki Bobrzyczki, mają w założeniu służyć tworzeniu naukowych podstaw rozwiązywania konkretnych ekologicznych problemów Regionu Świętokrzyskiego. We wstępnym etapie organizacji powstają stacje monitoringu geoekologicznego na powierzchniach przekrojów pionowego-sferycznego oraz poziomego stokowych katen ekosiedlisk. W drugiej fazie zrealizowany zostanie system monitoringu na obszarach Wzorcowych Systemów Ekologicznych, którymi są Świętokrzyski Park Narodowy i zlewnia rzeki Bobrzyczki z Jaskinią Raj.

Alojzy Kowalkowski, Zakład Geografii Gleb i Ochrony Przyrody, Instytut Geografii, Wyższa Szkoła Pedagogiczna, ul. M. Konopnickiej 21, 25-406 Kielce

1. WSTĘP

Założonym, ogólnokrajowym celem programu kompleksowego zintegrowanego monitoringu środowiska przyrodniczego, jest rejestracja i analiza krótko- i długookresowych zmian w obiegu materii i energii w podstawowych typach geokosystemów pod wpływem działalności człowieka. Jest to zatem monitoring procesów przebiegających w geokosystemach środowiska przyrodniczego.

Zależności między elementami środowiska przyrodniczego, klimatem, litologią, glebami, formami powierzchni ziemi i czasem, przedstawiają nauki o ziemi, w formie różnych tradycyjnych koncepcyjnych modeli [Huggett 1985, Kostrowicki 1992], które często nie mają zdolności do zobiektywizowanej analizy stanów środowiska. Między innymi w analizie tej pomijany jest czynnik organizmów żywych (roślinność, zwierzęta) oraz człowieka, które istotnie uczestniczą w rozwoju środowiska przyrodniczego. W tym środowisku niewątpliwie istnieją wielokrotne systemowe równowagi i wielostronne uzależnienia, powiązane różnorodnie [Howard 1965] w kaskadowych, otwartych, częściowych obiegu materii i energii [Chorley, Kennedy 1981, Hartge 1983], najbardziej typowo odzwierciedlonych w systemach fluwialnych ziemi [Starkel 1990].

Poznanie w ramach monitoringu i zdefiniowanie długookresowych procesów geoekologicznych jest możliwe. Wymaga ono jednak okresu co najmniej 8 letnich badań [Dyer, Vinogradov 1990], realizowanych w mikroskali biogeografi-

cznych elementarnych ekosiedlisk, a co najmniej w skali zlewni [Dyer i in. 1988]. Dlatego, także odpowiednio do wymogów PIOŚ [1992], oraz sugestii Kostrzewskiego i in. [1991], program budowy stacji bazowych zintegrowanego monitoringu w Regionie Świętokrzyskim, obejmuje swoim zakresem 6 elementów składowych ekosystemów — powietrze, okrywe roślinną, klimat, gleby, wody i skały w sensie zintegrowanych, znajdujących się we wzajemnych interakcjach czynników środowiska, funkcjonujących w czasie i w przestrzeni.

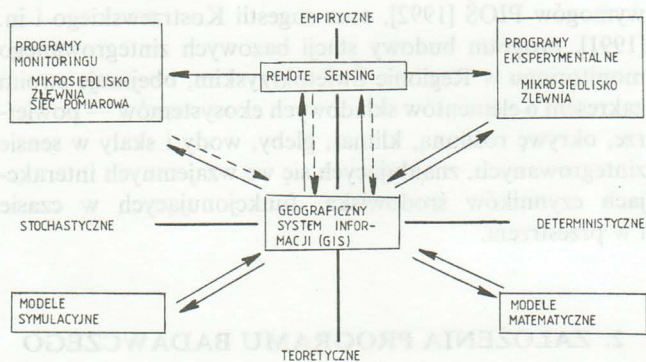
2. ZAŁOŻENIA PROGRAMU BADAWCZEGO

W nawiązaniu do wcześniej sprecyzowanych celów całości systemu Państwowego Monitoringu Środowiska, a w szczególności dla Stacji Geoekologicznych Zintegrowanego Monitoringu [PIOŚ 1992, Kostrzewski i in. 1991, Kowalkowski, Piskorz 1993], należy jednoznacznie określić dla Stacji Geoekologicznych Świętokrzyskiego Monitoringu Zintegrowanego rangę nadrzędności ekologiczacji celów gospodarczych w użytkowaniu przestrzeni geograficznej. Jej podstawą mają być dane do modeli stanów i funkcjonowania systemów geoekologicznych uzyskiwane i gromadzone w bazach danych dzięki tym stacjom.

Wiadomo, że wiodącą koncepcją jest tu ekologiczne rozpatrywanie krajobrazu. Ekologia krajobrazu jest holistyczną i interdyscyplinarną nauką planowania i zarządzania, czerpiącą jej paradygmaty nie tylko z ekologii i geografii, a także z teorii systemów i biocybernetyki w celu racjonalizacji użytkowania ziemi [Naveh 1983]. Ekologia krajobrazu jest młodym działem nowoczesnej ekologii, zajmującej się zależnościami między człowiekiem a jego wiejskimi i zurbanizowanymi środowiskami. Metodologia kierunkowego, świadomego planowania zatem nie może nie traktować równorzędnie dwu głównych priorytetów — wymogów społeczno-ekonomicznych i ekologicznych, określających ograniczenia progowe naturalne i ekologiczne oraz produkcyjne i urbanizacyjne w zagospodarowaniu krajobrazu. Zastosowanie wymienionych ograniczeń, mających charakter restrykcji, będzie możliwe jedynie w przypadkach określenia:

- 1) historii rozwojowej i stanu przestrzennej struktury składników krajobrazów (ekoelementy, ekosiedliska, ekosekcje, ekorejony, ekoregiony),
- 2) wzajemnych oddziaływań między środowiskiem a człowiekiem,
- 3) modeli funkcjonowania naturalnych i antropogenicznych ekokrajobrazów w czasie i w przestrzeni,
- 4) optymalnej i maksymalnej pojemności ekologicznej krajobrazu,
- 5) ekonomicznej waloryzacji środowiska krajobrazu.

Przy uznaniu za zasadę, że zintegrowany plan kierunkowy zagospodarowania krajobrazu nie może drugorzędnie traktować ekologicznych problemów środowiska przyrodniczego, w strukturyzacji problemów ekosystemowych i krajobrazów podstawową rolę odgrywają empiryczne badania i teoretyczne modelowanie. Korzystające ze stale aktualizowanej bazy danych, równorzędnie traktowane programy bazowego monitoringu i eksperymentalne programy badań wyprzedzających we Wzorcowych Systemach Ekologicznych (WSE), np. mikrozelewniach i mikrosiedliskach, realizowane są na tle danych ze zdjęć satelitarnych (rys. 1).



Rys. 1. Zgeneralizowany schemat roli metodologii studiów biosfery w systemie GIS w celu strukturyzacji problemów ochrony i użytkowania ekosystemów i ekokrajobrazów (wg Dyera i Vinogradova 1990). Linie ciągłe obrazują bezpośrednie efekty, linie przerywane — pośrednie.

Niezaprzeczalnie WSE należy rozpatrywać jako ożywione, otwarte systemy biogeochemiczne, nieprzerwanie egzystujące, charakteryzujące się naturalną wielostopniową cykliczną zmiennością poziomów obiegów energii i materii w czasie i w przestrzeni. Odpowiednio do drugiej zasady termodynamiki ich ewolucja zdąża do osiągnięcia stanów maksymalnej entropii, największego zróżnicowania cech,

maksymalnie zmieniających się i zachowujących swój układ wewnętrzny, mimo ciągłych, nieodwracalnych procesów [von Bertalanffy 1984]. Procesy wymiany i obiegu materii i energii w geokosystemach dlatego nie osiągają stanów równowagi. Współczesny krajobraz jest wizualną i przestrzenną integracją biosfery, technosfery i geosfery. Łączy on w sobie konkretne czasoprzestrzenne cechy ekosystemu ludzkiego w ekotopie, jako najmniejszej ekosferze — największej niepodzielnej jednostce środowiska.

Zatem na konkretny system monitoringu środowiska geokologicznego, pod względem zakresu zadań, powinny składać się dwa wymiary układów pomiarowych w obrębie WSE:

- 1) podstawowe cechy reprezentatywnego ekosiedliska w przekroju pionowym i poziomym (atmosfera-hylosfera-pedosfera-litosfera),
- 2) wybrane reprezentatywne cechy w mozaice typowych ekosiedlisk danej ekosekcji.

Wytypowane na podstawie rozpoznawczych badań Wzorcowe Systemy Ekologiczne — Świętokrzyskiego Parku Narodowego ze stacją Święty Krzyż, składającego się z wielu mikrozelewni oraz zlewni rzeki Bobrzyczki ze stacją na górze Malik — położone są w górach średnich i niskich, na różnych wysokościach i w różnych usytuowaniach morfogenetycznych [Kowalkowski 1992]. Są one reprezentatywne w stosunku do dwu ważniejszych problemów środowiska Regionu Świętokrzyskiego. Świętokrzyski Park Narodowy znajduje się pod wpływem zmiennej, kwaśnej i słabo alkalicznej imisji, a zlewnia rzeki Bobrzyczki — alkalicznej imisji. Obie stacje zatem w założeniu koncepcyjnym nie służą do badania naturalnych systemów ekologicznych jako tła monitoringu, a mają służyć rozwiązywaniu konkretnych ekologicznych problemów regionu. Ich wstępne sformułowanie przedstawia się następująco:

- 1) poznanie stanu aktualnego i trendów zachodzących zmian w ekosiedliskach, znajdujących się pod wpływami określonych długoterminowych i krótkookresowych, bliskich i zdalnych skutków aktywności człowieka,
- 2) określenie kierunków i stopni zaawansowania zmian oraz standardów stanów w środowisku ekosiedlisk i WSE,
- 3) opracowanie i aktualizacja modeli rozprzestrzenienia emisji, stanów agresywności imisji, dynamiki i kierunków zmian w ekosiedliskach i WSE oraz modeli prognozowania ostrzegawczego,
- 4) utworzenie zintegrowanej bazy danych o środowisku geograficznym jako tle i stale aktualizowanej bazy danych o stanach środowiska oraz systemu ostrzegania administracji i społeczeństwa przed stanami zagrożeń,
- 5) opracowanie i wdrożenie podstawowych założeń dalekością polityki środowiska oraz konstruowanie planów racjonalnego, proekologicznego zagospodarowania przestrzennego na szczeblu lokalnym, regionalnym i krajowym,
- 6) opracowania algorytmów i modeli racjonalnej organizacji i wykorzystania danych monitoringu regionalnego i lokalnego.

Rozległość celów programu badawczego Stacji Geokologicznych Świętokrzyskiego Monitoringu Zintegrowanego warunkuje jego, co najmniej, dwuetapowy rozwój. We wstępnym etapie zorganizowany zostanie monitoring geokologiczny na powierzchni przekrojowej, w pionowym przekroju przez sferyczne składniki mikroekosystemu oraz w przekroju poziomym kateny stokowej mikrosiedlisk. Następnie zostanie zrealizowany monitoring na obszarze

WSE, w systemie stałych powierzchni obserwacyjnych (SPO), będący rozwinięciem i uszczegółowieniem monitoringu ekosystemów leśnych w ramach monitoringu przyrody żywej [PIOŚ 1992] oraz monitoringu geomorfologicznego [Kostrzewski i in. 1991, 1992].

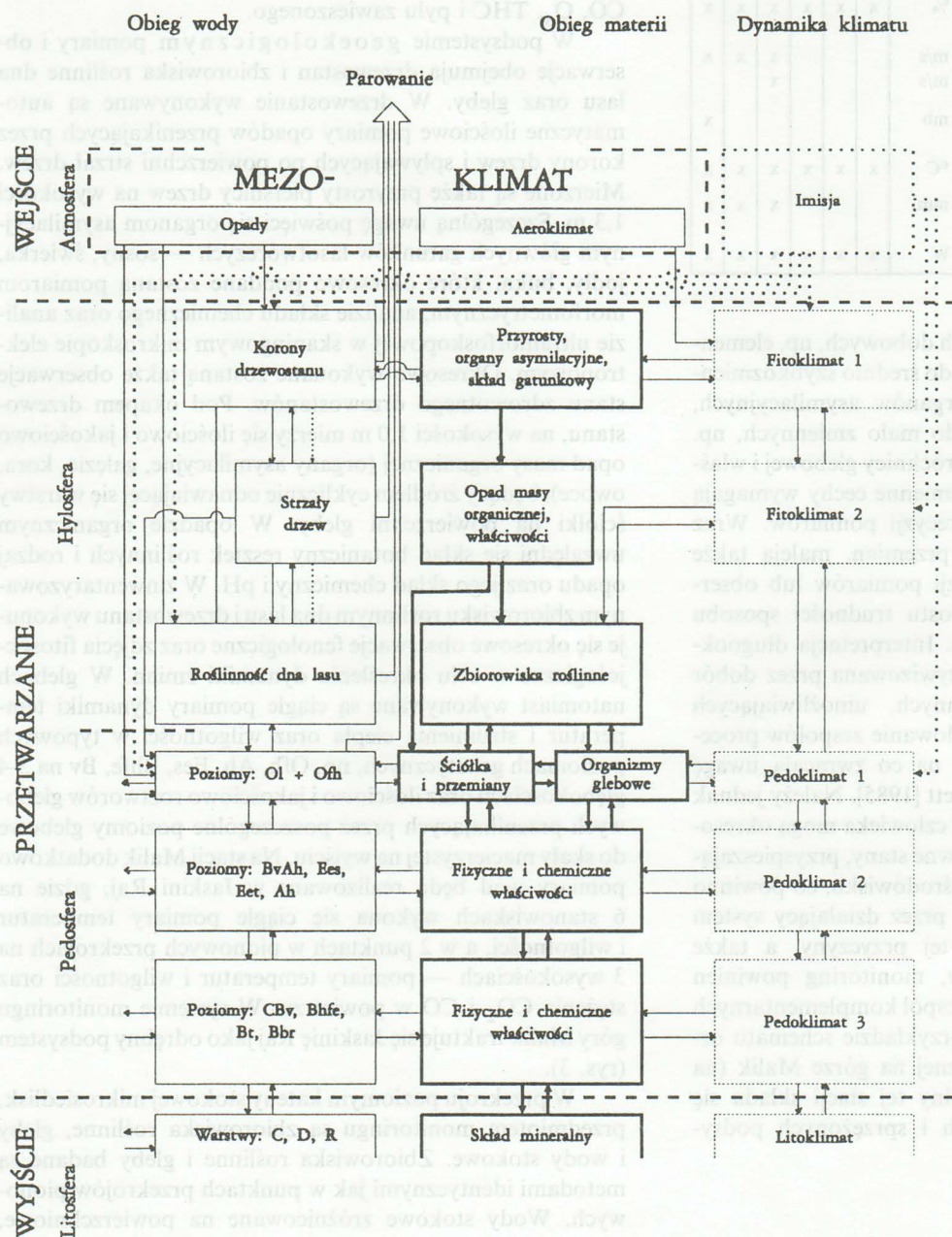
3. ORGANIZACJA MONITORINGU NA POWIERZCHNI PRZEKROJOWEJ

Odpowiednio do wstępnych założeń, przedmiotem zintegrowanego monitoringu procesów są składniki geosystemu w mikrosiedlisku i w WSE. W mikrosiedlisku do zakresu pomiarów wchodzi w przekroju pionowym: powietrze atmosferyczne na wysokości 4-6 m nad warstwą roślinną

jako wejście → warstwa roślin i warstwa gleby jako sfery przetwarzania → skały podłoża glebowego jako wyjście (rys. 2).

W układzie przekroju poziomego kateny stokowej mikrosiedlisk do zakresu badań wchodzi: warstwa roślin i warstwa gleb z powierzchnią ziemi jako sfery przetwarzania → skały podłoża glebowego jako wyjście. Pomiary dynamiki cech poszczególnych składników ekosystemu są w zasadzie wykonywane, przesyłane, gromadzone i przetwarzane przez system automatycznych czujników i analizatorów (tab. 1).

Na powierzchni przekrojowej do zakresu pomiarów i obserwacji składników geosystemów wchodzi obieg materii organicznej i składników mineralnych, z obiegiem wody i imisją pyłu zawieszonego oraz gazów w powietrzu atmosferycznym przedstawione na rys. 2. Dynamika zmian mierzonych i obserwowanych cech składników geosystemów jest bardzo zróżnicowana pod względem ilościowym -



Rys. 2. Założenia metodyczne systemu monitoringu geologicznego WSE w przekroju pionowym przez hylo- i pedosferę.

Tab. 1. Analizatory i czujniki zainstalowane na Stacji Geoekologicznej Świętokrzyskiego Monitoringu Zintegrowanego Święty Krzyż w układzie przekroju pionowego (na maszcie)

Lp.	Nazwa analizatora lub czujnika	Dokładność pomiaru	Średnie z pomiarów w min			Pomiar wykonywany na wysokości w m		
			3	30	60	30	15	2
1.	Analizator zapylenia APDA-351E (FH62-JN)				x			x
2.	Analizator CO APMA-350E HORIBA	0,06 ppm	x	x	x	x	x	x
3.	Analizator NO, NO ₂ , NO _x APNA-350E HORIBA	1 ppb	x	x	x	x	x	x
4.	Analizator SO ₂ APSA-350E HORIBA	1 ppb	x	x	x	x	x	x
5.	Analizator C _n H _m APHA-350E HORIBA	0,02 ppm	x	x	x	x	x	x
6.	Analizator O ₃ APOA-350E HORIBA	0,3 ppb	x	x	x	x	x	x
7.	Czujnik strunowy opadu TRAX	0,05 mm				x	x	x
8.	Czujnik strunowy wilgotności TRAX	2 %	x	x	x	x	x	x
9.	Czujnik prędkości wiatru	0,2 m/s				x	x	x
10.	Czujnik kierunku wiatru	0,2 m/s				x		
11.	Czujnik strunowy ciśnienia atmosferycznego	0,8 mb						x
12.	Czujnik platynowy temperatury PT 100	0,1 °C	x	x	x	x	x	x
13.	Czujnik impulsowy opadu TRAX	0,1 mm				x	x	x
14.	Aktynometr	5 W	x	x	x	x	x	x

i jakościowym, od szybkozmiennych dobowych, np. elementów klimatu w powietrzu i glebach, do średnio szybkozmiennych, okresowych, np. rozwój organów asymilacyjnych, opad martwych organów roślin, do mało zmiennych, np. wieloletnich zmian ilości i jakości próchnicy glebowej i właściwości sorpcyjnych gleb. Szybkozmiennie cechy wymagają dużej częstotliwości i wysokiej precyzji pomiarów. Wraz z malejącą szybkością procesów przemian, maleją także wymagania częstotliwości i precyzji pomiarów lub obserwacji, co jednak wiedzie do wzrostu trudności sposobu pozyskiwania wymiernych danych. Interpretacja długookresowych zmian może być zobiektywizowana przez dobór odpowiednich cech szybkozmiennych, umożliwiających kompleksową interpretację i modelowanie zespołów procesów przemian w geoekosystemie, na co zwracają uwagę Jenny [1980], Church [1980], Huggett [1985]. Należy jednak nadmienić, że wskutek działalności człowieka mogą okresowo pojawiać się ostre lub kumulatywne stany, przyspieszające szybkość procesów przemian w środowisku, co powinno być jednoznacznie zarejestrowane przez działający system monitoringu zintegrowanego. Z tej przyczyny, a także odpowiednio do teorii systemów, monitoring powinien funkcjonować jako zintegrowany zespół komplementarnych podsystemów pomiarowych. Na przykładzie schematu organizacyjnego Stacji Geoekologicznej na górze Malik (na rys. 3) system pomiarowo-kontrolny tej stacji składa się z następujących współdziałających i sprzężonych podsystemów:

- 1) meteorologii i imisji,
- 2) geoekologicznego,

- 3) Jaskini Raj (alternatywnie na stacji Malik) lub skał pod glebami (na stacji Święty Krzyż),
- 4) zbierania danych,
- 5) sterowania i przekazu danych,
- 6) zasilania w energię i alarmu,
- 7) urządzeń podstawowych trwałych.

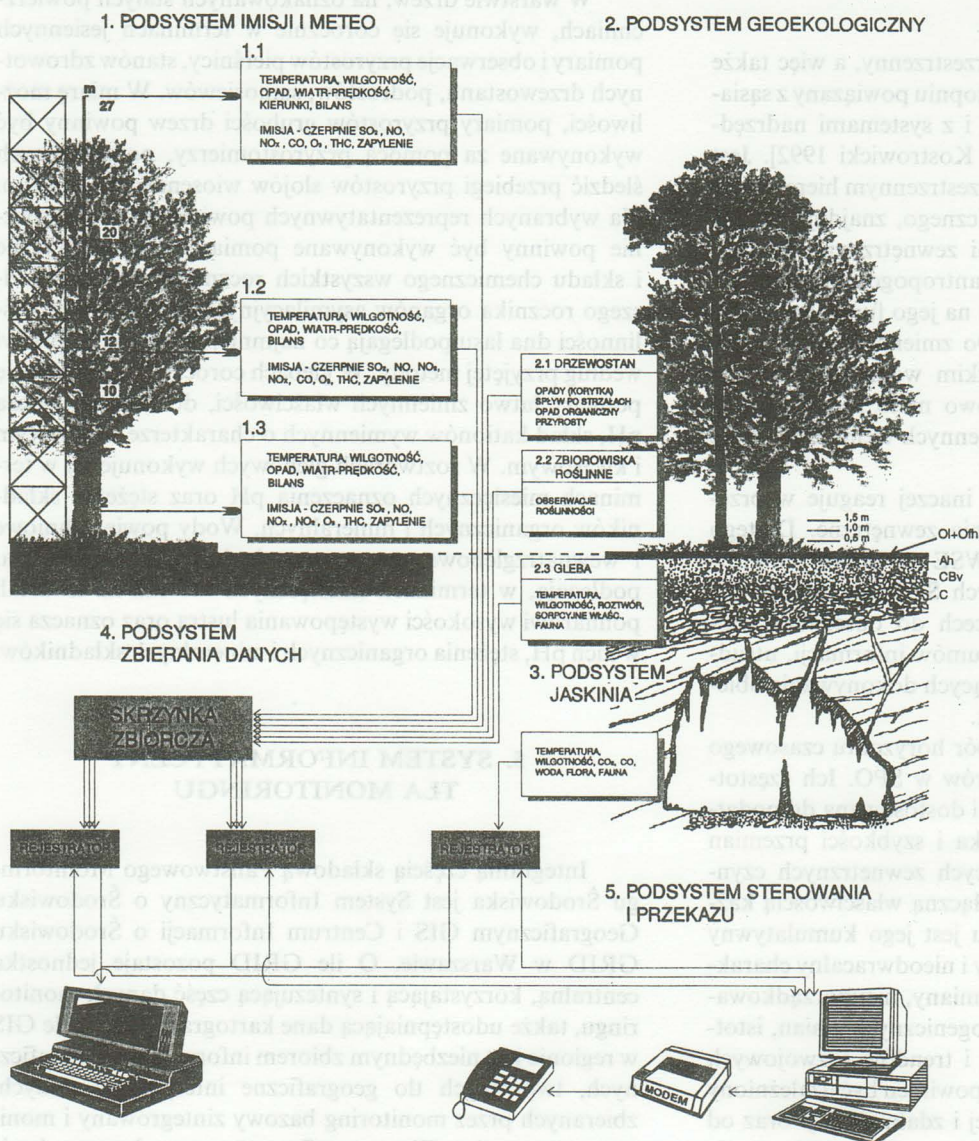
W podsystemie meteorologii i imisji na wejściu, na wysokościach 27 m na górze Malik lub 30 m na Świętym Krzyżu, nad dachem koron drzewostanu wykonywane są automatyczne pomiary elementów klimatu i imisji, uwzględniające: temperatury, wilgotność, opady atmosferyczne, prędkość i kierunki wiatrów, bilans promieniowania bezpośredniego i odbitego w powietrzu atmosferycznym oraz zawartych w nim zanieczyszczeń; SO₂, NO, NO₂, NO_x, CO, O₃, THC i stężenia pyłu zawieszonego.

W obrębie hylosfery, na średnich wysokościach, na górze Malik na 12 m lub 15 m na Świętym Krzyżu oraz 2 m nad powierzchnią gleby w obu stacjach, pomiary obejmują: temperatury, wilgotność, opady atmosferyczne w stanie stałym i ciekłym, prędkość wiatrów, ciśnienie i bilans promieniowania bezpośredniego i odbitego w powietrzu atmosferycznym, a także imisję SO₂, NO, NO₂, NO_x, CO, O₃, THC i pyłu zawieszonego.

W podsystemie geoekologicznym pomiary i obserwacje obejmują drzewostan i zbiorowiska roślinne dna lasu oraz gleby. W drzewostanie wykonywane są automatyczne ilościowe pomiary opadów przenikających przez korony drzew i spływających po powierzchni strzał drzew. Mierzone są także przyrosty pierścieni drzew na wysokości 1,3 m. Szczególną uwagę poświęci się organom asymilacyjnym głównych gatunków lasotwórczych — sosny, świerka, jodły, buka, które okresowo poddane zostaną pomiarom morfometrycznym, analizie składu chemicznego oraz analizie ultramorfoskopowej w skaningowym mikroskopie elektronowym. Okresowo wykonane zostaną także obserwacje stanu zdrowotnego drzewostanów. Pod okapem drzewostanu, na wysokości 1,0 m mierzy się ilościowo i jakościowo opad masy organicznej (organy asymilacyjne, gałęzie, kora, owoce), będący źródłem cyklicznie odnawiającej się warstwy ściółki na powierzchni gleby. W opadzie organicznym uwzględni się skład botaniczny resztek roślinnych i rodzaj opadu oraz jego skład chemiczny i pH. W zinventaryzowanym zbiorowisku roślinnym dna lasu i drzewostanu wykonuje się okresowe obserwacje fenologiczne oraz zdjęcia fitosocjologiczne w celu określenia dynamiki zmian. W glebach natomiast wykonywane są ciągle pomiary dynamiki temperatur i strumienia ciepła oraz wilgotności w typowych poziomach genetycznych, np. Ofh, Ah, Ees, Bhfe, Bv na 3-4 głębokościach oraz ilościowo i jakościowo roztworów glebowych przenikających przez poszczególne poziomy glebowe do skały macierzystej na wyjściu. Na stacji Malik dodatkowo pomiary wód będą realizowane w Jaskini Raj, gdzie na 6 stanowiskach wykona się ciągle pomiary temperatur i wilgotności, a w 2 punktach w pionowych przekrojach na 3 wysokościach — pomiary temperatur i wilgotności oraz stężenia CO₂ i CO w powietrzu. W systemie monitoringu góry Malik traktuje się Jaskinię Raj jako odrębny podsystem (rys. 3).

W przekroju poziomym kateny stokowej mikrosiedlisk, przedmiotem monitoringu są zbiorowiska roślinne, gleby i wody stokowe. Zbiorowiska roślinne i gleby badane są metodami identycznymi jak w punktach przekrojów pionowych. Wody stokowe różnicowane na powierzchniowe,

STACJA MONITORINGU ZINTEGROWANEGO DRUGIEGO STOPNIA (ŚRODOWISKO PRZEMYSŁOWO-TURYSTYCZNE)



Rys. 3. Założenia struktury organizacyjnej systemu monitoringu geoeologicznego na stacji Malik.

okresowe i trwale oraz wody glebowe, tworzące okresowe i trwale lustra na różnych głębokościach, traktuje się jako czynnik kształtujący bezpośrednio i pośrednio warunki mikrosiedliskowe oraz tranzytowy transport rozpuszczalnych substancji organicznych i związków mineralnych. Bilans tych wód, ilościowy i jakościowy, badany jest przy zastosowaniu systemu lizymetrów i piezometrów.

W podsystemie zbierania danych znajdują się: skrzynka zbiorcza okablowania, łącząca automatyczne czujniki w poszczególnych podsystemach monitoringu z rejestratorami gromadzącymi okresowo przekazywane dane pomiarowe. Do przekazu danych służy system sterowania i przekazu do bazy danych w WIOŚ z komputerem laptop oraz komputerem z klawiaturą i monitorem oraz drukarką do bieżącej kontroli gromadzonych zbiorów danych, modem i telefon (radiotelefon) do automatycznego przekazu informacji do bazy danych Państwowego Monitoringu Środowiska z WIOŚ.

Podsystem zasilania w energię dysponuje bezawaryjną dostawą energii elektrycznej z co najmniej dwustop-

niowym zabezpieczeniem nadmiernych wahań napięcia oraz skrzyniami rozdzielczymi dla poszczególnych podsystemów okablowania urządzeń i alarmu, systemu oświetlenia, ogrzewczego i klimatyzacyjnego.

Do urządzeń podstawowych Stacji Monitoringu Zintegrowanego należą w warunkach terenowych: maszt stalowy zmontowany na fundamencie w ekosiedlisku do umocowania czujników i czerpni na odpowiednich poziomach pomiarowych, zabezpieczony odgromnikiem; kontener klimatyzowany, zabezpieczający stałą temperaturę 18-24°C z podłączeniem do sieci energetycznej do zainstalowania autoanalizatorów, tablic rozdzielczych, okablowania z systemem rejestrująco-sterującym, systemu alarmowego, przystosowanych do ciągłej pracy 1-2 operatorów; ogrodzenie ograniczające dostęp do powierzchni doświadczalno-pomiarowej; 2-4 pokoje w budynku w pobliżu stacji, stwarzające odpowiednie warunki pracy i socjalne dla personelu na stałe zatrudnionego, środek lokomocji, garaż.

4. ORGANIZACJA MONITORINGU NA OBSZARZE WZORCOWYCH SYSTEMÓW EKOLOGICZNYCH

Wiadomo, że każdy system przestrzenny, a więc także wybrany WSE, jest w określonym stopniu powiązany z sąsiadującymi systemami równej rangi i z systemami nadrzędnymi [Huggett 1985, Jenny 1980, Kostrowicki 1992]. Jest więc określonym ekoogniwem w przestrzennym hierarchicznym systemie środowiska geograficznego, znajdującym się pod określonymi oddziaływaniami zewnętrznymi krótko- i długookresowymi, naturalnymi i antropogenicznymi [Bernhardt, Jäger 1985], wpływającymi na jego funkcjonowanie i na strukturę jego składników. Do zmiennych elementów składowych należą przede wszystkim woda, zbiorowiska roślinne, gleby, relief, a stosunkowo mało zmiennymi są skały podłoża glebowego. Do zmiennych elementów WSE należy także sposób użytkowania.

Każdy składnik ekosiedliska inaczej reaguje w przestrzeni i w czasie na oddziaływania zewnętrzne. Dlatego istotne znaczenie w monitoringu WSE ma dobór punktów stałych powierzchni obserwacyjnych SPO oraz dobór ich najbardziej charakterystycznych cech do obserwacji. Pozwoli to uniknąć rozproszenia i szumów informacji, utrudniających lub wręcz uniemożliwiających dokonywanie obiektywnych ocen stanów ekosiedlisk.

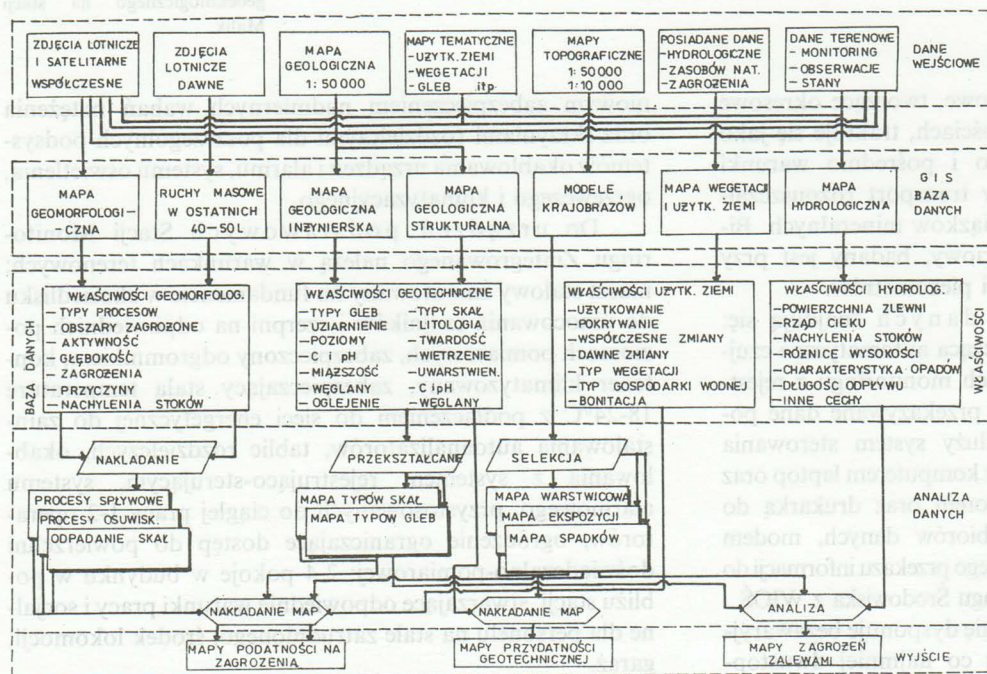
Ważnym problemem jest wybór horyzontu czasowego dokonywania obserwacji i pomiarów w SPO. Ich częstotliwość powinna być zróżnicowana i dostosowana do podatności danego elementu ekosiedliska i szybkości przemian jego cech pod wpływem działających zewnętrznych czynników. Należy pamiętać, że nieodłączną właściwością każdego ekosiedliska i ekokrajobrazu jest jego kumulatywny rozwój, posiadający krzywoliniowy i nieodwracalny charakter. Nakładanie się na naturalne zmiany, nieuporządkowanych w czasie i przestrzeni antropogenicznych zmian, istotnie utrudnia interpretację stanów i trendów rozwojowych WSE. Dobór cech do monitoringu powinien być uzależniony od właściwości i natężenia lokalnej i zdalnej emisji oraz od charakteru antropogenicznych zmian w ekosiedliskach. Ze

względu na rozmiar monitoringu i wysoki koszt, metody obserwacji i pomiarów w SPO powinny być proste w stosowaniu, gwarantujące jednak porównywalne wyniki.

W warstwie drzew, na oznakowanych stałych powierzchniach, wykonuje się corocznie w terminach jesiennych pomiary i obserwacje przyrostów pierśnicy, stanów zdrowotnych drzewostanu, podrostów, samosiewów. W miarę możliwości, pomiary przyrostów grubości drzew powinny być wykonywane za pomocą przyrostomierzy, pozwalających śledzić przebiegi przyrostów słoju wiosennego i letniego. Na wybranych reprezentatywnych powierzchniach corocznie powinny być wykonywane pomiary morfometryczne i składu chemicznego wszystkich roczników lub najmłodszego rocznika organów asymilacyjnych. Zbiorowiska roślinności dna lasu podlegają co najmniej raz w roku opisowi według przyjętej metody. W glebach corocznie wykonuje się pomiary łatwo zmiennych właściwości, do których należą pH, skład kationów wymiennych o charakterze zasadowym i kwasowym. W roztworach glebowych wykonuje się w terminach miesięcznych oznaczenia pH oraz stężenia składników organicznych i mineralnych. Wody powierzchniowe i wewnątrzglebowe, tworzące stałe lub okresowe lustra, podlegają, w terminach miesięcznych lub raz na kwartał, pomiarowi wysokości występowania lustra oraz oznacza się w nich pH, stężenia organicznych i mineralnych składników.

5. SYSTEM INFORMATYCZNY TŁA MONITORINGU

Integralną częścią składową Państwowego Monitoringu Środowiska jest System Informatyczny o Środowisku Geograficznym GIS i Centrum Informacji o Środowisku GRID w Warszawie. O ile GRID pozostaje jednostką centralną, korzystającą i syntezującą część danych monitoringu, także udostępniającą dane kartograficzne, o tyle GIS w regionie jest niezbędnym zbiorem informacji kartograficznych, tworzących tło geograficzne interpretacji danych, zbieranych przez monitoring bazowy zintegrowany i monitoring regionalny. Tło geograficzne tworzą zebrane w bazie



Rys. 4. Schemat funkcjonowania systemu informatycznego o środowisku geograficznym GIS (wg van Westena 1988, nieco zmieniony) dotyczącego założeń decyzyjnych map zagrożenia środowiska.

danych GIS mapy tematyczne w skalach 1:50 000 i 1:100 000, np. geologiczna, topograficzna, klimatyczna, hydrologiczna, wegetacji, gleb, użytkowania ziemi, zasobów naturalnych, zmian w krajobrazach określonych w czasie, zagrożeń środowiska, zdjęcia lotnicze i satelitarne oraz dane terenowe i wyselekcjonowane dane pochodzące z monitoringu, modele ekokrajobrazów i ekosiedlisk. Poprzez tematyczną bazę danych właściwości geomorfologicznych, geotechnicznych, hydrologicznych, użytkowania ziemi, zagrożeń i zmian właściwości geomorfologicznych, geotechnicznych, hydrologicznych i innych, drogą nakładania, przekształceń i selekcji uzyskuje się prognostyczne materiały do interpretacji danych pochodzących bezpośrednio z monitoringu. Mapa geomorfologiczna np. może być wykorzystana jako źródło selektywnych map: warstwowej, ekspozycji, spadków. Po skrzyżowaniu z mapą gleb i mapą jednostek skalnych, pochodną z mapy geologicznej inżynierskiej, mapy te mogą być podstawą tworzenia modeli funkcjonowania krajobrazów i ekosiedlisk. Na podstawie analizy zależności dwu- lub wieloczynnikowej, można tu określić zasady opracowania finalnych map zagrożeń środowiska i jego przydatności do różnych celów gospodarczych. Funkcjonowanie systemu informacji geograficznej GIS przedstawiono na rys. 4, na przykładzie procedury analizy zagrożeń środowiska w mezoskali ekosekcji według van Westena [1988].

6. PODSUMOWANIE

Wielorakość zagrożeń środowiska oraz skala dokonanych już przekształceń i zniszczeń zasobów przyrody, mających cechy zagrożeń o charakterze globalnym, są jedną z głównych przyczyn podejmowania prac nad zorganizowaniem systemu monitoringu. W tym systemie szczególna rola przypada sieci stacji bazowych monitoringu zintegrowanego. Celem ich działania jest długookresowa i wszechstronna rejestracja i analiza krótko- i długookresowych zmian, zachodzących w systemach ekologicznych określonych regionów geograficznych pod wpływem działalności człowieka. Na tej podstawie są opracowywane modele funkcjonowania ekosiedlisk naturalnych i zmienionych przez człowieka, na tle danego konkretnego środowiska geograficznego. Modele te, stale aktualizowane na podstawie zbiorów danych monitoringu bazowego, stwarzają podstawę do optymalizacji wykorzystania danych z sieci monitoringu regionalnego i lokalnego w określaniu kierunków, zasad strategii ochrony i kształtowania środowiska, a także ochrony człowieka, odpowiednio do zaleceń krajowej i Światowej Strategii Ochrony Przyrody.

Podziękowanie. Praca została wykonana w ramach projektu nr 60600 91 01 *Ewolucja i współczesne procesy środowiska w Regionie Świętokrzyskim*, finansowego w latach 1991-1993 przez Komitet Badań Naukowych.

7. LITERATURA

- Problemkreis des Landschaftswandels*. Akademie Verl. Berlin: 5-56.
- BERTALANFFY L. von 1984: *The theory of open systems in physics and biology*. Science 111:23-29.
- CHORLEY R. J., KENNEDY B. A., 1981: *Physical geography, a system approach*. Prentice Hall, London.
- CHURCH M., 1980: *Records of recent geomorphological events*. W: Cullingford R. A., Davidson D. A., Levin J. (Ed.) *Timescales in geomorphology*. Wiley Sons, Chichester: 13-29.
- DYER M. I., DI CASTRI F., HANSEN A. J., 1988: *Geosphere-biosphere observatories; their definition and design for studying global change*. Biology International, Spec. Issue: 16-40.
- DYER M. I., VINOGRADOV B. V., 1990: *The role of biosphere reserves in landscape and ecosystem studies*. Nature and Reserves 26, 1:19-27.
- HARTGE K. H., 1983: *Böden als Teile von Systemen*. Catena 10:105-114.
- HOWARD A. D., 1965: *Geomorphological systems-equilibrium and dynamics*. Am. J. Sci., 263:302-312.
- HUGGETT R. J., 1985: *Earth surface systems*. Springer Verl., Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: 270.
- JENNY H., 1980: *The soil resource: origin and behaviour*. Springer Verl. Berlin, Heidelberg, New York.
- KOSTROWICKI S. A., 1992: *System „Człowiek-Środowisko” w świetle ocen*. Prace Geograficzne 156. Zakł. Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław-Warszawa-Kraków: 115.
- KOSTRZEWSKI A., FROELICH W., STARKEL L., 1991: *Monitoring obiegu energii i materii — kompleksowy monitoring środowiska przyrodniczego w podstawowych typach geosystemów Polski*. Kom. Nauk PAN Człowiek i Środowisko. Poznań: 17.
- KOSTRZEWSKI A., MAZUREK M., PIOTROWSKA I., STACH J., SZPIKOWSKI J., ZWOLIŃSKI Z., 1992: *10 lat Stacji Naukowej Zakładu Geomorfologii Dynamicznej Instytutu Badań Czwartorzęd UAM w Storkowie (Pojezierze Drawskie)*. W: *Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego*. Streszczenia referatów. Poznań: 41-44.
- KOWALKOWSKI A., 1992: *Koncepcja organizacji Świętokrzyskiej Stacji Kompleksowego Monitoringu powierzchni ziemi*. W: *Wybrane zagadnienia gospodarki wodnej w systemie zlewni województwa kieleckiego*. Red. E. Kupczyk, T. Biernat, Kielce: 13:30.
- KOWALKOWSKI A., PISKORZ S., 1993: *Założenia koncepcyjne monitoringu Regionu Świętokrzyskiego*. Monitoring Środowiska Regionu Świętokrzyskiego, 1. Kielce.
- NAVEH Z., 1983: *Landscape ecology as the scientific basis for holistic land appraisal, planning and management*. W: F. T. Last, M. B. C. Hotz, B. G. Bell (Ed.) *Land and its uses-actual and potential*. New York, London: 333-350.
- PAŃSTWOWA Inspekcja Ochrony Środowiska, 1992: *Program Państwowego Monitoringu Środowiska*. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa: 104.
- STARKEL L., 1990: *Fluvial environment as expression of geoecological changes*. Z. Geomorph. N. F. Suppl. Bd. 79. Berlin, Stuttgart: 133-152.
- WESTEN C. J., van, 1988: *Geographical information system ILWIS used in applied geomorphological Mapping*.
- ZAREMBA P., 1979: *Krytyczna ocena metodologii planistycznej z uwagi na wymogi środowiska obszarów silnie zurbanizowanych*. W: *Aspekty ekologiczne w planowaniu przestrzennym silnie uprzemysłowionych aglomeracji*. Red. P. Zaremba. PWN, Warszawa, Poznań: 5-15.
- BERNHARDT A., JÄGER K. D., 1985: *Zur Gesellschaftlichen Einflussnahme in Mitteleuropa in Vergangenheit und Gegenwart*. W: *Beiträge zum*

Program of the Świętokrzyski Integrated Monitoring Geocological Station

SUMMARY

The Geocological Stations of the Świętokrzyski Integrated Monitoring are located in the Standard Ecological Systems (SES) of the Świętokrzyski National Park — station at Święty Krzyż and the estuary of the Bobrzyzka River — station at Malik. Their task is to create updated scientific foundations which will serve to solve concrete ecological problems of the Świętokrzyski Region in a holistic approach (Fig. 1) in a close integration with the system of Poland's monitoring and GIS and GRID information systems. Organization of these stations has two stages. The first stage involves monitoring on the vertical cross-sections from atmospheric air through the vegetation layer to soils and rocks, and in the horizontal cross-section in the slope chain of ecohabitats (Fig. 2). The measurements of the dynamics of features of the particular components of ecohabitats will be basically performed, transmitted collected, and processed by means of a system of automatic sensors and analyzers (Tab. 1). The second stage involves a organization of a system of permanent observation areas (POA) in order to collect data about the development dynamics and conditions of the components on the areas of SES. Geocological stations consist, according to the organizational assumptions of integrated and cooperating climatological, emission, geocological, data collection, data remote and transmission, energy supply, and alarm, basic permanent equipment subsystems (Fig. 3), which carry out their individual and general tasks. The informatical systems GIS (Fig. 4) and GRID compose the background for the stations. The latter provides geographical cartographic foundation for analyses and syntheses of the results of integrated monitoring.

8 PODSUMOWANIE

Wieloletnie zaplanowane stacjonarne obserwacje środowiska oraz stanu dokonanych już przydziałach i załącznikach zasobów przyrody, mających być celem zaplanowanych charakterystyk globalnych, są jednymi z głównych priorytetów podjętego podważania prac nad zorganizowaniem systemu monitoringu. W tym systemie szczególne miejsce przypada stacji stacjonarnych monitoringu środowiska i ekosystemów. Celem ich działania jest długoterminowe i wieloetapowe obserwacje i analiza zmian i długoterminowe zmiany zachodzących w systemach ekologicznych określonych obszarów geograficznych pod wpływem działalności człowieka. Na tej podstawie są opracowywane modele funkcjonalnego środowiska naturalnego i antropogenicznego środowiska geologicznego. Modele te są aktualizowane na podstawie zmian danych monitoringu danych i stacji monitoringu do optymalizacji wykorzystania danych i stacji monitoringu regionalnego i lokalnego w zarządzaniu krajowym, a także oceny strategii ochrony i kształtowania środowiska, a także oceny rywalizacji odpowiedzialności do zakresów krajowej i światowej. Światowej Ochrony Przyrody.

Podsumowanie: Praca została wykonana w ramach projektu nr 06800 91 01 Świadczenia i wypracowane przez Instytut w Krakowie Świadczenia finansowego w latach 1991-1993 przez Komitet Badań Naukowych.

7 LITERATURA

BERNHARDT A., JÄGER K. D. 1982. Zur Umweltbeurteilung. Einleitend zur Umweltbeurteilung in der Landschaft und in der Umwelt. W. 1982, 200 S., 100 000 Kopien.