

ROZWINIĘTA KONCEPCJA MONITORINGU LEŚNO-ROLNEGO EKOSYSTEMU REGIONU ŚWIĘTOKRZYSKIEGO

Marek Józwiak, Alojzy Kowalkowski

Józwiak M., Kowalkowski A.: Rozwinięta koncepcja monitoringu ekosystemu leśno-rolnego regionu świętokrzyskiego (*The explicated conception of the forest-agricultural ecosystem monitoring in the świętokrzyski region*). Regionalny Monitoring Środowiska Przyrodniczego Nr 3. s. 17-24, Kieleckie Towarzystwo Naukowe, Kielce.

Zarys treści: W opracowaniu przedstawiono rozwiniętą koncepcję realizowanego od 1993 roku w regionie Gór Świętokrzyskich monitoringu zintegrowanego. Badania prowadzone są na terenie tzw. Białego Zagłębia oraz Świętokrzyskiego Parku Narodowego przez Stację Monitoringu Akademii Świętokrzyskiej. Obejmują one pomiary podstawowych cech reprezentatywnego ekosiedliska w przekroju pionowym w systemie atmosfera (wejście) - hydrosfera - pedosfera (przetwarzanie) - hydrosfera - litosfera (wyjście) oraz poziomym - mikrozelewnia. Odpowiednio do przyjętych celów, program pomiarowy obejmuje 6 elementów składowych ekosystemu: powietrze, roślinność, klimat, gleby, wody opadowe i powierzchniowe oraz skały. Elementy te są rozpatrywane w sensie zintegrowanych, znajdujących się we wzajemnych interakcjach, składników środowiska, funkcjonujących nieprzerwanie w czasie i w przestrzeni.

Marek Józwiak, Stacja Monitoringu, Zakład Ochrony i Kształtowania Środowiska w Instytucie Geografii A Ś, ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce.

Alojzy Kowalkowski, Stacja Monitoringu, Akademia Świętokrzyska, ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce.

1. Wprowadzenie

Region świętokrzyski, dzięki bogactwu zasobów mineralnych, posiada tysiącletnią tradycję przemysłową. Zmiany w środowisku przyrodniczym jakie już wystąpiły na skutek wielokierunkowej eksploatacji zasobów naturalnych i rozwoju lokalnych ośrodków przemysłowych potęgowane są współcześnie działaniem substancji zakwaszających wyemitowanych w sąsiednich województwach oraz za naszą południową i zachodnią granicą. Niepoślednią rolę odgrywają także środki transportu, których liczba w ostatnim czasie stale rośnie. Suma tych działań stwarza realne zagrożenie dla dalszego funkcjonowania i zachowania naturalnych zasobów przyrody żywej i nieżywej. Można przyjąć, że zmiany w środowisku regionu świętokrzyskiego, uzależnione od czynników lokalnych i zdalnie działających, nakładają się na zmiany środowiska o charakterze globalnym. Zatem śledzenie i poznanie zmian zachodzących pod wpływem wielokierunkowej antropopresji w środowisku przyrodniczym regionu świętokrzyskiego jest koniecznością. Wymaga to zorganizowanych, prowadzonych systematycznie badań wytypowanych elementów geosystemu przy wykorzystaniu specjalistycznej automatycznej aparatury.

Po raz pierwszy koncepcję organizacji monitoringu regionu świętokrzyskiego zaproponował Kowalkowski (1992), Kowalkowski, Piskorz (1993), która następnie była

doskonalona w miarę rozwoju naukowych metod badania środowiska, i wymogów Państwowego Monitoringu Środowiska oraz programu Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego (Kostrzewski i wsp. 1995).

2. Cele, zadania i struktura organizacyjna Państwowego Monitoringu Środowiska

Państwowy Monitoring Środowiska jest systemem pozyskiwania, gromadzenia, przetwarzania i udostępniania informacji o środowisku (PMŚ 1998). Podstawą działania PMŚ jest ustawa o Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska (Dz. U. Nr 77 poz. 335). Realizacja założeń przebiegała w oparciu o realizowane programy obejmujące kolejne lata 1992-1993, 1994-1997 i 1998-2002. Obecnie przygotowany jest program na lata 2003-2005 jest systematyczne informowanie administracji rządowej i samorządowej oraz całego społeczeństwa o:

- stanie środowiska w Polsce,
- przyczynach zmian jakościowych zachodzących w środowisku,
- występujących trendach jakości wszystkich komponentów środowiska,
- ocenie skuteczności zrealizowanych programów ochrony środowiska na każdym szczeblu zarządzania,

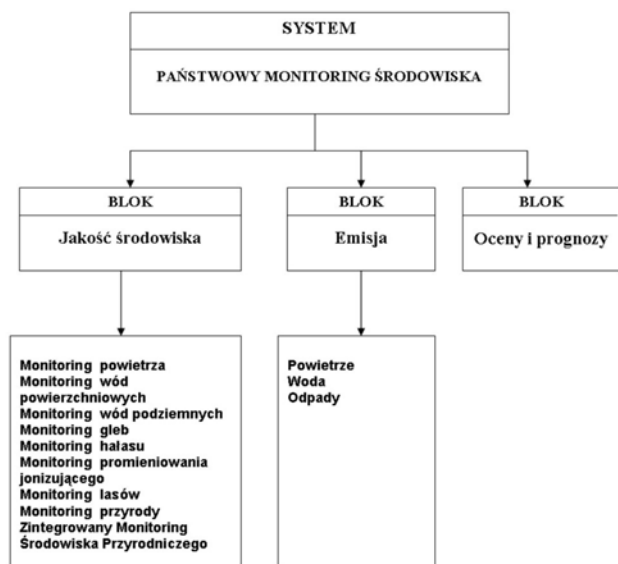
- dotrzymaniu norm jakości środowiska oraz identyfikacji obszarów występowania przekroczeń,
- powiązaniach przyczynowo-skutkowych występujących pomiędzy emisją i imisją w celu określania trendów zmian środowiska oraz przewidywanych prognoz przy uwzględnieniu wskaźników rozwoju społeczno-gospodarczego kraju.

W związku z toczącym się procesem integracji Polski z krajami Unii Europejskiej, w którym znaczącą rolę stanowią badania i oceny stanu środowiska system PMŚ zapewnia porównywalność informacji o stanie środowiska w Polsce z danymi europejskimi, co jest niezbędnym warunkiem do właściwego przebiegu procesu integracji.

Do zadań jakie sobie stawia PMŚ (1998) należą:

- wykonywanie badań wskaźników charakteryzujących poszczególne komponenty środowiska,
- prowadzenie w terenie obserwacji elementów przyrody,
- analizę danych pomiarowych i wyników obserwacji
- gromadzenie danych emisyjnych,
- określanie powiązań występujących pomiędzy przyczynami i skutkami,
- opracowanie raportów zintegrowanych i jednokomponentowych komunikatów i innych form prezentacji informacji,
- rozwój technik modelowania w ocenie stanu środowiska.

System Państwowego Monitoringu Środowiska składa się z trzech bloków: Jakość Środowiska, Emisja oraz Oceny i prognozy (ryc. 1). Pomiedzy blokami zachodzi ścisła relacja. Bloki „Jakość środowiska” i „Emisja” mogą samodzielnie zbierać informacje, ale muszą to robić według określonych unormowań, które zapewniają możliwość ich wykorzystania na potrzeby bloku trzeciego „Ocen i prognoz”.



Ryc. 1. Struktura organizacyjna Państwowego Monitoringu Środowiska (za PMŚ 1998)

Fig. 1. Organizing structure of National Environment Monitoring (after PMŚ 1998)

System PMŚ z mocy ustawy jest koordynowany przez organy Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska. Sieci krajowe i regionalne koordynowane są przez Głównego Inspektora Ochrony Środowiska, natomiast sieci lokalne przez wojewódzkich inspektorów środowiska w uzgodnieniu z Głównym Inspektorem Ochrony Środowiska.

W bloku jakości środowiska znajdują się tzw. monitoringi specjalistyczne oraz zintegrowany monitoring środowiska przyrodniczego. Ten ostatni wyróżnia się kompleksowością zakresu pomiarowego, który ma zapewnić dopływ informacji o jak największej liczbie elementów abiotycznych i biotycznych środowiska przyrodniczego w oparciu o skoncentrowane badania stacjonarne. Program Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego realizowany jest w oparciu o sieć stacji bazowych zatwierdzonych przez Głównego Inspektora Ochrony Środowiska. Stacje zlokalizowane są w typowych dla obszaru Polski krajobrazach (geoekosystemach) i reprezentują krajobrazy młodoglacjalne Pojezierza Mazurskiego (SB Wigry i Puszcza Borecka), młodoglacjalne Pojezierza Pomorskiego (SB Storkowo), nizin o różnej genezie i dolin rzecznych (SB Koniczynka i Pożary), wyżyn i gór niskich (SB Św. Krzyż) oraz gór średnich (SB Szymbark) - rycina 2.

Wytypowane do monitoringu środowiska przyrodniczego geoekosystemy uznawane są jako reprezentatywne dla określonego regionu geograficznego, co równocześnie upoważnia do uogólnień sformułowanych prawidłowości (Kostrzewski 1995).

Podporządkowany Państwowemu Monitoringowi Środowiska jest także regionalny system obiegu informacji o środowisku w regionie świętokrzyskim. Aktualnie informacje o stanie środowiska zbierane są przez:

- sieć stacji monitoringu regionalnego - 30 stacji na terenie 10 powiatów województwa (Raport 2002) będących własnością administracji rządowej tworzonych i nadzorowanych przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska. Znajduje się on w systemie PMŚ i prowadzi bazę danych o środowisku, w których gromadzi zarówno surowe jak i przetworzone informacje
- Stację Monitoringu Akademii Świętokrzyskiej - 2 stacje zlokalizowane na terenie powiatu kieleckiego ziemskiego. Stacja prowadzi bazę danych obejmującą elementy biotyczne i abiotyczne środowiska
- sieć stanowisk pomiarowych Inspekcji Sanitarnej
- stanowiska pomiarowe zakładów przemysłowych kontrolujących oddziaływanie tych podmiotów gospodarczych na środowisko

3. Monitoring ekosystemu leśno-rolnego regionu świętokrzyskiego

Monitoring ekosystemu leśno-rolnego w regionie świętokrzyskim realizowany jest przez Stację Monitoringu Akademii Świętokrzyskiej im. Jana Kochanowskiego w Kielcach. Stacja jest jedną z siedmiu stacji w krajowej sieci Stacji Bazowych Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego będącego podsystemem Państwowego Monitoringu Środowiska (ryc. 2). Założonym bezpośrednim celem jej funkcjonowania jest:

- poznanie stanu aktualnego i trendów zachodzących zmian w geoekosystemie znajdującym się pod wpływem określonych długoterminowych i krótkookresowych, bliskich i zdalnych skutków aktywności człowieka,
- poznanie mechanizmów procesów przepływów wody, energii i materii, składników,
- odżywczych i polutantów w czasoprzestrzeni systemu bioekologicznego,

- określenie rozmiarów trendów w naturalnych i nakładających się antropogenicznych transformacji struktur funkcjonowania geosystemów,
- ustalenie bilansu energetycznego i materialnego systemu ekologicznego,
- opracowanie i aktualizacja modeli rozprzestrzeniania emisji, stanów agresywności imisji, dynamiki i kierunków zmian w geosystemie,
- poznanie wartości progowych buforowości geosystemów w stosunku do czynników naturalnych i antropogenicznych, a także w stosunku do regionalnych i globalnych trendów zmian klimatu,
- stworzenie bazy danych o środowisku geograficznym jako tle i stale aktualizowanej bazy danych o stanach środowiska,
- modelowanie systemu funkcjonowania geosystemu, prognozowania ewolucyjnych trendów z uwzględnieniem zmieniającej się antropopresji i zmian klimatycznych oraz wypracowanie niezbędnych korekt sprzyjających zachowaniu bioróżnorodności i trwałości jego funkcjonowania.



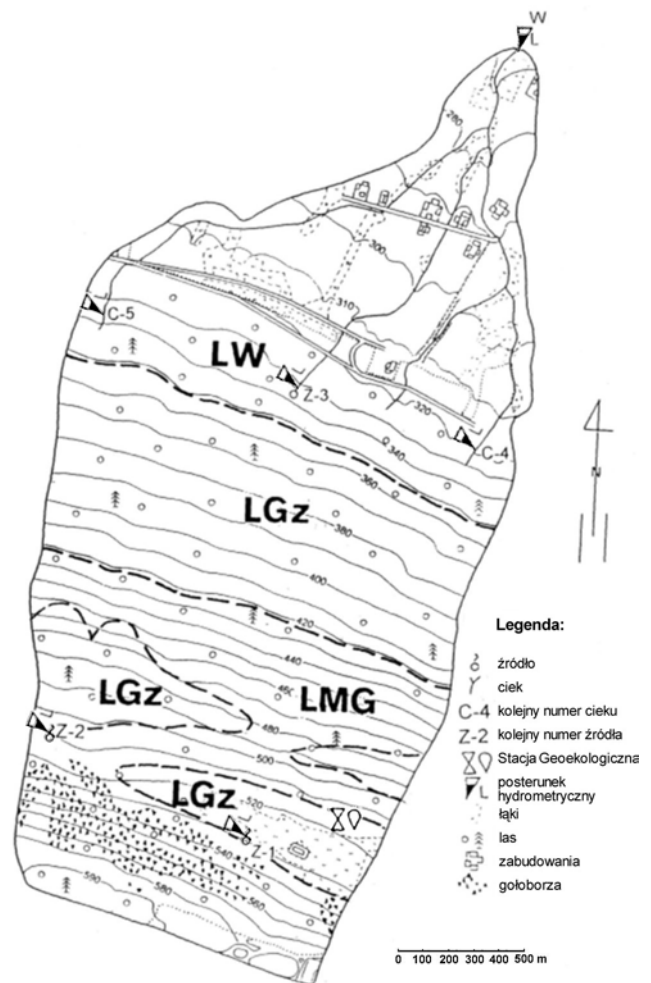
Ryc. 2. Rozmieszczenie Stacji Bazowych Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w Polsce (Mazurek, Zwoliński 2000)

Fig. 2. Distribution of base stations of the Integrated Natural Environment Monitoring Stations in Poland (Mazurek, Zwoliński 2000)

Zgodnie z przyjętymi założeniami metodologicznymi i metodycznymi ZMSP (Kostrzewski 1986, 1995) podstawową jednostką przestrzenną w analizie środowiska przyrodniczego jest zlewnia rzeczna, traktowana jako geosystem. Dlatego też szczególne badania prowadzone są na terenie wytypowanej zlewni leśno-rolnej I rzędu o powierzchni 1,269 km² zlokalizowanej na północnym stoku głównego masywu Łysogór między wysokościami od 595 m n.p.m. do 268 m n.p.m. (ryc. 3). Leśną część tej zlewni podzielono na 3 strefy wysokościowe, odpowiednio do sugestii J. Ćmaka i J. Mityka [1990]:

- wierzchowinową, powyżej 500 m n.p.m., ze średnimi opadami rocznymi powyżej 850 mm, na stoku długości około 395 m, z znacznymi spływami powierzchniowymi podczas roztopów i opadów, w czasie okresów bezodpływowych z śródglebowymi odpływami tranzytowymi,

- stokową od 500 do 340 m n.p.m., z średnimi opadami rocznymi od 850 do 800 mm na stoku długości około 705 m, z krótkotrwałymi odpływami powierzchniowymi podczas roztopów i opadów, tu dominują tranzytowe odpływy wód śródglebowych tworzące liczne lokalne lustra wód stokowych,
 - podnóża stoku od 340 do 300 m n.p.m. z opadami rocznymi od 800 do 700 mm, w pasie występowania źródeł na stoku o długości około 100 m dostarczających wód do licznych potoków górskich dopływających do rzeki Pokrzywianki,
- oraz wyznaczono zasięgi typów siedlisk leśnych.



Ryc. 3. Zlewnia badawcza Stacji Monitoringu Św. Krzyż

Fig. 3. Investigated drainage catchment of the Św. Krzyż Base Monitoring Station

Odpowiednio do założeń koncepcyjnych (ryc. 4) prowadzone są pomiary podstawowych cech reprezentatywnego ekosiedliska w przekroju pionowym w systemie atmosfera (wejście) - hyllosfera, pedosfera (przetwarzanie) - hydrosfera, litosfera (wyjście) oraz poziomym - mikrozelewnia.

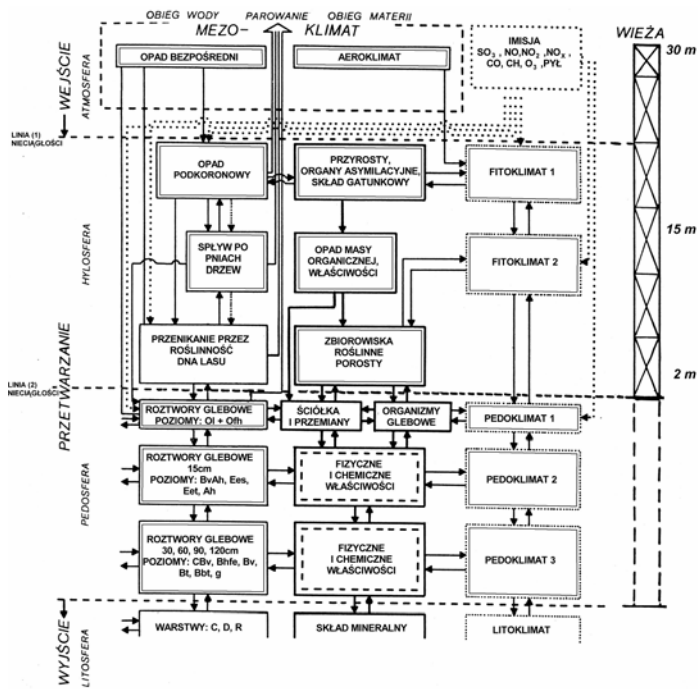
Odpowiednio do przyjętych celów, program pomiarowy stacji posiada w swoim zakresie 6 elementów składowych ekosystemu: powietrze, roślinność, klimat, gleby, wody opadowe i powierzchniowe oraz skały (tab.1.). Elementy te są rozpatrywane w sensie zintegrowanych, znajdujących się we wzajemnych interakcjach, składników środowiska, funkcjonujących nieprzerwanie w czasie i w przestrzeni.

Tab. 1. Programy pomiarowe ZMŚP realizowane w Stacji Monitoringu Akademii Świętokrzyskiej.

Tab 1. Measuring programmes realized in the Akademia Świętokrzyska Monitoring Station

Kod programu Nazwa	Ilość mierzonych parametrów	Programy pom. do realizacji w 2001 r.
A1 Meteorologia	10	temp. powietrza temp. powietrza na termometrze min temp. powietrza na termometrze max. temp. powietrza przy pow. gruntu wilgotność względna opady atmosferyczne - deszczomierz Hellmana prędkość wiatru kierunek wiatru temperatura gruntu na gł. 5, 10, 25, 50, 100, 150 cm uśłonecznienie promieniowanie całkowite
B1 Chemizm powietrza	5	SO ₂ NO ₂ , NO O ₃ pył zawieszony CO
C1 Chemizm opadów atmosferycznych i pokrywy śnieżnej	14	przewodność elektrolit. właściwa odczyn siarka siarczanowa azot azotanowy azot amonowy chlorki potas wapń magnez sód mangan glin cynk ołów
C2 i C3 Chemizm opadu śródkoronowego i spływu po pninach	15 15	przewodność elektrolit. właściwa odczyn siarka siarczanowa azot azotanowy azot amonowy fosfor fosforanowy chlorki potas wapń magnez sód mangan glin cynk ołów
E1 Gleby	13	pH zawiesiny w H ₂ O pH zawiesiny w CaCl ₂ pH zawiesiny w KCl kwasowość wymienna całkowita kwasowość wymienna kationowa pojemność efektywna kationowa pojemność potencjalna nasylenie kompleksu sorpcyjnego zasadami glin wymienny wapń wymienny magnez wymienny potas wymienny sód wymienny
F1 Chemizm roztworów glebowych	15	odczyn przewodność elektrolit. właściwa wapń magnez potas siarka siarczanowa azot azotanowy azot amonowy fosfor fosforanowy chlorki mangan sód glin cynk ołów

Kod programu Nazwa	Ilość mierzonych parametrów	Programy pom. do realizacji w 2001 r.
F2 Wody gruntowe	15	odczyn przewodność elektrolit. właściwa wapń magnez potas siarka siarczanowa azot azotanowy azot amonowy fosfor fosforanowy chlorki mangan sód glin cynk ołów
G1 Chemizm listowia	11	fosfor siarka sód potas mangan konalt żelazo nikiel cynk miedź ołów
G2 Chemizm opadu biologicznego	12	wielkość opadu fosfor siarka sód potas mangan kobalt żelazo nikiel cynk miedź ołów
H1 Wody powierzchniowe	18	temperatura wody odczyn przewodność elektrolit. właściwa wapń magnez potas siarka siarczanowa azot azotanowy azot amonowy fosfor ogólny chlorki mangan żelazo glin fosfor fosforanowy sód cynk ołów
J1 Flora i roślinność zlewni reprezentatywnej		Pomiarów dokonano w 1995, 2001
J2 Struktura i dynamika szaty roślinnej	8	ilość drzew żywych ilość drzew martwych stojących ilość drzew martwych leżących ilość pniaków pierśnica drzew żyjących pierśnica drzew martwych stojących pierśnica drzew martwych leżących średnica pniaków
K1 Uszkodzenie drzew i drzewostanów		Pomiarów dokonano w 2002
L1 Inwentaryzacja drzewostanów		Pomiarów dokonano w 1995, 2001
M1 Epifity nadrzewne	3	pokrycie maksymalna długość plechy klasa żywotności
O1 Fauna bezkręgową		Pomiarów dokonano w 1993, 2002



Ryc. 4. Założenia metodologiczne monitoringu geoekologicznego w Stacji Monitoringu

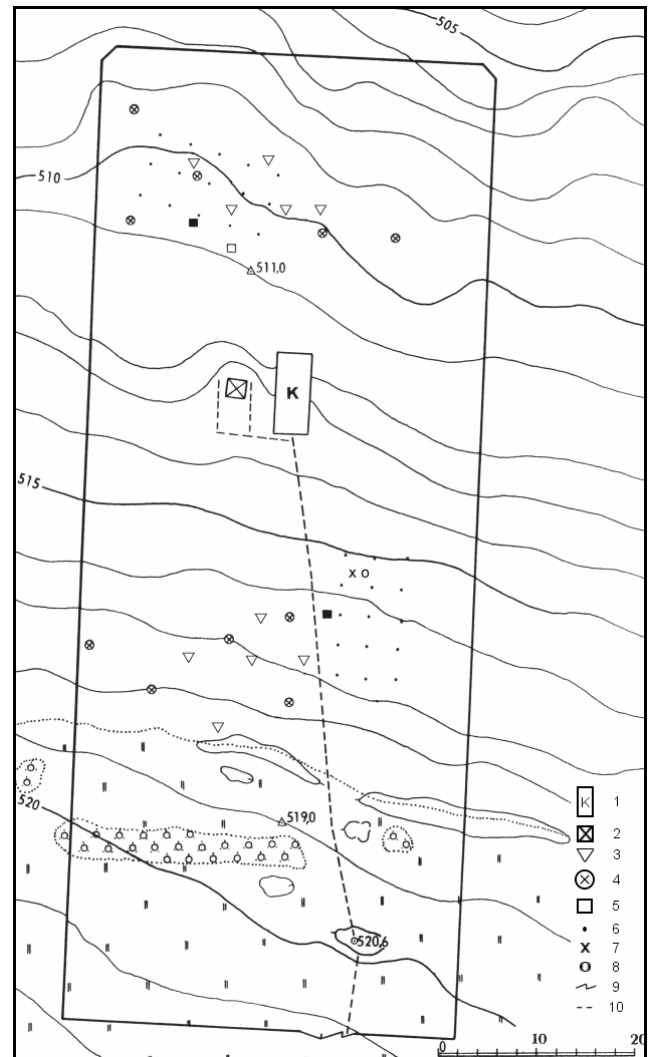
Fig. 4. Methodical foundations of the geoecological monitoring in the Akademia Świętokrzyska Monitoring Station (after Kowalkowski 1992 changes)

W przekroju pionowym badania prowadzone są na stałej powierzchni (4000 m²) – rycina 5. W centralnej jej części znajduje się stalowa wieża wysokości 30 m z czujnikami meteorologicznymi i czerpniami powietrza do pomiaru imisji, na poziomie 30 metrów nad powierzchnią gleby. Zakres badań obejmuje:

- badania meteorologiczne rejestrowane automatycznie, których celem są obserwacje zjawisk i procesów zachodzących w atmosferze i na tej podstawie dokonywanie oceny ilościowej stanu wszystkich elementów biosfery,
- pomiary zanieczyszczeń powietrza (SO₂, NO₂, O₃, CO, pył zawieszony całkowity) rejestrowane automatycznie. Imisja sucha mierzona jest pośrednio przez stwierdzenie stężeń gazowych i stałych składników w jednostce objętościowej powietrza atmosferycznego nad koronami drzew. Ich celem jest badanie strumieni zanieczyszczeń docierających z powietrza do innych komponentów środowiska,
- pomiary chemizmu opadów atmosferycznych prowadzone zarówno na otwartej przestrzeni – wody opadu bezpośredniego, jak i pod okapem koron drzew: wody opadu pośredniego spływającego po pnich drzew, wody przenikające przez zwartą koronę drzewostanu ,
- pomiary roztworów glebowych na pięciu głębokościach (15 cm, 30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm),
- pomiary temperatury gleby do głębokości 150 cm,
- pomiary wód gruntowych i powierzchniowych.

Monitoring wód gruntowych i powierzchniowych jest realizowany na północnym stoku głównego masywu Łysogór na obszarze zlewni badawczej (ryc. 3). Źródła Z1 i Z2 zlokalizowane są pod gołoborzami na wysokościach odpowiednio 536 m n.p.m i 512 m n.p.m., źródło Z3 znajduje się u podnóża stoku na wysokości 328 m n.p.m., potok bez nazwy oznaczony symbolem C5 na wysokości 320 m n.p.m.

Tak więc ilościowo-jakościowy obieg wód powierzchniowych jest monitorowany w zlewni na trzech wysokościach: w górnej leśnej części u podnóża gołoborzy (Z1,Z2), w środkowej części zlewni – dolna część stoku na granicy las-pole uprawne (Z3, C5) oraz w dolnej części zlewni wśród pól użytkowanych rolniczo (C6).



Objaśnienia: 1-kontener; 2-wieża z czujnikami meteorologicznymi i czerpniami powietrza; 3-chwytaki opadu podkoronowego; 4-chwytaki opadu spływającego po pnich jodeł (A), buków (B); 5-czujniki pomiaru temperatury gleby; 6-chwytaki opadu organicznego; 7-poletko lizymetryczne; 8-poletko tensjometryczne; 9- wejście; 10-drewniana kładka

Ryc. 5. Rozmieszczenie podsystemów pomiarowych w Stacji Bazowej ZMŚP Św. Krzyż

Fig. 5. Distribution of measuring subsystems in the Św. Krzyż Base Monitoring Station

Badania właściwości fizyko-chemicznych wód opadowych, gruntowych i powierzchniowych przeprowadzane są bezpośrednio w terenie 1 raz w tygodniu. Skład chemiczny w wodach oznaczany jest w próbach miesięcznych w laboratorium Instytutu Geografii Akademii Świętokrzyskiej w Kielcach.

Monitorowanie obiegu wód opadowych na powierzchni stałej i w zlewni daje podstawę do określenia modelu krążenia wód i elementów odżywczych oraz me-

tali ciężkich i składników depozycji suchej, wilgotnej i mokrej w ekosystemie leśnym i następnie zmian zachodzących pod wpływem gospodarki rolnej.

Bardzo ważnym elementem składowym monitoringu leśno-rolnego są realizowane:

- badania dynamiki właściwości gleb;
- badania jakościowo-ilościowych cech opadu organicznego wykonywane na stałych powierzchniach zgodnie z metodyką zaproponowaną przez Kowalkowskiego (1994). Poznanie ilościowego i jakościowego składu opadu organicznego w systemie monitoringu funkcjonowania ekosystemów jest elementem pozwalającym przybliżyć relacje między faktycznym stanem drzewostanu, a warunkami panującymi w biotopie, a szczególnie w glebach. Wiadomo, że masa i skład pierwiastkowy opadu organicznego są uzależnione od splotów czynników edaficznych i biocenotycznych (Prusinkiewicz i in. 1974, Stachurski i Zimka 1977, 1981, Jenny 1983, Trofimow i in. 1995) a ostatnio także od natężenia i czasu działania emisji przemysłowych (Kreutzer i Pröbstle 1991, Heitz 1998);
- badania pedofauny epigeicznej, która odgrywa istotną rolę w przebiegu rozkładu ściółki, jednocześnie w znacznym stopniu decydując o tempie produkcji pierwotnej. Celem badań jest szczegółowa waloryzacja zgrupowań Carabidae. W jej ramach oceniany jest skład gatunkowy i liczebność poszczególnych gatunków oraz takie struktury zgrupowań jak: dominacja, rozprzestrzenianie, udział grup troficznych i analiza zoogeograficzna, które można wykorzystywać do oceny stanu środowiska (Leśniak 1994);
- badania epifitów nadrzewnych. Celem monitoringu porostów jest obserwacja zmian zachodzących w środowisku pod wpływem różnych czynników naturalnych i antropogenicznych, z wykorzystaniem tych organizmów jako biowskaźników. Porosty są bardzo czułymi wskaźnikami przekształceń siedliska, a ich reakcje są stosunkowo szybkie i jednoznaczne. Badania prowadzone są według metodyki zaproponowanej przez Fałtynowicza i Krzysztofiaka (2001) i dotyczą pomiarów wielkości plechy porostów oraz oceny ich wyglądu. Ponadto wykorzystując fakt, że porosty bardzo efektywnie wychwytyują i akumulują metale ciężkie i siarkę z powietrza atmosferycznego, a ich zawartość w plesze odzwierciedla stopień zanieczyszczenia; prowadzone są również badania składu chemicznego plechy na zawartość metali ciężkich i siarki (Sawicka-Kapusta, Zakrzewska 2002);
- prace kartograficzne nad strukturą gatunkową drzewostanu oraz strukturą populacyjną podrostu jodłowego wykonywane wg metodyki Falińskiego (1991). Uzyskane wyniki pozwalają na określenie rozmiarów zmian zachodzących w drzewostanach Świętokrzyskiego Parku Narodowego;
- badania flory i roślinności zlewni reprezentatywnej, których celem jest bezpośrednia kontrola stanu oraz dynamiki flory i roślinności, a pośrednio także kontrola i ocena zmian zachodzących w obrębie podstawowych komponentów środowiska abiotycznego;
- badania struktury i dynamiki szaty roślinnej na powierzchniach stałych, których celem jest kontrola składu florystycznego, struktury i dynamiki fitocenozy, stanu populacji wybranych gatunków.

4. Ocena stanu środowiska przyrodniczego na podstawie dotychczasowych wyników badań monitoringu leśno-rolnego regionu świętokrzyskiego

Na podstawie dotychczasowych badań prowadzonych w ramach Stacji Monitoringu Akademii Świętokrzyskiej stwierdzono, że środowisko przyrodnicze Regionu Świętokrzyskiego znajduje się w fazie zaawansowanych, różnokierunkowych, przyspieszających się przemian pod wpływem imisji suchej, wilgotnej i mokrej. Główny nurt tych przemian ukierunkowany jest na postępujące zakwaszanie wskutek wzrostu stężenia w powietrzu kwasowych składników, częściowo stymulowane przez zmniejszanie emisji do powietrza pyłów alkalicznych. Stwierdzone na badanym obszarze imisje i wywołane przez nie zmiany w środowisku przyrodniczym są charakterystyczne i rozpowszechnione na rozległych przestrzeniach nie tylko regionu Gór Świętokrzyskich. Szczególnie niebezpieczne są kwaśne imisje dla ekosystemu leśnego.

Wiadomo, że SO_2 w postaci gazowej, a szczególnie w kwasowej formie w wodach opadowych działa wielokierunkowo na nadziemne organy roślin. Ich wrażliwość na działanie SO_2 jest uzależniona od temperatury i wilgotności powietrza, dostępu światła i zdolności gleb do uzupełniania składników odżywczych. W ekosystemach leśnych Regionu Świętokrzyskiego, a szczególnie Świętokrzyskiego Parku Narodowego te właśnie czynniki są niekorzystnie stymulowane emisją SO_2 . Mniej toksyczne tlenki azotu natomiast działają długookresowo deformując na środowisko glebowe, zbiorniki wodne i zbiorowiska roślinne (Zajączkowski, Szeremeti 1978, Karolewski 1987, Kowalkowski 1996).

Stężenia tego składnika w powietrzu w głównym masywie Łysogór są na ogół niższe niż w miastach województwa świętokrzyskiego (Jóźwiak 2000, Raport 2002), mają jednak istotny wpływ na dalsze kształtowanie właściwości gleb tego masywu. W kwaśnych glebach leśnych, wskutek zwolnionej amonifikacji, przebiega zredukowana mineralizacja materii organicznej, jednak połączona ze znaczną nityfikacją. Nawet przy pH około 3,5 przebiegają jeszcze procesy nityfikacji, przy czym 50-90% mineralizowanego N występuje w formie NO_2 , co zwiększa zakwaszenie gleb i ich podłoża skalnego oraz środowisko rozwoju korzeni. Dodatkowo następuje migracja tego składnika z wodami śródglebowymi i gruntowymi w dół stoku, w efekcie jest on wynoszony poza obręb zlewni.

Emisja różnych gazów związana z aktywnością gospodarczą i bytową człowieka do środowiska powoduje powstawanie mieszanin gazów, a pyły zawieszone w powietrzu atmosferycznym przekształcają się w aerozole przeważnie o silnie kwasowym charakterze. Efekty działania tych mieszanin na roślinność, gleby i wody mogą być bardzo zróżnicowane, adytywne w czasie, synergistyczne lub antagonistyczne. Badania różnych kompleksów leśnych w środkowej Europie wykazały dwa kierunki działania związane z atmo-genicznym ich obciążeniem depozytami SO_2 , NO_2 , CO, pyłem zawieszonym i O_3 w postaci opadu suchego i mokrego. Pierwszy z nich, to strukturalny wyrażający się selektywnym obumieraniem starych drzewostanów, zagęszczeniem pokrywy roślinnej dna lasu, zmianami kwasowości gleb. Drugi kierunek – funkcjonalny,

w czasie którego następują zmiany w przebiegu wzrostu i statusu żywieniowego roślin, zmiany w obiegu wody i substancji (Becker i wsp. 2000). Występowanie obydwu kierunków z różnym natężeniem w czasie stwierdzono w ekosystemie leśnym w Górach Świętokrzyskich (Kowalkowski, Józwiak 2000, Kowalkowski i wsp. 2001, Józwiak, Kowalkowski 2002). Badania wykonywane w ramach realizacji programu Stacji Monitoringu Akademii Świętokrzyskiej wykazały, że kwaśne wody deszczowe nasycone SO_4 , Cl, Ca, K, Mg, K, Mn, Fe niekorzystnie oddziałują na nadziemne i podziemne części roślin. Z nadziemnych ich części, szczególnie z igliwia i liści oraz z kory pni wymywane są znaczne ilości Ca, Mg, K, Mn i Zn wywołując niedobory tych składników. W igłach jodły, wskutek niedoborów kationów o charakterze zasadowym powstają wolne kwasy organiczne i kwasy mineralne, co może być przyczyną zakłóceń w procesach fotosyntezy i powodować uszkodzenia błony komórkowej. Rozpłynięcie się igiełek wosku krystalicznego, stwierdzone u jodły od 3 rocznika igieł wzwyż, powoduje zaskorupienie szparek oddechowych i utracenie przez nie funkcji ewapotranspiracji, nadmierne uwodnienie ich komórek i rozwój w nich grzybów pasożytniczych. Efektem tych niekorzystnie kształtujących się warunków edaficznych szczególnie w ekosystemie leśnym Świętokrzyskiego Parku Narodowego jest zaawansowane obumieranie starodrzewi jodłowych i stan chorobowy dużej części drzew jodły w drugim piętrze, a także w podrostach i nalotach. U buka wykształciła się biczowatość pędów w górnej części koron, na korze pni występują popielate i białopopielate zacieki wymyte przez spływające agresywne kwaśne wody opadowe. W warunkach kwaśnych gleb nasyconych kwasowymi jonami H^+ , Al^{3+} i Fe^{3+} , kationy zasadowe pochodzące z drzewostanu są wymywane z gleb w zasięgu systemów korzeniowych. W ten sposób bezpośrednio pod drzewami i w zasięgu korzeni gleby są najsilniej zakwaszane i wyjalawiane ze składników odżywczych. Ten proces jest szczególnie stymulowany w drzewostanach bukowo-jodłowych i jodłowych.

5. Zakończenie

Wykorzystanie teorii systemów Bertalanffy'ego (1984) umożliwiło wyodrębnienie geoekosystemu jako jednostki przestrzennej posiadającej strukturę wewnętrzną. Specyficzną właściwością tego systemu jest jego wewnętrzna niespójność. Składa się bowiem z dwóch różnych pod względem systemowym układów: środowiska abiotycznego i biotycznego, które mimo, że tak odmienne są ze sobą ściśle powiązane. Środowisko abiotyczne jest tzw. systemem domkniętym, zmieniającym się na tyle wolno, że jego fizyczno-chemiczne parametry można uważać za stałe. Natomiast biocenoza jest systemem otwartym, stosunkowo zmiennym w czasie. Stanowiąc cienką warstewkę przykrywającą jak gdyby struktury abiotyczne, oddziałuje na nie znacznie silniej niż można by było się tego spodziewać. Z drugiej strony przyjmuje ona wszelkie oddziaływania płynące zarówno z podłoża abiotycznego, jak i otoczenia, odpowiednio je transformując. Efektem tych transformacji jest m. in. informacja, jaką biosystem przekazuje nam o stanie i parametrach jego środowiska zewnętrznego. Nadinformatywność, charakterystyczna dla układów przyrody żywej, ma dla nas duże znaczenie

praktyczne. Pozwala bowiem odczytać, bezpośrednio lub pośrednio, około 90% stanów i zachowań pozostałych, niebiologicznych parametrów geoeologicznego systemu.

Przedstawiona rozwinięta koncepcja monitoringu leśno-rolnego ujmuje środowisko przyrodnicze jako system z jego geo- i bioróżnorodnością. Prowadzone przez Stację Monitoringu Akademii Świętokrzyskiej pomiary monitoringowe przepływu wód, materii organicznej, energii cieplnej, składników odżywczych i poluantów są wykonywane na poziomie elementarnych składników ekosystemu w ich układach poziomych i pionowych, przy zachowaniu założonych warunków metodologicznych i technicznych systemu monitoringu. W programie pomiarowym zostały uwzględnione zmiany użytkowania terenu i inne przejawy antropopresji. Będzie to w przyszłości umożliwiało znacznie szersze i głębsze poznanie dynamiki procesów przebiegających w ekosystemach leśnych i rolniczych. Pozwoli także na oszacowanie trendów i wykonanie prognoz oraz określenie wartości wskaźnikowych o stanie środowiska przyrodniczego, które będą wykorzystywane do jego oceny oraz w realizacji założonej polityki ekorozwoju na poziomie regionalnym i krajowym.

6. Literatura

- Bertalanffy L., 1984:** *Ogólna teoria systemów*, PWN Warszawa
- Raport 2002:** *Stan środowiska w województwie świętokrzyskim w roku 2001 Raport*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Kielce, 209-212.
- Ćmak J., Mityk J. 1990:** *Wyniki wstępnych badań nad przestrzennym zróżnicowaniem i funkcjonowaniem środowiska przyrodniczego małych zlewni Świętokrzyskiego Parku Narodowego*. Rocznik Świętokrzyski XVII, PWN Warszawa - Kraków :81-95.
- Faliński J.B., 1991:** *Kartografia geobotaniczna*, Cz. 3, Kartografia geobotaniczna ogólna i stosowana, PPWK, Warszawa-Wrocław.
- Fałtynowicz W., Krzysztofiak L., 2001:** *Opracowanie systemu monitoringu środowiska z wykorzystaniem porostów w Stacji Bazowej Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego na Świętym Krzyżu*, Mat.arch. Stacja Monitoringu Akademii Świętokrzyskiej, Kielce.
- Heitz R., 1988:** *Umbau von Fichtenreinbeständen in naturnahe Mischwälder - Auswirkungen auf bodenchemischen Zustand und Bioelementhaushalt*, Diss Freising, 307.
- Jenny H., 1983:** *The soil resource. Origin and behavior*. Springer Verl., New York, Heidelberg, Berlin, 377.
- Józwiak M., 2000:** *Zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego w środkowej części Gór Świętokrzyskich*, Studia Kieleckie, 4, :67-79, PAN Kraków KTN Kielce.
- Józwiak M., Kowalkowski A., 2002:** *Wpływ zagospodarowania terenu na zmiany właściwości fizyko-chemicznych i chemicznych wód powierzchniowych w zlewni badawczej Stacji Bazowej ZMŚP Św. Krzyż*. Mat. konf. „Funkcjonowanie i monitoring geoeosystemów Polski ze szczególnym uwzględnieniem zjawisk ekstremalnych, Szymbark 12-14.06.2002, :37-39.
- Karoleski P., 1987:** *Tlenki azotu*, W: S. Białobok, Życie drzew w skażonym środowisku., Warszawa-Poznań.
- Kreutzer K., Pröbstale P., 1991:** *Influss von saurer Beregnung und Kalkung auf Ernährungszustand und Streufall von Altfeichten*. Ökosystemforschung Höglwald, Paul Parey, Hamburg und Berlin, 35-40.
- Kostrzewski A., 1986:** *Zastosowanie teorii funkcjonowania geosystemu do badań współczesnych środowisk morfogenetycznych obszarów nizinnych Polski Północno-Zachodniej*. Sprawozdania PTPN nr 103 za 1984, Poznań.
- Kostrzewski A., (red) 1995:** *Propozycje programowe*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.

- Kostrzewski A., Mazurek M., Stach A., 1995:** *Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Zasady organizacji, system pomiarowy, wybrane metody badań.* Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa.
- Kowalkowski A., 1992:** *Koncepcja organizacji Świętokrzyskiej Stacji Kompleksowego Monitoringu Powierzchni Ziemi, Mat. I Sesji Hydrograficznej Kielce 23.X.1991r.* KTN, :13-29.
- Kowalkowski A., 1994:** *Metodyka badań ilościowo-jakościowych cech opadu organicznego na Stacjach Geoekologicznych Święty Krzyż i Góra Malik, W: A. Kowalkowski (red.) Monitoring środowiska regionu świętokrzyskiego, 2, :47-52.*
- Kowalkowski A., 1996:** *Zagrożenia krajobrazu leśnego Gór Świętokrzyskich wskutek działalności człowieka, W: A. Kowalkowski, Elementy rozwoju i monitoringu antropogenicznych krajobrazów w Górach Świętokrzyskich, wyd. Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce :35-120.*
- Kowalkowski A., Józwiak M., 2000:** *Wpływ warunków środowiska na zdrowotność jodły, [W:] S. Cieśliński, A. Kowalkowski (red.) Monografia Świętokrzyskiego Parku Narodowego, Wyd. Świętokrzyski Park.*
- Kowalkowski A., Józwiak M., Kozłowski R., 2001:** *Pedogeniczne czynniki procesów zakwaszania wód w ekosystemie leśnym Świętokrzyskiego Parku Narodowego, [W:] M. Józwiak, A. Kowalkowski (red) Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego, Funkcjonowanie i monitoring geosystemów z uwzględnieniem zanieczyszczenia powietrza”, Biblioteka Monitoringu Środowiska, :253-270.*
- Kowalkowski A., Piskorz S., 1993:** *Założenia koncepcyjne monitoringu regionu świętokrzyskiego, Monitoring środowiska regionu świętokrzyskiego, 1, Kielce, :9-17.*
- Państwowy Monitoring Środowiska 1998:** *Program Państwowego Monitoringu Środowiska na lata 1998 – 2002, PIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska Warszawa.*
- Prusinkiewicz Z., Dziadowiec H., Jakubasek M., 1974:** *Zwrot do gleby pierwiastków – biogenów z opadem roślinnym w lesie liściastym i mieszanym na luźnych glebach piaskowych, Roczn. Glebozn., XXV.*
- Sawicka-Kapusta K., Zakrzewska M., 2002:** *Zanieczyszczenie powietrza w Świętokrzyskim Parku Narodowym w latach 1991-2001, Regionalny Monitoring Środowiska Przyrodniczego, 3/2002, KTN Kielce.*
- Stachurski A., Zimka J., 1981:** *The patterns of nutrient cycling in forest ecosystems., Bull. Acad. pol. Sci., II.*
- Trofymow J.A., Preston C.M., Prescott C.E., 1995:** *Litter quality and its potential effects on decay rates of materials from canadian forests, Water, Air and Soil Pollution 82, 215-226.*
- Zajczkowski J., Szeremetti B., 1978:** *Sprawozdanie z badań nad względną odpornością różnych gatunków drzew i krzewów oraz nad przebudową drzewostanów w zasięgu oddziaływania emisji Zakładów Azotowych w Puławach. Dokumentacja IBL, Warszawa, :48.*

THE EXPLICATED CONCEPTION OF THE FOREST-AGRICULTURAL ECOSYSTEM MONITORING OF THE ŚWIĘTOKRZYSKI REGION

Summary

The study presents the developed conception of integrated monitoring carried out in the Świętokrzyskie Mountains since 1993. The investigations are carried out on the area of the so-called White Basin and Świętokrzyski National Park by the Monitoring Station of Świętokrzyska Academy. They include measurements of the basic features of the representative eco habitat in perpendicular section in the system atmosphere (input) – hydrosphere – pedosphere (processing) – hydrosphere – lithosphere (output) as well as in the horizontal – micro drainage catchment. In accordance with adopted aims, the measuring programme comprises 6 component elements of the ecosystem: air, vegetation, climate, soils, rainfall and surface waters as well as rocks. These elements are considered in the sense of integrated interactions of environmental components, operating incessantly in time and space. The measuring programme takes into account changes in land use and various symptoms of anthropopression. This will allow in future to estimate in a more comprehensive way the dynamics of processes occurring in forest and agricultural ecosystems. It will also permit to estimate trends, prepare prognoses and determine indicator values about the state of the natural environment, which will be used for its assessment in the realization of the assumptions of the policy of ecodevelopment on the regional and national levels.