

Stanisław Mularz

Władysław Mierzwa

PRÓBA ZASTOSOWANIA GIS DO OCENY SKAŻENIA GLEB METALAMI CIĘŻKIMI

1. Wprowadzenie

Z punktu widzenia ekologii problem degradacji gleb można rozpatrywać w dwóch aspektach:

- 1) degradacji gleb na skutek skażenia, najczęściej chemicznego, którego źródłem jest emisja polutantów gazowych, pyłowych i wodnych oraz nadmierna chemizacja gleby w toku kultywacji rolniczej;
- 2) ubytków gleby, czyli zmniejszania się powierzchni użytkowej gleb na skutek rozwoju społeczno-gospodarczego oraz w wyniku procesu erozji.

Głównym celem badań była ocena stopnia degradacji gleb ze względu na zawartość kadmu i ołowiu a następnie dokonanie reklasyfikacji użytkowej kompleksu uprawowego z wykorzystaniem Systemów Informacji Geograficznej (**GIS**).

Środowisko glebowe ukształtowane jest przez zespół czynników, zarówno naturalnych (geneza i rodzaj gleb, ukształtowanie powierzchni, warunki klimatyczne) jak i antropogenicznych (zanieczyszczenia miejsko-przemysłowe, sposób użytkowania ziemi, rodzaj kultywacji rolniczej itp.). Zdecydowanie degradacyjny charakter mają zwłaszcza opady pyłów przemysłowych, którego wielkość przyjmowana jest często jako podstawa do określenia poziomu skażenia gleb (Bowen 1979, Kabata-Pendias, Piotrowska 1987, Kabata-Pendias 1992). Pyły zawierają szereg polutantów , w tym przede wszystkim metale ciężkie, które przedostając się do łańcucha pokarmowego mogą zagrażać zdrowiu ludzi i zwierząt.

Jako indykator degradacji środowiska glebowego wybrano zawartość kadmu i ołowiu w analizowanych próbkach gleby z obszaru testowego.

Systemy Informacji Geograficznej (**GIS**) stanowią aktualnie szeroko stosowane w świecie narzędzie do integracji różnorodnych danych dotyczących monitoringu i zarządzania środowiskiem geograficznym. **GIS** pozwala łączyć dwa różne elementy a mianowicie : bazę danych przestrzennych opisującą zespół czynników przyrodniczych środowiska geograficznego danego obszaru z bazą atrybutów , która zawiera charakterystyki (wartości) tych czynników.

W przedmiotowych badaniach korzystano z systemu **IDRISI** (wersje **4.0** i **4.1**), który zawiera wszystkie niezbędne moduły do digitalizacji materiałów kartograficznych, ich przechowywania, wstępnego przetwarzania oraz integracji poszczególnych elementów bazy danych GIS, jak również do prowadzenia analiz statystycznych i przetwarzania obrazów cyfrowych.

2. Rejon badań, wstępna analiza i selekcja danych

Badania przeprowadzono dla rejonu o powierzchni około 38x36 km usytuowanego w południowej części Polski wokół Krakowa. Rejon badań charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem morfologii, jedynie dolina Wisły rozciągająca się z zachodu na wschód jest stosunkowo płaska. W badanym rejonie zlokalizowanych jest kilkadziesiąt zakładów przemysłowych o różnej wielkości. Największe z nich : Huta im. Sędzimirza oraz Elektrociepłownia Łęg są odpowiedzialne za znaczną część skażenia przemysłowego takich elementów środowiska jak : powietrze, wody powierzchniowe, gleby i szata roślinna.

Dla pełnego obrazu stanu środowiska potrzeba wiele różnych informacji, które są rejestrowane przez różne instytucje. Systematyczny monitoring skażenia środowiska prowadzony jest od 1982r głównie przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska i Stacje SANEPID. Część danych stanowi wynik studiów przeprowadzanych przez instytucje badawcze (wyższe uczelnie, instytuty naukowe) na zlecenie administracji państwowej lub samorządowej lub w ramach grantów finansowanych przez Komitet Badań Naukowych (Borowik 1993, Turzański i inni 1993).

W analizach typu GIS istotnym czynnikiem, oprócz zakresu i dokładności analiz pobieranych próbek glebowych, jest lokalizacja przestrzenna stanowisk pomiarowych. Biorąc ten element pod uwagę dokonano selekcji posiadanych danych. Niektóre pozyskane wyniki, mimo wysokiej dokładności oznaczeń charakteryzowały się nieznaną metodyką i dokładnością określania położenia stanowisk pobierania próbek. Czasami współrzędne stanowisk określone były w różnych układach współrzędnych (nawet lokalnych). Wynika to częściowo z faktu, że w Polsce mapy opracowywane są w kilku układach odniesienia ("65", "1942", "GUGIK 1980"). Ponadto stanowiska pomiarowe różnych składników skażenia środowiska (powietrze, woda, gleby) mają różną lokalizację. Zauważo również, że zakresy pomiarowe badań prowadzonych przez różne instytucje różniły się od siebie co do określanych składowych skażeń. Powyższe uwagi świadczą, że idea, na której oparte są systemy informacji geograficznej nie w pełni jest rozumiana przez wszystkie instytucje prowadzące badania w tym zakresie. Nie należy się temu jednak specjalnie dziwić, gdyż idea GIS jest stosunkowo nowa i nie jest jeszcze powszechnie rozpropagowana. Obecnie wiele instytucji prowadzi badania głównie na własny użytek a przepływ czy wymiana informacji pomiędzy zainteresowanymi instytucjami jest sporadyczna lub żadna.

Dla integracji różnych typów danych w analizach GIS przeprowadzanych za pomocą systemów rastrowych konieczna jest znajomość rozkładu przestrzennego analizowanego zjawiska co wymaga zastosowania pewnych procedur interpolacyjnych. Możliwość integracji danych pochodzących z różnych źródeł jest obiektywnym wskaźnikiem ich jakości i przydatności jako bazy danych do analiz typu GIS. Analiza dostępnych danych wykazała ich niejednorodność oraz niespójność z powodów wymienionych powyżej.

Pierwszy etap wstępnego przetworzenia danych obejmował transformacje współrzędnych stanowisk pomiarowych do wspólnego układu współrzędnych oraz generalizację danych, gdyż niektóre z posiadanych danych były zbyt szczegółowe.

Opierając się na mapie rolniczo-glebowej, która obejmowała 7 warstw tematycznych, utworzono dwie warstwy : użytkowania terenów i typów gleb, które miały najistotniejsze znaczenie z punktu widzenia przeprowadzanych analiz. Ilość kategorii użytkowania terenów została zmniejszona z 16 do 6, a typów gleb z 19 do 7. Biorąc pod uwagę wysoki stopień korelacji zachodzący pomiędzy treścią powyższych warstw korzystając z modułu CROSSTAB utworzono jedną zbiorczą warstwę, która równocześnie opisuje cechy obydwu warstw składowych. Na warstwie tej wystąpiły 42 nowe kategorie będące kombinacją

określonych klas występujących na warstwach użytkowania terenów i typów gleb. Następnie przeanalizowano położenie stanowisk pomiarowych w stosunku do nowo wydzielonych kategorii. Stwierdzono, że stanowiska pomiarowe występują tylko na 12 wydzielonych kategoriach. Do dalszej analizy wzięto 8 najbardziej istotnych klas. Wybrane klasy objęły 75% całości testowanego obszaru oraz 91% obszarów użytkowanych rolniczo. Uzasadnia to wybór tylko 8 klas do analizy, które można uznać za reprezentatywne dla całego testowanego obszaru (rys.7.1).

3. Wyniki badań

3.1. Korelacja pomiędzy opadem pyłu a skażeniem gleb Cd i Pb

Dostępne były dane dotyczące opadu pyłu dla 66 stanowisk pomiarowych w latach 1990, 1991 i 1992. Położenie stanowisk pomiaru opadu pyłu różniło się od stanowisk, dla których pobierano próbki gleb - tak więc koniecznym było przeprowadzenie interpolacji, aby uzyskać przestrzenny rozkład opadu pyłu. Do tego celu wykorzystano moduł INTERPOL. Korelacja pomiędzy opadem pyłu a zawartością Cd i Pb w glebie była wykonana przy użyciu modułu REGRESS. Współczynnik korelacji, przy uwzględnieniu wszystkich punktów opróbowania, wyniósł 0.32. Natomiast nie zaobserwowano znaczącej korelacji pomiędzy zawartością Cd i Pb a określonym rodzajem gleb. Jest to spowodowane, wzmiankowaną już wcześniej, niespójnością przestrzenną i czasową dostępnych wyników analiz.

3.2. Podział na strefy skażenia Cd i Pb

Dla kadmu i ołowiu wyróżniono trzy następujące strefy skażenia (oznaczone: A,B,C) przez analogię do kryteriów przyjętych w Holandii (De Bruijn, De Walle 1989):

	Cd (t/km ²)	Pb(t/km ²)
A niskie	< 0,8	< 30
B średnie	0,8 - 1,2	30 - 45
C wysokie	> 1,2	> 45

Analizując rozkład skażenia w zależności od przynależności do poszczególnych stref stwierdzono, że:

- największe skażenie (strefa **C**) występuje dla gleb kategorii 4 (80% analizowanych punktów, pH = 6,4, cząsteczki usuwalne v=52%)
- średnie skażenie (strefa **B**) występuje dla kategorii 1 (12% punktów, pH = 6,4, v=46%), i dla kategorii 2 (7% punktów, pH = 5,0 , v = 44%).

Ze względu na występującą zmienność warunków geologiczno-glebowych oraz wpływ innych nie uwzględnionych czynników na stopień skażenia gleb, jako strefy skażone uznano najbliższe otoczenia punktów należących do stref skażenia C i B. Przyjęto, że wielkość skażenia w danym punkcie jest reprezentatywna dla pewnego otoczenia wokół niego dla tego samego typu gleb. Dla określenia otoczenia wykorzystano moduł DISTANCE, który

umożliwił zdefiniowanie stref buforowych. Następnie korzystając z modułu OVERLAY wydzielono te obszary, które równocześnie znalazły się w strefie buforowej i na określonych typach gleb. Wyniki takiego wydzielenia stref przedstawiono na rys.7.1. Rozmieszczenie stref skażenia wydaje się logiczne. Wyróżnić można trzy obszary, których skażenie spowodowane jest wpływem: HiS, Elektrociepłowni Skawina i Zakładów Cynku i Ołowiu w Olkuszu.

4. Podsumowanie

Należy uczulić wszystkie instytucje uczestniczące w monitoringu środowiska na możliwości analiz, które dostarcza GIS. Aby wyniki pochodzące z różnych źródeł można było w pełni zintegrować należy większą uwagę zwrócić na metodykę określania przestrzennej lokalizacji stanowisk pobierania próbek (jednolitość układów współrzędnych, dokładność).

Ocena skażenia gleb z wykorzystaniem techniki GIS może przynieść bardzo obiecujące wyniki przy kontroli skażenia obszarów wykorzystywanych rolniczo oraz przyczynić się do właściwego użytkowania terenów. Opierając się na wynikach powyższych badań niektóre z uprawianych rolniczo obszarów, zwłaszcza znajdujących się w strefach C i B, powinny zostać przeklasyfikowane ze względu na zawartość metali ciężkich. Ten rodzaj skażenia gleb powoduje wystąpienie rzeczywistych zagrożeń zwłaszcza dla obszarów gdzie skoncentrowany jest przemysł ciężki. Wydaje się koniecznym opracowanie odpowiednich standardów kategorii skażenia gleb przez odpowiednie instytucje naukowe i administracji państwowej.

Literatura :

Boekhold, A.E., van der Zee, S.E.A.T.M. 1992. Spatial Pattern of Cadmium Contents Related to Soil Heterogeneity. *Water, Air and Soil Pollution* 57-58.

Borowik, W. 1993. Zastosowanie modelowania ekotoksycznego dla oceny zagrożenia metalami środowiska i zdrowia człowieka w regionach przemysłowych. Praca doktorska (nie publikowana).

Bowen, H.J.M. 1979. *Environmental Chemistry of the Elements*. Academic Press, London 333.

De Bruijn, A.J., De Walle, V.P. 1989. Standards for Soils Protection and Remedial Action in the Netherlands. In: K.Wolf et al. (eds). *Contaminated Soil '88*. Kluwer Academic Publisher, 339-349.

Eastman, F.J. 1992. *IDRISI - Technical Reference*. Clark University, Graduate School of Geography, Worcester USA.

Kabata-Pendias, A., Piotrowska, M. 1987. Elementy śladowe jako kryterium wykorzystania odpadów w rolnictwie. *IUNG Seria P33*, 46

Kabata-Pendias, A. 1992. Trace Metals in Soils of Poland - Occurrence and Behaviour. *Trace Substances in Environ. Health* 25.

Turzański K., Dębska B., Czarnecka L., 1993. Doświadczenia krakowskiego systemu monitoringu ekologicznego. *Monitoring Środowiska Regionu*

An Attempt to Apply GIS for Heavy Metals Soil Contamination Assessment

Summary

Soils degradation depends on many factors. The main pollutants are contained in the industrial dustfall. The genetic soils types, land use categories, terrain topography, as well as rainfall and atmospheric conditions, significantly affect the final soil degradation.

Using GIS techniques an attempt is made to correlate the dustfall data with the soil type and land agricultural use. The soil heavy metal content (Cd, Pb) is the base for soil degradation assessment. Finally the proposal of changing land use categories is made (Fig.7.1).