

O POTRZEBIE OPRACOWANIA SYSTEMU INFORMACJI PRZESTRZENNEJ WSPOMAGAJĄCEGO OCHRONĘ WÓD PODZIEMNYCH

ON THE NEED TO DEVELOP A GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM SUPPORTING PROTECTION OF GROUNDWATER

Janina Rudowicz-Nawrocka

Instytut Inżynierii Rolniczej Akademii Rolniczej w Poznaniu

Słowa kluczowe: systemy informacji przestrzennej, rastrowy model danych, ochrona wód podziemnych

Keywords: geographical information systems, raster data model, groundwater protection

Streszczenie

W związku z rosnącym znaczeniem wód podziemnych i jednocześnie rosnącym ich zagrożeniem zanieczyszczeniami pochodzącymi z obszarów wiejskich w Instytucie Inżynierii Rolniczej AR w Poznaniu podjęliśmy prace mające na celu opracowanie systemu informacji przestrzennej na potrzeby zarządzania wodami podziemnymi na obszarach wiejskich. W niniejszym artykule zaprezentowano koncepcję opracowania takiego systemu. Wskazano istniejące algorytmy oceny podatności wód podziemnych na zanieczyszczenia i możliwości ich rozbudowy. Przedstawiono główne problemy związane z opracowaniem systemu, przede wszystkim z pozyskaniem i integracją danych. Omówiono korzyści wynikające z zastosowania rastrowego modelu danych. Zasygnalizowano brak zintegrowanych systemów informacji przestrzennej wspomagających szeroko rozumiane zarządzanie wodami z uwzględnieniem ochrony środowiska naturalnego.

Wstęp

Powszechne jest obecnie dążenie do zapewnienia stałego i zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich, uwzględniającego wszystkie elementy środowiska naturalnego i zapewniającego mieszkańcom tych obszarów (obecnym i przyszłym) jak najlepsze warunki życia. Jednym z głównych czynników niezbędnych dla tego rozwoju jest dostęp do słodkiej wody o odpowiedniej jakości i cenie. Cena wody może mieć bardzo znaczący udział w podejmowaniu decyzji lokalizacyjnych inwestycji, które mogą zapewnić rozwój danemu obszarowi.

W ostatnich latach wzrosła rola wód podziemnych jako jednego z podstawowych surowców warunkujących rozwój gospodarczy. Dzieje się tak m.in. ze względu na rozpowszechniające się skażenie wód powierzchniowych oraz globalne ocieplenie klimatu, powodujące znaczny spadek poziomu wód. Wody podziemne wymagają ochrony jakości i ilości głównie ze względu na fakt, że są użytkowane na bardzo szeroką skalę dla zaopatrzenia ludności w wodę pitną.

Z raportów Państwowego Instytutu Ochrony Środowiska z ostatnich lat wynika, że w naszym kraju rośnie stopień zanieczyszczania wód podziemnych ze strony szeroko rozumianego rolnictwa i obszarów wiejskich (Wojewódzki Inspektorat..., 2001).

W wyniku rozmów przeprowadzonych z przedstawicielami kilku gmin z terenu Wielkopolski okazało się, że bardzo potrzebne są narzędzia wspomagające zarządzanie wodami podziemnymi.

Cel i założenia

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie koncepcji systemu informacji przestrzennej wspomagającego zarządzanie wodami podziemnymi na obszarach wiejskich, ze szczególnym uwzględnieniem oceny podatności tych wód na zanieczyszczenia.

Podstawowe założenia opracowywanego projektu dotyczą wykorzystania i zintegrowania danych pochodzących przede wszystkim z wielu map, m.in. z mapy położenia zbiorników wód podziemnych, mapy glebowo-rolniczej, mapy wysokościowej i topograficznej, mapy zagospodarowania przestrzennego oraz mapy ognisk zanieczyszczeń. Zebrane na tej podstawie informacje dotyczące stanu jakościowego i ilościowego zasobów wód podziemnych oraz uwarunkowań środowiskowych wpływających na podatność tych wód na zanieczyszczenia są niezbędne przy podejmowaniu decyzji dotyczących zagospodarowania przestrzennego i lokalizacji inwestycji uwzględniających działania ochronne na rzecz wód podziemnych.

Kolejnym założeniem i jednocześnie jednym z głównych problemów są możliwości pozyskiwania danych oraz opracowania poszczególnych map numerycznych w odpowiedniej skali, np. 1:10000, 1:1000, tak aby mogły być użyteczne dla decydentów na obszarze gminy, czy powiatu.

Zagrożenia wód podziemnych

Ochrona wód podziemnych dotyczy ich jakości i ilości. Na całym świecie wody podziemne są szybciej wypompowywane niż mogą się odnowić. Coraz intensywniejsza eksploatacja wód podziemnych prowadzi do obniżenia ich zwierciadła i w związku z tym zwiększenia kosztów wydobycia. Ponadto wraz z obniżaniem się zwierciadła wód podziemnych zmieniają się stosunki wilgotnościowe w glebie, powodując szkody w ekosystemach, ich przekształcanie i degradację, stepowanie krajobrazu. Są to efekty zdecydowanie niepożądane zarówno z punktu widzenia ochrony środowiska, produkcji rolniczej, jak i całej gospodarki (Wasilewicz, 2003).

Jakość wód podziemnych zależy przede wszystkim od podatności danego zbiornika na zanieczyszczenia. Ta z kolei zależy głównie od uwarunkowań geologicznych, czyli od głębokości zwierciadła wód podziemnych i stopnia jego izolacji od powierzchni terenu oraz od prędkości przemieszczania się zanieczyszczeń i uwarunkowań glebowych. Rola gleby polega zarówno na izolacji fizycznej od powierzchni terenu, jak i na zdolnościach gleb do zatrzymywania zanieczyszczeń przez pochłanianie i neutralizację. Niestety, dominujące w Polsce gleby lekkie mają słabe zdolności ochronne.

Algorytmy oceny zagrożeń wód podziemnych

Dążąc do opracowania zintegrowanego systemu informacji przestrzennej do oceny stopnia zagrożenia wód podziemnych zanieczyszczeniami należy uwzględnić następujące czynniki wpływające na podatność zbiornika na zanieczyszczenia: głębokość zwierciadła wód podziemnych, zdolności sorpcyjne utworów strefy aeracji, przepuszczalność utworów, spadek zwierciadła wód podziemnych, kierunek przepływu wód podziemnych, pozioma odległość od źródła zanieczyszczeń, nachylenie terenu, przewodność hydrauliczna, typ utworów. W literaturze znaleźć można informacje na temat kilku algorytmów dążących do przeprowadzenia obiektywnej oceny zagrożenia wód podziemnych wykorzystujących wybrane z powyższych czynników. Są to m.in. nomogram LeGranda z 1964 r., system GOD Fostera z 1987 r., procedura Holmana z 1985 r., jak również algorytmy wykorzystane do oceny stopnia zagrożenia Głównych Zbiorników Wód Podziemnych w Polsce opracowane przez zespół pod kierunkiem prof. Antoniego Kleczkowskiego (Chełmicki, 2001). W algorytmach tych poszczególnym czynnikom przypisuje się określoną przez autora liczbę punktów, które dalej są sumowane bądź mnożone w celu uzyskania jednego wyniku będącego odpowiedzią na pytanie jaka jest podatność danego zbiornika na zanieczyszczenia. Bardzo istotne jest uwzględnienie w takim algorytmie informacji, że ocena zagrożenia nie wynika tylko z istniejących warunków hydrogeologicznych, ale też z istnienia lub braku potencjalnych ognisk zanieczyszczeń, uwzględniając czynniki ryzyka (toksyczność i stężenie substancji, potencjalna ilość i częstotliwość wycieku) oraz czynniki ochrony (aspekty ochrony naturalnej, prawnej, odległość od ujęć wody).

Wykorzystanie powyższych algorytmów w projektowanym systemie wymaga ich modyfikacji i rozbudowy. Jednym z głównych elementów projektowanego systemu powinna być na przykład warstwa dotycząca gleb, przede wszystkim ze względu na rolę gleby jako czynnika ochronnego. Do oceny ochronnej roli gleb można wykorzystać mapy rolniczo-glebowe, co zostało już zaproponowane i opisane w pracy Witczaka i Żurka (1994). Autorzy ci wyznaczyli m.in. klasy obszarów rolniczych o różnej odporności wód podziemnych na zanieczyszczenia w zależności od rodzaju gleb i głębokości zwierciadła wody podziemnej oraz klasy zagrożenia wód podziemnych na obszarach rolniczych wraz z zakresem ograniczeń w stosowaniu środków ochrony roślin.

Rastrowy model danych

Ochrona i zwiększanie zasobów wód podziemnych jest zadaniem skomplikowanym i wymagającym ciągłej analizy dużej liczby danych z różnych dziedzin. Ponadto są to analizy wielokryterialne, bardzo często niejednoznacznie sprecyzowane i odpowiedzi na stawiane pytania wymagają czegoś więcej niż powszechnie dostępnych w systemach GIS (ang. Geographical Information Systems) funkcji składania warstw, czy buforowania. Potrzebna jest współpraca ze specjalistycznymi systemami wspomaganie decyzji (Cichociński, 2002).

Podatność poszczególnych poziomów wodonośnych na zanieczyszczenia pochodzące z powierzchni ziemi powinna być uwzględniana przy podejmowaniu decyzji dotyczących lokalizacji obiektów stanowiących potencjalne zagrożenie (wysypisk, składowisk, rozlewisk, magazynów chemikaliów, stacji paliw, rurociągów itp.), stosowania technologii rolniczych (nawożenie, stosowanie środków ochrony roślin, nawozów naturalnych i obornika), lokalizacji osiedli mieszkaniowych, zakładów przemysłowych, szczególnie przemysłu spożywczego i farmaceutycznego, którym trzeba zapewnić wodę o jakości odpowiadającej wodzie pitnej.

Wymienione wyżej czynniki wpływające na podatność zbiornika wód podziemnych na zanieczyszczenia mają przede wszystkim charakter ciągły. Z tego względu do ich przedstawienia w systemach informacji przestrzennej celowe jest użycie rastrowego modelu danych. Ponadto zapis rastrowy ułatwia jednolite zapisanie rozpatrywanych danych oraz dogodne wykorzystywanie niezbędnych analiz. (Remington, 1999).

Z technicznego punktu widzenia rastrowy format danych jest powszechnie stosowany i kompatybilny z różnymi zbiorami danych i programami narzędziowymi.

Zalety modelu rastrowego w systemach dotyczących ochrony środowiska i hydrologii podkreślane są w licznych pracach (Bouzelboudjen, 1998; Phipps, 1996).

Podsumowanie

Zarządzanie wodami podziemnymi wymaga stawiania wielokryterialnych, złożonych pytań, dlatego konieczne jest opracowanie jednolitego sposobu nadawania wag poszczególnym kryteriom rozszerzając istniejące algorytmy oceny podatności wód podziemnych na zanieczyszczenia lub opracowując nowe tak, aby system mógł być uniwersalny i niezależny od posługujących się nim ludzi. Budowa takiego systemu wymaga zintegrowania danych z różnych dziedzin, z różnych układów odniesienia, w różnych skalach itp., z tego względu niezbędne jest zastosowanie rastrowego modelu zapisu danych przestrzennych.

Istniejące systemy (programy) dotyczące zarządzania wodami zarówno powierzchniowymi, jak i podziemnymi, umożliwiają modelowanie relacji, przeprowadzanie prostych analiz i prezentowanie wyników w postaci map, wykresów, tabel itd. jednak działają dla wybranych fragmentów rzeczywistości, z reguły obejmują dwa, trzy aspekty, np. wody powierzchniowe i zagospodarowanie terenu. Wręcz konieczne staje się wspólne wykorzystywanie algorytmów dotyczących wielu dziedzin, np. ochrony wód podziemnych, ochrony wód powierzchniowych i innych elementów środowiska. Brak jest systemów ujmujących w sposób kompleksowy elementy środowiska naturalnego i działalności człowieka, a tylko takie systemy mogą dawać wiarygodne odpowiedzi na stawiane pytania i ułatwiać podejmowanie decyzji.

Literatura

- Bouzelboudjen M., Kimmeier F. 1998. GIS Vector and Raster Database, Advanced Geostatistics and 3-D Groundwater Flow Modelling in Strongly Heterogeneous Geologic Media: An Integrated Approach. The XVIIIth annual ESRI User Conference
- Chelmiński W. 2001. Woda. Zasoby, degradacja, ochrona. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- Cichociński P. 2002. Zastosowanie systemów informacji przestrzennej do wspomaganie procesów podejmowania decyzji. XII Konferencja Naukowo-Techniczna Systemy Informacji Przestrzennej: 69-73. Warszawa
- Phipps S. P. 1996. Using raster and Vector GIS Data for Comprehensive Storm Water Management. AWRA Symposium on GIS and water Resources
- Remington K. 1999. Advanced ArcView - Raster GIS. ESRI
- Wasilewicz M., Śliwa J. 2003. Wody podziemne. Międzywydziałowe Studium Ochrony Środowiska. Ochrona i Rekultywacja Ekosystemów Wodnych. <http://levis.sggw.waw.pl>
- Witczak S., Żurek A. 1994. Wykorzystanie map glebowo-rolniczych w ocenie ochronnej roli gleb dla wód podziemnych. Metodyczne podstawy ochrony wód podziemnych. Zakł. Hydrogeol., Geol. Inż. i Górniczej AGH Kraków
- Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Poznaniu 2001. Raport o stanie środowiska w Wielkopolsce w roku 2000. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Poznań

Summary

In connection with the growing importance of groundwater and, simultaneously, increasing danger of their pollution, especially by impurities from rural areas we decided at the Institute of Agriculture Engineering of Agriculture University in Poznań to draw up the geographical information system supporting groundwater management in rural areas. In this paper, the concept of this system is presented. Existing algorithms for evaluation of the susceptibility of groundwater to the impurities and the possibilities to extend these algorithms were pointed out. The main problems connected with drawing up of the system, in particular with data acquisition and integration were presented. The advantages of using raster data model were described. Lack of integrated geographical information systems supporting broadly understood water management taking into account environment protection were also dealt with in the paper.

mgr inż. Janina Rudowicz-Nawrocka
Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego
Instytut Inżynierii Rolniczej
ul. Wojska Polskiego 50, 60-637 Poznań
tel. (061) 848-71-65
e-mail: jankar@au.poznan.pl