

Artykuł pochodzi z archiwalnych zasobów firmy EKO-KONSULT sp. z o.o. 80-557 Gdańsk,
ul. Narwicka 6.

Wszystkie prawa zastrzeżone.

Korzystanie za zgodą firmy EKO-KONSULT biuro@ekokonsult.pl



Kwartalnik „Problemy Ocen Środowiskowych” wydawany cyklicznie w latach 1998 – 2012, przez EKO-KONSULT był jedynym wydawnictwem w Polsce, poświęconym wyłącznie ocenom środowiskowym planowanych inwestycji oraz strategicznym ocenom oddziaływania na środowisko. Dla praktyków OOS, ale również dla osób początkujących może nadal stanowić wartościowe źródło wiedzy np. w zakresie prezentowanych case study i przeglądu stosowanych metodyk - w tym kontekście znaczna część artykułów zachowuje sporo aktualności.

Andrzej Sadurski

Geologiczne mapy komputerowe w ocenach oddziaływania na środowisko

Do opracowania ocen oddziaływania inwestycji na środowisko wykonywanych na etapie decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu oraz uzgodnień projektu budowlanego, a także przy analizach nadzwyczajnych zagrożeń środowiska lub środków łagodzących negatywne oddziaływanie danej inwestycji na środowisko wykorzystywane są mapy geologiczne. Mapy te zawierają różne informacje o abiotycznych elementach przyrody a także z zakresu zagospodarowania przestrzennego, kopalni, obszarów górniczych, czy potencjalnych ognisk zanieczyszczeń.

Na przełomie XX i XXI wieku wprowadzone zostały do praktyki geologicznej nowe technologie informacji przestrzennej, nazywanej od angielskiego skrótu GIS, które obejmują: teledetekcję, bazy danych o środowisku i kartografię komputerową.

Interpretacja map tematycznych, w tym: szczegółowej mapy geologicznej, mapy hydrogeologicznej i mapy geologiczno-gospodarczej Polski, w skali 1 : 50 000, uzupełniona o kartowanie ekofizjograficzne, jest powszechnie stosowana do opracowywania diagnozy stanu środowiska oraz ocen oddziaływania na środowisko.

Wymienione mapy są od kilku lat wydawane, głównie w formie zapisu cyfrowego i wydruków ploterowych. Są one dostępne jedynie w Państwowym Instytucie Geologicznym i dlatego w celu przybliżenia treści oraz organizacji zasobów informacyjnych są prezentowane poniżej.

Szczegółowa mapa geologiczna Polski, 1 : 50 000

Powierzchnia całego kraju pokryta jest aktualnie mapą geologiczną w skali 1 : 200 000, wydaną latach 1971-1995 [1]. Jest to podstawowa mapa geologiczna kraju. Mapa ta została opracowana na podstawie wyników przeglądowego zdjęcia geologicznego z wykorzystaniem materiałów archiwalnych. Była ona podstawą do sporządzania map specjalistycznych, w tym także w większych skalach, dla potrzeb planowania badań geologicznych, rozpoznania i dokumentowania złóż kopalin, a także do regionalnego planowania przestrzennego. Mapa składa się z dwóch arkuszy: A - mapa zakryta, na której podano osady powierzchniowe oraz B - mapa odkryta, bez utworów czwartorzędowych. Do arkuszy wydane są objaśnienia tekstowe, zawierające: przekroje geologiczne, wybrane profile otworów wiertniczych oraz analizę tektoniki, stratygrafii i litologii warstw geologicznych.

Równoległe z pracami nad mapą w skali 1 : 200 000 podjęto prace nad Szczegółową mapą geologiczną Polski w skali 1 : 50 000 (w skrócie SmgP). Mapa ta jest obecnie największym przedsięwzięciem kartografii geologicznej w kraju. Jest ona wykonywana na podstawie szczegółowego zdjęcia geologicznego w skali 1 : 25 000, w tym wyników specjalnie projektowanych otworów wiertniczych, wyników pomiarów geofizycznych i badań laboratoryjnych próbek skał. Każdy arkusz jest syntetyczną monografią rozpoznania geologicznego.

Prace nad arkuszami mapy rozpoczęły się 45 lat temu. Dotychczas wydano 350 arkuszy, a dalszych 350 znajduje się w opracowaniu. Od 1994 roku rozpoczęto program komputeryzacji mapy, który obejmuje: przetwarzanie obrazów rastrowych, strukturę i konstrukcję bazy danych oraz redakcję komputerową arkusza. Przetwarzanie klasycznych arkuszy mapy do postaci numerycznej wykonywane jest metodą skanowania i późniejszej wektoryzacji lub digitalizacji. Do realizacji arkuszy mapy przyjęto technologię Arc/Info, z uwagi na światowy standard GIS.

Mapa ta ma stale rozbudowywaną o nowe arkusze bazę danych. W postaci rastrowej przechowywane są w niej warstwy dotyczące sytuacji topograficznej, sieci hydrograficznej i hipsometrii. Informacje geologiczne zapisywane są w postaci wektorowej. System GIS tworzą zatem rastry, warstwy wektorowe i dane opisowe.

Zarządzanie relacyjną bazą danych pełnią pakiety programów: Arc/Info 7 wraz z modułem Librarian oraz Oracle Server 7 (Gogołek i in., 1997). Do konstrukcji bazy danych, bardzo rozbudowanej w przypadku rozpatrywanej mapy, przyjęto system Oracle jako najbardziej perspektywiczny. W bazie tej dane przestrzenne są przechowywane w układzie współrzędnych geograficznych, a także mapy: geologiczna i dokumentacyjna, przekroje geologiczne i syntetyczne profile geologiczne. Informacje zgromadzone w bazie dotyczą także: granic wyróżnionych obszarów występowania określonych skał na powierzchni, zasięgu stwierdzonych w terenie procesów geologicznych, lokalizacji otworów wiertniczych i ich profili oraz geologicznych dokumentacji regionalnych. Wprowadzane do bazy dane umieszczone są w 20 warstwach informacyjnych i w kilkudziesięciu tablicach opisowych. Szereg podsystemów bazy (Gogołek i in., 1997) obejmuje następujące zagadnienia:

- bazę osób, w tym autorów, koordynatorów arkuszy, redaktorów i in.;
- mapę podziału administracyjnego kraju;
- skorowidz arkuszy SmgP;
- systematykę wydzieleń geologicznych;
- bazę otworów wiertniczych;
- słowniki danych.

Słowniki bazy danych, rozumiane jako legenda do mapy, obejmują: stratygrafię, genezę skał, geomorfologię, petrografię, lokalizację i rodzaj otworów wiertniczych, wyrobisk, profilowań geofizycznych i inne. Słowniki te ułatwiają korzystanie z mapy, której treść składa się z wielu konwencjonalnych znaków oraz symboli barwnych i liniowych. W przyszłości planuje się scalenie poszczególnych arkuszy mapy w jednej wielkiej bazie danych, która umożliwi wykonywanie syntez regionalnych.

Graficzny interfejs użytkownika jest zestawem okien, przy pomocy których udostępniane są różne funkcje i informacje. Ponadto umożliwia on weryfikację i gromadzenie danych z bazy, przygotowanie do druku oraz zarządzanie systemem.

Prezentacja danych oraz warstw informacyjnych odbywa się poprzez menu pozwalające na zadawanie pytań do bazy. Pytania są zadawane przez użytkownika, który korzysta z istniejącego szablonu (Gogołek i in., 1997). Dane z bazy danych pozwalają na ich weryfikację oraz ich udostępnienie w formie danych wejściowych lub/i analizę jako map pochodnych. Dane te mogą być także wykorzystane do komputerowej redakcji i przygotowania arkusza mapy do druku.

Komputerowa mapa geologiczna może być połączona z numerycznym modelem terenu. Do analiz i graficznej prezentacji modeli wykorzystywane są powszechnie systemy GRID i TIN. Dane do modeli mogą pochodzić z klasycznych pomiarów w terenie ale mogą

być do nich również wykorzystywane wyniki pomiarów fotogrametrycznych, w tym zdjęcia lotnicze i satelitarne. Wyniki analiz modelu numerycznego umożliwiają wykreślanie przekrojów morfologicznych z zaznaczonymi wydzieleniami geologicznymi, np.: wzdłuż projektowanych tras komunikacyjnych lub gazociągów, obliczenie spadków terenu i powierzchni wydzieleni na mapie, widoczności i oceny krajobrazu z wybranego punktu lub dowolnej trasy na mapie, itp. Na wygenerowane obszary możliwe jest także nałożenie informacji geologicznych, hydrograficznych, topograficznych lub gospodarczych.

Mapa hydrogeologiczna Polski, 1 : 50 000

Wszystkie dotychczas wydane mapy hydrogeologiczne Polski zostały opracowane w Państwowym Instytucie Geologicznym. Pierwsza z tych map w skali 1 : 300 000, nazywana mapą przeglądową wydana została w latach 1957-1964 [5]. Mapa będąca syntezą rozpoznania warunków występowania wód jest podsumowaniem prac i badań regionalnych. Kiedy w latach 1964-1967 podjęto próbę wydania hydrogeologicznej mapy arkuszowej w skali 1 : 50 000, określonej mianem mapy szczegółowej, wkrótce przekonano się, że stopień rozpoznania budowy geologicznej obszaru kraju jest niedostateczny. Projekt tej mapy skończył się niepowodzeniem. Rozpoznanie warunków występowania wód podziemnych w naszym kraju jest prowadzone, jak dotychczas, przy okazji budowy ujęć służących do zaopatrzenia w wodę. Stąd najlepsze rozpoznanie w hydrogeologii regionalnej istnieje w rejonach aglomeracji, miast i zakładów przemysłowych. Obszary o niskim zaludnieniu i słabym rozwoju przemysłowym mają jednocześnie słabe rozpoznanie zasobów wód podziemnych. Wynika to z faktu, że pozyskiwanie danych w hydrogeologii jest niezwykle kosztowne.

W latach 1975-1988, po nieudanej próbie opracowania mapy szczegółowej opracowano z powodzeniem arkuszową mapę hydrogeologiczną Polski w skali 1 : 200 000. Wydano ją w wersji poligraficznej. Jest to obraz wód podziemnych w dużym stopniu już zdezaktualizowany. Mapy z tej dziedziny odwzorowują bieżący, podlegający jednak stałym zmianom stan środowiska wód podziemnych wraz z potencjalnymi ogniskami zagrożeń ich zasobów. W odniesieniu do pierwszego od powierzchni poziomu wodonośnego dynamika zmian jest duża, chociaż jego inercja jest bez porównania większa od środowiska wód powierzchniowych.

Do map hydrogeologicznych w skali 1 : 50 000 - szczegółowych - powrócono dopiero w latach 90-tych. Początkowo była to plansza B mapy hydrogeologiczno-sozologicznej, a od 1993 roku Mapy geozologicznej Polski.

Jednym z zadań przyjętej przez Ministerstwo Ochrony Środowiska polityki w zakresie hydrogeologii było opracowanie nowoczesnej kartografii umożliwiającej stałe unaczęśnianie mapy. Należy tu pamiętać, że w hydrogeologii rozpatrywane są procesy szybkozmienne w geologicznej skali czasu. W 1995 roku Państwowy Instytut Geologiczny opracował na polecenie Ministerstwa OŚZNiL koncepcję samodzielnej mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1 : 50 000. Projekt tej mapy został uzupełniony o komputerową wersję mapy GIS-owej w 1996 roku. Obecnie jest to baza danych, która może być stale aktualizowana według zamówień jej odbiorców. Pierwszy etap realizacji mapy, który zakończył się w czerwcu 1998 roku obejmuje łącznie z nowymi 344 arkusze na 1 069 wszystkich arkuszy. Daje to pokrycie jednej trzeciej powierzchni kraju. Aktualnie nie przewiduje się poligraficznej wersji mapy, lecz jedynie wydruk ploterowy lub zapis cyfrowy na CD, możliwy do odczytania przy pomocy przeglądarki Vista/Map lub Geomedia. Na życzenie może być dostarczana baza danych lub mapy autorskie zestawiane z zamawianych warstw informacyjnych.

Do realizacji MhP wybrana została technologia firmy Intergraph. Oprogramowanie w środowisku Windows NT jest łatwe w obsłudze i może być zainstalowane na urządzeniach klasy PC o rozszerzonej pamięci operacyjnej. Pakiet programów umożliwia wykonanie mapy cyfrowej na podstawie rastrowych map korektowych. Ponadto zapewnia on sprawdzenie elementów graficznych pod względem topologicznym, wpisanie informacji opisowych do bazy danych i po ich przetworzeniu uzyskanie zbiorów w formie gotowej do edycji. Środowiskiem pracy i zasadniczą częścią oprogramowania jest Modular GIS Environment opracowany przez INTERGRAPH.

Komputerowa Mapa hydrogeologiczna Polski jest utożsamiana z relacyjną bazą danych, których przetworzenie według opracowanego algorytmu zapewnia uzyskiwanie 20 warstw informacyjnych składających się na tzw. planszę główną. Treścią planszy głównej jest:

- zasobność głównych użytkowych poziomów wodonośnych;
- dynamika i jakość wód podziemnych;
- ocena zagrożenia zasobów i warunki ich ochrony;

- potencjalne i stwierdzone ogniska zanieczyszczenia wód podziemnych;
- wykorzystanie zasobów wód podziemnych w obszarze arkusza MhP.

Połączenie warstw informacyjnych w planszę główną i wydrukowanie jej na drukarko-ploterze daje obraz zbliżony do tradycyjnych map wydawanych w wersji poligraficznej. Wersja poligraficzna jest możliwa do uzyskania przy zastosowaniu programu Publisher MhP, jednakże nie jest ona z uwagi na koszty przewidziana w projekcie mapy [4].

Mapa geologiczno-gospodarcza Polski, 1 : 50 000

Mapa geologiczno-gospodarcza jest wykonywana po raz pierwszy dla obszaru Polski. Jej poprzedniczką, zbliżoną pod względem treści była mapa sozologiczna. Zawiera ona informacje o:

- złożach kopalin;
- obszarach i terenach górniczych ustanowionych dla złóż
- oraz wybrane elementy dotyczące:
 - górnictwa;
 - hydrogeologii i geologii inżynierskiej;
 - zasobów przyrody;
 - rezerwatów i parków narodowych;
 - obiektów krajobrazowych;
 - zagospodarowania przestrzennego i zabytków kultury.

Mapa geologiczno-gospodarcza jest nowoczesną mapą nowej dziedziny - geologii środowiskowej. Jej głównym adresatem są zespoły planistyczne opracowujące miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego. Może być także z powodzeniem wykorzystywana w ocenach oddziaływania na środowisko.

Opisywana mapa jest mapą seryjną w cięciu arkuszowym, wykonywaną na podkładzie topograficznym 1 : 50 000, w układzie współrzędnych 1942. W tym układzie sporządzane są wszystkie wymienione w artykule mapy geologiczne.

Mapa komputerowa opracowywana jest jako relacyjna baza danych, przystosowana do współpracy z bazami danych wymienionych wcześniej map. Jako materiał do rozpowszechnienia przewidziana jest jedynie barwna, ploterowa wersja mapy oraz objaśnienia tekstowe z tabelami. Materiał dokumentacyjny stanowi zestawienie wybranych profili otworów wiertniczych, mapa dokumentacyjna, karty informacyjne złóż ze szkicem lokalizacyjnym w skali 1 : 10 000 lub 1 : 25 000 oraz karty informacyjne punktów występowania kopalin. Mapa jest opracowywana na podstawie materiałów archiwalnych, rozpoznania terenowego i opracowań publikowanych. Obejmuje ona pięć grup tematycznych: kopaliny, górnictwo oraz przetwórstwo kopalin, wody, warunki podłoża budowlanego i ochronę przyrody, krajobrazu i zabytków kultury.

Dodatkowym elementem, nie spotykanym dotychczas na mapach geologicznych, są wydzielenia związane ze strefą wybrzeża morskiego, które dotyczą: dynamiki osadów litoralnych, dynamiki akumulacji i erozji brzegów, stref zagrożenia zwałami lodowymi, itp.

Ze względu na dużą przydatność mapy do opracowywania OOS podano grupy tematyczne wydzieleni w legendzie mapy. Kopaliny podzielono na energetyczne, metaliczne i chemiczne, a symbolami pierwiastków chemicznych oznaczono ich typ. Kopaliny skalne mają symbole odniesione do eksploatowanych surowców skalnych, np.: granity, piaskowce, żwiry, wapienie. Oddzielną grupę stanowią symbole stosowane do obiektów górniczych i przetwórstwa kopalni, jak: kopalnie, szyby, granice złóż i kategorie ich rozpoznania, osadniki i zwały odpadów. Wody powierzchniowe i podziemne prezentowane są przez sieć hydrograficzną, źródła, ujęcia wód, klasy czystości wody, uzdrowiska, zasięgi lejów depresyjnych ujęć i inne.

Z zakresu geologii inżynierskiej wydzielono obszary o korzystnych i niekorzystnych warunkach dla budownictwa oraz obszary występowania szkód górniczych na powierzchni terenu.

Bardzo szeroki zakres zagadnień zawiera grupa ochrony przyrody, krajobrazu i zabytków kultury. Dla przykładu można tu wymienić: użytkowanie terenu, rezerваты przyrody, parki narodowe i krajobrazowe, pomniki przyrody, jaskinie i głązy narzutowe, stanowiska archeologiczne, zabytkowe obiekty chronione, a nawet szlaki turystyczne.

Organizacja bazy danych w systemie Oracle oraz system GIS Intergraph są analogiczne do opisanych w przypadku Mapy hydrogeologicznej Polski, 1 : 50 000. Dlatego możliwy jest import do bazy danych mapy geologiczno-gospodarczej dowolnych warstw informacyjnych z mapy hydrogeologicznej lub szczegółowej geologicznej, a także tworzenie map pochodnych na życzenie zamawiającego.

Oprócz wydruków ploterowych i kserograficznych wersji objaśnień do arkusza możliwy jest także zakup wersji cyfrowej mapy na dyskietkach lub CD i przeglądanie mapy lub dowolnych wybranych warstw informacyjnych na monitorze PC. Wystarczy do tego prosta przeglądarka, np. Vista/map.

Podsumowanie

Nowoczesna kartografia geologiczna, korzystająca z systemów GIS pozwala na bardziej wszechstronne i bezpośrednie wykorzystanie informacji o środowisku w ocenach oddziaływania na środowisko. Dostarcza również danych do numerycznych modeli terenu i wykonywania analiz dla wybranych obszarów. Szczególna przydatność map geologicznych w systemie GIS wynika z baz danych, w których gromadzone są po zweryfikowaniu wyniki badań z materiałów archiwalnych oraz aktualne informacje o stanie środowiska. Relacyjne bazy danych pozwalają na wybór informacji w formie raportów, umożliwiają analizy statystyczne i porównawcze oraz graficzną prezentację danych w formie map autorskich.

Informacje w bazach danych mogą być stale aktualizowane i uzupełniane o nowe wyniki badań i pomiarów.

Mapy w skali 1 : 50 000 są uważane za szczegółowe. Jednakże technika GIS pozwala na dowolne pomniejszanie lub powiększanie skali, oczywiście bez zmiany gęstości informacji na mapie. Wybrane warstwy informacyjne można wydrukować samodzielnie lub łączyć je w dowolne kompozycje, tzw. mapy autorskie.

Mapy geologiczne nowej generacji, pozwalają na prognozę ilościową zmian w środowisku na podstawie modelowania matematycznego procesów przyrodniczych w wybranym obszarze. Modele te wymagają zdefiniowania oraz przyjęcia do obliczeń warunków granicznych. Komputerowe mapy geologiczne zawierają w postaci cyfrowej informacje wymagane do wprowadzenia warunków granicznych. Na przykład mapa hydrogeologiczna pozwala na wykorzystanie danych w postaci plików eksportowych do konstrukcji modeli przepływu w użytkowych poziomach wodonośnych i wyznaczenie zasobów wód podziemnych. Dane te są również pomocne do modeli migracji zanieczyszczeń w ośrodku gruntowo-wodnym.

Prof. dr hab. Andrzej Sadurski,
Państwowy Instytut Geologiczny,
Zakład Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej,
Warszawa

LITERATURA

1. Ber A., Podemski M., 1997, *Potrzeba i cele drugiej edycji Mapy geologicznej Polski, 1 : 50 000*, Przegl. Geol., vol. 45, nr 2: 167-170
2. Gogołek W., Jurkun A., Zielke J., 1997, *Program komputerowego opracowania Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000*, Przegl. Geol., vol. 45, nr 2: 201-207
3. *Instrukcja opracowania Mapy geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1 : 50 000*, MOŚZNiL i P.I.G., 87 s. Warszawa
4. Nowicki Z., Sadurski A., 1997, *Tekst objaśniający do arkuszy Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1 : 50 000*, Przegl. Geol., vol. 45, nr 9: 920-923
5. Paczyński B., Płochniewski Z., Sadurski A., 1998, *Problemy kartografii hydrogeologicznej obszarów zurbanizowanych i uprzemysłowionych*, Prace Naukowe Uniw. Śląskiego, Nr 1718: 142-149, Wyd. UŚ. Katowice
6. Sadurski A., Strzelecki R., 1997, *Oceny oddziaływania na środowisko do wniosków o udzielenie koncesji na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż kopalin*, Biuletyn Komisji ds. Ocen Oddziaływania na Środowisko, MOŚZNiL, Nr 23: 8-11, Gdańsk