

Przykładowy model informacyjny dla wybranego odcinka autostrady A1

Katarzyna Pochocka-Szwarc*, Mirosław Kamiński*

An exemplified informational model for the selected section of freeway A1 (central Poland), *Prz. Geol.*, 50: 155–160.

Summary. Based on the satellite image analysis with a GIS method, the authors worked out a standard model of spatial database exemplified by a selected section of freeway A1. Some thematic layers informing about field objects, land use structure, surface geology, hydrogeological hazards, anthropopression with elements of environmental protection, were composed. Potential hydrogeological hazards occurring in the area of the planned section of freeway A1 are presented. Preparation of such an informational model is a relatively cheap and rapid analysis of spatial database needed for developers and contractors to receive information on the area of future investment.

Key words: GIS, satellite images, geology, hydrogeology, spatial planning, freeway

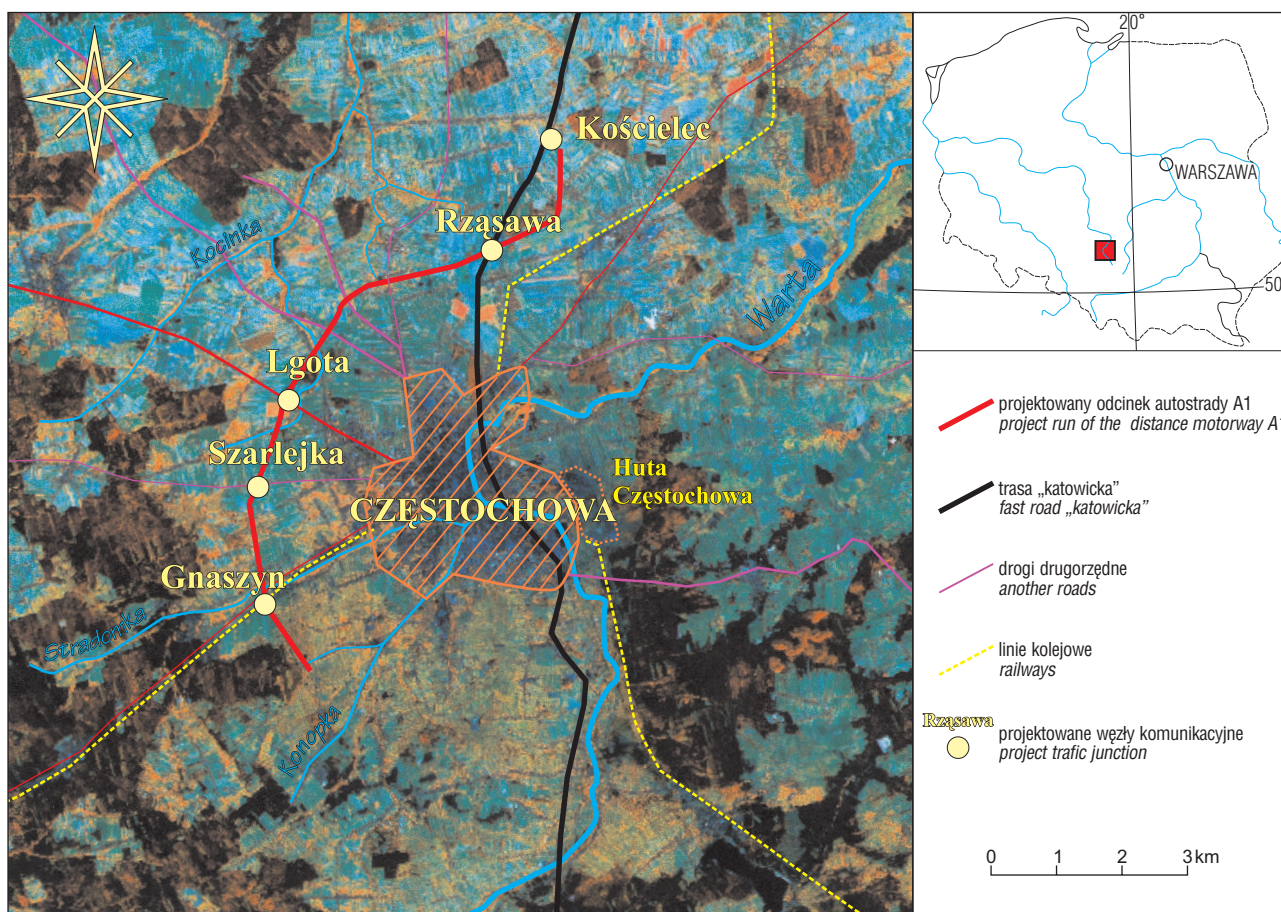
Ze względu na planowaną rozbudowę sieci autostrad i dróg ekspresowych w Polsce, autorzy niniejszego artykułu podjęli próbę stworzenia wzorcowego modelu informacyjnego zawierającego kompleksowe dane (tereny zabudowane, szlaki komunikacyjne, lokalizacja obszarów chronionych, itd.) o obszarach, przez które przebiegną proponowane odcinki autostrad i dróg ekspresowych.

Opracowanie takiego modelu informacyjnego jest stosunkowo tania i szybką analizą danych przestrzennych, która powinna służyć do:

□ analizy i wstępnej oceny występowania zagrożeń hydrologicznych, geologicznych mogących występować wzdłuż projektowanych tras autostrad;

□ szybkiej inwentaryzacji obiektów istotnych dla pozyskania surowców budowlanych (występowanie kamieniołomów, żwirowni, piaskowni) wykorzystanych przy pracach drogowych;

□ zaktualizowania granic obszarów prawnie chronionych (rezerваты, parki krajobrazowe, zabytki przyrody ożywionej). Świadomość obecności takich obiektów w



Ryc. 1. Przebieg projektowanego odcinka autostrady wokół Częstochowy na zdjęciu satelitarnym Landsat 5 RGB 453
 Fig. 1. Planned pattern of freeway section around Częstochowa on the satellite image Landsat 5 RGB 453

*Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4,
00-975 Warszawa

sąsiedztwie autostrady powinna być istotna dla inwestora - umożliwi zaprojektowanie optymalnych rozwiązań odnośnie ochrony ekosystemów występujących w sąsiedztwie autostrady i zaplanowania, tzw. architektury krajobrazu.

Model danych przestrzennych jest więc cennym źródłem informacji dla władz lokalnych i przyszłych wykonawców autostrad.

Po konsultacji z Prezesem Agencji Budowy i Eksploatacji Autostrad, autorzy opracowania zdecydowali się na wytypowanie fragmentu projektowanej autostrady A1 na odcinku Mykanów-Lgota-Gnaszyn (ryc. 1). Wybrany odcinek autostrady będzie przebiegać przez tereny gmin: Mykanów, Kłobuck, Wręczyca, Blachownia, Konopiska — omijając od NE Częstochowę. Za wytypowaniem takiego odcinka autostrady przemawia jego lokalizacja: jest to obszar zurbanizowany o interesujących stosunkach hydrologicznych i geologicznych (liczne wychodnie skrasowiałych skał mezozoicznych), obecność złóż kruszywa naturalnych, zjawisk związanych z antropopresją oraz sąsiedztwo z obszarami prawnie chronionymi. Dla rejestracji tych zjawisk, wyznaczono pasy o szerokości 2 km (tzw. bufor) po obu stronach autostrady.

Metodyka opracowania

W celu stworzenia modelu informacyjnego wykorzystano metodykę GIS umożliwiającą zapisywanie i integrację danych przestrzennych pochodzących z różnych źródeł oraz analizę i prezentację (wizualizację) tych danych. Użytkownicy GIS mogą łączyć opracowane przez siebie modele zjawisk z danymi zawartymi w systemie i poszukiwać odpowiedzi na różne pytania, np. „jaki wpływ na otoczenie wywrze projektowane rozwiązanie lub jego alternatywna wersja?”

Materiałami wejściowymi służącymi do stworzenia przestrzennej bazy danych GIS dla wybranego odcinka autostrady A1 wokół Częstochowy były:

- zdjęcie satelitarne Landsat 5 z 20 lipca 1996 r.
- model Cyfrowy Terenu (ang. *Digital Terrain Model*)
- mapy topograficzne w skali 1: 50 000 ark. Częstochowa, Ostrowy
- SMGP w skali 1: 50 000 ark. Częstochowa, Ostrowy
- MHP w skali 1: 50 000 ark. Częstochowa, Ostrowy
- Mapa Sozologiczna w skali 1: 50 000 ark. Rędziny, Częstochowa.

Scena satelitarna Landsat 5 obejmująca obszar 178 x 183 km pochodzi z 17 lipca 1996 r. Rozdzielczość piksela terenowego wynosi 30 x 30 m, a dla kanału szóstego 120 x 120.

Scenę zaimportowano do programu Er Mapper 5.5 w formacie Binary BSQ grid. Następnie wybrano fragment sceny satelitarnej przedstawiający okolice Częstochowy i skalibrowano według parametrów:

Układ	Pułkowo
Projekcja	UTM Strefa NUTM34
Typ współrzędnych	EN
Jednostki	metry

Po zaimportowaniu jej do programu Er Mapper 5.5 poprawiono kontrasty poprzez rozciągnięcie histogramów. Wytypowano obszar o wymiarach 35 x 36 km przedstawiający okolice Częstochowy oraz tereny, przez które będzie przebiegała autostrada A1. Dokonano rektyfikacji w układzie geodezyjnym „1942”: użyto 13 dobrze widocz-

nych punktów terenowych o znanych współrzędnych, które można było dostrzec na scenie satelitarnej.

W tym celu wykonano algorytm RGB321 (*red, green, blue*) kanał niebieski długość fali (0,66 μm), zielony (0,56 μm) i kanał czerwonego (0,485 μm). Następnie czytelność obrazu poprawiono poprzez odpowiednie rozciągnięcie histogramów.

Algorytm RGB321 przedstawia poszczególne elementy obrazu satelitarnego w kolorach rzeczywistych. Zabudowa, drogi — kolor szary, pola uprawne brąz, lasy iglaste, mieszane — ciemna zieleń, wody — kolor granatowy.

Celem badawczym analizy teledetekcyjnej autorów było prześledzenie przebiegu projektowanego odcinka autostrady A1 na tle różnych środowisk przyrodniczych.

Dlatego zastosowano dwa algorytmy pozwalające dostrzec różne aspekty środowiska przyrodniczego w kolorach nierzeczywistych.

RGB 541 — pozwala dobrze uwypuklić tereny zurbanizowane, wody, wilgotność gruntu

RGB 453 — algorytm ten dobrze przedstawia zróżnicowanie wegetacyjne lasów oraz strukturę upraw rolnych.

Właściwą analizę zdjęcia satelitarnego wykonano przy zastosowaniu **klasyfikacji nienadzorowanej** (klasyfikacja — komputerowa analiza zdjęcia, gdzie poszczególne piksele są przyporządkowane do grup zwanych klastrami). Przy klasyfikacji nie nadzorowanej otrzymujemy informację o tym jakie obiekty terenowe są reprezentowane przez poszczególne klastry). W wyniku klasyfikacji nie nadzorowanej otrzymano informację jakie obiekty terenowe są reprezentowane przez poszczególne klastry (ryc. 2):

- lasy iglaste
- lasy mieszane
- lasy liściaste
- trawy
- zabudowa
- drogi
- grunty orne
- uprawy zielone
- uprawy inne — sady
- nieużytki
- grunty suche.

Rezultaty klasyfikacji nie nadzorowanej weryfikowano podczas rekonesansu terenowego oraz za pomocą map geologicznych w skali 1 : 50 000, map topograficznych w skali 1 : 25 000 oraz zdjęć lotniczych w skali 1 : 26 000.

Model cyfrowy terenu (ang. *Digital Terrain Model*), dla wybranego odcinka autostrady A1 wykonano wektoryzując w programie ArcInfo warstwę izolini, pozyskaną z podkładów topograficznych w skali 1: 50 000 ark. Ostrowy. Cięcie warstwiczne zastosowane w modelu wyniosło 2,5 m. Po zwektoryzowaniu izolini i przypisaniu im wartości rzędnych wysokościowych, warstwice importowano do programu ArcView. Następnie za pomocą modułu ArcView 3D Analyst, wykonano model cyfrowy terenu w systemie TIN. Dodatkowo naciągnięto na model siatkę sytuacyjną oraz nałożono warstwę z hydrografią.

Wykorzystując tradycyjne materiały kartograficzne z okolic Częstochowy *SMGP* w skali 1 : 50 000 ark. Częstochowa, Ostrowy, *MHP* w skali 1: 50 000 ark. Częstochowa, Ostrowy oraz *Mapę Sozologiczną* w skali 1 : 50 000 ark. Rędziny i Częstochowa stworzono następujące warstwy tematyczne:

- usytuowania złóż kopalin użytecznych

□ budowy geologicznej utworów powierzchniowych (ryc. 2)

- wybranych zagadnień hydrogeologicznych (ryc. 3)
 □ antropopresji z elementami ochrony środowiska.

Mapy tematyczne obejmują rejestrację powyższych zjawisk w pasie objętym wyznaczonym buforem (2 km) wzdłuż autostrady.

Budowa geologiczna utworów powierzchniowych

Odcinek autostrady A1 wokół Częstochowy, przebiega przez obszar zróżnicowany geologicznie (Bardziński i in., 1982; Kaziuk i in., 1986). Liczne wychodnie skał mezozoicznych występują w rejonie Mykanowa, Wierzchowiska i na południe od Białej Górnjej. Są to skrasowiałe wapienie skaliste i ławicowe (jura–oksford) oraz ility i mułowce piaszczyste (jura–kelowej, baton, bajos). Pokrywę czwartorzędową stanowią piaski wodnolodowcowe wraz z piaskami i żwirami, których znaczne nagromadzenie występuje w okolicy Wierzchowiska i Szarlejki. Osady słabo przepuszczalne — gliny występują w północnej części rozpatrywanego obszaru (ryc. 3).

Autostrada będzie przecinać doliny cieków wypełnionych piaskami i żwirami rzecznyymi lub namułami rzecznyymi. Obszary podmokłe — zatorfione występują koło miejscowości Szarlejka. Jeśli chodzi o podatność gleb na degradację, to przeważają gleby szczególnie podatne na infiltrację zanieczyszczeń do wód podziemnych (są to głównie gleby piaszczyste, miejscami rędziny, narażone na procesy zmywu powierzchniowego w czasie wzmoczonych opadów atmosferycznych oraz wiosennych roztopów).

Wybrane zagadnienia hydrogeologiczne

Na omawianym obszarze wyróżniono główne piętra wodonośne: górno- i środkowojurajskie oraz czwartorzędowe (Razowska i in., 1997; Liszka i in., 2000). Zasoby wodne dla przeważającej części analizowanego obszaru są zawarte w piętrze **górnójurajskim**. Autostrada na odcinku: Mykanów–Wierzchowisko i Gnaszyn — będzie przebiegać przez obszar objęty tym poziomem wodonośnym (ryc. 3). Jest to poziom w wysokim stopniu zagrożenia, tzn. na powierzchni brak jest ognisk zanieczyszczeń (m.in. obecność terenów leśnych), ale ze względu na łatwą infiltrację (a więc ewentualną możliwość skażenia) wymagają ochrony profilaktycznej. Głębokość występowania tego poziomu wodonośnego wynosi od 15 do 50 m. Jego wydajność szacowana jest na ok. 15 do 150 m³/h (ryc. 4).

Południowy odcinek autostrady A1 będzie przebiegać przez obszar należący do **środkowojurajskiego** poziomu wodonośnego. Jego miąższość jest zmienna: od kilku do 20 m, wydajność zaś od 15 do 50 m³/h. Pod względem jakości wody został zakwalifikowany do średniej klasy, wymagającej prostego uzdatniania do picia. Jeśli chodzi o stopień zagrożenia tego poziomu wodonośnego określono go jako bardzo niski i niski (ryc. 4). Bardzo niski stopień zagrożenia charakteryzuje się wysoką odpornością na zanieczyszczenia poziomu głównego, a niski stopień zagrożenia jest obszarem, gdzie nie stwierdzono ognisk zanieczyszczeń (Razowska & Zembal, 1997).

Na południe od Częstochowy, wydzielono nieużytkową część poziomu środkowojurajskiego. Jego obecność

jest związana z eksploatacją rud żelaza na przełomie lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych. Obecnie zawartość siarczanów żelaza i manganu zdecydowanie przekracza normy dla wód pitnych.

W południowym odcinku Szarlejka–Gnaszyn, autostrada będzie przebiegać przez teren zaliczony do czwartorzędowego poziomu wodonośnego (ryc. 4). Występowanie tego poziomu jest związane z obecnością kopalnej doliny Gnaszyn–Biała Górna. Wydajność wód w tym poziomie nie jest duża — poniżej 15 m³/h. Jakościowo wody zaliczono do klasy średniej, co wiąże się z koniecznością ich uzdatniania. Poziom ten jest szczególnie narażony na zanieczyszczenia, dlatego zakwalifikowano go do wysokiego II. stopnia zagrożenia. Na tym odcinku konieczna jest jego doraźna ochrona — szczególnie w strefach ujęć, które drenują wody rejonu i przyspieszają migrację zanieczyszczeń.

Podsumowując, planowany odcinek autostrady A1 omijając Częstochowę, będzie przebiegać przez obszary zakwalifikowane jako (ryc. 4):

- wysoki (II) stopień zagrożenia (odcinek Mykanów–Wierzchowisko) obejmujący obszar wychodni jurajskich oraz czwartorzędowych pokryw piaszczysto-żwirowych o miąższościach do ok. 20 m i glin zwałowych od 3 do 10 m miąższości. Na glinach miejscami, rozwinięte są pokrywy eluwialne (piaski gliniaste)

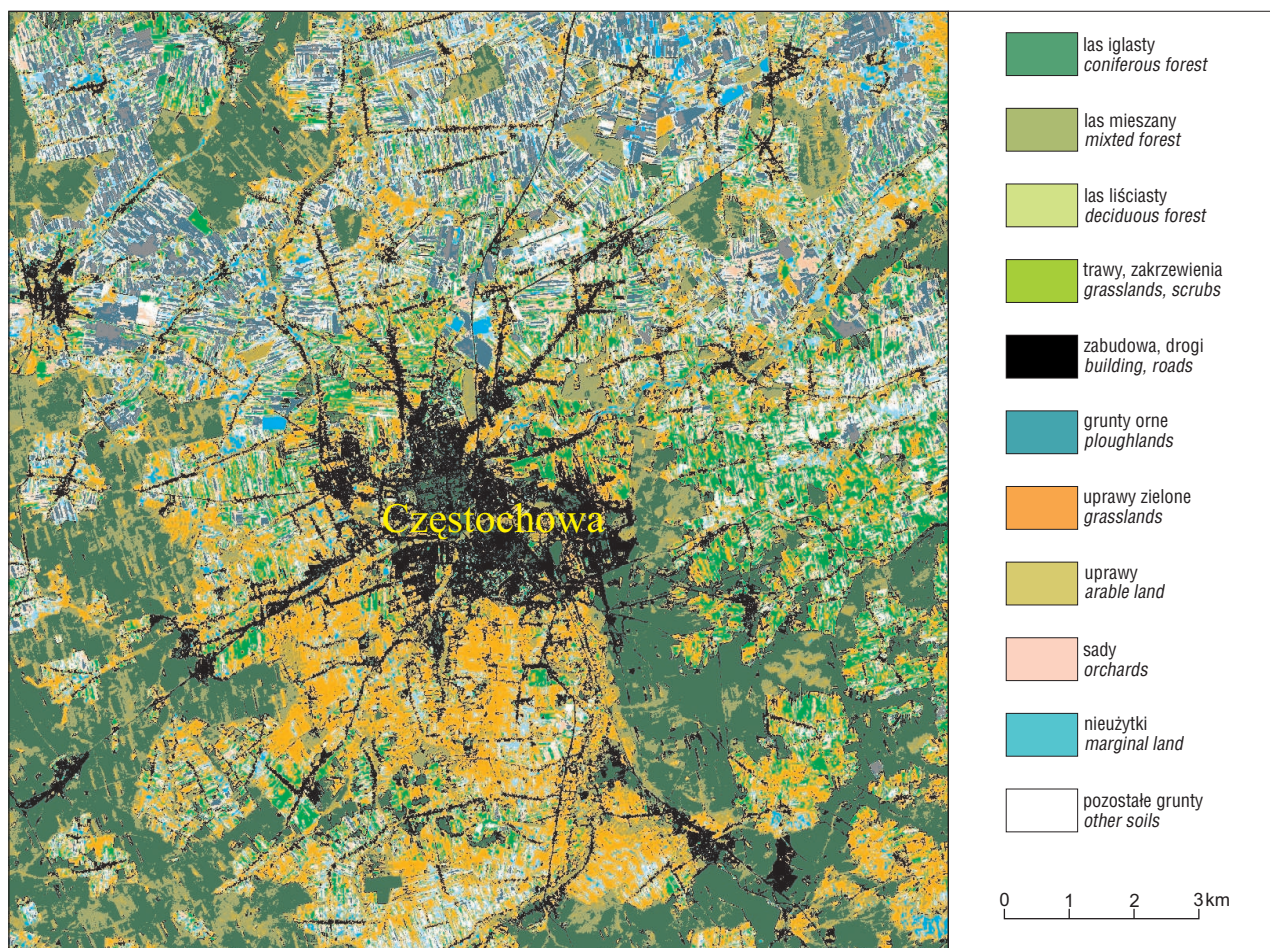
- bardzo wysoki (I) stopień zagrożenia (odcinek Wierzchowisko–Biała Górna), na którym znajdują się wychodnie wapieni jurajskich. Pokrywa czwartorzędowa jest zbudowana głównie z piasków i żwirów o miąższościach do ok. 20 m

- wysoki (II) stopień zagrożenia (odcinek Biała Górna–Gnaszyn), w rejonie Szarlejki stwierdzono obecność miąższego (80 m) kompleksu piaszczysto-mułkowego tworzącego kopalną dolinę rzeczna. Osady te tworzą główny, czwartorzędowy poziom wodonośny w tym rejonie

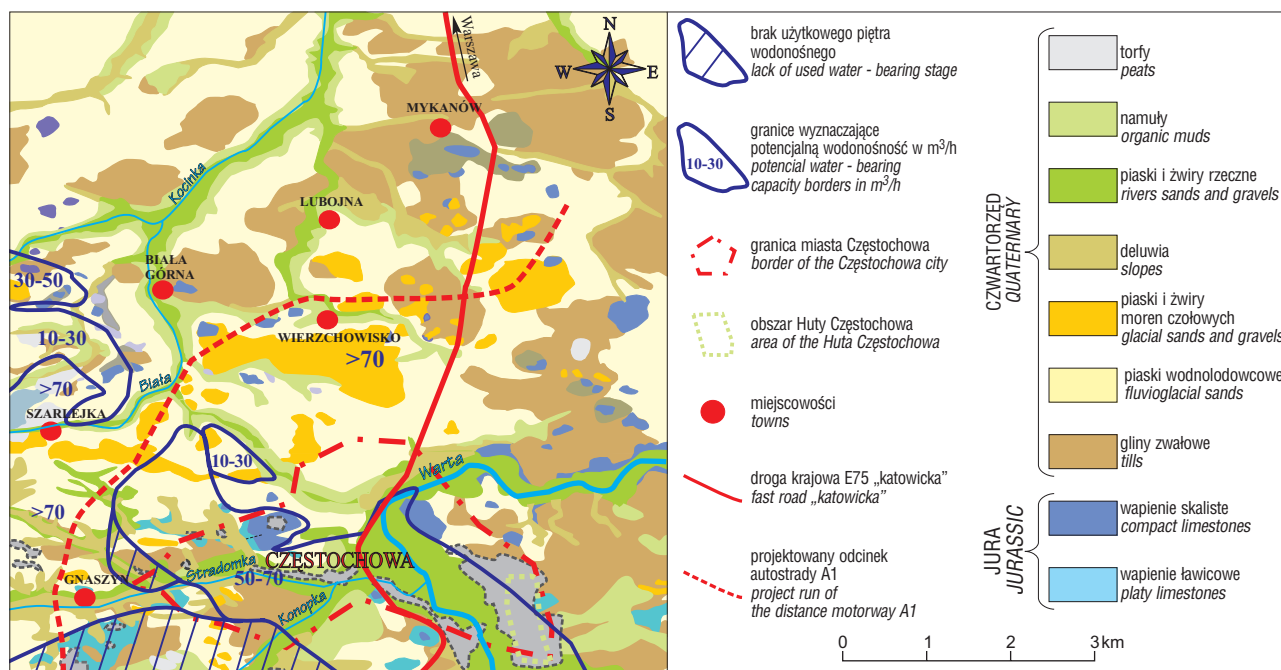
- obszar nieużytkowej części poziomu jurajskiego zbudowany z wychodni wapieni i mułowców piaszczystych. Osady czwartorzędowe to głównie piaski i płyty glin. Cieki, które przecinać będzie autostrada, uchodzą do rzeczki Kocinki (zlewnia Warty) należącej do strefy ochronnej wód powierzchniowych.

Antropopresja z elementami ochrony środowiska (Mapa sozologiczna...1987)

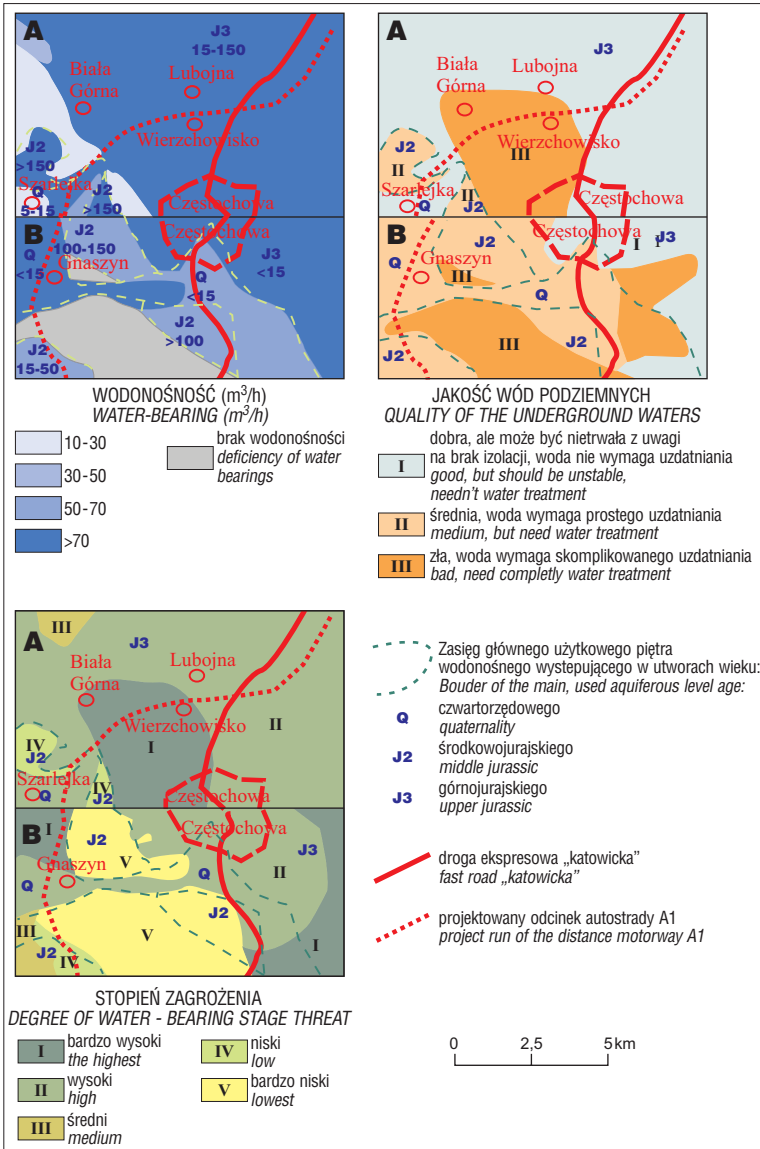
W pasie objętym buforem, znajdują się takie obiekty jak: lotnisko sportowe wraz ze składowiskiem paliw płynnych między węzłem Kościelec–Rzęsawa, składowiska paliw płynnych i ciekłych (Rzęsawa, Szarlejka, Łojki, Konopiska), rurociąg oraz wyrobiska po eksploatacji surowców budowlanych i chemicznych (ryc. 5). W pasie objętym buforem znalazły się także pomniki przyrody ożywionej reprezentowane przez lipę drobnolistną w Białej Górze oraz dąb szypułkowy (Wygoda–Konopiska). W bezpośrednim sąsiedztwie buforu występują lasy z drzewostanem sosnowym. Na południe od Częstochowy w znajduje się rezerwat Konopiska. Do buforu ochronnego autostrady, zbliża się granica strefy ochronnej Parku Krajobrazowego Orlich Gniazd oraz miejsca, w którym znajduje się Jaskinia Szmaragdowa o długości 218 m i głębokości ok. 10 m.



Ryc. 2. Klasyfikacja nienadzorowana
Fig. 2. Unsupervised classification

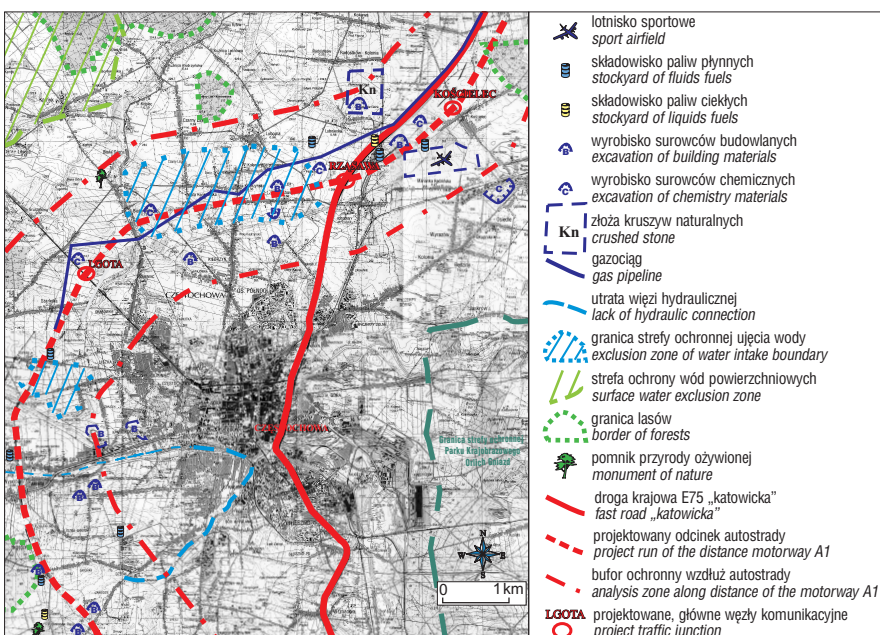


Ryc. 3. Analiza przestrzenna stopni zagrożenia poziomów wodonośnych na tle geologii
Fig. 3. Spatial analysis of degrees of hazards for aquifers versus geologic structure



Ryc. 4. Lokalizacja odcinka autostrady A1 na tle zagrożeń hydrogeologicznych (A — na podst. ark. Ostrowy, B — na podstawie ark. Częstochowa *Mapy Hydrogeologicznej Polski w skali 1 : 50 000*)

Fig. 4. Localization of freeway A1 section versus hydrogeological hazards (based on *Hydrogeological Map of Poland*; A — sheet Ostrowy, B — sheet Częstochowa)



Ryc. 5. Mapa antropopresji z elementami ochrony środowiska dla rejonu projektowanej autostrady A1

Fig. 5. Anthropopression map with elements of environmental protection for the planned section of freeway A1

Wnioski

Analiza teledetekcyjna w połączeniu z GIS i modelem cyfrowym terenu jest szybką metodą do gromadzenia i analizowania informacji przestrzennej pod kątem przebiegu autostrady.

Zdjęcia satelitarne Landsat 5 pozwoliły szybko określić strukturę użytkowania gruntów, przez którą ma przebiegać autostrada. Ponadto prześledzono rozmieszczenie przestrzenne innych dróg krajowych, wojewódzkich, wód powierzchniowych oraz lasów

W pasie objętym buforem występują złoża kopalin (budowlanych, chemicznych) oraz grunty antropogeniczne, które (po określeniu ich właściwości inżynierskich) mogą mieć zastosowanie przy pracach budowlanych autostrady i obiektów z nią związanych, np. stacji benzynowe, parkingów itp. (*Pakiety Informacyjne*, 2000).

Wybrany odcinek autostrady nie przecina większych dolin rzecznych (dolinę Warty omija od północnego zachodu). Przebiegać będzie ponad dolinkami Białej (dopływ Kocinki) oraz Strugi (bezpośredni dopływ Warty), w których występują namuły i piaski rzeczne. Obszary te wymagają więc specjalnego określenia warunków geologiczno-inżynierskich dla posadowienia ewentualnych wiaduktów, umocnień itp.).

Autostrada będzie przebiegać przez obszar o bardzo wysokim stopniu zagrożenia poziomów wodonośnych (odcinek Wierzchowisko–Biała Góra). Występowanie pokrywy osadów czwartorzędowych o małej miąższości (w tym głównie piasków i żwirów) może wpłynąć na infiltrację zanieczyszczeń do poziomu wodonośnego (w tej okolicy jest nim poziom górnojurajski). W okolicy Szarlejki autostrada będzie przebiegać przez obszar, na którym występują kruszywa naturalne (kompleks piaszczysto-żwirowy o miąższości 80 m).

Świadomość budowy geologicznej i hydrogeologicznej obliuguje wykonawców robót do odpowiedniego zabezpieczenia całej infrastruktury autostrady przed imigracją zanieczyszczeń do poziomów wodonośnych.

W pasie buforowym są zlokalizowane składowiska paliw płynnych i ciekłych, gazociąg — wymaga uwzględnienia przy projektowaniu prac związanych z budową infrastruktury autostrady.

Północno-zachodni odcinek autostrady A1, przebiega przez obszary intensywnie użytkowane rolniczo. Analiza zdjęcia satelitarnego (klasyfikacja nienadzorowana) wykazała obecność gruntów ornych, nieużytków, sporadycznie upraw zielonych. Na południe od Częstochowy autostrada będzie przebiegać przez obszar, na którym występuje zdecydowanie więcej upraw zielonych oraz więcej kompleksów leśnych.

Obszary położone wzdłuż tras szybkiego ruchu są narażone na toksyczny wpływ spalin samochodowych (metali ciężkich). Stwierdzono (Maciejewska, 1995), że największe stężenia gazów wydalanych z silników samochodowych są notowane w odległości 60 m od jezdni. Gleby uprawne i użytki zielone są zanieczyszczone najintensywniej w pasie do 50 m po obu stronach jezdni. Największe stężenia metali ciężkich notuje się w gruntach w pasie do 10 m od krawędzi jezdni. Dla ochrony ludzi i zwierząt należy ograniczyć gospodarcze użytkowanie gleb i użytków zielonych (w pasie do 10 m po obu stronach jezdni), sto-

sując ochronne pasy zieleni (zadrzewienia i zakrzewienia). Wskazane jest profilaktyczne stosowanie preparatów organicznych (dla upraw w pasie do 50–60 m) dla utrzymania wysokiej wartości pH w glebach (Maciejewska, 1995). Projektowanie przebiegu autostrady powinno uwzględniać oprócz kryteriów ekonomiczno-gospodarczych także ochronę i kształtowanie środowiska poprzez zaprojektowanie przebiegu autostrady, wykorzystując założenia „architektury krajobrazu” takie jak np.:

□ zaprojektowanie zieleni wokół miejsc parkingowych i punktów usługowych

□ wydzielenie pasów zadrzewień i zakrzewień wzdłuż autostrady

□ wyeksponowanie miejsc cennych widokowo oraz

□ uwzględnienie aspektów ekologiczno-krajoznawczych, takich jak:

— w sąsiedztwie lasów i terenów podmokłych wydzielenie terenu w odległości 30–50 m od krawędzi autostrady jako miejsca ostoi i ochrony zwierzyny

— zaprojektowanie przepustów dla migracji zwierząt

— zaprojektowanie sieci przejazdów gospodarczych.

Umożliwienie prowadzenia archeologicznych robót ratunkowych w pasie ok. 100–150 m po obu stronach jezdni. W przypadku ciekawych znalezisk byłoby wskazane, aby umożliwić ich wyeksponowanie, np. w sąsiedztwie lokalnych punktów usługowych (hotele, zajazdy, restauracje). Ekspozycja taka mogłaby stanowić dodatkową reklamę i atrakcję dla regionu.

Opracowanie to jest przykładem szybkiej i stosunkowo taniej (koszty zdjęcia satelitarnego i oprogramowania) analizy danych przestrzennych, dla zapoznania się inwestora (wykonawcy) z terenem, w którym ma powstać dana inwestycja — w tym przypadku wybrany odcinek projektowanej autostrady A1. Oczywiście niezbędne jest wykonanie pełnych ekspertyz geologiczno-inżynierskich, kosztorysów, ekspertyz, obsługi prawnej i konsultacji różnych specjalistów.

Literatura

- BARDZIŃSKI W., LEWANDOWSKI J., WIĘCKOWSKI R. & ZIELIŃSKI T. 1982 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1: 50 000 ark. Częstochowa z Objasneniami. CAG G 3202/1.
- KAZIUK H. & NOWAK B. 1986 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1: 50 000 ark. Ostrowy z Objasneniami. CAG 193/98.
- KOŁODZIEJ U. & PECIAK J. 1999 — Studium lokalizacji autostrady A3 z wykorzystaniem metod GIS. Instytut Systemów Inżynierii Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska. Praca magisterska — materiał arch. Politechniki Warszawskiej.
- LISZKA P., GUZIK M. & ZEMBAL M. 2000 — Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1: 50 000 ark. Ostrowy z Objasneniami. CAG 2277/2000.
- Mapa Sozologiczna ark. Częstochowa w skali 1: 50 000, 1997 — Geopol, Poznań.
- Mapa Sozologiczna ark. Rędziny w skali 1: 50 000, 1997 — Geopol, Poznań.
- MACIEJEWSKA A. 1995 — Niektóre aspekty rolniczego wykorzystania gruntów położonych wzdłuż tras szybkiego ruchu. Pr. Nauk. Polit. Warsz., Geod., 33.
- Pakiety informacyjne dla złóż surowców miejscowych zlokalizowanych w pobliżu projektowanej autostrady A1 w województwie śląskim. Geologiczno-Inżynierskie Konsorcjum Budowy Autostrad Sp. z o.o. Warszawa 2000.
- RAZOWSKA M. & ZEMBAL M. 1997 — Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1: 50 000 ark. Częstochowa, z Objasneniami. CAG 1044/99.