

Projekty GIS

Administracja i użytkowanie

Tadeusz Głowacki

Recenzent
prof. dr hab. inż. Józef Gil

Podręcznik akademicki wydany za zgodą i dzięki wsparciu Dziekana Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej.

Autor dziękuje Tomaszowi Bagińskiemu za merytoryczną pomoc przy opracowaniu podręcznika.

Prawa autorskie:

Występujące w podręczniku nazwy MicroStation©, Geographics© i Descartes© stanowią własność firmy Bentley Systems, zaś nazwy Windows© i Access© stanowią własność firmy Microsoft Corporation.

Kopiowanie podręcznika w całości lub w części bez zgody autora jest zabronione i stanowi naruszenie dóbr osobistych autora.

Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej 2005
ISBN 83-7085-868-6

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	5
1.1. CEL KSIĄŻKI	6
1.2. ZAKRES KSIĄŻKI.....	6
2. POJĘCIE I ZASOSOWANIA SYSTEMÓW INFORMACJI GEOGRAFICZNEJ (GIS)	10
2.1. CHARAKTERYSTYKA SYSTEMÓW GIS	13
2.2. STANDARDY GIS	15
2.3. SCHEMAT BUDOWY SYSTEMU INFORMACJI GEOGRAFICZNEJ	18
2.3.1. SYSTEM PLIKÓW GRAFICZNYCH.....	20
2.3.2. RELACYJNA BAZA DANYCH.....	22
2.4. UWARUNKOWANIA FORMALNO – PRAWNE GIS	27
3. OPRACOWANIE SYSTEMU INFORMACJI GEOGRAFICZNEJ .	28
3.1. ZAŁOŻENIA WSTĘPNE DLA SYSTEMU	30
3.2. OBSZAR, ZAKRES OPRACOWANIA, ŹRÓDŁO DANYCH	31
3.3. ADMINISTRACJA PROJEKTEM GIS	31
3.3.1. TABELE ADMINISTRACYJNE	35
3.3.2. ZARZĄDZANIE PLIKAMI GRAFICZNYMI.....	37
3.3.3. KATEGORIE I CECHY	38
3.4. BUDOWA BAZY GRAFICZNEJ	44
3.4.1. PLIKI GRAFICZNE – NAKŁADKI TEMATYCZNE	45
3.4.2. KALIBRACJA OBRAZÓW RASTROWYCH	46
3.4.3. MENADŻER MAP.....	50
3.4.4. WEKTORYZACJA.....	56
3.5. OPRACOWANIE BAZY OPISOWEJ	59
3.5.1 STRUKTURA TABEL ATRYBUTOWYCH	60
3.5.2. TYPY DANYCH.....	61
3.6. PRZEPŁYW INFORMACJI W BAZACH DANYCH.....	64
3.6.1. ŁĄCZENIE BAZ DANYCH	66
3.6.2. ZAPYTANIA I ANALIZY	69
3.6.2.1. PRZEGLĄD ATRYBUTÓW OPISOWYCH OBIEKTÓW GRAFICZNYCH	71
3.6.2.2. WYSZUKIWANIE SELEKTYWNE OBIEKTÓW	72
3.6.2.3. ANALIZY TEMATYCZNE	76
3.7. ZARZĄDZANIE DANymi	79
4. ZABEZPIECZENIE BAZ DANYCH	83
5. MOŻLIWOŚCI ROZWOJU SYSTEMU.....	85

LITERATURA.....	86
WYKAZ RYSUNKÓW I TABEL	94
ZAŁĄCZNIKI	96
1. PODSTAWOWE POJĘCIA I DEFINICJE	97
2. STRUKTURA PROJEKTU – krótki opis przykładowego opracowania	99
3. PŁYTA CD-ROM	101

1. WSTĘP

Książka, którą czytelnik ma do dyspozycji ma za zadanie przybliżyć techniczną stronę budowy systemu informacyjnego. Opracowanie powstało jako pomoc dydaktyczna do laboratorium z Systemów Informacji Geograficznej (GIS) prowadzonego przez autora dla studentów Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej. Przedstawiono schemat organizacyjny budowy systemu geoinformacyjnego. Na przykładzie mapy geologicznej z obiektami w postaci przekrojów, odwiertów i zasięgów warstw geologicznych przedstawiono kolejne kroki budowy projektu z GIS.

Obecnie obserwuje się bardzo duże tempo rozwoju informatyki, komputeryzacji, oraz powszechnego dostępu do sieci Internet. Sprawnie działające systemy informatyczne z rozbudowaną wielozadaniową bazą danych, stały się nowoczesnym narzędziem pracy i jednym z podstawowych elementów zarządzania. Szybkość dostępu do informacji jest w procesie podejmowania strategicznych decyzji jednym z najważniejszych czynników prowadzenia bezpiecznej i racjonalnej działalności.

Budowa systemów informatycznych w przemyśle i administracji dotyczy tworzenia oprogramowania do ewidencji, obsługi i zarządzania zakładem, zasobami ludzkimi i przedmiotowymi. Systemy informatyczne będą w najbliższych latach jedną z ważniejszych dziedzin gospodarki. Dynamiczny rozwój komputeryzacji i informatyki sprzyja tworzeniu nowego oprogramowania i rozwijaniu programów już funkcjonujących. Coraz powszechniejszym zjawiskiem staje się rozbudowa standardowych systemów informatycznych umożliwiających zarządzanie przedsiębiorstwem o moduły informacji geograficznej (GIS). Połączenie tych dwóch rodzajów systemów umożliwia pozyskanie kompleksowej informacji opisującej zarówno parametry techniczne obiektów jak i ich cechy przestrzenne (położenie, wygląd, itp.), a dodatkowe uzupełnienie tych danych o moduły analityczne i wnioskujące pozwala na podniesienie efektywności działania przedsiębiorstwa oraz daje narzędzie do sprawnego zarządzania i podejmowania słusznych decyzji. Niniejsza książka ma na celu wprowadzenie czytelnika w dziedzinę Systemów GIS „od kuchni” w oparciu o oprogramowanie dostępne na Polskim rynku.

W celu szerokiego ujęcia zagadnienia zaprojektowana została odpowiednia struktura relacyjnej bazy danych, w której zawarte są wszystkie gromadzone i przetwarzane informacje. Względy bezpieczeństwa systemu wymuszają wdrażanie nowych technologii gromadzenia, przetwarzania i aktualizacji informacji. Połączenie tych elementów w jednym środowisku programowo-komputerowym umożliwia wykonywanie dowolnych analiz, prognoz czy symulacji niezbędnych do efektywnego zarządzania i planowania. Baza danych opisowych stworzona jest na podstawie danych nieprawdziwych, aczkolwiek realnych w występowaniu. Opisów budowy geologicznej znajduje się w literaturze

(Kłapciński 1984) i dotyczy omawianego terenu. Dostęp do danych opisowych z poziomu danych graficznych umożliwia szybkie i trafne dotarcie do informacji.

1.1. CEL KSIĄŻKI

Mając na uwadze uwarunkowania i zależności opisane wcześniej, oraz fakt, że opracowanie ma stanowić pomoc dydaktyczną w opracowywaniu systemów GIS, można sformułować następujące cele:

1. *Utworzenie systemu geoinformacyjnego typu GIS do gromadzenia informacji przestrzennych pochodzących z różnych źródeł, w postaci:*
 - a. *Baz graficznych – struktury map numerycznych*
 - b. *Baz opisowych – atrybuty opisowe obiektów graficznych*
2. *Utworzenie modułów analiz przestrzennych pozwalających na wspomaganie podejmowania decyzji*

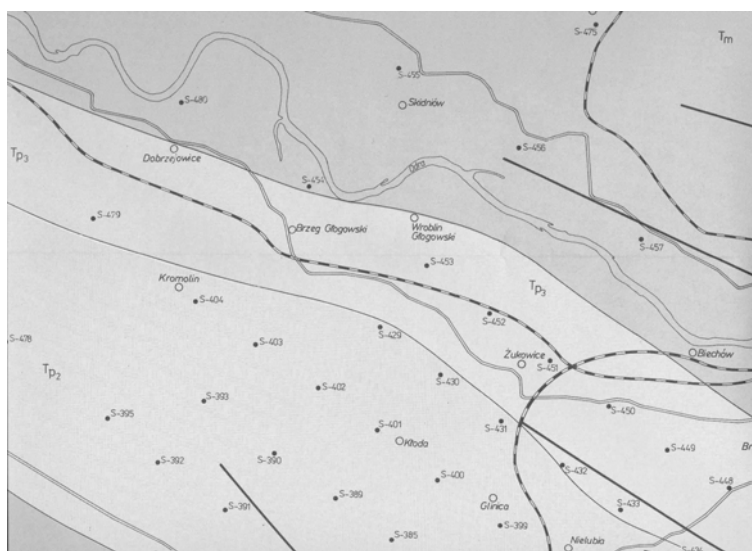
Realizacja postawionych celów doprowadzi w konsekwencji do budowy funkcjonalnego systemu geoinformacyjnego. Cele dla którego jest budowany moduł systemu określają zakres danych, które muszą być w nim gromadzone i przetwarzane. Potrzeba zapewnienia aktualności baz danych oraz ich ochrony przed nieupoważnionym dostępem wymaga rozwiązania wielu problemów formalno-prawnych. Wielkość baz danych, wymagana szybkość ich przetwarzania, sposób emitowania informacji przez system, liczba przewidywanych jego użytkowników determinują przyjęcie rozwiązań programowych, które mogą być użyte w realizacji zamierzonego celu. Konieczne jest znalezienie powiązań między obiektami w bazie danych i opracowanie optymalnej struktury danych.

1.2. ZAKRES KSIĄŻKI

W opracowaniu przedstawione zostały zagadnienia, które opisać można następująco: dostępne są: mapa geologiczna utworów trzeciorzędowych w skali 1:50000 w formie elektronicznej, informacje o wykonawcy odwiertów geologicznych, głębokości odwiertów, roku wykonania i ich przeznaczeniu, wykonawcy przekroju geologicznego, roku opracowania, długości i kierunku przebiegu przekroju.



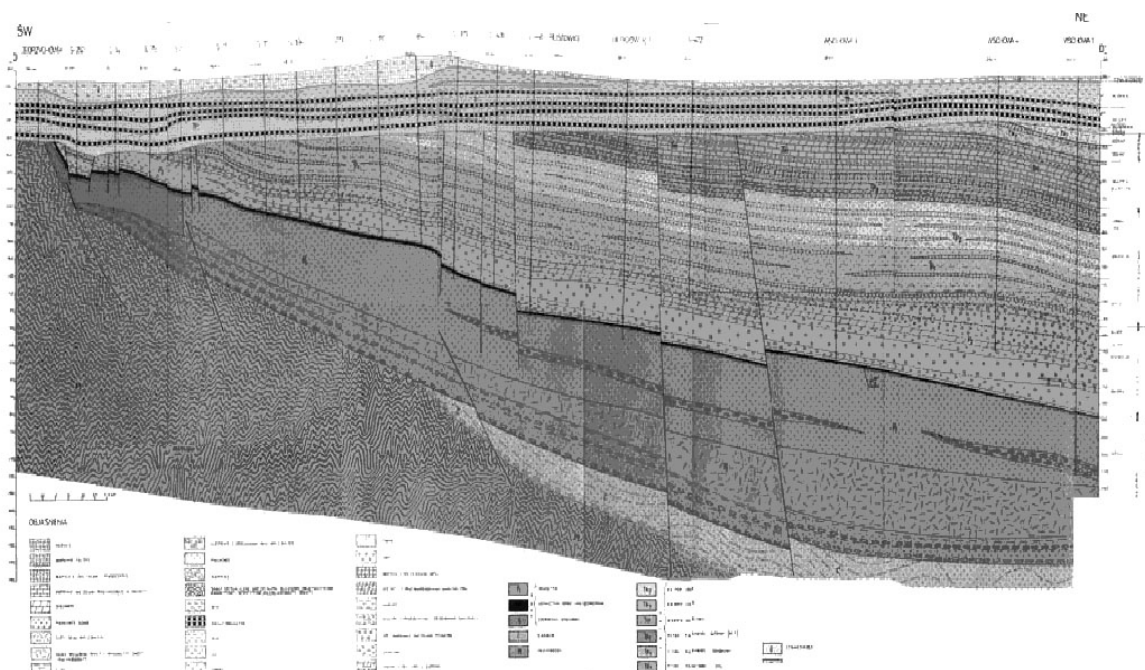
Rys. 1. Mapa Polski – lokalizacja obszaru do opracowania projektu GIS



Rys. 2. Mapa geologiczna, dla której opracowany zostanie projekt geoinformacyjny

Przedstawiona powyżej, na rysunku 1 i rozwinięciu na rysunku 2, mapa określa zakres powierzchniowy i przestrzenny dla którego ma być opracowany system geoinformacyjny. Geologicznie jest to obszar Monokliny Przedsudeckiej. Podłoże zbudowane jest ze starszych skał krystalicznych pretozoiku i osadowych należących do karbonu. Powyżej występują osady permu i triasu, na których z kolei leżą osady trzeciorzędu i czwartorzędu. Monoklina od południowego zachodu graniczy z blokiem przedsudeckim, a od północnego wschodu z synklinorium szczecińsko-łódzkim. Na zachodzie łączy się z perykliną Żar, a na wschodzie przechodzi w monoklinę śląsko-krakowską (Kłapciński 1984). Informacje dodatkowe – o budowie geologicznej zaczerpnięte zostały z cytowanej literatury. W południowej części monokliny przedsudeckiej zarysowany jest wyraźnie podział na dwa kompleksy hydrogeologiczne (Monografia KGHM 1996): Kenozoiczny, z luźnymi utworami czwarto- i trzeciorzędu o miąższości 300-400 m i triasowo-permski, występujący w skałach pstrego piaskowca, cechsztynu i czerwonego spągowca, o miąższości rosnącej w kierunku NE i przekraczającej nawet 1000 m. Wodonośny kompleks kenozoiczny stanowi rozległy zbiornik wód podziemnych, zalegający na głębokości do 230-340 m od powierzchni terenu. Zbiornik ma znaczenie regionalne i

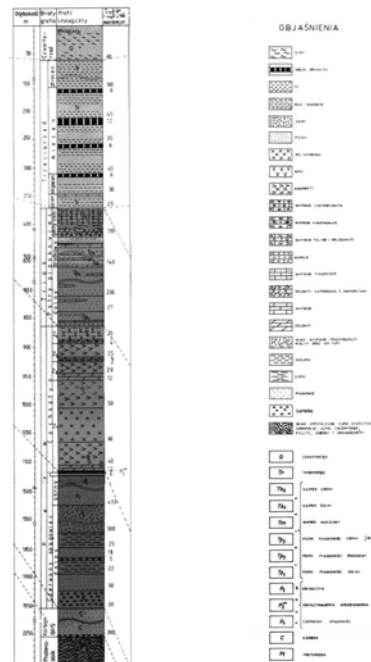
charakteryzuje się dużą zmiennością litologiczną. Występują tam dwa piętra wodonośne: czwartorzędu **Q** i trzeciorzędu **Tr**, rozdzielone serią łańcuchów poznańskich o miąższości średniej 65 m. Przykładowy przekrój geologiczny (rys. 3), wrysowany na mapie prezentowanej na poprzednich stronach opracowania przedstawiony został poniżej.



Rys. 3. Przekrój geologiczny

Skąły krystaliczne głębszego podłoża występują pod osadami trzeciorzędowymi i czwartorzędowymi na obszarze bloku przedsudeckiego, a dalej na północ, na obszarze monokliny przedsudeckiej, pod utworami triasu i permu. Utwory permu na omawianym obszarze reprezentowane są przez osady czerwonego spągowca (perm dolny) i cechsztynu (perm górny). W triasie na monoklinie przedsudeckiej wyróżnia się trzy piętra: pstry piaskowiec, wapień muszlowy i kajper. Utwory trzeciorzędowe na terenie monokliny przedsudeckiej reprezentowane są przez paleogen, dzielący się jeszcze na eocen i oligocen, oraz neogen dzielący się na miocen i pliocen. Utwory czwartorzędowe cechują się bardzo dużą zmiennością litologiczną w kierunku poziomym i pionowym (Kłapciński 1984). W dolnej części przy kontakcie z łańcuchami występują piaski kwarcowe, przechodzące w żwiry kwarcowe. Zawierają one ziarna granitu, litytu a także piaskowców szarych.

Na mapie geologicznej przedstawione zostały również odwierty geologiczne, prezentujące budowę omawianego obszaru. Przykładowy odwiert z wydzielonymi poziomami geologicznymi pokazuje poniższy rysunek 4.



Rys. 4. Uproszczony profil litostratigraficzny jednego z odwiertów geologicznych na mapie geologicznej (Kłapciński 1984)

Zgromadzone informacje definiują zakres opracowania, który obejmuje:

- opracowanie architektury zintegrowanego Systemu Informacji Geograficznej (GIS), dla potrzeb przeprowadzenia analiz przestrzennych:
 - o zaprojektowanie struktury opisowej bazy danych GIS (w środowisku relacyjnej bazy danych Microsoft Access);
 - o opracowanie technologii budowy obiektowej bazy graficznej (w środowisku CAD Bentley MicroStation Geographics);
- kalibrację obrazów rastrowych dla potrzeb systemu;
- budowa systemu zarządzania mapami wektorowymi i wektoryzacja rastrow;
- wprowadzenie danych opisowych do bazy danych;
- łączenie baz graficznych i opisowych;
- wykonanie analiz przestrzennych wprowadzonych danych w systemie.

Zaproponowana koncepcja wykorzystania technologii firmy Bentley i Microsoft jest zasadna, gdyż obydwa systemy, zarówno do budowy baz graficznych jak i baz tekstowych, są wykorzystywane w zakładach przemysłowych, jak również w administracji rządowej i samorządowej. Do książki dołączony został CD-rom z oprogramowaniem niezbędnym do budowy systemu GIS oraz przykładowym projektem „geolog”

2. POJĘCIE I ZASOSOWANIA SYSTEMÓW INFORMACJI GEOGRAFICZNEJ (GIS)

Wśród osób zajmujących się w Polsce problematyką Systemów Informacji Geograficznej nie ma jednomyślności co do definicji i zakresu znaczeniowego tego pojęcia. Po części wynika to ze stosunkowo krótkiej obecności tych systemów w naszym kraju i niedostatecznej ilości dobrych polskich opracowań na ich temat. Jest to też efektem różnic znaczeniowych między angielskimi terminami (GIS, LIS), a ich polskimi odpowiednikami. W Polsce funkcjonują trzy pojęcia: System Informacji o Terenie, System Informacji Geograficznej, System Informacji Przestrzennej. W wielu krajach całość problematyki jest obejmowana jednym pojęciem: System Informacji Geograficznej, który został stworzony w Kanadzie w latach sześćdziesiątych. Inspirację do jego stworzenia dały prace nad inwentaryzacją i wielokryterialną oceną gleb Kanady. Użyta tam nazwa „Geographical” oznaczała, że informacja zlokalizowana jest geograficznie, a nie to że jest ona domeną geografii. Pojęcie GIS wiąże się z informacjami o położeniu, geometrycznych własnościach i przestrzennych relacjach obiektów, które mogą być identyfikowane w odniesieniu do Ziemi. Jednakże termin obiekt nie dotyczy tylko i wyłącznie realnie występującego tworu natury lub człowieka lecz także może być to zjawisko przyrodnicze, społeczne, czy też ekonomiczne opisujące lub występujące w przestrzeni. Systemy GIS zaczęły się rozwijać dynamicznie w latach 80-tych. Na początku można było wyczytać w literaturze opis systemów informacyjnych (Tomlinson 1984) utożsamiany jedynie z techniką cyfrową i pojęcie informacji przestrzennej związane z mapami geograficznymi i informacjami znajdującymi się na nich (Clarke 1990, Gaździcki 1990). Dopiero połączenie tych dwóch terminów powoduje, że GIS odbierany jest i tłumaczony jako system zawierający informacje i odnoszący się do przestrzeni nas otaczającej. Łącząc wszystkie terminy i opisy można stwierdzić, że **GIS to kompilacja oprogramowania** (software), **sprzętu** (hardware), **danych** (data), **ludzi obsługujących system i metod opracowywania, obróbki, przetwarzania oraz analizowania danych** (Burough 1989, Werner 1992, Goodchild 1993, Miksa 1995, Kistowski 1997, Lee 1999). Na początku powstawania Systemy Informacji Geograficznej utożsamiane były jedynie z mapą numeryczną wspomagającą projektowanie inżynierskie. GIS nie jest tylko mapą numeryczną, nie jest również systemem informatycznym opartym na mapie numerycznej. Systemy Informacji Geograficznej dają użytkownikowi możliwość łączenia danych opisowych o obiektach z informacjami o ich położeniu przestrzennym, pozwalają na tworzenie map zbiorczych, robienie przekrojowych analiz i zestawień, które w pełni zobrazują opisywane zjawisko. Poprzez swoją interdyscyplinarność GIS ma zastosowanie wszędzie tam, gdzie potrzebny jest szybki dostęp do informacji ogólnogeograficznych. Wiele dziedzin wiedzy i bardzo duża

liczba instytucji korzysta z danych zawartych w systemach geoinformacyjnych, dlatego jest to dziedzina, która będzie się bardzo dynamicznie rozwijać w najbliższym czasie. Praktyczne zastosowanie GIS jest obecnie bardzo szerokie, można powiedzieć, że nie ma obecnie dziedziny wiedzy związanej w jakikolwiek sposób z geografiami lub naukami o ziemi, które nie są związane bezpośrednio lub pośrednio z GIS-em. Najwcześniejszymi systemami informatycznymi, o których można powiedzieć, że spełniały przytoczoną definicję GIS były systemy katastralne obejmujące graficzno-opisowe bazy ewidencji nieruchomości, stały się one również najpowszechniejszą postacią systemów typu geoinformacyjnego w Polsce i na świecie (Gaździcki, Strzelecki i in 1995, Wijngaarden i in 1997, Kończak, Rybałko, Welter 2000). Inną powszechnie stosowaną bazą danych, będącą podstawą budowy wielu systemów informacji geograficznej, jest system mapy numerycznej (Strzelecki i in 1994, Bac-Bronowicz, Krzywicka-Blum 2000). Systemy typu AM (ang. *automated mapping*) umożliwiają tworzenie map i planów osobom bez przygotowania kartograficznego. Systemy typu AM znajdują zastosowanie głównie w przedsiębiorstwach zajmujących się budową, aktualizacją i prowadzeniem map – Ośrodki Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (Strzelecki i in 1996). Systemy informacji geograficznej od wielu lat wspomagają zarządzanie rozległą infrastrukturą techniczną przedsiębiorstw sektora publicznego. Powstały specjalistyczne systemy FM (ang. *facilities management*), wykorzystywane przez przedsiębiorstwa sieciowe, telekomunikacyjne, energetyczne, kolejowe w zarządzaniu rozległą infrastrukturą techniczną. System FM jest narzędziem wspomagającym monitorowanie w czasie rzeczywistym przestrzennie rozproszonych zasobów technicznych i materialnych przedsiębiorstwa. Systemy FM związane są silnie z funkcjami wizualizacji informacji i zarządzania bazą danych GIS; dane często zbierane są w czasie rzeczywistym, stąd też jedną z podstawowych funkcji systemów FM jest wykrywanie, lokalizowanie i sygnalizowanie awarii. Systemy automatycznej redakcji map (AM) nierzadko bywają łączone z systemami FM, dzięki czemu różne działy i komórki organizacyjne przedsiębiorstwa zyskują możliwość generowania map i planów, zarządzania informacjami przestrzennymi i szybkiej wizualizacji bieżącego stanu infrastruktury technicznej w zintegrowanym środowisku ukierunkowanym na zarządzanie rozproszonymi zasobami (Sanders, Song i Liu 1998, Biernat i in 2000).

Obecnie najszybszy rozwój systemów geograficznych można zaobserwować w administracji publicznej (Strzelecki i in 1994, 1995, Woźniak 2000). Systemy Informacji Geograficznej łączą w tym sektorze informację przestrzenną, która tradycyjnie znajdowała się na mapach przeglądowych z danymi administracyjnymi o obiektach, przedmiotach i osobach. Planowanie przestrzenne jest jedną z podstawowych dziedzin wykorzystujących GIS na wszystkich poziomach administracyjnych (Strzelecki 2000). Bardzo popularne stały się również systemy wspomaganie pracy tzw. służb szybkiego reagowania (policji, straży pożarnej, pogotowia ratunkowego). Tu powiązanie modułów analitycznych GIS z odpowiednimi systemami monitoringu umożliwi natychmiastową

lokalizację miejsca wypadku oraz automatyczną reakcję i powiadomienie właściwych służb, co w znaczący sposób wpływa na podniesienie bezpieczeństwa publicznego (Hauschildt i Menezes 1999, Bujarkiewicz i Kwiecień 2000). W wielu krajach system jest tak zorganizowany, że jeden telefon z miejsca zagrożenia powoduje zawiadomienie wszystkich służb publicznych. Dodatkowo ruch pojazdów uprzywilejowanych jest monitorowany przy wykorzystaniu systemów nawigacyjnych GPS. Przy użyciu systemu nawigacyjnego GPS prowadzony jest również monitoring autobusów w mieście, pojazdów osobowych na drogach, koparek w kopalni (Strzelecki 1997, Cacoń 1999 i 2000). W tej kategorii GIS mieści się wiele specjalistycznych narzędzi, m.in. systemy projektowania tras przejazdu, systemy inteligentnych środków lokomocji (ang. *intelligent vehicle highway system – IVHS*), systemy kontroli produkcji, systemy magazynowe, systemy ekspedycyjne. Każda z wymienionych technologii posiada szereg aplikacji, które mogą służyć pomocą przy opracowywaniu planów eliminacji strat, obniżania kosztów paliwowych i zapewnianiu lepszej obsługi klientów (Taylor i in 2000). Systemy transportowe wykorzystują narzędzia i algorytmy wywodzące się z takich dyscyplin, jak badania operacyjne i zarządzanie produkcją, m.in. modele sieci transportowej i modele przepływu materiałów. Systemy te bazują głównie na funkcji modelowania i wspomaganie decyzji GIS. GPS jest obecnie, obok tachimetrii elektronicznej i fotogrametrii cyfrowej, jednym z podstawowych narzędzi zbierania, analizowania i przetwarzania informacji przestrzennych stanowiących podstawę do budowy Systemów Informacji Geograficznej (Kevany 1994, Ramadan 1999, Cacoń 2000). Zaawansowane technologie bezpośrednich i pośrednich pomiarów geodezyjnych są źródłem informacji dla GIS. Na podstawie pomiarów geodezyjnych przeprowadza się aktualizację zbiorów danych. System kodowania obiektów zapewnia powstawanie mapy numerycznej już na etapie pomiaru. Dane pomiarowe przeniesione do stacjonarnego komputera uzupełniają bazę mapy numerycznej tworzonej dla mierzonego obiektu (Osada 1998). Bardzo rozpowszechnione jest zastosowanie Systemów Informacji Geograficznej w ochronie środowiska (Lohman 1989, Tamas 1997, Blaschke 1998, Hodges 2000), gdzie przeprowadzenie analiz i zestawień może opisywać badane zjawiska, tendencje i zagrożenia. Określenie przestrzennego występowania zjawiska przyrodniczego jest możliwe do zrealizowania przy użyciu aplikacji GIS. Ocena projektowanych inwestycji, w tym – ich wpływ na środowisko naturalne, możliwe jest poprzez połączenie w systemie informacji z planu zagospodarowania przestrzennego i analiz środowiskowych. Dodatkowo prowadzenie analiz geologicznych i prognozowanie zmian w oparciu o te dane jest jedną z cech systemów opartych na informacji geograficznej (Real 1993). Analizy, raporty i zestawienia wykonywane w oparciu o dane przestrzenne i inne zawarte w systemach typu GIS są podstawą do zarządzania przestrzenią poprzez tworzenie systemów wspomaganie decyzji DSS (ang. *decision support system*) (Meulen 1992, Cook 1993,), które są aktualnie najszybciej rozwijającą się częścią globalnego systemu GIS. Dostępne w GIS funkcje i procedury modelowania, oprócz wielu charakterystycznych dla DSS analiz

statystycznych zawierają także mechanizmy modelowania przestrzennego i procedury statystycznych obliczeń przestrzennych. Podsystem zarządzania dialogiem w GIS umożliwia formułowanie zapytań i wydobywanie informacji atrybutowych, równocześnie jednak posiada możliwości tworzenia zapytań, wyszukiwania i wydobywania informacji geograficznych. Graficzny interfejs użytkownika przekazuje decydentom informacje, włącznie z rezultatami analiz, przy wykorzystaniu różnorodnych form prezentacji. Dodatkowo system dostosowuje się do stylu rozwiązywania problemów decydenta i łatwo poddaje się modyfikacjom rozszerzającym jego możliwości (Gheorghe 1995). Tym, co wyróżnia DSS od GIS jest przede wszystkim wąska specjalizacja dziedzinowa, ukierunkowanie na rozwiązywanie określonych problemów z wybranego zakresu. Innym wyróżnikiem jest duża adaptacyjność DSS, szczególnie w zakresie rozbudowy i dostosowywania bazy modeli systemu, reguł wnioskowań i analiz. Systemy Informacji Geograficznej coraz częściej postrzegane są jako efektywne generatory DSS poprzez zaawansowany dostęp do danych przestrzennych. Przyjazny interfejs użytkownika i rozbudowane mechanizmy graficznej prezentacji informacji – to podstawowe atuty GIS. Zasadniczym ograniczeniem tradycyjnych pakietów oprogramowania GIS jest jednak niedostateczny stopień implementacji funkcji i technik modelowania. Tworzenie DSS w oparciu o GIS wymaga stworzenia modułu zarządzania bazą modeli z dostępem do komponentów bazodanowych DSS oraz interfejsu użytkownika. Aby pełnić rolę generatora DSS, oprogramowanie GIS musi zapewniać łatwy, automatyczny przepływ danych między modułami GIS a podsystemem modelowania, operującym na danych nieprzestrzennych (Meissner 1996). Poprzez rozwinięte technologie informatyczne dostęp do systemów informatycznych stał się powszechny (Yuan 1998, Gauna 1999, Lee 2000). Internet upowszechnił dostęp do informacji wszelkiego rodzaju, w tym do informacji zawartych w systemach GIS (Pajarola i in 1998, Goodenough i in 1999). Możliwość przeprowadzania interakcyjnych analiz w czasie rzeczywistym przez użytkownika jest osiągalne obecnie również przez rozbudowane lokalne i rozległe sieci komputerowe.

2.1. CHARAKTERYSTYKA SYSTEMÓW GIS

Z przytoczonej na początku przeglądu literatury definicji wynika techniczna strona wykonania systemów GIS. Taki punkt widzenia wywodzi się z historycznego rodowodu systemów GIS, czerpiących zarówno z aplikacji typu CAD, produktów wspierających cyfrową kartografię, jak i systemów zarządzania bazami danych (Cowen 1988). Należy podkreślić bliskość definicji systemu GIS współczesnej definicji kartografii. Systemy informacji geograficznej wiążą się na wielu płaszczyznach z kartografią, a

szczególnie z tzw. cyfrową kartografią, będącą obecnie jednym z dominujących trendów w rozwoju tej nauki.

Wyróżnić można trzy główne cechy systemu GIS:

1. GIS udostępnia mechanizmy wprowadzania, gromadzenia i przechowywania danych opisowych i przestrzennych oraz zarządzania nimi, zapewnia ich integralność i spójność oraz pozwala na ich weryfikację.
2. Na podstawie zgromadzonych w systemie danych możliwe jest przeprowadzenie specyficznych analiz opierających się m.in. na relacjach przestrzennych między obiektami.
3. Wyniki analiz przestrzennych i operacji charakterystycznych dla programów bazodanowych przedstawione mogą być w postaci opisowej (tabelarycznej) lub graficznej (mapa, diagramy, wykresy, rysunki), stąd cechą GIS jest możliwość wizualizacji i udostępniania informacji w żądanej postaci.

Każdy kompleksowy system informacyjny realizowany jest wokół celów i zadań przed nim postawionych. Właściwe rozpoznanie potrzeb i dokładne określenie wymagań, jakie powinien spełniać GIS warunkuje sukces całego przedsięwzięcia. To właśnie postawione zadania, związane z wykorzystaniem informacji przestrzennych, rozpoznane metody ich realizacji rzutują na klasę i rodzaj wymaganego sprzętu i oprogramowania, oraz na wymagania kadrowe. W świecie wyprodukowanych zostało i wdrożonych wiele produktów do kompleksowego tworzenia GIS. Pełne przedstawienie wszystkich aplikacji, programów i systemów komputerowych, rozumianych jako profesjonalne oprogramowanie dostępne na rynku, jest praktycznie niemożliwe. Najbardziej rozpowszechnionymi na świecie producentami oprogramowania do tworzenia Systemów Informacji Geograficznej są:

- *ArcInfo i ArcGIS* wyprodukowany przez amerykański Environmental Systems Research Institute (*ESRI*, Redlands-Kalifornia, USA). Jest to pakiet nowoczesnych, zintegrowanych programów przeznaczonych do kompleksowego opracowania GIS. Oferuje bogaty zestaw narzędzi do pozyskiwania danych, ich przetwarzania, realizacji obliczeń oraz do ich udostępniania i prezentacji. Model danych jest oparty na kartograficznej bazie danych, które są magazynowane na poszczególnych nakładkach (mapach) tematycznych. Oprogramowanie dostarcza szeregu narzędzi do analiz obszernych danych opisowych, z natychmiastowym przedstawieniem wyników w postaci graficznej na mapie.
- *MGE* (Modular GIS Environment) firmy *INTERGRAPH*. System ma możliwość definiowania, budowy i zarządzania projektami dla różnych zbiorów danych, ma wbudowane moduły dostępu i zarządzania danymi zawartymi w relacyjnych bazach danych

wyszukiwanie obiektów graficznych dla potrzeb różnego rodzaju analiz.

- Najnowszym produktem firmy Intergraph są *GeoMedia* - środowisko programowe, którego celem jest rozwinięcie i wprowadzenie na rynek aplikacji technicznej następnej generacji. Rozwiązaniem środowiska GeoMedia są i będzie szereg nowych aplikacji technicznych, w pełni wykorzystujących istniejące standardy w świecie: obiektowość (COM), integracja (OLE/OLE4D7M), tworzenie aplikacji (OLE Automation), interfejs użytkownika (Windows), dostęp do baz danych (ODBC), wyświetlanie danych (OpenGL, GDI), interfejs poczty elektronicznej (MAPI), Internet /Web (Internet Services)
- MicroStation GeoGraphics firmy *Bentley Systems*. Oprogramowanie rozszerzając możliwości MicroStation w kierunku zastosowań kartograficznych i geodezyjnych, wypełnia lukę pomiędzy CAD i GIS. Narzędzia oprogramowania umożliwiają interakcyjne tworzenie geometrii, które wraz z narzędziami do weryfikacji chronią przed błędami przy tworzeniu mapy. Funkcje zarządzania obrazem oferują narzędzia do korzystania z informacji obrazów rastrowych. Tworzenie map tematycznych i funkcje do wprowadzania adnotacji to możliwość łatwej i szybkiej wizualizacji danych kartograficznych.
- Smallworld opracowany w Cambridge jest jednym z niewielu światowych systemów GIS w pełni obiektowo zorientowanych. Umożliwia zastosowanie definicji klas obiektów. Ponadto posiada biblioteki do wielu standardowych klas i obiektów, jest czytelny, a aplikacje w nim pisane można przenosić pomiędzy różnymi platformami sprzętowymi.

Pakiet oprogramowania GIS sam w sobie nie pozwala na realizację konkretnych zadań, specyficznych dla danego użytkownika – konieczne jest z reguły stworzenie specjalistycznych aplikacji, bazujących na rozwiązaniach oferowanych przez oprogramowanie. Sprzyja temu otwarta struktura współczesnych programów GIS, dająca możliwość praktycznie dowolnego rozszerzania możliwości systemu poprzez opracowywanie dodatkowych modułów, przy wykorzystaniu niezależnych bądź wbudowanych języków programowania.

2.2. STANDARDY GIS

Stosowanie standaryzacji gwarantuje prawidłowe prowadzenie zarządzania informacją przestrzenną. Wykorzystanie i stosowanie się do standardów jest bardzo ważne. Obecnie prawie we wszystkich krajach europejskich znajdują się instytucje zajmujące się standaryzacją.

Osiemnaście spośród nich jest członkami CEN (Comite Europeen de Normalisation w Brukseli). Istnieje również organizacja o zasięgu globalnym - ISO (International Standard Organisation) w Genewie. W 1986r Rada Wspólnoty Europejskiej podjęła decyzję (nr 87/95/EC) dotyczącą zastosowania standardów europejskich w skali międzynarodowej. Podstawowymi celami standaryzacji są (włącznie z celami, które wynikają z wdrażania GIS/SIP):

- *poprawa jakości.* Wiele danych w GIS jest niejednorodnych. W celu poprawy wewnętrznej jakości i spójności danych, należy określić jasne i wyraźne koncepcje, metody i sposoby;
- *podniesienie wydajności.* Wprowadzenie standardów prowadzi do usprawnienia przesyłania danych, unika się powielania informacji w zakresie pozyskiwania i przetwarzania danych;
- *ochrona przed stratą informacji.* Posługiwanie się wspólnymi standardami pozwala na unikanie strat informacyjnych, które występują w trakcie przekształcania danych z jednego systemu do innego;
- *przekazywanie wiedzy.* Standardy przyczyniają się do wyjaśnienia różnych aspektów związanych z rozważanymi aplikacjami. Przy przechodzeniu z jednego do drugiego systemu użytkownicy lepiej rozumieją swoje wzajemne potrzeby i wymagania.

W praktyce bardzo często spotyka się stosowanie pojęć *standaryzacja* i *normalizacja* jako synonimy, chociaż występując obok siebie mają całkowicie inne znaczenie. Normalizacja, jako proces prowadzący do tworzenia norm, określa oficjalne, stosowane uzgodnienia. Standaryzacja zaś, to postępowanie prowadzące do powstania standardów używanych do określenia wszystkich typów porozumień i uzgodnień zawieranych między użytkownikami dla potrzeb wzajemnego przesyłania danych. Standaryzacja wobec powyższego jest pojęciem szerszym.

Elementy geograficzne, tworzące System Informacji Geograficznej, otrzymuje się poprzez wydobywanie obiektów ze świata rzeczywistego, stosując wcześniej określone reguły, mówiące o tym, jakie obiekty i ich atrybuty mają być wybrane, jakie definicje mają być wykorzystane, w jaki sposób powinny być przechowywane i wizualizowane. Tak, w gruncie rzeczy, subiektywna, reprezentacja rzeczywistości, określa wymaganą zawartość bazy danych. Subiektywizm interpretacji wynika z dwóch powodów:

- *istnienia opisów typów obiektów* – rzeczywistość jest traktowana jako zestaw wzajemnie uzależnionych od siebie obiektów, które są modelowane z wykorzystaniem opisów cech elementów należących do jednostek, i ich wzajemnych powiązań. Opisy te są przygotowywane przez przyszłych użytkowników i jako takie, są opisami subiektywnymi;
- *zależności aplikacji* – w związku z tym, że w przypadku danej aplikacji określa się jedynie "podstawę nominalną", rozważane są jedynie

obiekty interesujące dla danego użytkownika, pomijając pozostałe obiekty.

Takie podejście jest znane jako obiektowe oparcie bazy danych. Umożliwia ono uwzględnienie wszystkich aspektów, które mogą być wzięte pod uwagę z wykorzystaniem technologii informacyjnej i technologii baz danych.

W związku ze specyficzną charakterystyką obiektów geograficznych, ich atrybuty obejmują:

- *cechy geometryczne:*
 - położenie, w zdefiniowanym wcześniej układzie współrzędnych geodezyjnych,
 - topologię, w celu wzajemnego odniesienia obiektów sąsiednich,
 - kształt określony zgodnie z terminami interpolacyjnymi, stosowanymi w matematyce,
 - grafikę, przechowywanie reprezentacji obiektów za pomocą linii, punktów, linii symbolicznych, deseni, koloru, wielkości opisu, stylu, itd.
- *cechy semantyczne*, reprezentujące znaczenie wszystkich obiektów - zgodnie z interpretacją tego znaczenia przez człowieka opisy tekstowe, zdjęcia, rysunki, obrazy wideo i inne typy obrazów.

Wartości cech są:

- *cechami ilościowymi*, mierzonymi i wyrażanymi za pomocą wcześniej zdefiniowanych jednostek długości, temperatury, czasu, itd.,
- *cechami jakościowymi*, kiedy to każda cecha może przyjmować tylko jedną wartość z wcześniej ustalonego zestawu wartości takich, jak nazwy, adresy, kolory, itd. Wartość dyskretna stanowi wartość nominalną, jeżeli nie jest możliwe żadne uporządkowanie, np: las, dom, czerwony itd. lub wartością uporządkowaną, gdy (matematyczne) uporządkowanie jest możliwe, np.: numery budynków w adresach lub alfabetyczny wykaz nazw.

Pozyskiwanie danych geograficznych to proces bardzo kosztowny, a wspólne wykorzystywanie tych danych wymusiło opracowanie standardów dotyczących ich przesyłania między różnymi użytkownikami. W poszczególnych krajach sytuacja taka dotyczyła nawet wykorzystywania map (które w swoim założeniu są także nośnikami danych). W przypadku danych geograficznych przedmiotem przesyłania staje się także wiele innych elementów, takich jak semantyka, metadane, geometria, dane do transformacji, zgodność topologiczna, logiczna i informacje na temat aktualności danych.

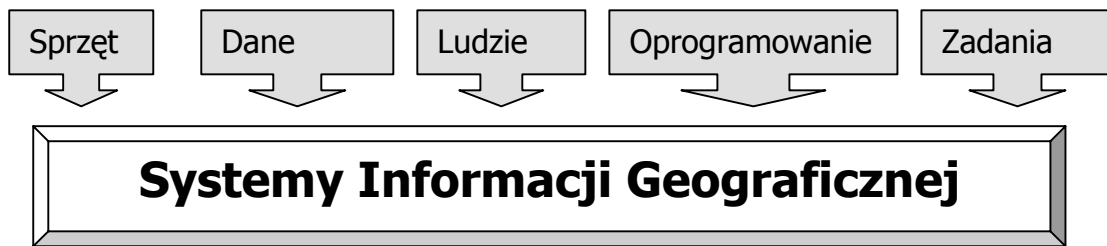
W Polsce od kilku lat prowadzone są prace w kierunku opracowania standardów geoinformacyjnych. Przełomowym był rok 1995, w którym

Główny Geodeta Kraju wprowadził dwie instrukcje techniczne: zmodernizowaną instrukcję K-1 (Podstawowa Mapa Kraju) oraz SWING (System Wymiany Informacji Geodezyjnych). Instrukcja K-1 wprowadza obiektowy sposób budowy mapy numerycznej, definiuje podstawowe obiekty geodezyjne, sposób ich przedstawienia na mapach wielkoskalowych, symbolikę znaków umownych, atrybuty opisujące cechy obiektów. Ponadto instrukcja opisuje jednolity system geokodowania. SWING jest uniwersalnym, niezależnym od środków narzędziowych i konkretnej bazy danych, formatem umożliwiającym rejestrowanie i przenoszenie danych opisowych oraz graficznych wraz z ich oryginalnymi strukturami. Do automatycznego przekładu danych konieczne jest jednak posiadanie odpowiedniego programu tłumaczącego. Niestety w Polsce niewiele systemów posiada swój program konwersji danych, stąd, aby rozpowszechnić ten format – należałoby opracować podstawowy zestaw takich narzędzi programowych. Innym powodem braku popularności formatu SWING jest jego mało przejrzysty i niejednoznaczny schemat danych. Nowym standardem mogłoby być wykorzystanie narzędzi relacyjnych baz danych IV generacji do bezpośredniego przesyłania danych ich agregacji i tworzenia dowolnych analiz w oparciu o język SQL.

2.3. SCHEMAT BUDOWY SYSTEMU INFORMACJI GEOGRAFICZNEJ

Zgodnie ze wspomnianą definicją GIS informacje geograficzne są to informacje o położeniu, geometrycznych właściwościach i przestrzennych relacjach obiektów, które mogą być identyfikowane w odniesieniu do Ziemi. Przez obiekty przestrzenne można rozumieć obiekty naturalne i sztuczne związane z powierzchnią Ziemi oraz różne zjawiska (przyrodnicze, społeczne, ekonomiczne), które mogą być rozpatrywane w odniesieniu do Ziemi. Obiekty zarejestrowane i analizowane w systemach mają określone położenie oraz zdefiniowany rodzaj i zakres informacji opisowych. Czas to dodatkowy wymiar, niezbędny do opisu dynamiki zmian opisywanych obiektów.

System informacji geograficznej, powinien być rozumiany nie tylko jako kombinacja sprzętu i oprogramowania, której funkcjonalnym celem jest przetwarzanie danych przestrzennych, lecz, zgodnie z koncepcją systemową, składać się musi z pięciu wzajemnie powiązanych elementów: sprzętu komputerowego, oprogramowania, danych, zasobów ludzkich i metod (zadań) (Urbański 1997). Koncepcję tę ilustruje poniższy rysunek (rys. 5). Brak choćby jednego z tych podsystemów wyklucza sprawne działanie systemu jako całości.



Rys. 5. Koncepcja GIS

Ze względu na tempo rozwoju technologii komputerowych standardowe konfiguracje sprzętowe podlegają szybkiej dezaktualizacji. Zacierają się wyraźne różnice między komputerami osobistymi, mikrokomputerami a stacjami roboczymi. Aktualnie tylko od specyfiki realizowanych zadań zależy klasa sprzętu niezbędna do ich realizacji.

Oprogramowanie pełni rolę integratora podsystemów GIS. Musi ono umożliwiać realizację pięciu podstawowych funkcji: wprowadzania danych przestrzennych i opisowych, wstępnego ich przetwarzania, przechowywania danych, analizy i prezentacji wyników (tworzenia produktu końcowego). Stąd kluczowymi elementami oprogramowania są: narzędzia do wprowadzania i modyfikowania geodanych, system zarządzania bazą danych (DBMS - Data Base Management System), narzędzia analiz przestrzennych i wizualizacji, oraz graficzny interfejs użytkownika (GUI - Graphical User Interface), umożliwiający łatwy dostęp do pozostałych elementów systemu. Oferowane na rynku pakiety oprogramowania dla GIS dostępne są na wiele platform sprzętowych (Kistowski, Iwańska 1997). Występują zarówno w postaci pakietów zintegrowanych, łączących w sobie funkcje bazodanowe i analityczne systemu, jak i aplikacje wysoce specjalistycznych, wymagających współpracy z innymi systemami dla realizacji wszystkich funkcji systemu.

Dane stanowią najważniejszy i najbardziej wartościowy element Systemów Informacji Geograficznej. Immanentną cechą GIS jest zdolność integracji danych przestrzennych i atrybutowych (opisowych), co ma zasadnicze znaczenie przy realizacji funkcji analitycznych i prezentacji wyników. Dane przestrzenne pochodzą z wielu źródeł, jak mapy, zdjęcia lotnicze i obrazy satelitarne, bezpośrednie pomiary w terenie, GPS. Podstawową cechą, jaką powinny odznaczać się dane przestrzenne jest ich wystarczająca dokładność, oznaczająca zgodność lokalizacji rzeczywistej z lokalizacją w przyjętym układzie współrzędnych. Pozyskanie odpowiednich danych dla realizacji celów jest z reguły procesem długotrwałym, pochłaniającym większą część kosztów związanych z opracowaniem systemu. Późniejsze utrzymanie bazy danych wymaga, w większości przypadków, znacznie mniejszych nakładów. Pomiary geodezyjne, aby mogły brać udział w opracowaniu i interpretacji wyników muszą być dokładne. Stabilizacja i wybór punktów osnowy wysokościowej, względem których wykonywane są pomiary oraz punktów kontrolnych stabilizowanych na obiekcie podlegającym kontroli powinna zapewniać

wiarygodność wyników pomiarów. Budowa geologiczna, stosunki hydrogeologiczne i ich zmiana oraz inne czynniki wynikające z działalności eksploatacyjnej powodują, że obiekty bezpośrednio związane z powierzchnią terenu zmieniają się wraz z upływem czasu.

Systemy Informacji Geograficznej, mogą być klasyfikowane według różnych kryteriów, np. według kryterium: obszaru (systemy obiektowe, lokalne, regionalne, krajowe, o zasięgu międzynarodowym), źródła informacji (informacja pierwotna, wtórna - zagregowana, przetworzona), zakresu użytkowania (jeden konkretny użytkownik, wielu użytkowników), struktury funkcjonalnej (scentralizowane, rozproszone), przeznaczenia (ewidencyjne, planowania przestrzennego, monitorowania środowiska, analiz marketingowych) i innych (Gaździcki 1990).

Funkcjonalnie na pojęcie GIS składa się wiele elementów. Można przyjąć, że każdy system powinien być budowany tak, aby spełniał oczekiwania i potrzeby jego użytkowników. Termin "system informacji geograficznej" może być również rozumiany w znaczeniu profesjonalnego, komercyjnego pakietu oprogramowania - narzędzia, którym można zbudować GIS. System Informacji Geograficznej opracowuje się indywidualnie dla każdego rozpatrywanego zagadnienia. GIS realizowany jest poprzez określenie zasad funkcjonowania w *projekcie generalnym*. Projekt generalny uwzględnia potrzeby i założenia globalne budowy systemu jako całości, w założeniu wiąże zakład z rozwiązaniami na poziomie regionu. W projekcie generalnym zawarte są uwarunkowania i zależności budowy GIS dla całego opracowania. Rozszerzenie i sprecyzowanie zadań i potrzeb w zakresie systemu określone jest w *projektach szczegółowych*. W przedłożonym opracowaniu system GIS stanowi całość jako pakiet do analiz i prezentacji. W opisywanej konwencji może stanowić moduł prowadzący do stworzenia projektu generalnego i projektów szczegółowych.

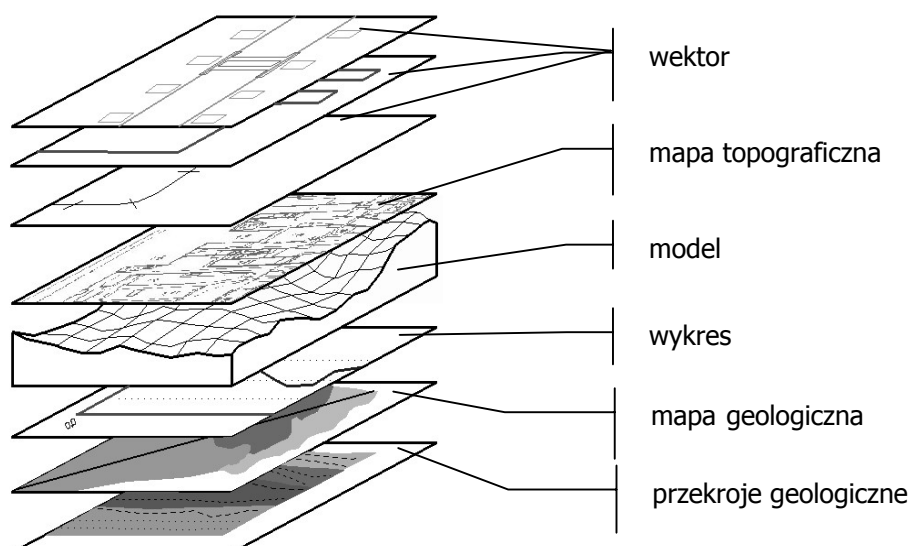
2.3.1. SYSTEM PLIKÓW GRAFICZNYCH

Najbardziej oczywistą formą prezentacji informacji przestrzennych jest mapa. Definiuje się ją jako abstrakcyjny model przestrzennych aspektów rzeczywistości, poddanych określonym transformacjom, przedstawiający - w sposób bezpośredni lub pośredni - różnego rodzaju informacje, takie jak: lokalizacja, kierunek, odległość, wysokość, gęstość, nachylenie, kształt, skład, forma, sąsiedztwo, podobieństwo, hierarchia i związek przestrzenny. Według kartografów mapa jest to konwencjonalny obraz, przeważnie na płaszczyźnie, konkretnych i abstrakcyjnych zjawisk, których położenie można określić w przestrzeni (Kraak i inni 1998). Określenie *konwencjonalny* oznacza, iż mapy są oparte na pewnej konwencji, np. lasy przedstawia się na zielono, główne drogi rysuje się grubszą kreską, a północ znajduje się na górze mapy. Określenie *obraz*

akcentuje graficzny charakter mapy. Oprócz zjawisk konkretnych, mapy mogą przedstawiać także kategorie abstrakcyjne, jak preferencje polityczne lub obszary językowe. Ewolucję map i kartografii tradycyjnie postrzega się jako dążenie do zapewnienia większej dokładności, zgodności z rzeczywistością i wiarygodności tworzonych map, przy wykorzystaniu dostępnych technologii i środków technicznych.

Rewolucja informacyjna i pojawienie się społeczeństwa informacyjnego stworzyły nowe perspektywy ewolucji map. Komputery i rozwój infrastruktury telekomunikacyjnej pozwoliły odkryć nieznane dotąd możliwości prezentacji informacji przestrzennych. Używając nowej terminologii – tradycyjne mapy na nośnikach papierowych, foliach, kliszach itp. określa się jako analogowe – ich nowoczesnym odpowiednikiem są mapy cyfrowe. Początkowo dążono do tego, by cyfrowe mapy stanowiły możliwie wierną kopię map analogowych, wzorowano się na rozwiązaniach zaczerpniętych z tradycyjnej kartografii. Pierwsze cyfrowe bazy kartograficzne, tworzone na użytek wspomaganego komputerowo tworzenia map, były wiernymi cyfrowymi replikami tradycyjnych planów i map. Wraz z gwałtownym rozwojem technologii informatycznych mapy cyfrowe zaczęły być wzbogacane o nowe wymiary, zmieniło się też oblicze kartografii. Przede wszystkim, poprzez zastosowanie komputerów w wizualizacji danych przestrzennych, możliwe stało się wzbogacenie mapy o dynamikę i zdolność interakcji z użytkownikiem. W oparciu o tę samą bazę kartograficzną tworzyć można różne mapy, przedstawiające określony zbiór informacji, zależny od konkretnych potrzeb. Mapy wzbogacone mogą być o trzeci wymiar (modelowanie trójwymiarowe), a nawet czwarty - czas, dając możliwość prezentacji analizowanych zjawisk w sposób dynamiczny (Krzywicka-Blum 2000).

Wykonanie mapy numerycznej wymaga zebrania i zapisania, w bazach systemu mapy, danych charakteryzujących położenie każdego elementu sytuacyjnego oraz zdefiniowania odpowiedniego schematu połączeń punktów tworzących obiekty. Najczęściej stosuje się prosty model *wektorowy* zapisu położenia obiektów przestrzennych z wykorzystaniem elementów punktowych i liniowych. W niektórych opracowaniach stosowane jest rozwiązanie tworzenia mapy numerycznej metodą *hybrydową*. Model hybrydowy (rys. 6) mapy numerycznej polega na zapisie części informacji w sposób wektorowy, oraz pozostawieniu innych informacji w postaci rastra. Niektóre Systemy Informacji Geograficznej bazują na budowie systemu w oparciu jedynie o mapę rastrową (Strzelecki i inni 1996).



Rys. 6. Współczesny *hybrydowy* model *mapy numerycznej*

Dla niektórych potrzeb (np. ewidencji gruntów) wydzielane są obiekty powierzchniowe, system umożliwia emisję informacji o ich polu powierzchni, niekiedy także o cechach z nimi związanych. Mapa numeryczna nie stanowi bazy systemu informacji geograficznej, ale może być do takiej postaci przekształcona. Mapa numeryczna jest niewątpliwie podstawowym elementem GIS.

2.3.2. RELACYJNA BAZA DANYCH

Jednym z najważniejszych elementów systemu informacji geograficznej jest *BAZA DANYCH* (BD). Jej prawidłowe zaprojektowanie i zbudowanie to jeden z najważniejszych problemów do rozwiązania i stanowi główny element w procesie tworzenia systemu informatycznego. Do prawidłowego działania systemu i pełnego wykorzystania możliwości projektowych bazy danych konieczna jest dogłębna znajomość problemów związanych z racjonalną gospodarką sprzętową na terenie zakładu przemysłowego, dla którego tworzy się system. Bardzo ważnym elementem przy projektowaniu i budowie bazy jest znajomość schematu organizacyjnego zakładu, uwarunkowań prawnych i przestrzennych.

W dużych zakładach, takich jak Huta Miedzi „Głogów” pojawia się zapotrzebowanie na jednolity i systematyczny model zarządzania wielkimi ilościami informacji, przechowywanie, przetwarzanych i udostępnianie danych. Dla wypełnienia tego zapotrzebowania stworzono systemy zarządzania bazami danych (Database Management Systems, DBMS). Z bazą danych i z systemem zarządzania bazą danych (DBMS) mamy do czynienia wtedy, gdy dane przechowuje się w sposób scentralizowany w jednym miejscu i wszelkie działania na tych danych zarządzane są w

sposób scentralizowany, poprzez wyspecjalizowane w tym celu oprogramowanie (Date 1984). Oznacza to między innymi, że w bazie danych przechowywane informacje tworzą pewną logiczną strukturę, „zrozumiałą” przez DBMS, a operacje na danych definiuje się w terminach tej logicznej struktury.

Do właściwości DBMS należy (Beynon-Davies 1998):

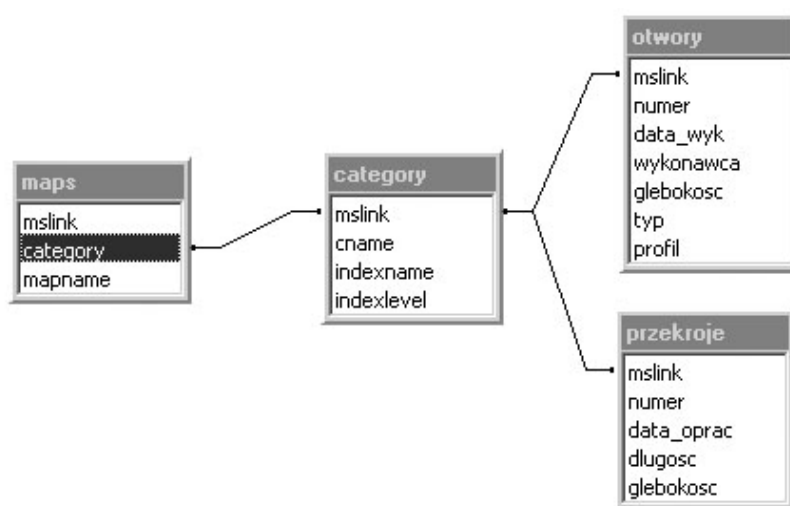
1. *Współdzielenie danych.* Informacje przechowywane w bazie danych są zazwyczaj przeznaczone do wykorzystania przez wielu użytkowników, często w tym samym czasie. DBMS ma więc za zadanie zapewnić efektywne mechanizmy wielodostępu. W tym celu często stosuje się w budowie DBMS tzw. model klient-serwer: programy używane przez użytkowników (klienci) są oddzielone od programu bezpośrednio wykonującego operacje na danych (serwera); zazwyczaj klienci komunikują się z serwerem poprzez mechanizmy sieciowe, korzystając z określonego protokołu komunikacji - umożliwia to uruchamianie klientów na innych komputerach niż serwer, co zwiększa bezpieczeństwo (dostęp klientów do serwera jest ograniczony do operacji możliwych w ramach protokołu) i odciąża serwer np. od zadań związanych z końcową obróbką i prezentacją danych będących wynikiem zapytania.
2. *Integracja danych.* Centralne składowanie wszystkich danych dotyczących danego obszaru działalności umożliwia uniknięcie zbędnych powtórzeń tych samych informacji - ułatwiając utrzymanie spójności, oraz usprawnia uzyskiwanie odpowiedzi na pytania złożone - wymagające czerpania informacji z różnych logicznie zbiorów danych.
3. *Integralność danych.* Łatwiej jest również utrzymać poprawność i aktualność informacji składowanej centralnie; ponadto powierzenie faktycznych operacji na danych jednemu, dobrze sprawdzonemu programowi serwera zmniejsza ryzyko naruszenia integralności danych
4. *Bezpieczeństwo danych.* Scentralizowanie dostępu do danych umożliwia zastosowanie w DBMS własnego mechanizmu kontroli i autoryzacji dostępu, bardziej szczegółowego aniżeli umożliwia to sam system operacyjny w stosunku do dostępu do plików. Dzięki wykorzystaniu modelu klient-serwer nie jest konieczne, aby każdy użytkownik posiadał dostęp do maszyny serwera bazy danych poprzez inne mechanizmy, aniżeli protokół komunikacyjny danego DBMS.
5. *Abstrakcja i niezależność danych.* Ponieważ końcowy użytkownik bazy danych jest oddzielony przez DBMS od wewnętrznych mechanizmów działania bazy danych, formatu zapisu itp., i ma do czynienia (poprzez program klienta i ew. protokół komunikacji) jedynie z logiczną strukturą danych, ułatwia to rozwijanie aplikacji, korzystających z tych danych, w kierunku nowych zastosowań, czy

np. wprowadzenie zmian w wewnętrznej organizacji bazy danych bez konieczności zmian w klientach.

Jądro DBMS zajmuje się faktycznymi operacjami związanymi z dostępem do fizycznego zapisu danych na urządzeniach pamięci masowej. Operacje te zlecane są przez programy „klienckie”, z którymi ma bezpośrednio do czynienia użytkownik końcowy, zazwyczaj za pośrednictwem mechanizmów komunikacji sieciowej. „Językiem” w jakim się komunikują klienci z serwerem jest określony protokół wyższego poziomu (aplikacyjny). Nierzadko powstaje więc potrzeba posłużenia się dodatkowym oprogramowaniem w postaci tzw. *middleware* (między innymi sterowniki ODBC), aby uwolnić się od konieczności korzystania jedynie z narzędzi dostarczonych przez producenta jądra DBMS. Sterowniki i ODBC umożliwiają łączenie aplikacji w system.

Relacyjny model danych został opracowany w latach 70-80 i od mniej więcej połowy lat 80 stał się podstawą architektury większości popularnych ODBC. Model relacyjny oparty jest na tylko jednej fundamentalnej strukturze danych – relacji. Pojęcie relacji można uważać za pewną abstrakcję intuicyjnego pojęcia tabeli, zbudowanej z wierszy i kolumn, w której na przecięciu każdej kolumny z każdym wierszem występuje określona wartość (Cood 1981). Baza danych jest zbiorem relacji, o następujących własnościach:

- każda relacja w bazie danych jest jednoznacznie określona przez swoją *nazwę*,
- każda *kolumna* w relacji ma jednoznaczną nazwę (w ramach tej relacji),
- kolumny relacji tworzą zbiór nieuporządkowany. Kolumny nazywane są *atrybutami*,
- wszystkie wartości w danej kolumnie muszą być tego samego *typu*. Zbiór możliwych wartości elementów danej kolumny nazywany się jej dziedziną,
- wiersze relacji tworzą nieuporządkowany zbiór; w szczególności, nie ma powtarzających się wierszy. Wiersze relacji nazywa się *encjami*,
- każde pole (przecięcie wiersza z kolumną) zawiera wartość *atomową* z dziedziny określonej przez kolumnę. Brakowi wartości odpowiada wartość specjalna NULL, zgodna z każdym typem kolumny (chyba, że została jawnie wykluczona przez definicję typu kolumny),
- każda relacja zawiera *klucz główny* - kolumnę (lub kolumny), której wartości jednoznacznie identyfikują wiersz (a więc w szczególności nie powtarzają się). Wartością klucza głównego nie może być NULL,



Rys. 7. Układ relacji między tabelami w bazie danych „geolog”

Powiązanie tabeli relacjami (rys. 7) powoduje, że zapis w bazie danych jest jednoznacznie identyfikowany. W przedstawionym przypadku jednemu obiektowi z tabeli *maps* o nazwie *category* odpowiada wiele rekordów w tabeli *category*. Kolejna relacja opisuje, że jednemu rekordowi *mslink* z tabeli *category* przyporządkowane są rekordy z tabel *otwory* i *przekroje*. Powiązanie relacyjne powoduje, że baza danych nie zawiera informacji powtarzających się, a powiązania odpowiadają opisowi rzeczywistości.

W teoretycznym opisie modelu relacyjnego operacje na danych definiuje się w terminach tzw. *algebry relacyjnej*. Operatory algebry relacyjnej mają za argumenty jedną lub więcej relacji, a wynikiem ich działania zawsze jest również relacja. Algebra relacyjna jest uważana za *proceduralny język zapytań* modelu relacyjnego (Codd 1981, Date 1984). To znaczy, że dowolna informacja jaka jest do uzyskania z relacyjnej bazy danych może być wydobyta za pomocą ciągu operacji algebry relacyjnej. W praktyce w programowaniu aplikacji opartych na relacyjnych bazach danych nie korzysta się na ogół z języka proceduralnego, lecz z deklaratywnego języka opartego na tzw. *rachunku relacyjnym* (SQL). Różnica polega na tym, że w języku proceduralnym formułuje się sekwencję kroków prowadzących do pożądanego wyniku, natomiast język deklaratywny służy do sformułowania tego, jaki wynik chcemy otrzymać. Oczywiście zapytanie sformułowane w języku deklaratywnym musi zostać przełożone na pewną procedurę aby mogło być wykonane - jest to zadaniem implementacji DBMS.

Funcjonowanie współczesnych systemów relacyjnych baz danych oparte jest głównie na języku SQL (Structured Query Language, strukturalny język zapytań). SQL został pierwotnie zaprojektowany jako język do formułowania zapytań, oparty na rachunku relacyjnym. Obecnie jest on jednak uniwersalnym interfejsem do większości systemów zarządzania bazami danych, tj. wszelkie operacje dotyczące definicji

danych, dostępu do danych i ich modyfikacji, jak również zazwyczaj czynności administracyjne odbywają się poprzez komendy i programy zapisywane w SQL. Istnieje szereg standardów normujących postać języka SQL: m. in. normy ANSI i ISO (1986-87) z uzupełnieniami z 1989 r. (tzw. SQL1), specyfikacja SQL2 z 1992 r.; kolejna specyfikacja (SQL3) znajduje się obecnie w opracowaniu (Gruber 1996).

Składnia zapytania SQL według standardów '86 jest następująca:
SELECT (lista atrybutów)
FROM (lista tablic)
WHERE (lista warunków),

gdzie
SELECT oznacza funkcję wyboru,
FROM – oznaczenie miejsca wyboru,
WHERE listę logicznych warunków.

W prezentowanej książce autor ograniczył się do prostych operacji zapytań do bazy danych. Szersze omówienie zagadnienia zostanie omówione w innym opracowaniu. Tutaj podane zostaną pokrótce jedynie możliwości operacji na danych. Poprzez wykonanie zapytania do bazy danych możliwa jest korekta informacji tam się już znajdującej, realizowane przez polecenie UPDATE. Użytkownik może również poprzez zapytanie do tabeli, wyprowadzić informację, która funkcją INSERT będzie wprowadzona do innej tabeli. Poprzez zapytanie możliwe jest również kasowanie danych z tabel (polecenie DELETE).

Większość implementacji nie trzyma się ściśle żadnej z opisanych norm, zarazem pomijając pewne elementy specyfikacji, jak i oferując niestandardowe rozszerzenia. Inny obecnie popularny „standard” to ODBC (Open DataBase Connectivity) (Microsoft 1998). Jego praktyczne znaczenie polega głównie na umożliwianiu wykorzystywania programu Access jako interfejsu do RDBMS, za pośrednictwem tzw. sterowników ODBC, pośredniczących w komunikacji pomiędzy Access'em a RDBMS. Sterowniki takie istnieją dla wszystkich popularniejszych RDBMS (Oracle, Informix, Sybase i inne). Sterowniki ODBC są rozpoznawane również przez inne aplikacje korzystające z łączy bazy danych.

Bardzo ważnym zagadnieniem jest zabezpieczenie informacji zawartych w bazach danych. Najwyższym poziomem zabezpieczenia informacji znajdującej się na dyskach jest ustanowienie systemowych uprawnień dla użytkowników korzystających z komputera. Użytkownicy poprzez hasło dostępu do komputera mają określone dostępy do zasobów danych znajdujących się w komputerze. Najlepiej zorganizowane pod względem bezpieczeństwa są systemy typu UNIX (Linux, OS/2), w których administrator określa uprawnienia poszczególnych grup i samodzielnych użytkowników. Podobnie jak w systemach typu UNIX, zabezpieczenia są zorganizowane w Windows NT i opartych na tym systemie rozwinięciach Windows 2000 Professional oraz Windows XP Pro, gdzie administrator systemu może określić dostępy do zasobów danych. System Windows

95/98/2000Me/XPHe praktycznie nie posiadają zabezpieczeń systemowych.

Użytkowanie i kontrola dostępu do danych to również zagadnienie związane ze współużytkowaniem baz danych w sieci. Jeśli komputer jest połączony z siecią, to można równocześnie korzystać z jednej bazy danych wraz z innymi użytkownikami. Istnieje kilka sposobów udostępniania danych w środowisku sieciowym:

- wspólne korzystanie z całej bazy danych. Cała baza danych jest umieszczona na serwerze sieciowym lub w udostępnianym folderze. Jest to metoda najłatwiejsza do zastosowania. Wszyscy użytkownicy wspólnie korzystają z danych i używają tych samych obiektów tworzących strukturę bazy (tabele, zapytania, formularze, raporty). Strategii tej należy użyć, jeśli wszyscy użytkownicy będą korzystać z bazy w identyczny sposób,
- wspólne korzystanie tylko z tabel bazy danych. Na serwerze sieciowym znajdują się tylko tabele, a pozostałe obiekty bazy danych są umieszczone na komputerach użytkowników. W tym przypadku zwiększa się szybkość działania bazy danych, ponieważ przez sieć są przesyłane tylko dane. Użytkownicy mogą dostosowywać swe formularze, raporty i inne obiekty do własnych potrzeb i upodobań, bez wpływu na obiekty pozostałych użytkowników,
- wspólne korzystanie z bazy danych poprzez sieć Internet. Obiekty programu Access można łatwo przekształcić na strony WWW (World Wide Web). Oprogramowanie umożliwia eksport obiektu, na przykład formularza lub tabeli, w formacie języka HTML, albo też opublikowanie na stronach WWW danych i aplikacji za pomocą Kreatora publikacji w sieci WWW.

2.4. UWARUNKOWANIA FORMALNO – PRAWNE GIS

Założenia funkcjonowania GIS uwzględniać muszą przepisy prawa polskiego, które dotyczą tej sfery działalności. Podstawowym aktem prawnym regulującym zagadnienia związane z budową GIS jest Ustawa Prawo Geodezyjne i Kartograficzne z dnia 17.05.1989 (Dz.U. nr 30 poz. 163 z dnia 26.05.1989) z późniejszymi zmianami, z uwzględnieniem zmian z lipca 1999 dotyczących zapisu art. 7d pkt 4 „analiza zmian w strukturze agrarnej oraz oprogramowanie i koordynacja prac urządzeniowo rolnych”. Ustawa odnosi się do spraw związanych z geodezją i kartografią, krajowym systemem informacji o terenie, ewidencją gruntów i budynków, inwentaryzacją i ewidencją sieci uzbrojenia terenu, rozgraniczaniem nieruchomości, państwowym zasobem geodezyjnym i kartograficznym oraz uprawniami do wykonywania prac geodezyjnych i kartograficznych. Drugim aktem normatywnym o decydującym znaczeniu dla

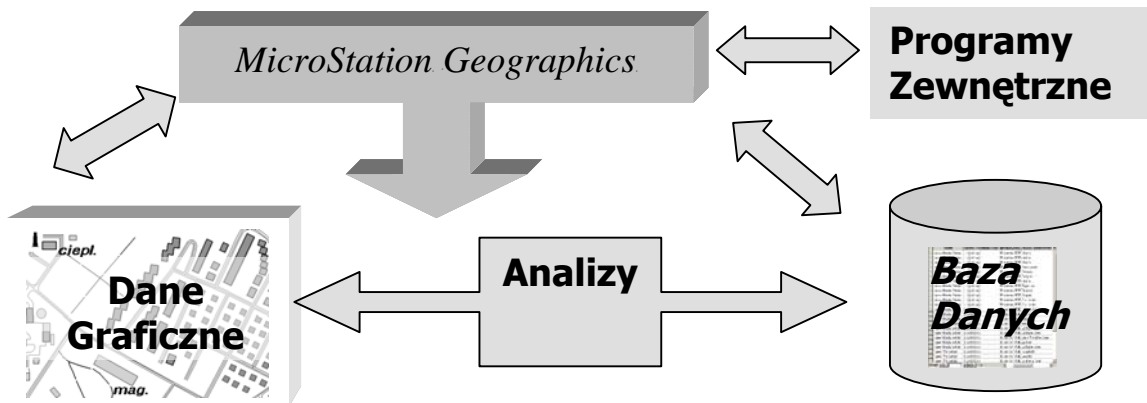
rozpatrywanego zagadnienia jest Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 marca 1999 r. w sprawie standardów technicznych dotyczących geodezji, kartografii oraz krajowego systemu informacji o terenie (Dz. U. Nr 30 poz. 297 z dnia 12 kwietnia 1999 r.). Aktem tym wprowadzono na obszarze kraju jednolite standardy techniczne (instrukcje techniczne O-1; O-2; O-3; O-4; G-1; G-2; G-3; G-4; G-7; K-1 z 1984, 1995 i 1998; K-2; K-3) dla opracowań geodezyjnych, kartograficznych i krajowego systemu informacji o terenie, jak również GIS. Jednym z kluczowych przepisów w zakresie stworzenia zasobów baz danych GIS są instrukcje techniczne K-1 „Mapa zasadnicza” oraz G-7 „Geodezyjna ewidencja sieci uzbrojenia terenu”, obowiązujące w nowych wersjach od marca 1999 r. Na ich podstawie należy budować GIS, przyjmując jako elementy uzupełniające ogólne normy branżowe i wewnętrznie stosowane instrukcje (PN i BN).

Przedmiotem książki jest projekt i wykonanie systemu informatycznego dla potrzeb zajęć dydaktycznych. Utworzony system jest zgodny z założeniami budowy systemu informacji geograficznej opisanymi powyżej i umożliwia komunikację z najbardziej rozpowszechnionymi w świecie systemami informatycznymi (ArcInfo, MicroStation Geographics, GeoMedia, MGE, MapInfo, Genasys, Erdas itp.). W opracowaniu uwzględnione zostały standardy budowy GIS wykorzystywane w Europie i Polsce.

3. OPRACOWANIE SYSTEMU INFORMACJI GEOGRAFICZNEJ

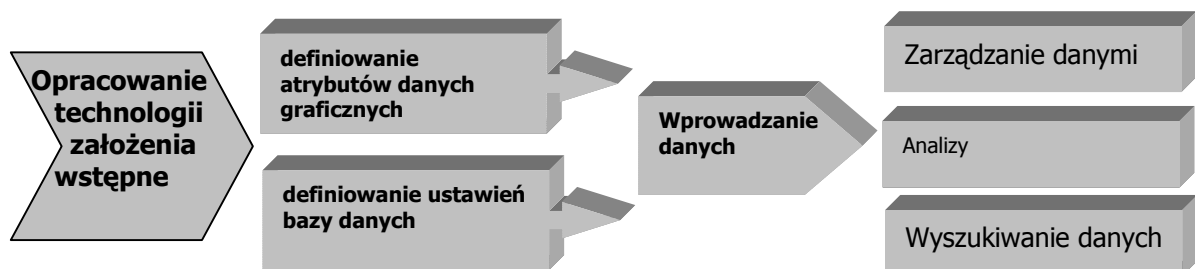
Do rozwiązania problemów przedstawionych jako cele książki opracowany został System Informacji Geograficznej (GIS) budowy geologicznej północno-zachodniej części Dolnego Śląska. Istniejące dane geologiczne ujednolicono i wprowadzono do systemu tak, aby była możliwość ich redakcji, weryfikacji, aktualizacji i uzupełniania. Projekt GIS ukierunkowany został na wizualizację rozmieszczenia przestrzennego obiektów geologicznych znajdujących się na mapie.

MicroStation Geographics nie jest programem lecz narzędziem, w którym przed przystąpieniem do pracy należy zdefiniować projekt. Stworzenie projektu oznacza precyzyjne zdefiniowanie elementów w nim występujących, atrybutów graficznych obiektów, relacji między nimi, rodzaju informacji będą przechowywanych w bazie danych itd.



Rys. 8. Źródła danych dla projektu GIS

Dopiero po jego stworzeniu projektu (administracja projektu), wprowadzeniu danych graficznych i opisowych, będzie można korzystać z narzędzi dostępnych np. do tworzenia analiz.



Rys. 9. Budowa projektu typu GIS

Ponieważ MicroStation Geographics zajmuje się łączeniem danych graficznych z bazą danych, od użytkownika tworzącego i zarządzającego projektem wymagana jest podstawowa znajomość MicroStation, Bazy Danych i SQL-a.

Tworzenie projektu zostanie omówione na przykładzie, w którym należy stworzyć kilka obiektów graficznych, połączyć je z bazą danych oraz skonfigurować tabele w Microsoft Access.

3.1. ZAŁOŻENIA WSTĘPNE DLA SYSTEMU

Opracowanie GIS to proces bardzo żmudny, czasochłonny i wieloetapowy. Uzyskanie spodziewanych efektów i korzyści z wdrożenia GIS uzależnione jest od sposobu realizacji i wprowadzenia systemu do użytkowania. W książce System Informacji Geograficznej ograniczony został do części dotyczącej numerycznej mapy geologicznej (w postaci hybrydowej), zarządzania informacjami o geologii i grupy analiz przestrzennych. W opracowaniu projektu systemu GIS, ze względu na indywidualny charakter opracowania, wyróżnione zostały następujące etapy:

- założenia wstępne, w których określona zostaje koncepcja wdrożenia, uwarunkowania, zakres tematyczny i obszarowy systemu,
- określenie źródła danych zasilających system, sposób powstawania informacji, projekt wykorzystania, sposoby transformacji danych do baz, definicje danych w bazie, połączenia i wzajemne relacje pomiędzy danymi,
- budowa bazy graficznej w oparciu o istniejące materiały i źródła danych, określenie struktury i zależności pomiędzy elementami bazy,
- opracowanie bazy opisowej, określenie struktury bazy, typów danych, budowa diagramów przepływu informacji i relacji pomiędzy informacjami w bazach,
- łączenie baz graficznych i opisowych,
- projekt budowy zapytań, przeprowadzania analiz, określenie modelu zmian i wyznaczenie dynamiki zjawisk zachodzących w czasie na zmieniających się danych, przedstawiania raportów i robienia zestawień specjalistycznych,
- zarządzanie danymi zawartymi w bazie danych, aktualizacja, przechowywanie i uzupełnianie informacji w bazach,
- zabezpieczenie danych, określenie użytkowników, dostępu i sposobów administracji danymi,
- określenie możliwości rozwoju systemu.

Główny nacisk podczas budowy systemu, jego części lub modułu położony został na budowę i obsługę baz danych. Dochodzące do wielu gigabajtów zbiory danych GIS wymuszają opracowanie odpowiednich instrumentów do ich efektywnego gromadzenia, aktualizacji i udostępniania zainteresowanym użytkownikom.

3.2. OBSZAR, ZAKRES OPRACOWANIA, ŹRÓDŁO DANYCH

System Informacji Geograficznej dla potrzeb dydaktycznych opracowany został dla mapy geologicznej północno-zachodniej części Dolnego Śląska. Podstawowym zasobem informacji są mapy geologiczne i dane zawarte w Atlasie Geologicznym Obszarów Miedzionośnych (Kłapciński) w zakresie północno – zachodniej części Dolnego Śląska. W pierwszym rozdziale, w części „Zakres książki” pokazana została mapa geologiczna obszaru, dla którego opracowany został system geoinformacyjny. W opracowaniu wykorzystana została mapa w skali 1:50000 utworów trzeciorzędowych. Dane geologiczne zostały opracowane na podstawie wspomnianego powyżej atlasu oraz opracowań własnych autora na podstawie publikacji geologicznych wspomnianego powyżej terenu. System oparty jest na bazach danych; graficznych zbudowanych w MicroStation i opisowych MS Access. Środowiskiem systemowym dla modułu jest Windows 2000 Professional.

3.3. ADMINISTRACJA PROJEKTEM GIS

Czynności wstępne administratora projektu typu GIS składa się z następujących etapów:

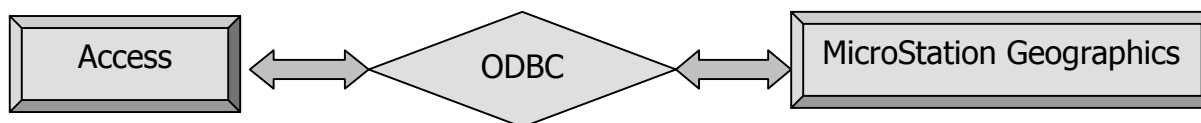
- definicja sterownika baz danych ODBC,
- założenie projektu,

MicroStation z nakładką Geographics współpracuje z wieloma typami baz danych. Dla potrzeb omawianego projektu, będziemy się łączyć z bazą Microsoft Access za pomocą modułu ODBC. Moduł ODBC instaluje się wraz z systemem operacyjnym lub dostarczany jest z programami użytkowymi np. Microsoft Office.

ODBC

Aplikacja sprzęgająca dwa programy na poziomie systemu operacyjnego w jeden spójny system to sterownik *ODBC* (Open DataBase Connectivity) – firmy Microsoft. Sterownik dostarcza standardowo producent z oprogramowaniem systemowym, w systemach 32 bitowych (Windows 98/2000Me/Pro/XP) nazywa się „odbcad32”. Sterownik niezależnie od wersji dystrybucyjnej systemu operacyjnego obsługiwany jest zarówno przez MS Access, jak również przez MicroStation Geographics.

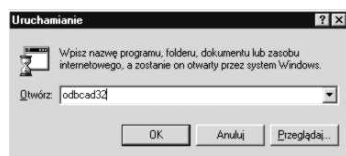
Przepływ informacji w systemie następuje według schematu



Rys. 10. Przepływ informacji w systemie GIS

Według powyższego schematu kluczowym zagadnieniem jest zaprogramowanie sterownika ODBC. Komunikacja jest obustronna. Wymiana informacji pomiędzy bazami możliwa jest tylko dzięki sterownikowi ODBC. Prawidłowe ustawienie *administratora* źródła bazy danych (rys. 11) w systemie operacyjnym umożliwia łączenie baz, jak również wykonywanie różnego rodzaju analiz i zestawień w dalszym etapie pracy z bazami danych.

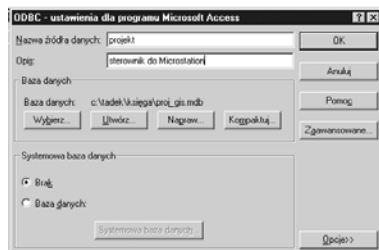
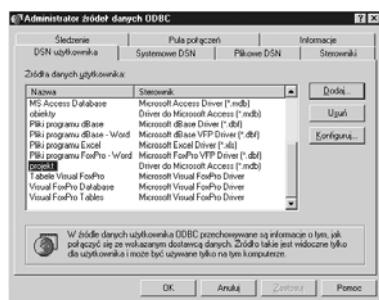
Poprzez prawidłowe ustawienie *administratora* źródła danych należy rozumieć nadanie nazwy, wybór bazy danych MS Access i dobór właściwego dla administratora danych sterownika obsługującego bazę relacyjną.



Rys. 11. Sterownik ODBC

Schemat postępowania w ustawieniu sterownika ODBC:

1. uruchomić polecenie *Start* w menu Start systemu Windows
2. wybrać polecenie *Uruchom*
3. wpisać nazwę programu obsługującego, czyli *odbcad32*
4. uaktywnić zakładkę *DNS użytkownika*
5. wybrać polecenie *Dodaj...*
6. wybrać odpowiedni sterownik - *Driver do Microsoft Access (*.mdb)*
7. włączyć polecenie *Zakończ*
8. wprowadzić *Nazwa źródła danych*
9. poleceniem *Wybierz* wybrać odpowiednią bazę danych lub przyciskiem *Utwórz* zdefiniować nową bazę
10. potwierdzić – *OK*
11. zaakceptować założony sterownik, jeżeli został dołączony do listy sterowników - *OK*



W pozycji *źródła danych ODBC* w zakładce *DNS użytkownika* należy stworzyć nowe źródło danych, wybrać *Driver do Microsoft Access*,

zdefiniować jego nazwę oraz określić bazę danych do której sterownik ma się odnosić. Baza danych może być założona wcześniej jako pusta lub może być określona podczas definicji sterownika. Nazwa źródła danych jest bardzo ważną informacją, gdyż wykorzystywana będzie później przez użytkownika w definicji łączenia MicroStation Geographics z bazą danych.

Założenie projektu

Projekt zakładamy w MicroStation Geographics, po uruchomieniu oprogramowania MicroStation z nakładką Geographics należy wybrać polecenie *Projekt*, a następnie *ustawienia* i przeprowadzić proces zakładania i definicji całego projektu. Projekt w części graficznej korzysta z pliku prototypowego (seed.dgn), który jest jednakowy dla całego opracowania. Dobór pliku jest bardzo ważny, gdyż znajduje się w nim definicja jednostek roboczych, układu współrzędnych prostokątnych itp. Plik prototypowy może być zdefiniowany przez użytkownika, lub wykorzystany standardowy plik proponowany w MicroStation Geographics.

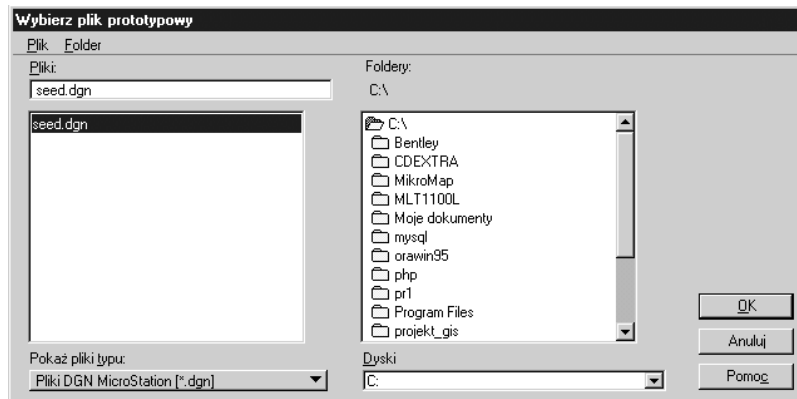


Rys. 12. Definicja projektu

Zakładanie projektu GIS:

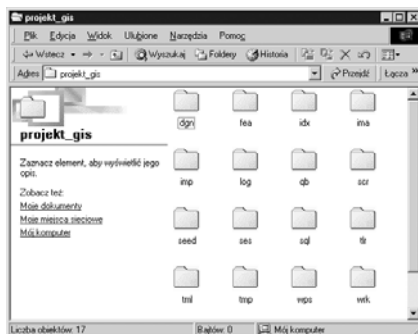
1. uruchomić MicroStation Geographics V8
2. przejść do opcji *Projekt* i włączyć w menu dolnym polecenie *Ustawienia*
3. wywołana zostanie paleta *Definiuj projekt*, w której ustawiamy miejsce na dysku, w którym będą przechowywane pliki projektu
4. określamy *Folder nadrzędny* projektu
5. następnie *nazwę*, która pozwoli na identyfikację projektu
6. wybrać z listy dostępnych *Serwer baz danych*
7. wpisać *Login bazy* zgodny z nazwą źródła danych zapisaną w ustawieniach ODBC
8. poleceniem *Utwórz* zakończyć definicję projektu

Podczas definicji projektu (rys. 12) pojawia się pytania oprogramowania odnośnie tabel atrybutowych, na które należy odpowiedzieć twierdząco, gdyż baza danych założona wcześniej była pusta. Kolejnym krokiem jest wybór pliku prototypowego, zgodnego z założeniami projektu. Plik wzorcowy (rys. 13) powinien być wcześniej zdefiniowany przez użytkownika.

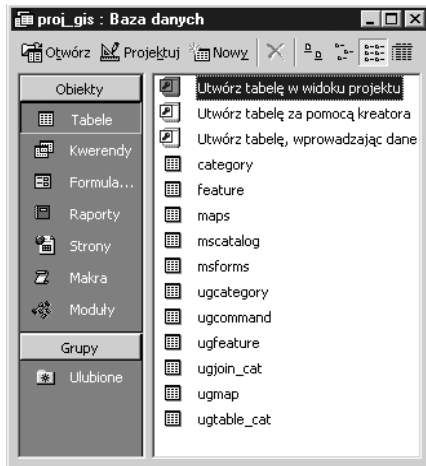


Rys. 13. Wybór pliku prototypowego na etapie definicji projektu potwierdzamy wskazując plik i następnie przycisk *OK*

Kontrolę poprawności założonego projektu sprawdzamy poprzez analizę zawartości folderu projektu oraz tabel definicje tabel administracyjnych w bazie danych. Efektem poprawnie założonego projektu są dwie grupy elementów: 16 podkatalogów w folderze projektu i 11 tablic (*tabele administracyjne*) w bazie danych (rys. 14 i 15).



Rys. 14. Podkatalogi powstałe w wyniku definicji projektu w folderze *projekt_gis* zgodnym z nazwą projektu odpowiadają za organizację części graficznej projektu

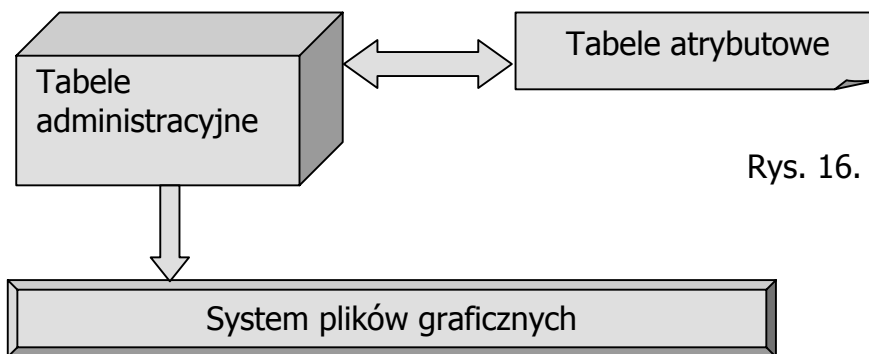


Rys. 15. Tabele administracyjne powstały po definicji projektu w bazie danych zarządzają przepływem informacji między MicroStation i Access

Kontrola poprawności definicji projektu, jak zostało już wspomniane wcześniej, możliwa jest poprzez sprawdzenie listy tabel administracyjnych w bazie danych projektu.

3.3.1. TABELLE ADMINISTRACYJNE

Tabele administracyjne pozwalają na definiowanie wszystkich elementów projektu GIS „z poziomu” bazy relacyjnej. Wspomniane tabele umożliwiają nadzorowanie poprawnego działania systemu plików graficznych i zarządzanie tabelami. Strukturę przepływu informacji w MicroStation Geographics opisuje poniższy schemat (rys. 16).



Rys. 16. Struktura zależności tabel i systemu plików graficznych

Tabele administracyjne nadzorują pracą całego projektu. Dla prawidłowej pracy aplikacji są to tabele niezbędne. Strukturą, nazwy i typy danych zdeterminowane są przez oprogramowanie MicroStation Geographics, i nie należy ich zmieniać. Wykaz i funkcja poszczególnych tabel administracyjnych jest następująca:

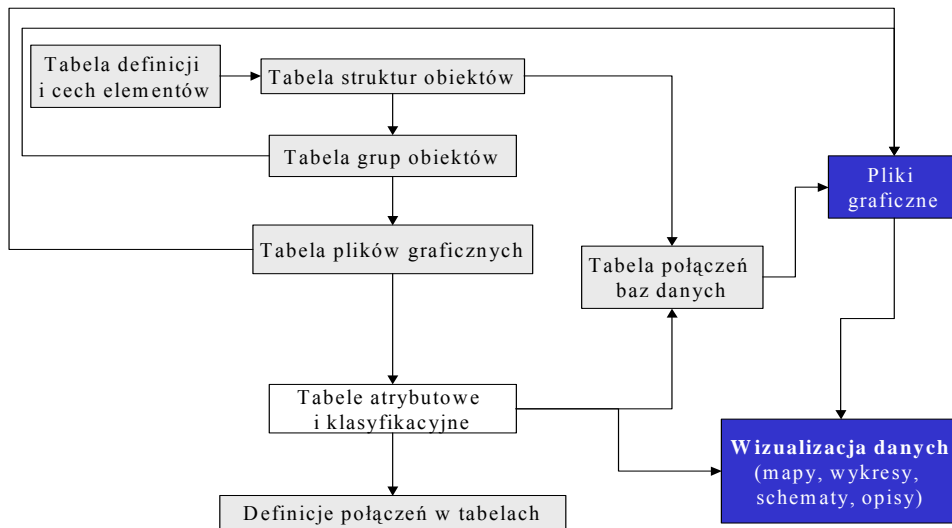
- *category* – tablica określająca nazwy wszystkich plików graficznych, podział na kategorie tematyczne, występujące w projekcie,

- *future* – tablica, w której zawierają się definicje obiektów przydzielonych do kategorii, obiekty wprowadzone są na mapę w czasie wektoryzacji,
- *maps* – tablica określająca nazwy i lokalizację przestrzenną plików referencyjnych, zgodnych ze zdefiniowanymi kategoriami,
- *mscatalog* – tablica określająca połączenia bazy graficznej z bazą opisową,
- *ugcategory* – tablica określająca podział plików graficznych na kategorie tematyczne,
- *ugcommand* – tablica zawierająca polecenia MicroStation wykorzystywane w czasie wektoryzacji,
- *ugfuture* – tablica z definicją obiektów znajdujących się w projekcie, skalowaniem obiektów itp.,
- *ugmap* – tablica w której określona jest lokalizacja plików wektorowych i rastrowych biorących udział w projekcie,
- *ugjoin_cat* – tablica określająca relacje pomiędzy tabelami w bazie danych,
- *ugtable_cat* – tablica zarządzająca tabelami danych, tablica steruje zapytaniami kierowanymi do bazy danych,

Budując projekt w MicroStation Geographics użytkownik automatycznie określa połączenia pomiędzy elementami bazy graficznej i tabelami systemowymi bazy opisowej. Definiując układ i strukturę projektu, określona została zawartość poszczególnych tabel systemowych w projekcie:

- w tabeli *category* zdefiniowane zostały wszystkie pliki stanowiące nakładki graficzne występujące w opracowaniu (otwory, przekroje, warstwy),
- w tabeli *maps*, zdefiniowane zostały nazwy plików graficznych,
- definicje elementów, tworzących obiekty na mapach, znajdują się w tabeli *feature* (otwory, przekroje, numery, warstwy itd..),
- operacje graficzne do tworzenia obiektów graficznych z elementów w tabeli *ugcommand*, (place linestring, place cells),
- zestaw tabel atrybutów określony został w tabeli *mscatalog* (otwory, przekroje, warstwy)

Z powyższego opisu wynika, jak bardzo zależne są obiekty występujące w bazie graficznej od rekordów bazy opisowej. Strukturę przepływu informacji i zależności pomiędzy danymi w systemie obrazuje diagram

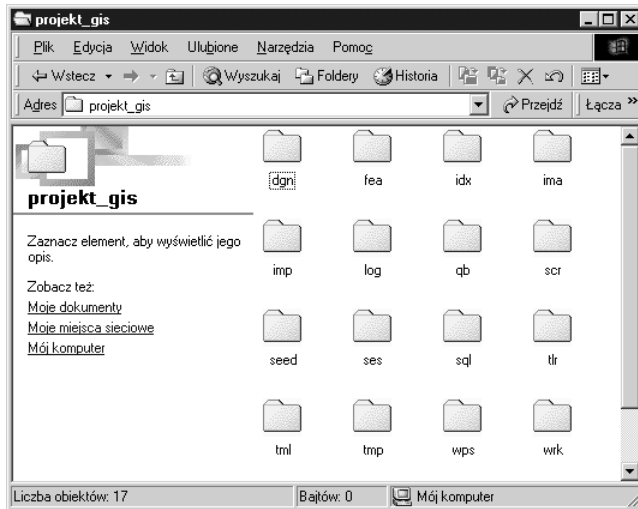


Rys. 17. Diagram relacji w bazach danych

Na diagramie relacji (Rys. 17) widoczne są zależności pomiędzy tabelami w bazie relacyjnej i plikami graficznymi tworzącymi nakładki mapy. Zestaw tabel atrybutowych definiowany jest przez użytkownika systemu. Powiązania między tabelami i elementami graficznymi zapewniają klucze główne (*mmlink*), indywidualny dla każdego obiektu, i klucz obcy (*mapid*) wyróżniający nakładki graficzne. W trakcie budowy projektu użytkownik będzie uzupełniał informacje zawarte w tablicach atrybutowych. Niektóre z danych zostaną wprowadzone do baz automatycznie z poziomu MicroStation Geographics, niektóre informacje muszą być wprowadzone do tablic bazy ręcznie. Przykładem tego rodzaju informacji jest wykaz tabel atrybutowych projektu. W tablicy *mscatalog* należy wprowadzić nazwy tabel atrybutowych i kolejne numery *entitynum*.

3.3.2. ZARZĄDZANIE PLIKAMI GRAFICZNYMI

Pliki graficzne projektu zgromadzone są w folderach użytkowych projektu, założonych w czasie definicji projektu. Prawidłowe działanie projektu uzależnione jest od prawidłowej organizacji przechowywania plików w odpowiednich folderach. Dla użytkownika i administratora projektu najważniejsze są następujące foldery (rys. 18):



Rys. 18. Foldery projektu

Struktura folderów w projekcie

- *dgn* – katalog z plikami map, wszystkie mapy (wektorowe i rastrowe) powinny być zgromadzone w tym katalogu,
- *idx* – katalog z plikami *index.dgn* i *vicinity.dgn* odpowiedzialnymi za prawidłowe dołączenie plików graficznych do projektu dla potrzeb zarządzania częścią graficzną projektu,
- *seed* – katalog z plikiem wzorcowym *seed2d.dgn* wykorzystanym w projekcie.

Pozostałe podfoldery występujące w folderze projektu nie mają znaczenia dla prawidłowego działania całego projektu GIS. Powstałe foldery ułatwiają zarządzanie plikami projektu i przechowywanie plików w odpowiednich miejscach. Organizacja folderów powoduje, że MicroStation Geographics podczas działania odwołuje się do odpowiedniego w danym momencie miejsca na dysku. Przykładem może być budowa zapytań do bazy danych. Wszystkie zapytania, budowane w oprogramowaniu, domyślnie przechowywane są w folderze *sql*. Użytkownik wywołując zdefiniowane zapytanie w programie otwiera ścieżkę dostępu do katalogu, w którym zapytanie jest przechowywane, czyli *sql*. Oczywiście jest, że użytkownik na każdym z etapów budowy i zarządzania projektem może zmienić nazwy folderów i przechowywane tam pliki, jednak zaproponowana architektura projektu przez oprogramowanie jest wygodna w użytkowaniu, bez konieczności stosowania dodatkowych ustawień środowiskowych.

3.3.3. KATEGORIE I CECHY

Definicje kategorii i cech konieczne są do zarządzania połączeniami informacji opisowych i graficznych. MicroStation Geographics umożliwia zarządzanie danymi w dwustopniowej strukturze. Kategorie definiują grupy tematyczne projektu (np. otwory, przekroje, warstwy), zaś cechy określają prezentację graficzną obiektu występującego w określonej kategorii (np. przekrój z opisem, warstwa z charakterystyką). Opisany projekt zawiera trzy kategorie:

- *otwory* – kategoria map na których zlokalizowane będą odwierty geologiczne,
- *przekroje* – kategoria z przekrojami,
- *warstwy* – kategoria z warstwami geologicznymi.

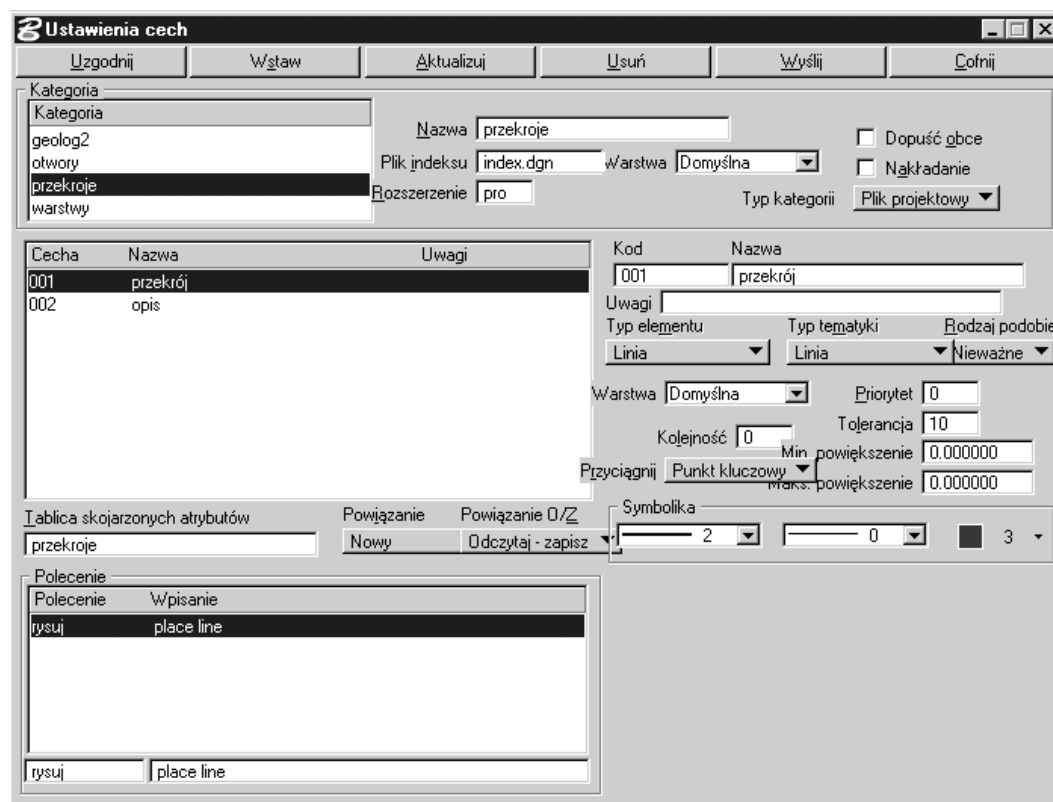
Dobór kategorii tematycznych jest indywidualny dla określonego projektu i zależy jedynie od administratora (twórcy), który zdefiniował projekt. Struktura powinna być zgodna z obowiązującymi standardami budowy projektów typu GIS. W przypadku omawianego projektu założone zostały kategorie niezależne, dla różnego rodzaju obiektów na mapie. Postępowanie takie jest zasadne, gdyż nie mamy dodatkowych informacji o obiektach, a nasz projekt ogranicza się jedynie do mapy geologicznej. W przypadku, gdy treścią projektu byłaby np. mapa topograficzna, a część geologiczna miałaby stanowić nakładkę tematyczną, wszystkie wymienione tutaj obiekty stanowiłyby treść jednej kategorii tematycznej. W kategorii *geologia* zdefiniowana by była całość treści mapy geologicznej.

Kolejność postępowania podczas tworzenia kategorii i cech została przedstawiona poniżej (rys. 19 i 20):



Rys. 19. Definicja projektu

W opcji *Definiuj projekt*, otwartej z polecenia *Ustawienia* menu górnego MicroStation Geographics należy wybrać polecenie *Ustawienia cech*, włączenie polecenia spowoduje wywołanie tablicy widocznej poniżej



Rys. 20. Kategorie i cechy

Okno Ustawienia cech podzielone jest na dwie części:

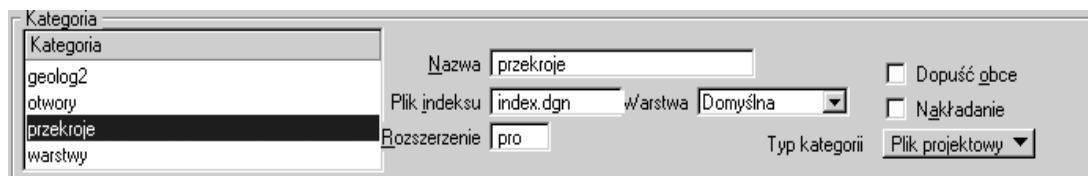
- *Kategoria* – definicje poszczególnych kategorii tematycznych występujących w projekcie,
- *Cecha* – definicje cech graficznych obiektów w poszczególnych kategoriach.

Ponadto w oknie występują przyciski funkcyjne umożliwiające komunikację użytkownika z programem i zarządzanie informacjami w bazie danych:

- *Uzgodnij* – dopasowanie nazwy aktywnego pliku do kategorii,
- *Wstaw* – założenie kategorii lub cechy,
- *Aktualizuj* – uaktualnienie treści dla kategorii lub cechy,
- *Usuń* – kasowanie kategorii lub cechy,
- *Wyślij* – wysyłanie informacji do tabel administracyjnych bazy danych,
- *Cofnij* – cofanie wykonanej operacji edycyjnej.

Podczas definicji kategorii administrator projektu musi ustalić rozszerzenia dla plików graficznych występujących w projekcie, plik indeksu, warstwę oraz rodzaj pliku (projektowy lub rastrowy).

Dodatkowym ustaleniem jest dopuszczenie plików „obcych” np. w formacie AutoCad, Corel, DesignCad i pozwolenie na nakładanie się plików na jednej warstwie projektowej. Rozwiązanie stosowane w przypadku dużej liczby plików projektowych.



Rys. 21. Nowe kategorie plików projektowych

Zakładanie nowej kategorii plików projektowych:

1. wprowadź nazwę kategorii w polu *Nazwa*,
2. ustaw *Plik indeksu* – we wszystkich projektach Geographics jest to plik index.dgn,
3. ustal *Rozszerzenie*, dzięki któremu kategoria będzie rozpoznawana przez system,
4. ustaw *Warstwę*, na której będą znajdowały się informacje w projekcie,
5. wybierz *Typ kategorii* dla określonego pliku,
6. wybierz polecenie z menu górnego palety *Wstaw*,
7. potwierdź działanie ustalenia kategorii zapisując wyniki do bazy danych poleceniem *Wyślij*.

Kolejnym etapem pracy administratora jest dobór odpowiednich cech graficznych (rys. 21) obiektów do zdefiniowanej kategorii. Grupa cech, poprzez występujące w niej elementy tworzy kategorie tematyczne. Przykładowo, w kategorii *przekroje* zawarte będą cechy:

1. *przebieg* przekroju – przedstawiony jako linia na mapie,
2. *opis* przekroju – numer lub oznakowanie literowe na mapie.

Dla każdej cechy podczas jej tworzenia należy zdefiniować format danych, jaki będzie reprezentowany przez obiekt graficzny. Ponadto proces budowania cech wymaga kilku definicji:

1. **Sposób prezentacji graficznej w MicroStation** – cechy takie jak *przebieg* i *oznaczenie* przekroju, z punktu „widzenia” MicroStation są typowymi elementami graficznymi, należy zgodnie z atrybutami graficznymi przyporządkować im kolor, grubość, warstwę, styl itd. Dodatkowo dla *opis* przekroju dostępne są jeszcze atrybuty tekstu, opisujące wysokość i szerokość, czcionkę, pochylenie, itp. Wybór powyższych ustawień powinien być zgodny z przyjętą technologią zgodną ze standardami np.: mapa geologiczna Polski. Zdefiniowanie atrybutów graficznych będzie oznaczać, że wprowadzany do projektu

element będzie domyślnie przybierał atrybuty graficzne zdefiniowane w obiekcie graficznym.

2. **Interpretacja oprogramowania GeoGraphics** - wprowadzane elementy będą reprezentowały sobą odpowiednie typy tematyczne. Zdefiniowanie *przebiegu* przekroju geologicznego jako linii, a jego *opis* jako tekst oznaczać będzie, że w tak stworzonym przyporządkowaniu, GeoGraphics będzie mógł identyfikować przekroje tylko za pomocą narysowanej linii w postaci wektora. Tylko linia będzie miała połączenie z bazą danych. Umożliwi to wykonanie analiz.
3. **Sposób wyświetlania** – GeoGraphics umożliwia dołączenie do jednego elementu graficznego kilku cech. Np. linia *przekroju* geologicznego może być równocześnie krawędzią *uskoku* tektonicznego. Podczas tworzenia projektu, można ustalić cechę wyświetlaną, jeżeli jeden element będzie posiadał kilka cech. Parametry ustalone zostają przez ustawienie *Priorytetu* i *Kolejności* wyświetlania elementów. MicroStation pozwala na umieszczanie elementów graficznych na 63 warstwach. Oznacza to, że w jednym pliku, można wprowadzić maksymalnie 63 zagadnień tematycznych, a każde zajmowało będzie niezależną płaszczyznę projektową. GeoGraphics pozwala zarządzać elementami graficznymi na poziomie cech, czyli każda cecha będzie mogła być wyświetlana oddzielnie, niezależnie od warstwy, na której się znajduje. Pozwala to na dowolne ustawienie wyświetlania elementów występujących w projekcie.
4. **Łącza z bazą danych** – ustalenie połączenia elementu graficznego z bazą danych. Administrator określa tablicę, w której znajdują się atrybuty opisowe obiektów graficznych. Za pomocą GeoGraphics można zarządzać danymi przechowywanymi w środowisku graficznym i informacjami zgromadzonymi w bazie danych.
5. **Składnia polecenia** – przyporządkowanie określonej cesze polecenia umożliwiającego graficzne jej wyrysowanie. W praktyce będzie to oznaczać, że użytkownik chcąc narysować np. *warstwę* geologiczną nie będzie poszukiwał odpowiedniego narzędzia mogącego wyrysować wybrany element, lecz z chwilą wskazania cechy o nazwie *warstwa* automatycznie zostaną podłączone i wybrane określone narzędzia edycyjne. Do jednej cechy może być wybrane kilka narzędzi edycyjnych.

Wygląd okna edycyjnego cech pokazuje poniższy rysunek, cechy w projekcie mogą być wprowadzane i edytowane kolejno, każdą osobno, lub możliwe jest wprowadzenie kilku cech jednocześnie, a następnie edycja każdej z cech.

Cecha	Nazwa	Uwagi
001	przekrój	
002	opis	

Kod	Nazwa
001	przekrój

Uwagi

Typ elementu: Linia Typ tematyki: Linia Rodzaj podobier: Nieważne

Warstwa: Domyślna Priorytet: 0

Kolejność: 0 Tolerancja: 10

Przyciągnij: Punkt kluczowy Min. powiększenie: 0.000000 Maks. powiększenie: 0.000000

Symbolika: [Wybór] [Wybór] [Wybór]

Tablica skojarzonych atrybutów	Powiązanie	Powiązanie D/Z
przekroje	Nowy	Odczytaj - zapisz

Polecenie	Wpisanie
rysuj	place line

rysuj place line

Rys. 22. Definicja cech obiektów

Kolejne etapy podczas definicji cech:

1. podać *Kod* cechy – w całym projekcie kody powinny być unikatowe, niezależnie od kategorii tematycznej, kody mogą zawierać znaki liczbowe lub tekstowe o długości do 8 znaków
2. ustalić *Nazwę* cechy,
3. uaktywnić polecenie *Wstaw*,
4. zaznaczyć edytowaną cechę i ustalić kolejno parametry z odpowiednich list wyboru:
 - *Typ elementu*,
 - *Typ tematyki*,
 - *Warstwę*,
5. określić *Symbolikę* wyświetlania poszczególnych elementów graficznych (grubość, styl, kolor),
6. ustalić kolejność cech dopisanych do elementu graficznego poleceniem *Priorytet* i *Podobierstwo*
7. zdefiniować *Polecenie*:
 - nazwę polecenia, które będzie wyświetlane w czasie edycji (np. rysuj)
 - polecenie rozumiane przez Geographics (np. place line),
8. określić tablicę atrybutową w bazie danych, która zawiera informacje opisowe o elemencie graficznym, oraz zależnie od posiadanych informacji określić typ połączenia:
 - *Nowy* w przypadku braku informacji w bazie,
 - *Brak*, jeżeli w bazie informacje już są,

9. zapisać wszystkie ustawienia w tekstowej bazie danych, w tablicach administracyjnych wprowadzając polecenie *Wyślij*,

MicroStation Geographics komunikuje się z użytkownikiem „od końca”, czyli poprzez ustalone polecenie interpretuje odpowiednie komendy, ustawienia edycyjne i parametry do prezentacji efektów edycji (rys. 22). Ponadto cechy zostają dopisane do odpowiednich plików graficznych. Użytkownik, edytując mapę, wykorzystuje tylko końcowe polecenia.

3.4. BUDOWA BAZY GRAFICZNEJ

Mapy źródłowe, do których należy zaliczyć opracowania map geologicznych, pomiary geodezyjne, dane geologiczno-hydrogeologiczne wraz z charakterystyką terenu, tworzą informację przestrzenną. Wszystkie wykresy, opracowania słowne i tabelaryczne, dotyczące omawianego obszaru technicznych, stanowią dane przestrzenne. Mapa, niezależnie od technologii i sposobu opracowania, jest w sposób naturalny łącznikiem wszystkich informacji dotyczących obiektów. W okresie szybkiego rozwoju technologii informatycznych, coraz częściej spotykamy mapę w postaci cyfrowej (numerycznej). Mapa numeryczna, wchodząc w skład systemu informacyjnego, integruje zbiory danych przestrzennych pochodzące z różnych źródeł. Jest więc pewnego rodzaju pomostem pomiędzy wszystkimi podsystemami, które bazują na danych przestrzennych w określonym obszarze opracowania.

Mapa numeryczna, jako baza danych, łączy geometrię i atrybuty opisowe obiektów oraz przechowuje odpowiednio zapisane między nimi relacje, zapewniając im lokalizację przestrzenną. Rozwinięciem mapy są wszelkiego rodzaju rysunki i wykresy. Rysunki i wykresy, poprzez interakcyjne powiązanie z obiektami mapy numerycznej, wzbogacają jej informacje o nowe, graficzne elementy. Oznacza to w praktyce możliwość bezpośredniego dostępu z poziomu mapy do pełnej informacji graficznej o każdym obiekcie. Powierzchnia terenu ma charakterystykę trójwymiarową, a każdy punkt powierzchni określają trzy współrzędne x , y , z . Wartości x , y wyznaczają położenie punktu na płaszczyźnie, współrzędna z określa wysokość punktu. W systemach GIS zorganizowana struktura współrzędnych przestrzennych znana jest pod nazwą: numeryczny model terenu (*NMT*). NMT powstaje z połączenia informacji współrzędnych płaskich x , y z mapy numerycznej i opracowań wysokościowych z , wynikłych z bezpośrednich pomiarów geodezyjnych. Cechą wysokościową punktu stanowi przemieszczenie punktów kontrolnych. NMT jest rozwinięciem oraz wzbogaceniem treści geometrycznej mapy numerycznej.

3.4.1. PLIKI GRAFICZNE – NAKŁADKI TEMATYCZNE

Zbiór plików rysunkowych tworzy System Mapy Numerycznej. W opracowywanym Systemie Informacji Geograficznej mapa numeryczna budowana jest w postaci modelu hybrydowego. Mapa rastrowa ma bardzo bogatą treść, przeprowadzenie wektoryzacji w pełnej treści wymaga nakładu wielu środków. W praktyce, dla ograniczenia kosztów budowy mapy cyfrowej, stosowana jest metoda opracowania modelu hybrydowego mapy numerycznej. Informacje o lokalizacji miast, przebieg dróg i wód, przestrzenne usytuowanie obiektów sąsiednich lokalizowane są na części rastrowej mapy numerycznej. Elementy, takie jak odwierty geologiczne, przekroje i warstwy geologiczne przedstawione są za pomocą danych wektorowych. Dobór elementów wektorowych i rastrowych wynika również z technologii budowy systemu map numerycznych. Tylko elementy wektorowe na mapie mogą być połączone relacyjnie z wartościami opisowymi z bazy danych. Przeprowadzanie analiz i lokalizacja odpowiedzi w sposób graficzny możliwa jest wyłącznie na części wektorowej mapy.

Pliki graficzne muszą być zgodne w nazewnictwie z kategoriami (rys. 23) ustalonymi wcześniej podczas definicji kategorii.



Rys. 23. Lista kategorii ustalonych w definicji kategorii i cech

Założenie plików rysunkowych polega na stworzeniu nowych plików w katalogu *dgn* projektu, które będą zgodne z formatem MicroStation. Każdy plik należy założyć z odpowiednim plikiem prototypowym – stałym i jednakowym dla całego projektu. Plik prototypowy znajduje się w katalogu *seed* projektu. Przebieg procesu zakładania nowych plików zgodnie z omówioną powyżej, w kilku liniach procedurą nie będzie omawiany, gdyż nie jest to tematem książki, którą czyta aktualnie czytelnik.

Efektem końcowym jest zbiór plików graficznych i rastrów biorących udział w projekcie. Wszystkie pliki graficzne muszą się znajdować w katalogu *dgn* projektu (rys. 24). Wspomniana konieczność wynika z organizacji projektu. W projekcie użytkownik definiuje rodzaje plików graficznych występujących w opracowaniu i ich lokalizację przestrzenną. Dane do projektu zapisywane zostają w bazie opisowej, w tabeli *maps*. W tabeli znajdują się również nazwy plików rastrowych występujących w projekcie.



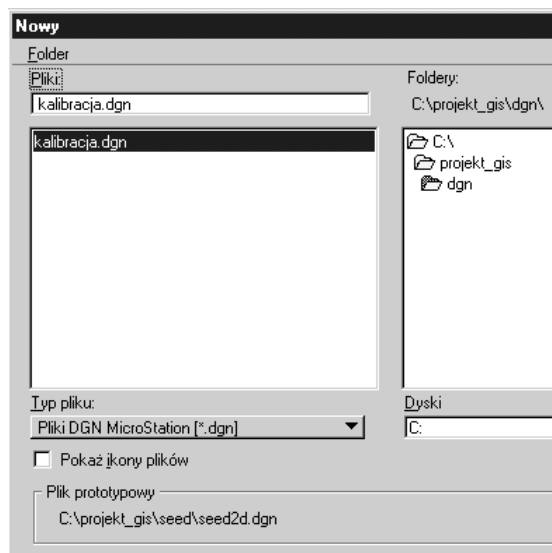
Rys. 24. Pliki rysunkowe zgodne ze zdefiniowanymi kategoriami

Wszystkie pliki znajdujące się w wymienionym katalogu są plikami projektowymi, zgodnymi ze standardem dgn firmy Bentley i MicroStation. Jedynie plik GEOLOG2.HMR jest rastrem, obsługiwanym przez MicroStation.

3.4.2. KALIBRACJA OBRAZÓW RASTROWYCH

Obraz rastrowy powstaje najczęściej poprzez skanowanie materiału źródłowego skanerem, w różnego rodzaju programach obsługujących. W treści skanowanej mapy znajduje się część północno-wschodnia Monokliny Przesudeckiej, rejon Głogowa. Obraz mapy zapisany został w formacie *jpg*. Następnym etapem opracowania była kalibracja rastra. Obraz rastrowy został przetransformowany do skali rzeczywistej 1:1 w jednostkach podstawowych (km). Punktami kalibrującymi była ramka mapy. Transformacja wykonana została metodą afiniczną przy czterech punktach dostosowania. Kalibrację wykonano przy użyciu aplikacji *Descartes* firmy *HMR* dedykowanej dla oprogramowania MicroStation.

Przeprowadzenie kalibracji jest możliwe jedynie wówczas, gdy użytkownik ma do dyspozycji plik wektorowy z punktami dostosowania. Plik z punktami dostosowania może być podany przez administratora systemu, lub założony samodzielnie przez użytkownika. Dla potrzeb projektu, każdy z użytkowników założy plik w MicroStation z punktami dostosowania (rys. 25). Prototypem może być *seed2d.dgn* wykorzystywany w projekcie.



Rys. 25. Nowy plik w MicroStation

Zakładanie nowego pliku w MicroStation:

1. podać nazwę w części *Pliki* i lokalizację pliku w części *Foldery i Dyski*,
2. wybrać *Typ* zakładanego *pliku*,
3. wybrać *Plik prototypowy*,
4. potwierdzić wybory *OK*.

W aktywnym pliku należy założyć cztery punkty dostosowania. Dla potrzeb projektu, a jednocześnie wygody użytkownika założone punkty będą okręgami o promieniu 2 w jednostkach podstawowych (rys. 26). Punkty dostosowania muszą być umieszczone we właściwym miejscu, czyli zgodnie z rozmiarem mapy.



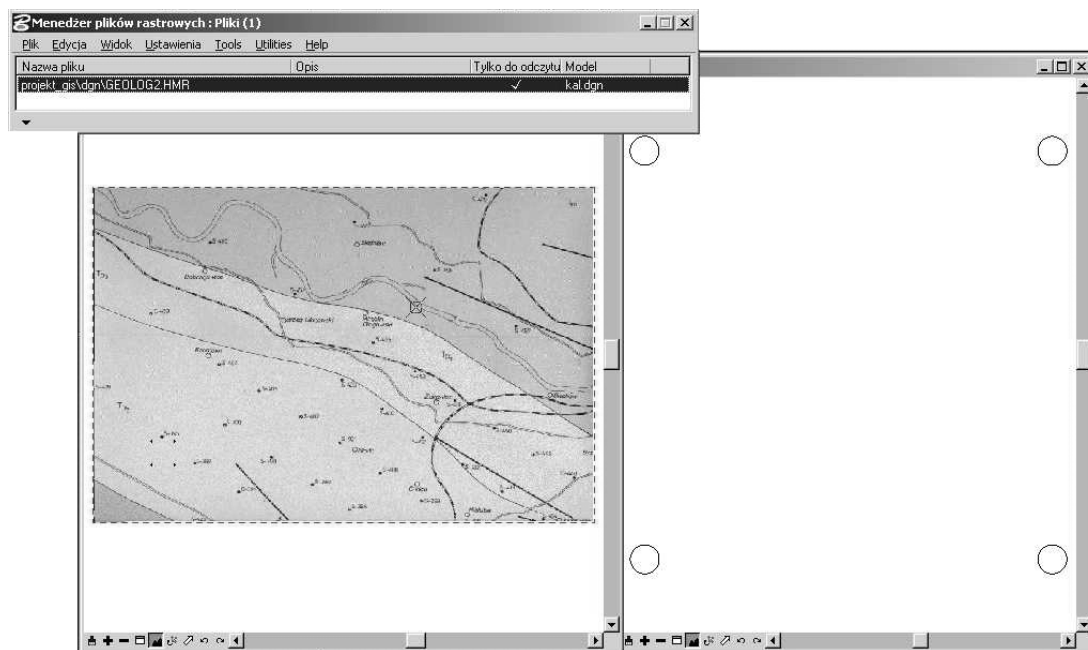
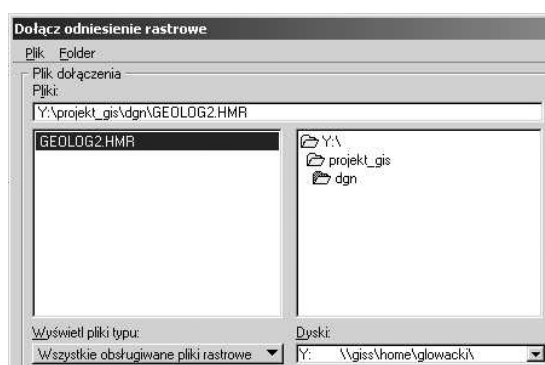
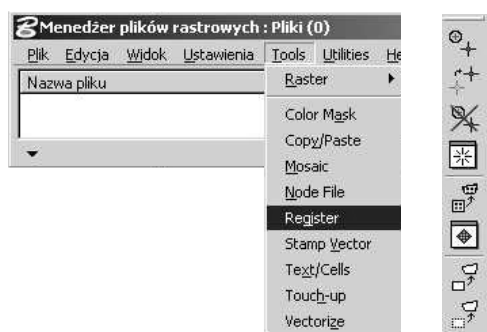
Wprowadzanie punktów kontrolnych (okręgów):

1. wybrać narzędzie rysunkowe (okrąg),
2. ustalić atrybuty graficzne okręgu (warstwa, kolor, styl, grubość),
3. wybrać z menu górnego polecenie *Narzędzia* i podpolecenie *Wpisania*,
4. w palecie *Wpisania* wykorzystując składnię $xy=$ wartość x ,wartość y (np. $xy=100.25, 34.21$) wprowadzić środki okręgów w przypisane współrzędnymi punkty.

Rys. 26. Punkty kontrolne

Kalibrację przeprowadzamy w programie MicroStation z nakładką Descartes. Pozornie wygląd oprogramowania się nie zmienił, jednak zmiany można zauważyć w momencie dołączania do rysunku orazów rastrowych. W palecie *Menadżer obrazów rastrowych* pojawiają się nowe polecenia, które będą wykorzystywane w czasie kalibracji, a których nie ma w MicroStation bez Descartes'a. Oprogramowanie Descartes pozwala na edycję rastrów zapisanych w formacie *hmr*. Jednakże elastyczność

oprogramowania pozwala na konwersję dowolnego pliku graficznego do postaci pliku *hmr*. Konwersję można wykonać w Microstation bez aplikacji dodatkowej.

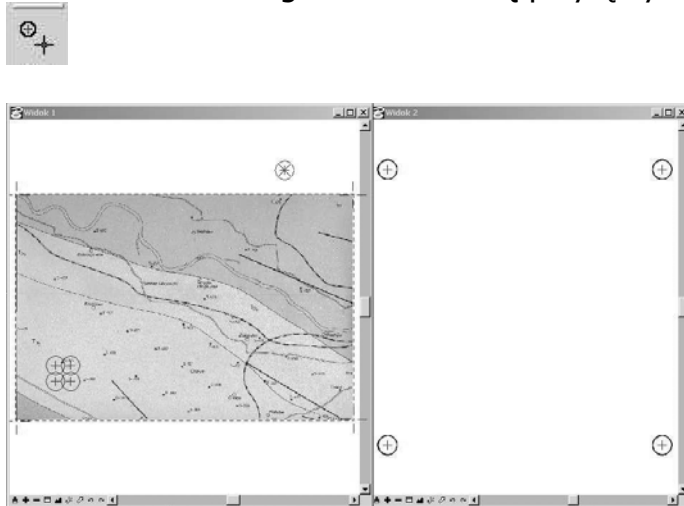


Rys. 27. Kalibracja rastrów w MicroStatin Descartes:

1. uruchomić z polecenia *Tools* paletę *Register*,
2. wczytać obraz rastrowy, który ma zostać skalibrowany (geolog2.hmr) poleceniem *Plik* i opcją *Dołącz*,
3. rozmieścić okna w aktywnym pliku tak, aby sąsiadowały ze sobą w pionie, takie rozmieszczenie okien ułatwia wskazywanie punktów kontrolnych, stanowiących podstawę kalibracji rastra,
4. wprowadzić punkty dostosowawcze,

Przeprowadzenie kalibracji możliwe jest jedynie w wypadku, gdy użytkownik ma do dyspozycji plik z punktami dostosowania założonymi w układzie współrzędnych użytkownika (rys. 27). Kolejnym etapem kalibracji

jest wskazanie punktów dostosowania w układzie bazowym i dostosowawczym transformacji. Układ bazowym, do którego ma być skalibrowany obraz rastrowy. Układ dostosowawczy, to raster, który ma być skalibrowany. Punkty wskazujemy kolejno, na początku w układzie bazowym, a następnie w układzie dostosowania (rys 28). W układzie bazowym, w którym ustanowione są punkty dostosowawcze możliwe jest przywiązanie się do tych punktów, zapisanych jako elementy wektorowe. W układzie dostosowania snapowanie jest niemożliwe, gdyż do obrazu rastrowego nie można się przyłączyć.



Register - Y:\kal.rgr

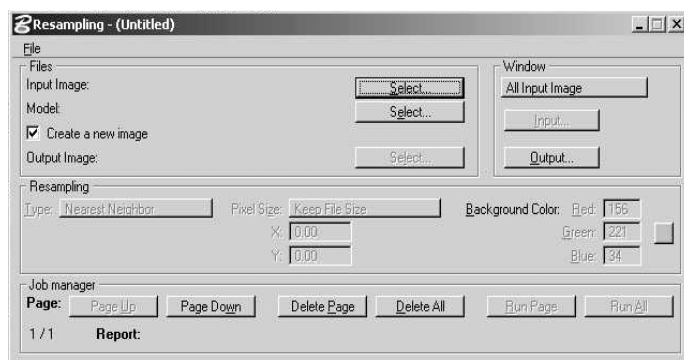
File Edit View Settings Apply

Model Selected: [4 pts or +] Projective (Project)

Actual Model: [4 pts or +] Projective (Project)

Point #	On	Base System		Uncorrected System		Residuals: Uncorrected System		
		X	Y	X	Y	X	Y	XY
1	X	1.70	2.40	-0.02	10.00	0.00	0.00	0.00
2	X	2.40	2.40	15.01	10.00	0.00	0.00	0.00
3	X	2.40	1.70	15.04	-0.01	0.00	0.00	0.00
4	X	1.70	1.70	-0.02	-0.08	0.00	0.00	0.00

On/Total: 4 / 4 Standard Deviation 0.00 0.00 0.00



Rys. 28. Definicja punktów kalibracji (kalibracja rastrów c.d.)

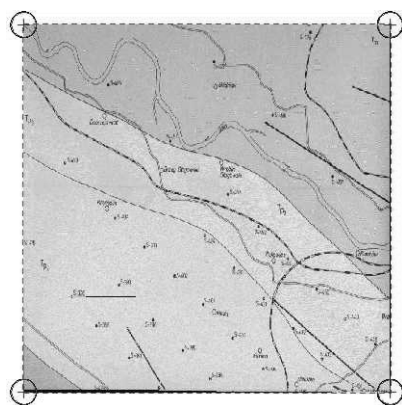
5. przyciskiem *Wstaw punkty dostosowania* należy uruchomić polecenie wprowadzania punktów,
6. obraz wprowadzonych kolejno punktów dostosowania. Kółkiem zaznaczono punkty bazowe, a krzyżem punkty dostosowania na obrazie rastrowym,
7. edycję punktów można przeprowadzić dzięki poleceniu *Register*,
8. poleceniem *File* z okna *Register* należy zapisać model transformacji, standardowo model ma rozszerzenie rgr i może być wykorzystany do kalibracji różnych plików rastrowych,
9. wywołać poleceniem *Apply* jedyną dostępną opcję *To Image*, która uruchomi paletę edycyjną *Resampling*,
10. wypełnić wszystkie pola edycyjne palety wprowadzając kolejno w polach:
 - *Input Image*: nazwę pliku do kalibracji,
 - *Model*: nazwę zapisanego modelu kalibracji,
 - *Output Image* nazwę nowego pliku po kalibracji



Wszystkie ustawienia można wykonać wykorzystując przycisk *Select* znajdującym się przy poszczególnych opcjach wyboru.

11. poleceniem *Run Page* uruchamiamy procedurę kalibracji rastra,
12. poprawność wykonania kalibracji sygnalizowana jest w polu *Report*

Wynik kalibracji został przez oprogramowanie oceniony jako dobry. Kontrola długości ram skalibrowanej mapy wykazała poprawność kalibracji.



Rys. 29. Mapa po kalibracji

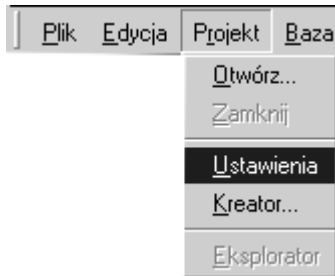
Widok fragmentu mapy w MicroStation po procesie kalibracji przedstawia rysunek obok. Mapa została wpasowana w punkty dostosowania, co oznacza, że proces kalibracji przeprowadzony został poprawnie.

Obraz skalibrowanej mapy zapisany został w formacie *hmr* i stanowi materiał wyjściowy do dalszych opracowań. Plik rastrowy jest jedną z części systemu, prawidłowa kalibracja rastra ma wpływ na treść i dokładność mapy (rys. 29). Raster stanowi podkład do przeprowadzenia wektoryzacji.

3.4.3. MENADŻER MAP

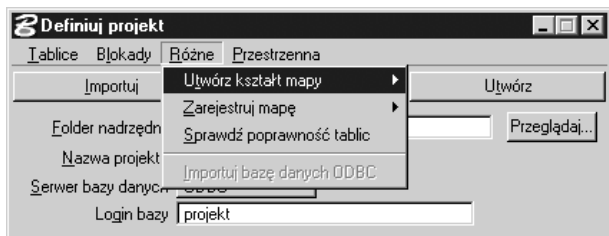
W projektach GIS konieczne jest szybkie i bezproblemowe zarządzanie obrazami graficznymi. Wbudowany w system MicroStation interfejs, zwany *Menadżer Map*, umożliwia automatyczne zarządzanie plikami rysunkowymi projektu, niezależnie od liczby plików i ich rodzajów. Ustawienia Menadżera należą do prac administracyjnych projektu i kolejność postępowania będzie omówiona w tym podrozdziale. Wszystkie ustawienia administrowane są z palety *Ustawienia* projektu. Na palecie *Definiuj projekt* wykorzystywane będzie polecenie *Różne*. Proces

rejestracji składa się z dwóch etapów: definicji kształtu mapy i rejestracji wybranego kształtu w projekcie (rys.30).



Rys. 30. Zapis położenia i kształtu mapy dla *Menadżera Map*:

1. wybrać z menu MicroStation polecenie *Projekt*,
2. włączyć polecenie *Ustawienia*, które uruchomi paletę *Definiuj projekt*,
3. w paletce *Definiuj projekt*, wybierać należy polecenie *Różne* w którym zdefiniowane są operacje rejestracji różnego rodzaju map w projekcie,



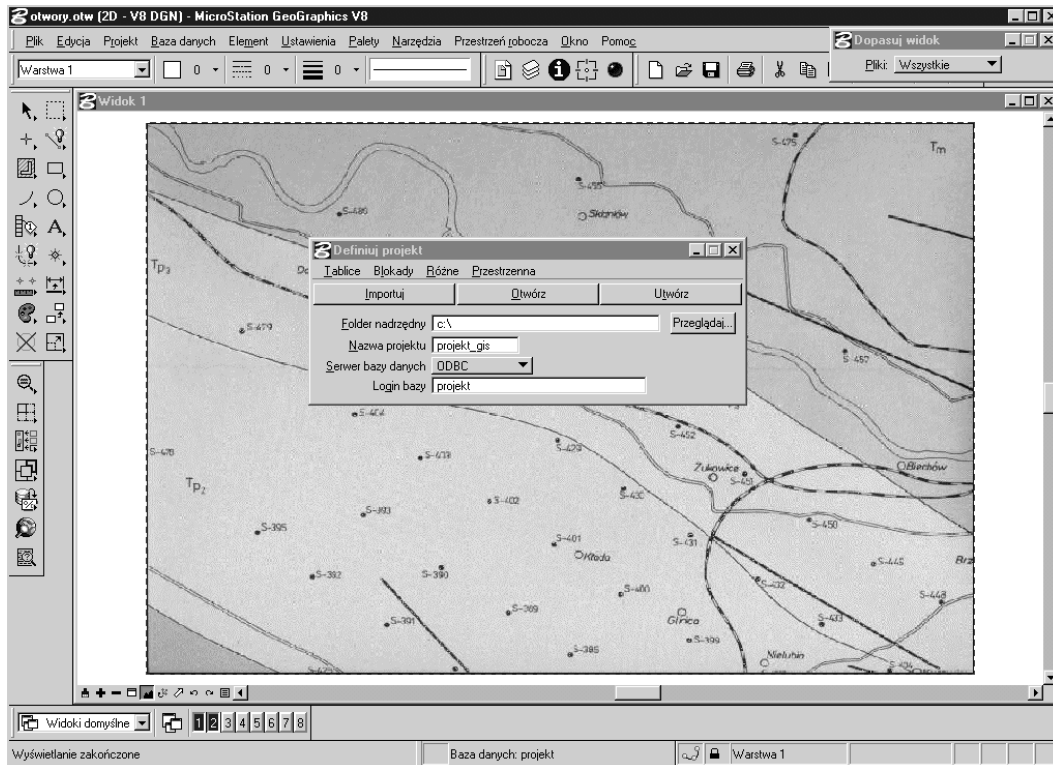
4. polecenie *Utwórz kształt mapy* pozwala na definicję obszaru rysunkowej mapy, który jest zawarty w projekcie,

5. zależnie od rodzaju i treści pliku należy wybrać odpowiednią opcję:

- *Plik projektowy* – rysunek mapy zgodny z dgn, cały obszar rysunkowy pliku wykorzystany zostanie w projekcie,
- *Obraz rastrowy* – mapa rastrowa, wywołanie tej opcji wymusza na użytkownika wskazanie pliku rastrowego wykorzystanego w budowie projektu,
- *Umieść wielokąt ręcznie* – wskazanie obszaru mapy wykorzystanej w projekcie



Poprawnie wykonane zadanie rejestracji pliku graficznego zostanie zasygnalizowane w dolnej części ekranu, w postaci informacji o wpisie do bazy danych mapy zarejestrowanej w projekcie.



Aktywny plik w projekcie to *otwory.otw*, w opcji tworzenia kształtu mapy wybrany został model wczytujący plik rastrowy *geolog2.hmr*. Kolejnym krokiem jest rejestracja zarówno pliku rastrowego, jak i projektowego (rys. 31).

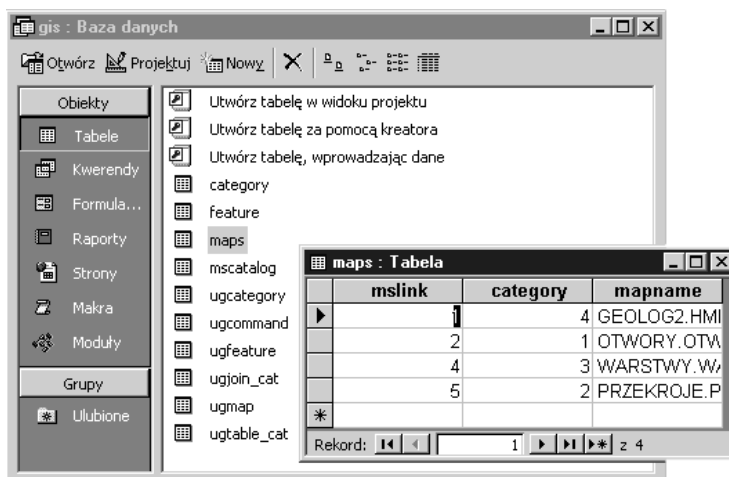


Rys. 31. Rejestracja plików graficznych:

1. wybierz z polecenia Różne,
2. na drugim poziomie menu rozwijalnego określ rodzaj rejestrowanego pliku (*Plik projektowy* lub *Obraz rastrowy*),
3. wskaż kursorem rejestrowany fragment pliku,
4. potwierdź rejestrację lewym klawiszem myszki,
5. prawidłowa rejestracja mapy wykazywana jest informacją systemową Geographics w dolnej części ekranu

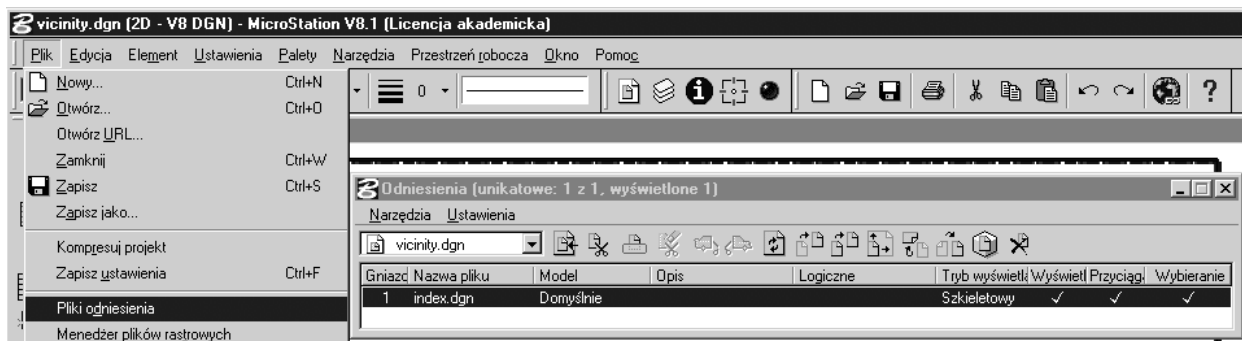


Obraz rastrowy rejestrowany jest tylko raz, każda z map wektorowych rejestrowana jest oddzielnie, jako niezależna część projektu. Rejestrowanie mapy wektorowej (pliku projektowego) możliwe jest jedynie wówczas, gdy jest to plik aktualnie otwarty. W Geographics nie ma możliwości zdalnej rejestracji w projekcie plików nieaktywnych. Kontrolą poprawności rejestrowanych plików graficznych w projekcie jest wywołanie tabeli *maps* w bazie danych i sprawdzenie jej zawartości (rys. 32).



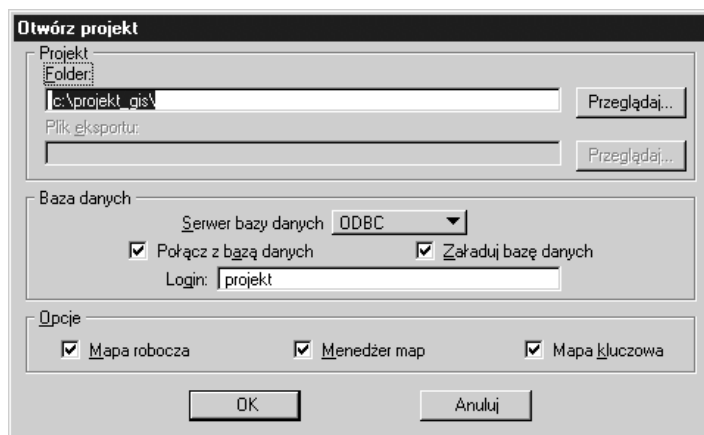
Rys. 32. Kontrola zarejestrowanych plików rysunkowych w bazie danych

Ostatnim etapem rejestracji plików graficznych jest zapis przestrzeni rezerwowanej przez pliki w projekcie. Zapis przestrzeni odbywa się w dwóch plikach: *index.dgn* i *vicinity.dgn*. Użytkownik otwiera w MicroStation plik *vicinity.dgn*, a *index.dgn* podczytuje jako plik odniesienia (rys. 33), następnie zaznacza niezależnym obszarem (np. poligonem) z wyraźnie odznaczającymi atrybutami, miejsce wstawienia plików rysunkowych do projektu.



Rys. 33. Zapis przestrzeni roboczej w pliku *vicinity* dla projektu z odniesieniem *index*

Wokół wrysowanych na pliku odniesienia obszarów należy wnieść obiekt, który będzie reprezentował pliki rysunkowe w projekcie. Kontrolą poprawności działania Menadżera map, który podczytuje pliki graficzne, jest wywołanie projektu, a następnie włączenie opcji wywołującej aplikację *Menadżer map* (rys. 34). Użytkownik w naturalny sposób z administratora projektu przechodzi do użytkownika zbudowanego projektu. Przedstawiona poniżej paleta rysunkowa wynika z przedstawionego wcześniej rozwinięcia. Szczegóły postępowania opisane zostały poniżej.



Rys. 34. Wywołanie projektu

Otwieranie projektu:

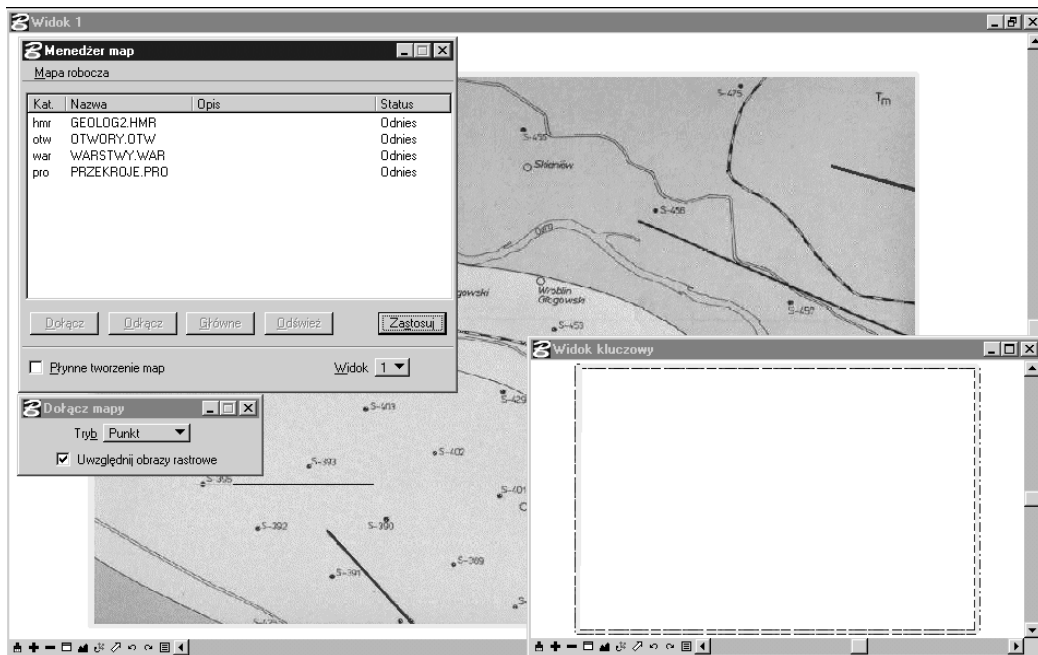
1. w poleceniu *Projekt* menu górnego MicroStation Geographics należy wybrać opcję *Otwórz*,
2. paleta *Otwórz projekt* pozwala na określenie lokalizacji plików projektu poprzez podanie *Folderu*, użytkownik, który nie pamięta miejsca przechowywania projektu może wykorzystać opcję *Przełóżaj*,

3. ustalić połączenie z bazą danych poprzez określenie:
 - a. *Serwera* (ODBC dla Access),
 - b. *Połączenia* i *Załadowania* bazy danych,
 - c. *Login*, który jest zgodny z nazwą źródła danych w sterowniku ODBC,
4. ustawić wszystkie *Opcje* na aktywne,
5. potwierdzić przyciskiem *OK*.

Potwierdzenie chęci otworzenia projektu powoduje, że system MicroStation Geographics wczytuje niezbędne informacje potrzebne do otworzenia projektu do pamięci operacyjnej komputera. Informacje, które są potrzebne znajdują się w bazie danych, a poprzez klucze główne zdefiniowane w bazie i połączenia ODBC możliwe jest załączenie informacji w prezentowanym otwartym projekcie (rys. 35). Aplikacja *Menadżer map* ułatwia pracę z systemem, jej wywołanie opisane zostało poniżej:

Rys. 35. Aplikacja *Menadżer map*:

1. wywołać aplikację *Menadżer map* z polecenia *Narzędzia* w menu górnym MicroStation,
2. wskazać dowolne miejsce w *Widoku kluczowym*, pojawiającym się jako okno 8
3. zatwierdzić wybór poleceniem *Zastosuj* w *Menadżerze map*.

Rys. 36. Widok Otwartego projektu wraz z *Menadżerem map* i wczytanymi mapami

Wskazanie w dowolnym miejscu wyróżnionego obszaru w widoku kluczowym powoduje dołączenie wszystkich plików rysunkowych do aktywnego projektu (rys. 36). Wykaz dołączonych plików znajduje się w palecie *Menadżer map*. Aktywacja plików następuje po wskazaniu przycisku *Zastosuj*. Prawidłowość działania menadżera map wskazuje, że w projekcie zostały poprawnie ustalone kategorie i cechy. Pliki rysunkowe zostały poprawnie zarejestrowane i wykazane w plikach indeksujących: *index.dgn* i *vicinity.dgn*. W momencie wywoływania menadżera map pojawi się paleta z zapytaniem o pliki rastrowe, jeżeli takowe w projekcie zostały ujęte, to należy je aktywować. Plikami zarządzającymi częścią graficzną systemu są dodatkowe pliki *vicinity.dgn* i *index.dgn*. W plikach tych zdefiniowana jest lokalizacja plików graficznych. Pliki dodatkowe generowane są automatycznie podczas tworzenia projektu w Geographics. Wszystkie operacje związane z analizą, przeszukiwaniem i obróbką danych

przeprowadzane są w na pliku roboczym *work.dgn*. Jest to plik tymczasowy, zmieniany przy każdym wczytywaniu projektu do systemu. Pliki graficzne utworzone dla potrzeb opracowania podczytywane są jako pliki referencyjne, w których nie można dokonywać zmian. Takie rozwiązanie zapewnia bezpieczeństwo danych graficznych. Prawdopodobnie zaprojektowany Menadżer map pozwala na otwarcie projektu w MicroStation Geographics.

3.4.4. WEKTORYZACJA

Uruchomienie projektu, o którym była mowa w poprzednim rozdziale oznacza zakończenie prac związanych z jego tworzeniem i przejście do modułu odpowiedzialnego za wprowadzanie danych. Wektoryzacja to proces tworzenia treści wektorowej plików rysunkowych projektu. Każdy z elementów wrysowanych na mapę jest obiektem graficznym do którego mogą być dopisane informacje opisowe.

Pozyskiwanie danych do tworzenia treści graficznej projektu można podzielić na dwa sposoby:

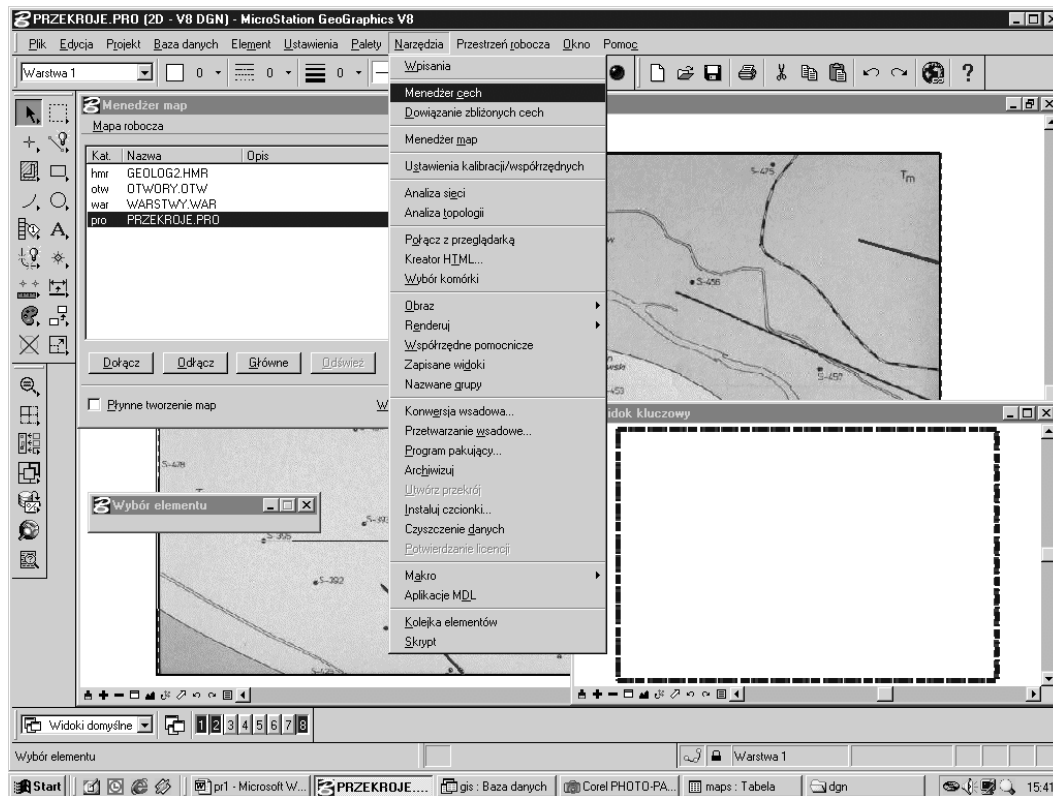
- Kreślenie
Wszystkie dane występujące w projekcie będą wyrysowane (wprowadzone) w MicroStation, źródłem danych graficznych może być:
 - podkład rastrowy
 - współrzędne w postaci XY, YX, XYZ itp.
 - digitalizacja
 - urządzenia pomiarowe przekazujące dane bezpośrednio do środowiska graficznego
 - pliki ze współrzędnymi, kodami, opisami, symbolami itp.

- Konwersja z innych układów

Wprowadzane dane będą importowane z innych systemów graficznych (np. AutoCad, DesignCad) albo z innych technologii (np. wektorowa mapa topograficzna), które mogą występować w środowisku MicoStation. Konwersja z innych systemów będzie oznaczać przekonwertowanie danych graficznych do środowiska MicroStation a następnie przyporządkowanie istniejących elementów do zdefiniowanych we własnym projekcie kategorii i cech. W większości przypadków odbywa się to ręcznie lub półautomatycznie. Niejednokrotnie zdarza się, że poszczególne platformy systemowe i w konkretnych aplikacjach są programy, całkowicie konwertujące zarówno dane graficzne jak i dane opisowe wraz z łączami (np. ArcGIS).

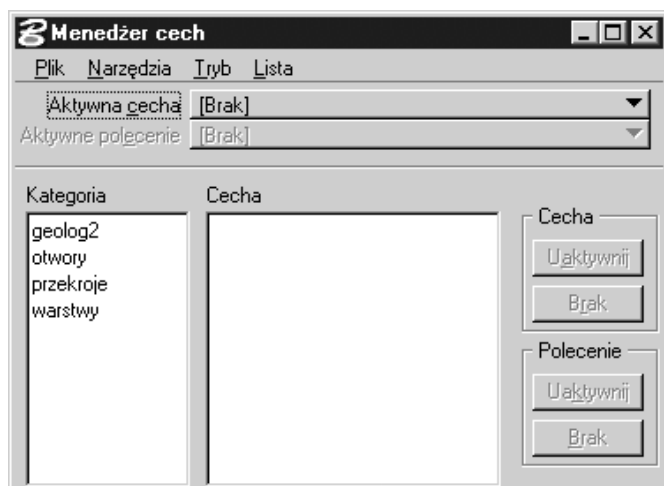
Wprowadzanie danych graficznych odbywa się na aktywnym pliku graficznym. W momencie wywołania projektu plikiem aktywnym jest *work.dgn*. Przeprowadzenie wektoryzacji możliwe jest po zmianie pliku w

Menadżerze map na plik aktywny zgodny z definicją kategorii i zawartych w kategoriach cech. Przykładowo, chcąc wprowadzać na mapę przekroje geologiczne, należy wywołać plik *przekroje.pro*. Użytkownik wektoryzuje mapę po wywołaniu palety *Menadżer cech*, którą otworzyć można z menu górnego poleceniem *Narzędzia* (rys. 37).



Rys. 37. Wywołanie *Menadżera cech*

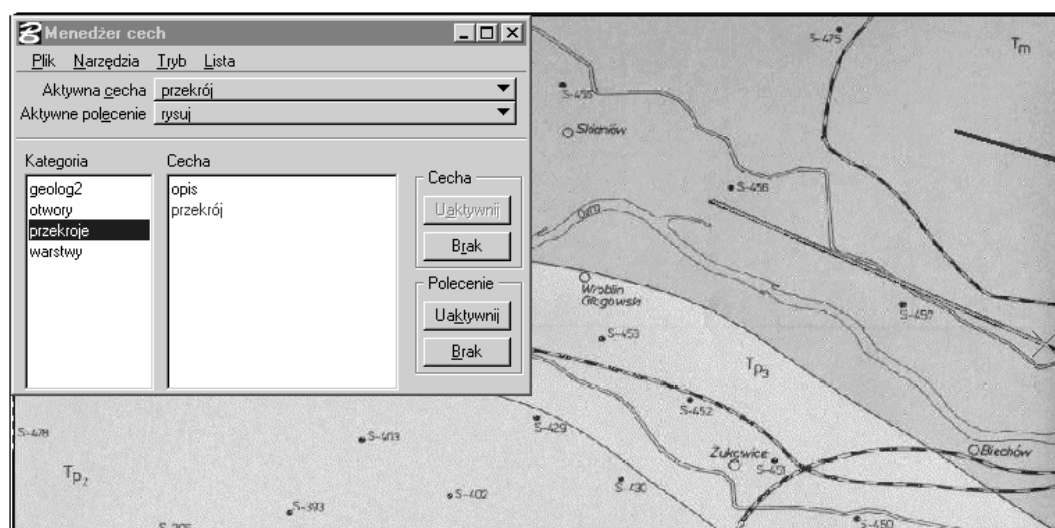
Aktywacja wskazanego na rysunku polecenia wywołuje paletę cech, które zdefiniowane zostały wcześniej w projekcie. Zgodnie z wcześniej określonymi danymi, mamy w pozycji *kategorie*: przekroje, a w pozycji *cechy*: opis i przekrój (rys. 38).



Rys. 38. Wybór obiektu do wektoryzacji

Wybranie pozycji *przekroje* uaktywia cechę odpowiadającą za obiekt graficzny, a pozycja *polecenie* sprawi, że stawiana linia będzie miała ściśle określone atrybuty graficzne.

Kolejnym krokiem jest już tylko poprowadzenie linii przekroju po obrazie rastrowym. Pierwszy wskazany punkt jest początkiem przebiegu przekroju, a drugi punkt jest końcem przekroju (rys. 39).



Rys. 39. Wektoryzacja obiektów na mapie

Podobnie wektoryzacja przebiega w przypadku wprowadzenia na mapę obiektów związanych z warstwami geologicznymi, czy też otwory geologiczne. Cechy składające się z kilku elementów graficznych (np. linie i teksty) wprowadzane są na mapę kolejno, zależnie od definicji zawartej w ustawieniach.

Zgodność ze standardem wykorzystywanym przy budowie map powoduje, że mapa ma wszystkie cechy mapy obiektowej. Podstawową zaletą mapy numerycznej jest łatwość i szybkość jej bieżącej aktualizacji oraz zdolność do elastycznego powiększania własnego zasobu danych. Posiadając naturalną cechę klasyfikowania pojedynczych obiektów,

poprzez atrybuty, pozwala na dowolne zestawianie treści w zakresie interesującym poszczególnych użytkowników. Każda nowa informacja graficzna, związana tematycznie z problematyką charakterystyczną dla różnych użytkowników, tworzona może być w formie osobnej kategorii obiektów, korespondującej w pełni z pozostałymi obiektami mapy.

Wszystkie pliki zostały zapisane w formacie zgodnym z *dgn*, rozróżnianym przez oprogramowanie firmy *Bentley*. Przedrostki w nazwie zbiorów graficznych są zgodne z wytycznymi prowadzenia systemu map numerycznych. Organizacja i struktura mapy numerycznej umożliwia transformację i przenoszenie danych do innych systemów wykorzystywanych przy budowie GIS.

3.5. OPRACOWANIE BAZY OPISOWEJ

Rozwinięcie i wzbogacenie treści mapy numerycznej możliwe jest poprzez dodanie do obiektów, znajdujących się na mapie, nowych informacji. W przedstawionym Systemie Informacji Geograficznej dla mapy geologicznej są to wszelkiego rodzaju rozwinięcia i poszerzenia występujących już na mapie danych. Obraz obiektów zawartych w bazie graficznej niesie w sobie tylko informacje o przestrzennej lokalizacji danego obiektu, lecz nie charakteryzuje jego cech opisowych. Stąd też podstawowymi cechami, obok położenia przestrzennego obiektu w bazach graficznych, są ich cechy opisowe, dla których konieczne jest prowadzenie baz opisowych. W bazach opisowych zawarte są atrybuty opisowe obiektów. One to z reguły pozwalają na analizowanie obiektów przestrzennych wraz z opisującymi je cechami. W bazach graficznych znajdują się również atrybuty opisowe, z których dzięki jasnej prezentacji graficznej można odczytać cechy obiektów. Jednakże graficzne atrybuty obiektów są bardzo ograniczone i brak możliwości ich rozszerzenia powoduje konieczność zastosowania zewnętrznych baz opisowych. Do gromadzenia cech niegraficznych obiektów zdecydowanie najbardziej nadają się bazy relacyjne. Relacyjne systemy baz danych są coraz częściej stosowane, wypierając z rynku systemy oparte na modelach sieciowym i hierarchicznym. Główną ich zaletą jest nieskomplikowany i łatwy w użyciu schemat danych wyrażony w postaci relacji. Każdej relacji odpowiada tablica wartości, której kolumny zawierają wartości atrybutów, a wiersze, wartości elementów relacji. Dostęp do danych jest tu znacznie prostszy niż w przypadku systemów hierarchicznych i sieciowych, nie wymaga on bowiem opisu ścieżek. Wyszukiwanie informacji i modyfikację zawartości bazy danych realizuje się za pomocą operacji elementarnych. Zaletą Relacyjnych Systemów Zarządzania Bazami Danych (ang. *Relation DataBase Management Systems*) jest również zlikwidowanie redundancji (powtarzalności danych) przez co zmniejsza się obszar na dysku zajmowany przez bazę danych. Relacyjne bazy danych wyposażone są w

rozbudowane mechanizmy zabezpieczające dane przed nieuprawnionym dostępem, jak i przed awariami systemu. Istnieje tu dokładne rozgraniczenie pomiędzy ochroną zróżnicowaną tematycznie, a zorientowaną obiektowo. Pierwsza z nich daje użytkownikowi określone uprawnienia, z których może on korzystać tak długo, jak długo będzie się identyfikował z hasłem umożliwiającym dostęp do bazy. Ochrona zorientowana obiektowo zapewnia zabezpieczenie każdej z tablic za pomocą określonego przywileju (poziomu uprawnień). Bardzo często jedna tablica (jeden obiekt) zabezpieczona jest wieloma poziomami ochrony, z których każdy przewidziano dla innej czynności (zapis, odczyt, aktualizacja).

Oprogramowanie relacyjnych baz danych oparte jest na języku SQL, standardowym języku zapytań dla bazy danych. SQL oferuje kompletny zbiór definicji danych oraz funkcji manipulowania danymi. SQL-em można posługiwać się interaktywnie podczas konwersacyjnej pracy z systemem, a także zagnieżdżać jego instrukcje w programach pisanych w innych standardowych językach programowania. Dzięki SQL użytkownik jest oddzielony od fizycznego dostępu do struktur danych, co zapewnia bezpieczeństwo, a jednocześnie wygodę i ujednoczenie operacji dostępu we wszystkich programach użytkowych.

DBMS firmy Oracle, jak również część pakietu Office – Access jako nowoczesne narzędzia informatyczne, umożliwiają łatwe projektowanie baz i korzystanie z nich. W tym celu projektanci baz przechowują tabele razem z komponentami interfejsu użytkownika. Cała baza danych i wszystkie związane z nią obiekty są przechowywane w jednym pliku na dysku.

3.5.1 STRUKTURA TABEL ATRYBUTOWYCH

Struktura opisowej bazy danych w opracowanym Systemie Informacji Geograficznej wynika z charakteru i zakresu danych. Analiza danych wyznacza sposób hierarchizacji i kształtowania struktury bazy danych opisowych. Z założeń i analizy potrzeb potencjalnych użytkowników wynika, że baza danych musi być wielopoziomowa. Podział na poziomy w bazie relacyjnej wynika również z informacji i rodzaju danych zawartych w części opisowej systemu. Ponadto w relacyjnej bazie danych, opartej na systemie bazy graficznej zbudowanej w oprogramowaniu MicroStation GeoGraphics konieczna jest budowa dodatkowych kilku tabel zarządzających systemem (*tabele systemowe*).

Elementami tworzącymi relacje pomiędzy tabelami są klucz podstawowy (ang. *primary key*). W każdej z tabel projektu jedna z kolumn musi posiadać identyfikator rozróżniający a jednocześnie łączący tabele ze sobą. W omawianym projekcie kluczem podstawowym jest *mslink*, atrybut

konieczny do łączenia informacji graficznej z baz graficznych i tekstowej z bazy atrybutów.

Zestaw *tabel atrybutowych* oddaje układ obiektów występujących w bazie graficznej na każdym z poziomów bazy. Organizacja tabel dotyczących obiektów w bazie danych związana jest z reprezentacją obiektów w bazie graficznej. Tabele z atrybutami opisowymi w bazie tworzą jedną grupę atrybutów, zwaną *atrybutami podstawowymi*, związane bezpośrednio z obiektami w bazie graficznej. Możliwe jest wydzielenie tabel *atrybutów dodatkowych*, które mogą zawierać informacje dodatkowe – poszerzające opis określony w tabeli atrybutów podstawowych.

W poszczególnych tabelach zawarte są między innymi następujące informacje:

1. *Atrybuty podstawowe* – niezienne w czasie, związane z obiektem opisywanym takie jak: nazwa i numer obiektu, lokalizacja, parametry geometryczne (rozpiętość, długość, głębokość itp.), data wprowadzenia do bazy danych, wykonawca pomiarów wyjściowych itp.
2. *Atrybuty dodatkowe* – zmienne w czasie, związane z obiektem i czasem sporządzenia, zawiera głównie dane parametrów mierzonych takich jak: aktualizacja, data wykonania, zmiany itp.

Dla potrzeb przedstawionego projektu ograniczono się do tabel z atrybutami podstawowymi.

Tabele *otwory, przekroje, warstwy*, odpowiadają obiektom graficznym znajdującym się na mapie numerycznej i onoszą się do odpowiednich obiektów w plikach graficznych.

3.5.2. TYPY DANYCH

Tabele bazy danych tworzą rekordy (wiersze), które posiadają parametry opisowe (atrybuty). Typ danych określa rodzaj atrybutu opisującego rekord w bazie danych. System Zarządzania Relacyjną Bazą Danych (RDBMS) Access rozróżnia dziesięć podstawowych typów danych. W ramach każdego z typów głównych wyróżnia się jeszcze dodatkowo szereg typów podrzędnych. Dobór typu danych jest bardzo ważny, ze względu na prawidłowe działanie bazy danych. Przy doborze typów danych, występujących w bazie zwrócono uwagę na rodzaj informacji zawartej w bazie (teksty, liczby, daty, Tak/Nie itd.). Ponadto wzięto pod uwagę rozmiar pola w którym znajdują się dane – daty zajmują mniej miejsca od tekstów. Dobór typów danych uzależniony jest również od operacji logicznych i arytmetycznych na danych zawartych w bazie – danych typu tekstowego nie można sumować. Indeksowanie danych także

ma wpływ na dobór typu danych. Indeksowanie ułatwia operacje przeszukiwania danych, konieczne jest podczas łączenia tabel i zadawania pytań SQL do bazy. Mając na uwadze ograniczenia w tabelach bazy danych opisowych zawartych w projekcie wykorzystano następujące typy danych:

- *tekst* – kombinacja liter i liczb, wielkość pola uzależniona jest od długości ciągu znaków występujących w tabeli,
- *liczba* – dane liczbowe, rozmiar pola uzależniony od rodzaju wprowadzanych informacji; w tabelach występują liczby całkowite (*l.całkowita*) i rzeczywiste (*l.rzeczywista*),
- *data* – ciąg znaków określający precyzyjnie punkt w czasie,
- *Tak/Nie* – pole zawiera informacje o dwóch typach własności, tak lub nie.

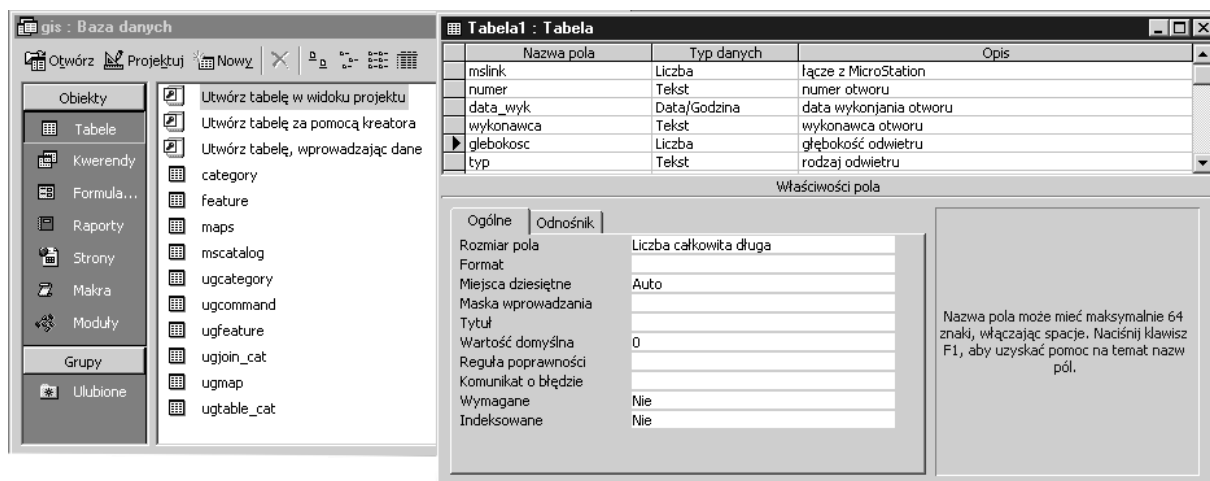
W tabelach bazy danych typy danych zostały dostosowane do atrybutów opisujących obiekty. W poszczególnych tabelach układ atrybutów wraz z typami danych przedstawiony został według poniższej tabeli (tab. 1). W zestawieniu nazywanym *słownikiem danych* (Rodgers 1995) zestawiono również powiązania relacyjne z innymi tablicami podając nazwę tabeli relacji oraz atrybut określający relację. W zestawieniu typów danych umieszczony został również krótki opis atrybutu znaczenia w bazie. Opis pozwala na określenie przeznaczenia atrybutu w bazie danych. W spisie atrybutów występujących w bazie relacyjnej podane zostało źródło informacji *zewn.* jako źródło zewnętrzne, niezależne od bazy danych, lub *DB* jako dane wynikające z bazy danych, najczęściej powstające w wyniku relacji pomiędzy rekordami bazy.

Tabela 1: Typy danych

Nazwa tabeli	Atrybut	Typ danych	Tabela relacji	atrybut relacji	Opis
Tabele z atrybutami opisowymi obiektów					
otwory	mmlink numer data_wyk wykonawca glebokosc typ profil	l.całkowita tekst date tekst l.całkowita tekst tak/nie	mscatal og	entitynum	łączenie z MicroStation nr przekroju data wykonania wykonawca odwiertu głębokość odwiertu typ odwiertu do otworu opracowany jest profil litologiczny
przekroje	mmlink numer data_oprac dlugosc glebokosc	l.całkowita tekst date l.całkowita l.całkowita	mscatal og	entitynum	łączenie z MicroStation numer przekroju data opracowania długość przekroju głębokość przekroju
warstwy	mmlink nazwa opis obszar glebokosc obwód	l.całkowita tekst tekst l.całkowita l.całkowita l.całkowita	mscatal og	entitynum	łączenie z MicroStation nazwa warstwy geolog. opis do warstw obszar zalegania głębokość zalegania długość granicy warstwy

W *słowniku danych* brak tabel systemowych. Typy danych w tych tabelach są zdeterminowane przez program MicroStation Geographics, użytkownik jedynie wypełnia table dane zgodnie z typami i relacjami między tabelami w systemie.

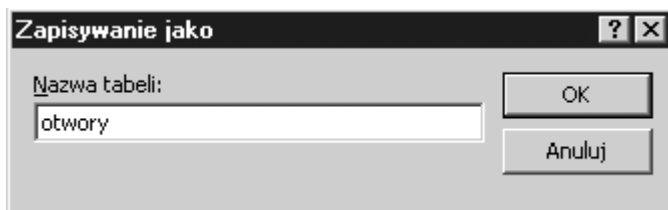
Opracownie tabeli *otwory* będzie przykładem postępowania podczas tworzenia tabel w Microsoft Access (rys. 40).



Rys. 40. Definicja tabeli w MS Access

W otwartej bazie danych, która obsługuje projekt, należy wykonać następujące kolejno kroki:

1. wybrać opcję *Utwórz tabelę w widoku projektu*, pojawi się okno formularza pozwalające na definicję tabeli,
2. w części *Nazwa pola* definiowane są nagłówki tabel, ograniczeniem w tym miejscu dla użytkowników jest stosowanie nazw bez znaków specjalnych (spacja, ?, : itp.)
3. pole o nazwie *Typy danych* określony zostaje rodzaj informacji zapisanej w bazie danych, typy danych wybierane są z listy dostępnej w programie,
4. ostatnie pole *Opis* jest opcjonalne i nie ma konieczności wprowadzania tam informacji, aczkolwiek w dużej liczbie danych pozwala na klasyfikację i poprawność wprowadzanych danych,
5. tabelę należy zapisać pod nazwą wygodną dla użytkownika (tutaj *otwory*),
6. po zatwierdzeniu nazwy tabeli pojawi się informacja o kluczu podstawowym, w tym polu należy wybrać polecenie *Nie*, klucz podstawowy jest ustalony już na poziomie MicroStation Geographics.

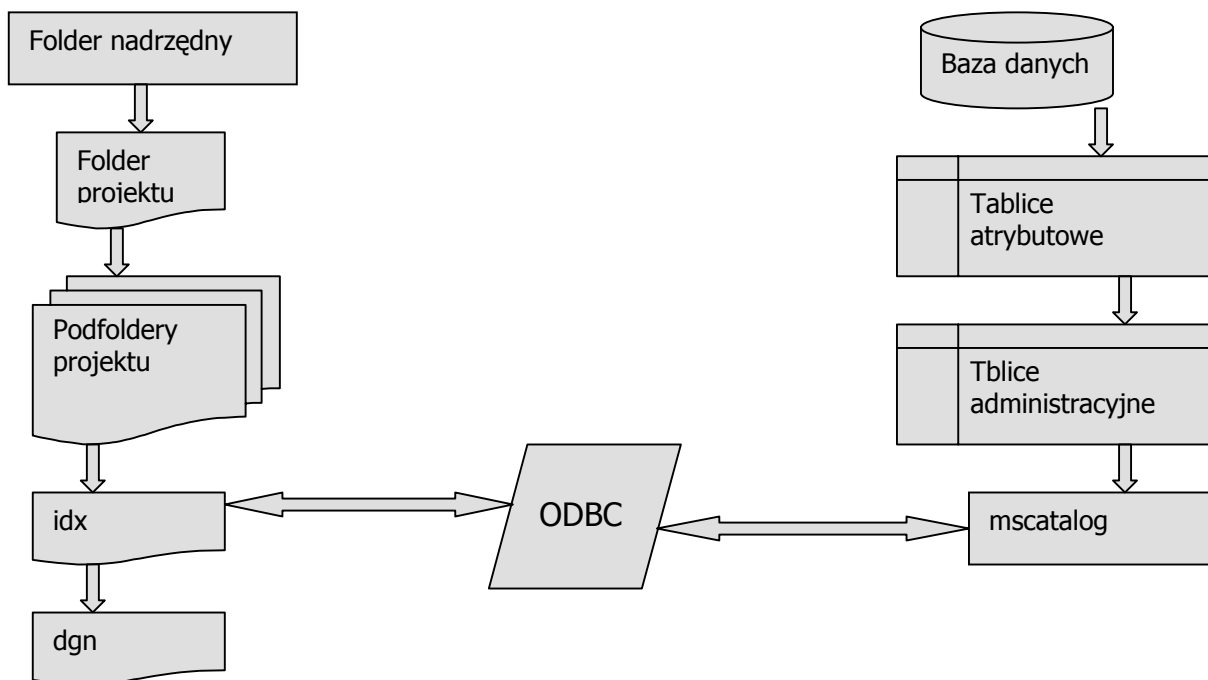


Rys. 41. Zapis nazwy tabeli w bazie danych

Zakładanie kolejnych tabel atrybutowych dla poszczególnych obiektów graficznych następuje w dokładnie taki sam sposób, jak omówiony powyżej.

3.6. PRZEPŁYW INFORMACJI W BAZACH DANYCH

Opracowanie struktury przepływu i transferu informacji w bazach danych jest jednym z najważniejszych kroków podczas realizacji projektu. Mając zaprojektowane struktury tabel z typami danych i wzajemne relacje pomiędzy poszczególnymi tabelami, można opracować *diagram przepływu danych* oraz wstępnie opracować strukturę analiz w bazie.



Rys. 42. Przepływ informacji w bazach danych

Z analizy przepływu danych w diagramie wynika, że tabele wraz z plikami graficznymi zostały zaprojektowane poprawnie. Dane nie tworzą pętli (rys. 42). W bazach nie ma informacji powtarzających się, a jednocześnie tabele jednoznacznie są rozróżnialne. Między danymi, poprzez sterownik ODBC, następuje swobodna wymiana informacji w różnych programach. Jednakże dla swobodnego przepływu informacji do administratora projektu należy przeprowadzenie jeszcze kilka ustawień w bazie danych i w plikach graficznych. W bazie danych, w tabeli *ugtable_cat* wymienić wszystkie tabele z kluczami głównymi i aliasami. W przedstawionym diagramie przepływu informacji występuje bardzo ważne połączenie, z punktu widzenia użytkownika projektu. Jest to połączenie tabel atrybutowych zawierających informacje opisowe z obiektami graficznymi w plikach rysunkowych. Łączenie tych dwóch rodzajów informacji odbywa się poprzez tabelę *mscatalog*, w której zanotowano wszystkie tabele biorące udział w operacji połączenia. W tabeli zdefiniowany został indywidualny numer jednostkowy (ang. *entitynum*) dla każdej z tabel. Aby dopisać informacje opisowe do obiektu graficznego, należy określić tabelę i rekord danych, który ma być podłączony. Kolejne numery poszczególnych rekordów tablicy nie mogą się powtarzać (rys. 43). Jednak wpisane cyfry nie muszą być ciągłością dla już istniejących zdefiniowanych w MicroStation Geographics.

tname	talias	pkey	descr	ustn
otwory	otw	mmlink		
przekroje	prz	mmlink		
warstwy	war	mmlink		

tablename	entitynum	screenform
category	1	
feature	2	
maps	3	
otwory	4	
przekroje	5	
warstwy	6	

Rys. 43. Ustawienia niezbędne w bazie danych *gis* do łączenia informacji w bazach

Wszystkie pliki graficzne występujące w projekcie, dla bezkolizyjnej współpracy z bazą danych, muszą mieć ustanowione prawidłowe ustawienia bazy danych (rys. 44). Ustawienia takie mogą być definiowane na poziomie pliku wzorcowego, czyli podczas definicji projektu na samym początku pracy. Autor jednak dopiero w tym momencie wykorzystuje ten zapis i wobec powyższego opis znajduje się dopiero tutaj.



Rys. 44. Ustawienia dla plików graficznych:

1. wywołać plik graficzny jako aktywny
2. wybrać polecenie *Ustawienia*, a następnie *Baza danych* i opcję *Okno dialogowe*,
3. w palecie *Baza danych* ustalić zależnie od posiadanych informacji *Tryb powiązania*:
 - *Nowe*, gdy brak danych w tablicach,
 - *Informacje*, gdy w tablicach dane istnieją i mają być dopisane do elementów graficznych

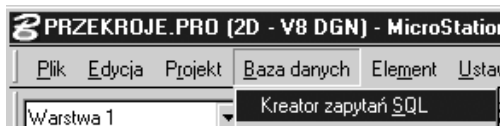
Po przeprowadzeniu ustawień należy zapisać w bieżącym pliku ustawienia poleceniem *Zapisz ustawienia*, lub skrótem klawiszy *Ctrl+F*. Dla każdego pliku graficznego konieczne jest przeprowadzenie powyższych ustawień.

3.6.1. ŁĄCZENIE BAZ DANYCH

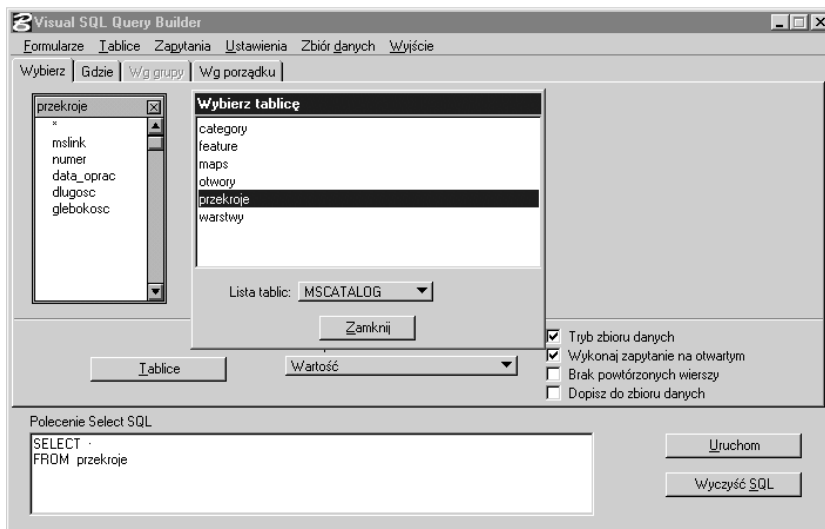
System Informacji Geograficznej z definicji składa się z zestawu plików graficznych tworzących System Mapy Numerycznej (baza graficzna) wraz z plikami wspomagającymi oraz tabel z informacjami atrybutowymi

(baza opisowa) wraz z tabelami pomocniczymi. Jednym z podstawowych zadań przy tworzeniu Systemu jest zaprojektowanie odpowiednich połączeń tych dwóch rodzajów baz. Prawidłowość działania aplikacji zależy od trafnego doboru połączeń obiektów graficznych z atrybutami opisowymi. Opracowanie sprawnie działającego systemu polega na tworzeniu całego szeregu połączeń i relacji pomiędzy obiektami na mapie numerycznej i rekordami bazy opisowej.

Łączenie informacji w bazach danych odbywa się z poziomu wczytanego projektu, podobnie jak wektoryzacja obiektów graficznych. Otwieranie projektu zostało omówione w rozdziale poświęconym Menadżerowi map, w tej części książki omówione zostanie dalsze postępowanie przy łączeniu danych. Podobnie jak w procesie wektoryzacji łączenie danych odbywa się na plikach aktywnych należących do projektu. Wobec powyższego pierwszym krokiem po uruchomieniu projektu jest wywołanie w Menadżerze map dowolnego pliku jako główny i wykonanie następujących po sobie czynności omówionych poniżej. Zaczynamy od zbudowania zapytania SQL (rys. 45).



Rys. 45. Wywołanie kreatora zapytań SQL do łączenia danych



Kolejność wywołania zapytania:

1. przyciskiem *Tablice* wywołać okno *Wybierz tablicę*,
2. z Listy tablic wybrać *MSCATALOG*,
3. wskazać w oknie tablicę zgodną w treści z plikiem graficznym i potwierdzić dwa razy lewym klawiszem myszki,
4. zaznaczamy pola do wyświetlenia,
5. *Uruchom* wywołuje zapytanie SQL.

Efektem wykonanego zapytania jest formularz widoczny poniżej (rys. 46), w którym znajdują się informacje zawarte w bazie danych

opisowych. W przypadku, gdy brak informacji pola formularza będą puste, gotowe do wypełnienia informacjami.

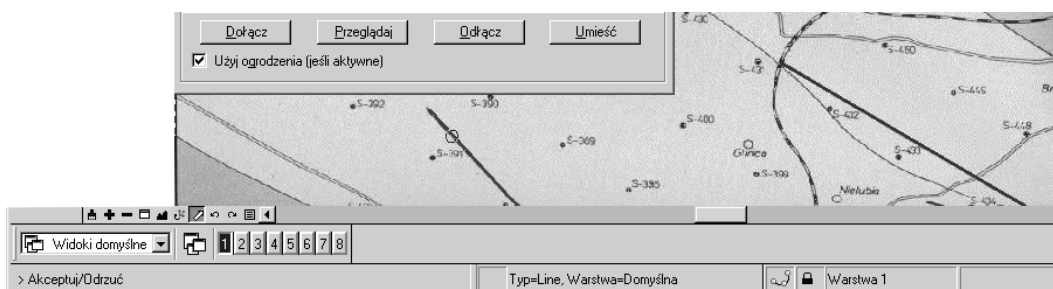
Rys. 46. Widok formularza danych

Formularz przekroje zawiera:

1. informacje o liczbie rekordów w bazie (np. #2 of 4 – drugi z czterech w bazie),
2. wykaz rekordów,
3. funkcje edytorskie dla bazy danych (*Wstaw*, *Aktualizuj*, *Usuń*, *Wyczyść*, *Pierwsze*, ... *Ostatnie*),
4. funkcje dołączania, odłączania informacji i lokalizacji obiektów

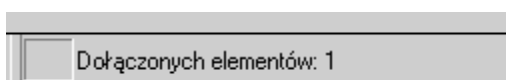
Dołączenie informacji zewnętrznej do elementu graficznego polega na (rys. 47):

1. wyborze z bazy odpowiedniego rekordu, lub wpisanie nowego, jeżeli takiego nie ma w bazie,
2. wybranie opcji *Dołącz*,
3. wskazanie obiektu graficznego do którego informacja ma być dołączona i potwierdzenie lewym klawiszem myszy,



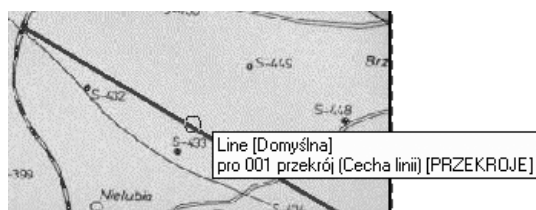
Rys. 47. Dołączanie danych opisowych do obiektów graficznych

4. informacja o poprawnie wykonanej operacji to *Dołączonych elementów: 1* w dolnej części ekranu MicroStation, co oznacza wykonanie poprawnej operacji w bazie danych.



Następnym etapem jest dołączanie kolejnych informacji do innych elementów graficznych na mapie. Kolejność postępowania jest dokładnie taka sama jak w omawianym przykładzie opisywania przekrojów. Pamiętać należy o zmianie pliku aktywnego, gdyż tylko w pliku aktywnym można dokonywać edycji dołączania elementów zewnętrznych do bazy.

Kontrola poprawności wykonania edycji dołączania informacji zewnętrznych możliwa jest przy użyciu standardowego narzędzia Geographics o nazwie *Przegląd atrybutów*.



Rys. 48. przegląd atrybutów opisowych

Wywołanie polecenia *Przegląd atrybutów* powoduje konieczność wskazania elementu do którego dopisane są atrybuty opisowe. Wskazanie atrybutu wywołuje formularz o nazwie tablicy (*przekroje*) związanej z elementem graficznym i wykazana zostaje zawartość rekordu dołączonego do wskazanego obiektu.

Każdy rekord w tabelach atrybutowych zostaje w taki sam sposób dołączony do odpowiedniego obiektu graficznego. W MicroStation Geographics do jednego obiektu graficznego można dołączyć wielu rekordów z bazy opisowej. Należy wówczas wybierać z wszystkich tabel atrybutowych rekordy i dołączać do wskazywanego obiektu.

3.6.2. ZAPYTANIA I ANALIZY

Podstawową cechą systemów GIS jest możliwość przeprowadzania różnego rodzaju analiz przestrzennych i statystycznych. Analizy należą do części użytkowej projektu. Funkcje analiz przestrzennych to narzędzia

służące do łącznej analizy danych graficznych i atrybutowych. Właściwość ta dotyczy tylko systemów typu GIS, wyróżniająca je od innych systemów komputerowych. Dane przestrzenne są zorganizowane w bazach danych graficznych i bazach opisowych. W bazach graficznych znajdują się obiekty graficzne, które mają atrybuty zawarte w danych opisowych. Łączenie informacji możliwe jest dzięki indywidualnemu atrybutowi z bazy opisowej odpowiadającemu obiektowi w bazie graficznej. Analizy można przeprowadzić tylko na danych posiadających relacje. Analizy realizowane są przez zapytania skierowane do baz danych. Zapytania dotyczyć mogą atrybutów graficznych i opisowych. Zapytania do bazy opisowej realizowane są w postaci komend języka SQL, niejednokrotnie realizowanych w prosty, graficzny sposób. W wyniku analiz danych otrzymuje się wartości logiczne, liczbowe lub opisowe zorganizowane w tabelę. Tabele powstałe w wyniku zapytań mają charakter tymczasowy, nie zapisywane w strukturze bazy danych. Dzięki tymczasowości, dane wyprowadzane dla użytkownika w wyniku zapytania są stale aktualizowane przez system obsługi bazy danych. Analizy umożliwiają lokalizację obiektów, spełniających określone warunki. Lokalizacja dotyczy baz graficznych i opisowych. Wśród analiz wydzielić można trzy grupy:

- logiczne – klasyfikacja danych atrybutowych i zaliczenie obiektów do określonego zbioru odpowiedzi,
- liczbowe – obliczenie wartości maksymalnych, minimalnych, określanie przedziałów, porównania i zaliczenie obiektów do wyznaczonego zbioru,
- opisowe – wyszukiwanie obiektów według cech atrybutów.

Efektywne wykorzystywanie funkcji analiz zapewnia logiczny system przechowywania i wykorzystywania wyników przeprowadzanych przez analizy operacji. W organizacji systemu zaplanowane jest miejsce i katalogi przechowujące zapytania, przeprowadzające analizy oraz wyniki przeprowadzonych analiz.

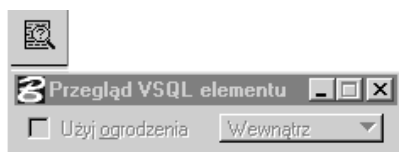
Najczęściej spotykaną sytuacją w procesie analizy stanowi wyszukiwanie selektywne spośród obiektów bazy graficznej i opisowej tych, które spełniają zadane warunki początkowe opisane w zapytaniu. Do analizy zaliczyć należy również lokalizację obiektów graficznych na podstawie danych opisowych. Klasyfikacja obiektów na podstawie ich danych atrybutowych to również analiza przestrzenna. Analizą matematyczną w odniesieniu do danych przestrzennych jest przeliczanie i porównywanie danych atrybutowych. Modelowanie obiektów w bazie graficznej poprzez nakładanie i przegląd plików graficznych jest również przeprowadzaniem analiz przestrzennych. Analizą jest również przeglądanie informacji w bazach opisowych – poprzez wskazanie obiektów w bazie graficznej. Analizy atrybutów graficznych zapewnione są przez stosowane oprogramowanie. Efektem każdej z przeprowadzonych analiz może być wyselekcjonowanie jednego lub wielu obiektów z bazy graficznej, lub rekordów z bazy opisowej. W MicroStation Geographics

wyszukać można obiekty o tych samych cechach, parametrach i wartościach, obliczyć można odległości między obiektami w bazie, wyznaczyć powierzchnie, długości i inne operacje graficzne. Analizy do baz opisowych wymagają napisania formuł zapytań w języku SQL, analizy graficzne są dostępne dla użytkownika z palet standardowych, będących do dyspozycji użytkownika.

Oprogramowanie skonstruowano tak, aby jak najbardziej dostosowywać się do potrzeb użytkownika. Jest elastyczne, a algorytmy przeszukiwania są proste i logiczne w zastosowaniu. Filozofia podejścia do zagadnienia zgadza się z założeniami budowy systemów GIS. Użytkownik powinien samodzielnie definiować problemy, a system daje narzędzia do udzielania odpowiedzi. System umożliwia zadawanie pytań w bazie graficznej, udzielanie odpowiedzi w bazie opisowej i wizualizację tej odpowiedzi w bazie graficznej.

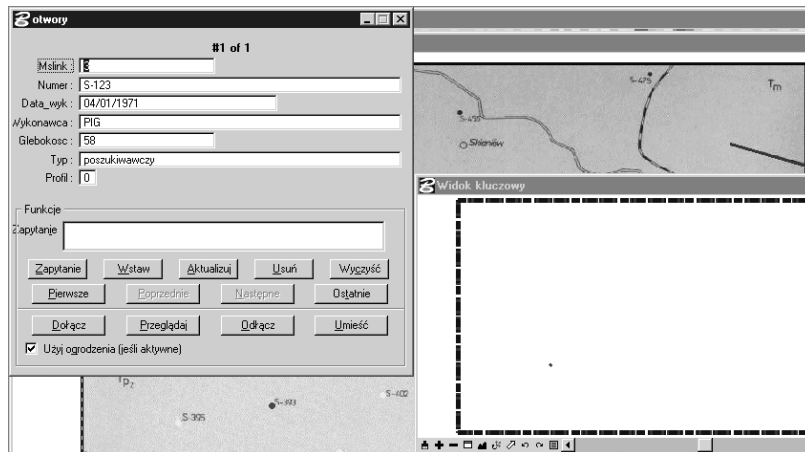
3.6.2.1. PRZEGLĄD ATRYBUTÓW OPISOWYCH OBIEKTÓW GRAFICZNYCH

Jedną z podstawowych analiz przestrzennych w Systemie Informacji Geograficznej dla mapy geologicznej jest możliwość przeglądania atrybutów opisowych obiektów graficznych. Wskazanie obiektu powoduje wywołanie jego danych atrybutowych. Konstrukcja zapytania zgodna jest ze składnią języka SQL – standardowego języka zapytań do bazy danych. Zapytania kierowane są w bazie opisowej jedynie do tablic atrybutowych, których rekordy są bezpośrednio połączone z obiektami graficznymi. Zapytanie SQL, realizujące analizę przeglądu, odnosi się do bazy opisowej, która jest relacyjnie połączona z obiektami graficznymi na mapie (rys. 49). Przykładowy wynik zapytania dotyczącego wartości atrybutów dla otworu geologicznego pokazano poniżej.



Przeгляд atrybutów obiektu graficznego:

1. wybrać z palety Geographics przycisk *Przeгляд atrybutów*, wywołując jednocześnie paletę *Przeгляд VSQL elementu*,
2. wskazać obiekt, którego atrybuty chcemy przeglądać, potwierdzić prawym klawiszem myszy,
3. potwierdzenie wywoła tablicę z informacjami o obiekcie,
4. jednocześnie w oknie widoku kluczowego pojawi obraz obiektu.



Rys. 49. Analizy proste

Wynikiem analizy jest jeden lub zestaw wielu rekordów wybranych z poszczególnych tabel, do których jest kierowane zapytanie. Poprzez lokalizację obiektu w pliku graficznym, zapytanie zostaje skierowane do odpowiednich, połączonych relacyjnie z obiektem rysunkowym, rekordów bazy opisowej. Każdy z rekordów bazy opisowej wyświetlany jest w oprogramowaniu graficznym w formularzach.

3.6.2.2. WYSZUKIWANIE SELEKTYWNE OBIEKTÓW

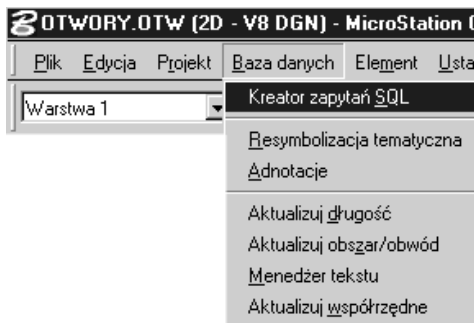
Ten rodzaj analizy polega na wybieraniu i zaznaczaniu obiektów, których cechy atrybutowe spełniają określony warunek logiczny. Określenie warunku może być proste i złożone. Przykładowo w celu uzyskania informacji o pozostałych atrybutach opisowych przekroju, który był opracowany 21 maja 1971 roku należy napisać polecenie przeglądowe SQL, które wygląda następująco:

```
SELECT *
FROM przekroje
WHERE data_oprac = #21/05/1971#;
```

gdzie (*) określa, że wybrane mają być wszystkie atrybuty obiektu spełniającego określone po warunku kryteria.

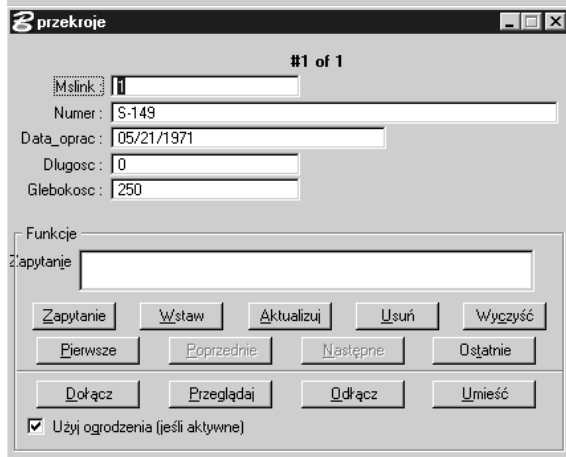
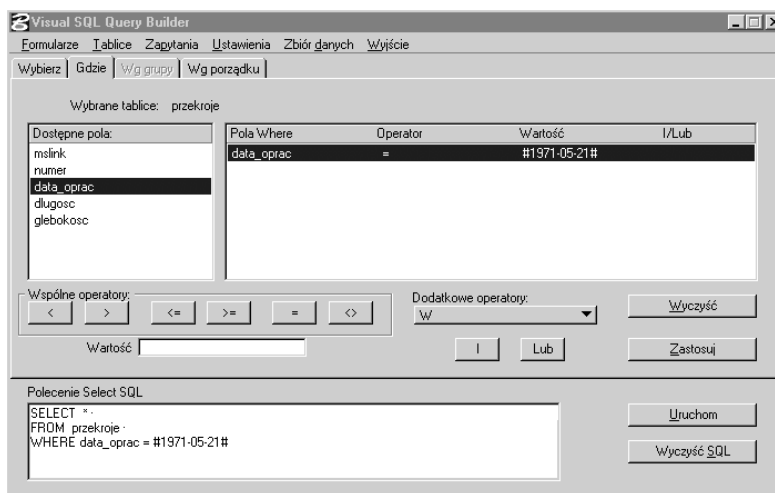
Dla innych obiektów w bazie graficznej zapytania będą wyglądały tak samo. Jedynie zmianie ulegają nazwy atrybutów, nazwy tabel, z których wyszukiwane są rekordy oraz lista warunków, których spełnienie pozwala odnaleźć żądane rekordy w bazie opisowej. Przykład realizacji zapytania i jego prezentacja graficzna zostały przedstawione poniżej (rys. 50).

Rys. 50. Analizy proste, wyszukiwanie selektywne obiektów. Budowa zapytania w formularzu zapytań



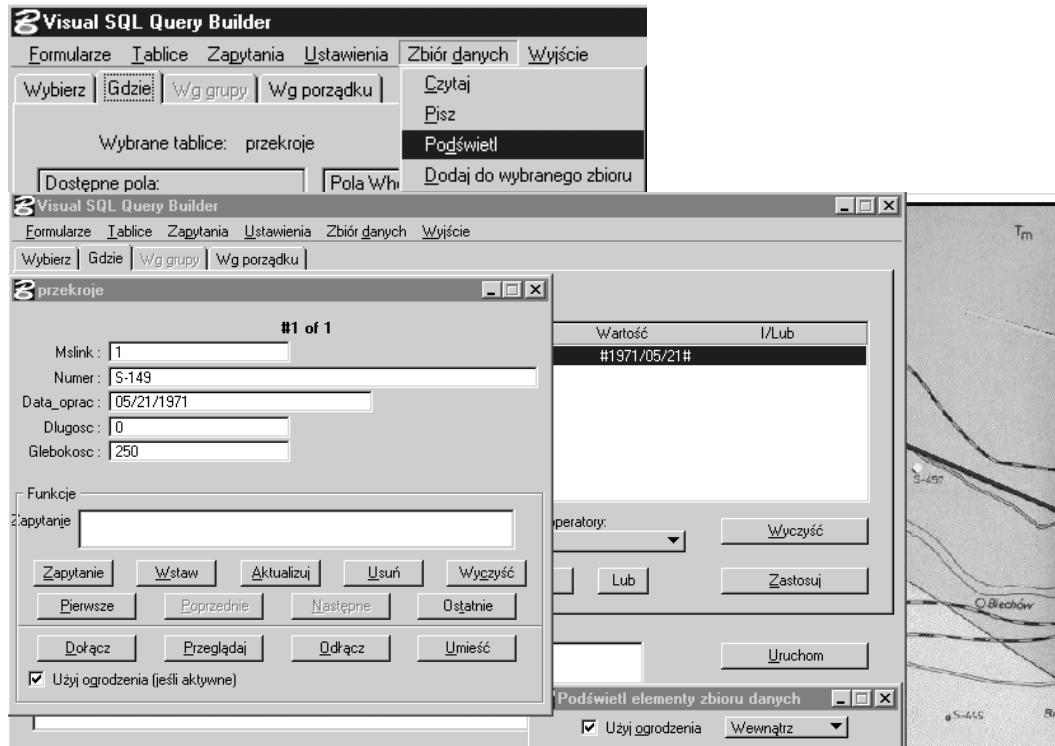
Wywołanie opcji tworzenia zapytań SQL do bazy danych atrybutowych:

1. z menu górnego wywołać polecenie *Baza danych* i podpolecenie *Kreator zapytań SQL*,
2. w formularzu *Visual Query Builder* w zakładce *Wybierz* określić tablicę i interesujące użytkownika pola,



3. wybrać zakładkę *Gdzie* i określić pole według którego będzie dokonywana selekcja,
4. podać warunki przy użyciu operatorów matematycznych lub opisowych,
5. poleceniem *Zastosuj* potwierdzić utworzone zapytanie, którego składnia pojawi się w polu *Polecenie Select SQL*,
6. *Uruchom* wysła zapytanie do bazy danych, a efekt widoczny jest w formularzu na ekranie.

Na rysunku przedstawiony został efekt zapytania SQL skierowany do bazy danych zewnętrznych. Otrzymana odpowiedź realizuje postawione pytanie. Prostym przykładem funkcji wyszukiwania selektywnego jest postawione już wcześniej zapytanie o przekrój, który był opracowany w 1971 roku (rys. 51).



Rys. 51. Odpowiedź na zadane pytanie w formularzu i wizualizacja graficzna wyniku na mapie

Po uruchomieniu zapytania należy:

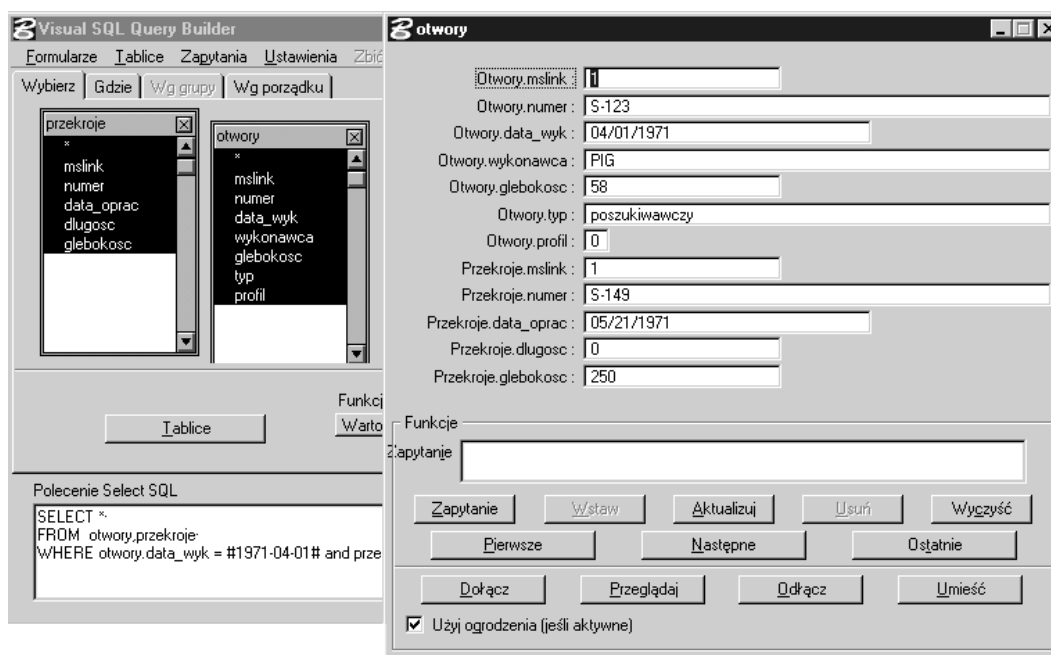
1. założyć ogrodzenie na wybrany użytkownika fragment mapy
2. wybrać opcję *Zbiór danych* i parametr *Podświetl*,
3. w oknie *Podświetl elementy zbioru danych* włączyć opcję *Użyj ogrodzenia*,
4. w formularzu, będącym odpowiedzią na pytanie SQL z bazy danych *przekroje* włączyć przycisk *Umieść*,
5. wskazać dowolne miejsce wewnątrz ogrodzenia, element spełniający kryteria zapytania zmieni kolor.

Zapytanie proste, w założeniu skierowane jest do jednego obiektu w części graficznej i jednej tablicy w bazie opisowej. Innego rodzaju pytaniem selektywnym jest zapytanie złożone. Zapytanie złożone odwołuje się do relacji między tablicami w bazach graficznych i opisowych. Pytanie może być skierowane do wielu obiektów rysunkowych oraz do wielu atrybutów opisowych. Już w nagłówku pytania określone są nazwy tablic do których należy się odwołać. Jednym z przykładów tego rodzaju analizy jest funkcja wyszukująca w bazie przekroje opracowane w 1971 roku i jednocześnie otwory geologiczne wykonane w tym samym roku.

Składnia pytania SQL, realizującego zapytanie, brzmi następująco:

```
SELECT *  
FROM otwory,przekroje  
WHERE otwory.data_wyk = #1971-04-01#  
and przekroje.data_oprac=#1971-05-21#;
```

Realizacja tak postawionego zapytania do baz daje w wyniku formularz z danymi z tablicy, w której określone zostają wszystkie parametry.



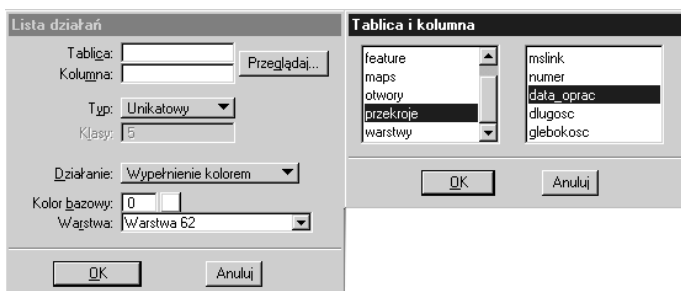
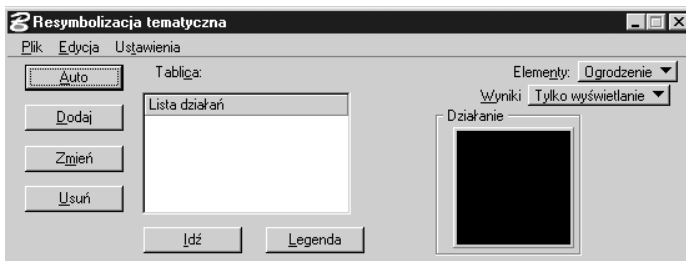
Rys. 52. Zapytanie złożone, budowa zapytania w SQL

Efekt, czyli odpowiedź na postawione pytanie prezentowana jest jako formularz (rys. 52). Podobnie jak w przypadku analiz prostych, możliwe jest graficzne przedstawienie wyniku poprzez uwypuklenie obiektów do których zostało skierowane zapytanie. Zapytania złożone, skierowane do bazy danych umożliwiają sprawdzenie połączeń poszczególnych obiektów bazy i wzajemne relacje między obiektami i rekordami. Selektywny wybór informacji z bazy danych umożliwia przeprowadzenie wstępnych analiz i prognoz w odniesieniu do obiektów baz graficznych.

Obiekty mogą być grupowane i wybierane selektywnie z bazy. Podział obiektów i wyznaczenie klas stosowany jest bardzo często podczas opisywania obiektów. Podział klasyfikacyjny wydziela grupy obiektów, które ze względu na właściwości spełniają oczekiwane wymagania.

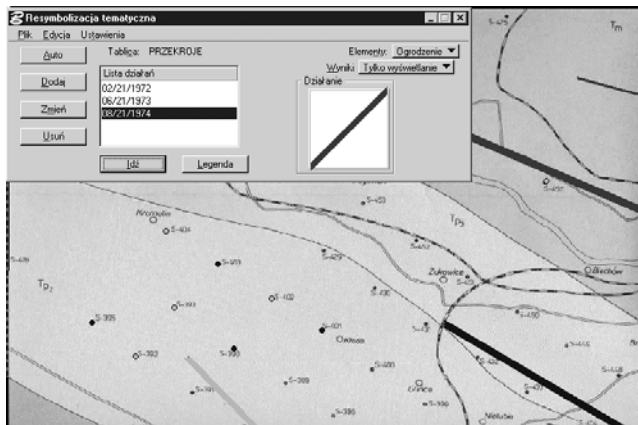
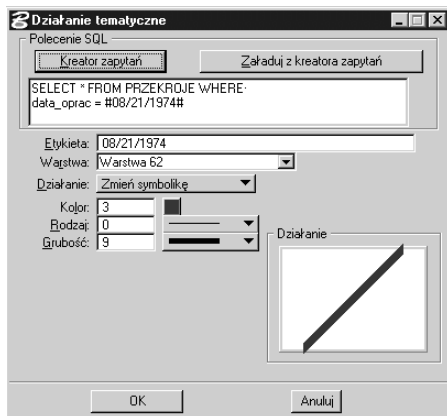
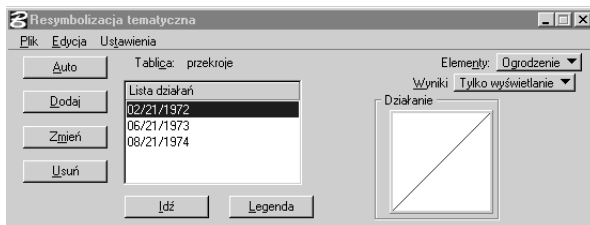
3.6.2.3. ANALIZY TEMATYCZNE

Przeprowadzenie analiz tematycznych z użyciem MicroStation Geographics jest jedną z bardziej zaawansowanych technik analiz przestrzennych. Pozwala na uzyskanie wielu różnego rodzaju informacji o obiektach graficznych poprzez grupowanie ich atrybutów opisowych. Analizy możliwe są do przeprowadzenia po wykryciu zmian poszczególnych parametrów. Realizacja tego zagadnienia następuje poprzez funkcję przeglądu atrybutów. Kolejnym etapem jest przeliczenie, a następnie analiza klasyfikacyjna. Klasyfikacja polega na określeniu grup rekordów spełniających określone warunki i wyróżnienie ich na mapie, czyli w części graficznej. Dzięki wykorzystanemu oprogramowaniu przeprowadzanie takich analiz jest stosunkowo proste. Na rysunkach poniżej przedstawiony zostanie analiza tematyczna dotycząca terminów wykonania otworów geologicznych i przekrojów geologicznych (rys. 53). Użytkownik, śledząc poszczególne kroki postępowania może samodzielnie wykonać resymbolizację tematyczną dla innych zagadnień.



Przykładowa analiza przekrojów geologicznych:

1. wywołać *Resymbolizację tematyczną* z poleceń *Baz danych*,
2. pojawi się paleta *Resymbolizacja tematyczna*, w której określona jest *Lista działań*,
3. polecenie *Auto* wywołuje paletę *Lista działań*,
4. poleceniem *Przeglądaj* określamy tablice i kolumny według których ma być przeprowadzona analiza, potwierdzenie przyciskiem *Ok.*,
5. powrót do *Listy działań* i ustalenie rodzaju wyświetlania:
 - zmień symbolikę – dla wszystkich obiektów graficznych, zmiana sposobu wyświetlania obiektu,
 - wypełnienie kolorem – dla obiektów zamkniętych (okręgi, poligony itp.)
6. wybranie koloru wyświetlania i warstwy,



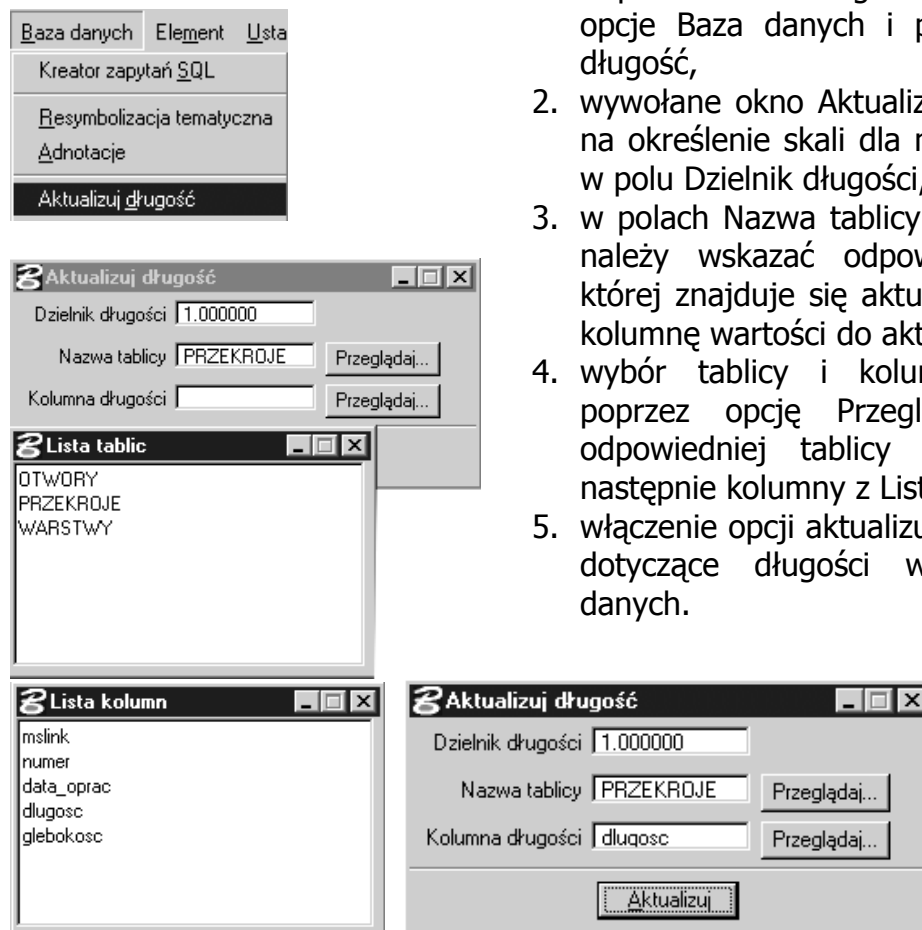
7. powrót do tabeli Resymbolizacja tematyczna, gdzie pojawią się wszystkie działania wybrane z tabel, działania można dodać, zmienić lub usunąć odpowiednimi przyciskami po lewej stronie formularza,
8. włączenie któregoś z poleceń wywołuje tabelę Działanie tematyczne, gdzie na podstawie zapytania SQL, etykiety można sterować działaniami w systemie, w tym miejscu ustalić można również sposób wyświetlenia elementów po resymbolizacji tematycznej,
9. założyć ogrodzenie na obszar, dla którego przeprowadzamy analizę,
10. włączyć przycisk Idź i wskazać dowolne miejsce wewnątrz założonego ogrodzenia wyświetlając jednocześnie wynik analizy.

Rys. 53. Analizy tematyczne

Wyniki przeprowadzonych analiz poprzez relacje odwołują się do obiektów graficznych w plikach rysunkowych, umożliwiając ich lokalizację przestrzenną. Na plikach graficznych można dokonywać jednocześnie kilku analiz, wszystko zależy od użytkownika i potrzeb użytkowych w danym

momencie. Sposób postępowania, przy zakładaniu kolejnych analiz tematycznych jest dokładnie taki sam, jak omówiony w tej części książki.

Analizy tematyczne mogą się nakładać tworząc obraz rzeczywistości w sposób czytelny dla użytkownika, oraz umożliwiające podejmowanie racjonalnych decyzji użytkowych. Wynik analiz można oczywiście zapisać w sposób trwały na dysku twardym. W tym celu w części formularza Wyniki należy wybrać z dostępnych opcji *Wyniki – zapis w bieżącym pliku*, lub *zapis w niezależnym pliku rysunkowym*. Analiza danych może również dotyczyć informacji zawartych w bazie danych. Dzięki powiązaniom obiektów graficznych z rekordami bazy danych możliwa jest automatyczna aktualizacja rekordów związanych z wartościami graficznymi. Przykładowym zastosowaniem tego rodzaju analizy jest aktualizacja długości przekrojów geologicznych znajdujących się na mapie.



Aktualizacja długości przekrojów geologicznych:

1. z poleceń menu górnego należy wybrać opcje Baza danych i polecenie Aktualizuj długość,
2. wywołane okno Aktualizuj długość pozwala na określenie skali dla mierzonych wartości w polu Dzielnik długości,
3. w polach Nazwa tablicy i kolumna długości należy wskazać odpowiednio tablicę, w której znajduje się aktualizowana długość i kolumnę wartości do aktualizacji,
4. wybór tablicy i kolumny możliwy jest poprzez opcję Przełóżaj i wskazanie odpowiedniej tablicy z Listy tablic, a następnie kolumny z Listy kolumn,
5. włączenie opcji aktualizuj – uaktualnia dane dotyczące długości w rekordach bazy danych.

Rys. 54. Aktualizacja długości przekrojów

Aktualizacja, zależnie od ustawień może obejmować cały rysunek mapy, czyli wszystkie połączone elementy graficzne, lub też jego fragment, albo wybrane obiekty. Liczba aktualizowanych rekordów zależy od użytkownika. W przypadku wybrania wszystkich obiektów na mapie, wszystkie połączone rekordy z wybranej tablicy będą aktualizowane. Założenie ogrodzenia na mapę ogranicza obszar aktualizacji do ogrodzenia. Brak wyboru, powoduje wywołanie opcji do aktualizacji wskazanych tylko przez użytkownika obiektów i połączonych z nimi rekordów. Powodzenie aktualizacji danych sygnalizowane jest przez MicroStation informacją na dolnej belce, jak na rysunku poniżej.

Liczba zaktualizowanych rekordów bazy danych: 3

Przytoczony przykład dotyczy sytuacji, gdy użytkownik na mapę zakłada ogrodzenie – aktualizacja, tak jak było to już wspomniane dotyczy tylko tych obiektów graficznych, które znajdują się wewnątrz ogrodzenia i mają jednocześnie połączenie z tablicami bazy danych. Aplikacja pozwoliła na aktualizację 3 rekordów w bazie danych

3.7. ZARZĄDZANIE DANYMI

Bazy danych w Systemie Informacji Geograficznej, dotyczącym prostego zagadnienia związanego z mapą geologiczną, zajmują stosunkowo dużo miejsca na dysku twardym komputera, a ponadto są mocno rozczłonkowane. Stopień skomplikowania i objętość baz zwiększa się wraz z rozwojem projektu. Objętość baz i stopień rozdrobnienia, wymusza opracowanie odpowiednich instrumentów do ich efektywnego gromadzenia, aktualizacji i udostępniania zainteresowanym osobom. Zasoby baz danych mogą podlegać okresowej lub ciągłej aktualizacji. Wprowadzanie nowych modeli danych związane jest z rozwojem baz, zwiększeniem objętości a niejednokrotnie zmianą struktury bazy danych. Wprowadzenie nowych danych powoduje powiększenie zasobu baz danych. Wprowadzenie nowych informacji nie powoduje kasowania informacji już istniejących w systemie. Wprowadzenie nowych danych tworzy historię obiektu, umożliwia prześledzenie zmian przestrzennych związanych z obiektem. Analiza zmian umożliwia modelowanie stanu obiektu, a w konsekwencji racjonalne zarządzanie i wykorzystywanie urządzenia w procesie produkcyjnym.

Organizacja projektu GIS umożliwia wprowadzenie nowych danych. Zarówno w bazie graficznej i opisowej możliwe jest wprowadzanie zmian, i aktualizacja zawartości baz. Zmiany i aktualizację przeprowadza się zarówno z poziomu bazy graficznej, jak również opisowej. W każdej z baz

wprowadzane zmiany mają inny charakter. Podstawowa różnica wynika z charakteru danych zawartych w bazach. Baza graficzna z obiektami graficznymi podlega ciągłej aktualizacji, zmianie treści, czyli tworzenia systemu mapy numerycznej, która odzwierciedla istniejącą rzeczywistość. W plikach graficznych tworzących moduł GIS zmiana treści związana jest z wprowadzaniem poprawek edycyjnych do map, planów, wykresów, NMT. Edycja polegać może na wprowadzeniu nowych obiektów, likwidacji obiektów istniejących, zmianie lokalizacji. Aktualizacja części graficznej wymusza na użytkownika, poprzez relacyjne powiązania elementów bazy, zmiany w części atrybutowej. Zmiana obiektów na mapie powoduje wprowadzenie zmian w bazie relacyjnej, zawierającej dane opisowe obiektów. W bazie atrybutowej, poza likwidacją i wstawieniem rekordu, istnieje możliwość dopisania nowych tablic, co powoduje powstanie nowej struktury bazy. Wyróżnić można następujące rodzaje zmian i aktualizacji w plikach danych, które zależą od rodzaju baz danych:

Zmiany w plikach graficznych

1. *Kasowanie* obiektu – likwidacja obiektu na mapie
 2. *Wprowadzenie* obiektu – wstawienie nowego obiektu na mapie numerycznej
 3. *Położenie* – zmiana lokalizacji obiektów istniejących.
 4. *Kształt* – zmiana kształtu obiektu
- Zmiany w bazie opisowej:
1. *Kasowanie* rekordu – likwidacja rekordu w bazie
 2. *Dopisanie* rekordu – wstawienie nowego rekordu do bazy
 3. *Atrybuty* – wstawienie nowych atrybutów obiektów istniejących na mapie numerycznej
 4. *Tablice* – założenie nowej tablicy z atrybutami

Wzajemne zależności wprowadzanych zmian danych znajdujących się w poszczególnych rodzajach baz przedstawia poniższa tabela (tab. 2). Niektóre z wprowadzanych zmian i aktualizacji na obiektach w bazie graficznej nie mają wpływu na treść bazy opisowej (np. *Położenie*). Podobnie działają relacje w bazie atrybutów, aktualizacja rekordów bazy opisowej nie ma wpływu na obiekty w pliku graficznym (np. *Atrybuty*).

Tabela 2: Zmiany w projekcie

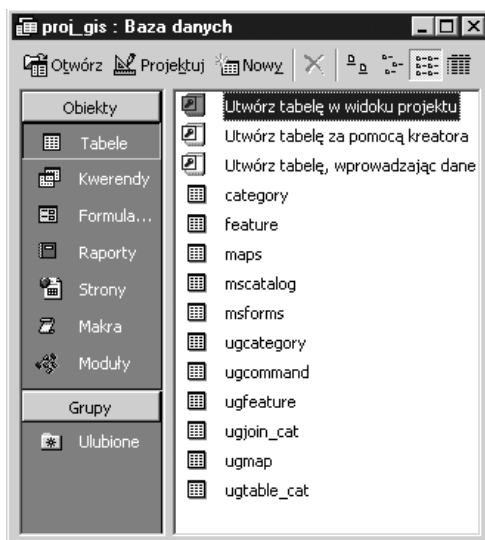
Rodzaj zmiany lub aktualizacji	Zmiany obiektów plikach graficznych	Zmiany atrybutów plikach opisowych	Relacje w bazach
<i>Kasowanie</i>	Usunięcie obiektu	Usunięcie rekordu	Powiązanie dwustronne, zmiana w jednym z rodzajów baz determinuje zmianę w drugim rodzaju
<i>Wprowadzenie</i>	Wprowadzenie obiektu	Dodanie rekordu	Powiązanie dwustronne, zmiana w jednym z rodzajów baz determinuje zmianę w drugim rodzaju
<i>Położenie</i>	Zmiana lokalizacji		Aktualizacja bazy graficznej, bez wpływu na rekordy bazy opisowej
<i>Kształt</i>	Zmiana kształtu		Aktualizacja bazy graficznej, bez wpływu na rekordy bazy opisowej
<i>Atrybuty</i>		Dodanie rekordu	Aktualizacja bazy opisowej, bez wpływu na obiekty bazy graficznej
<i>Tablice</i>		Dodanie tablicy	Aktualizacja struktury bazy opisowej, bez wpływu na obiekty bazy graficznej

Źródłem zmian najczęściej są nowe pomiary geodezyjno-geologiczne i opracowanie nowej mapy geologicznej, lub zmiany organizacyjne w projekcie. Nowe pomiary i aktualizacja map wymuszają zmiany treści na mapach numerycznych, niejednokrotnie dodanie nowych obiektów i opracowanie nowych kategorii. W bazach atrybutowych aktualizacja ma jeszcze większy wpływ. Nowe pomiary są podstawą do założenia nowej tabeli w bazie, a tym samym determinują rozszerzenie bazy i aktualizację struktury. Pomiary niwelacyjne są podstawą do wyznaczenia przemieszczeń, a w konsekwencji mapy izolinii przemieszczeń i modelu zmian. W bazie opisowej nowy pomiar wysokości reperów wymusza założenie nowej tablicy, w której zawarte będą nowe pomiary. Zmiany organizacyjne procesu produkcyjnego mogą powodować przemieszczanie, likwidację lub dodawanie obiektów – zmiany w treści plików graficznych. Zależnie od decyzji dotyczącej rodzaju zmian, aktualizacja może dotyczyć zarówno bazy graficznej, jak i opisowej. Zmiany przeprowadzane są w paletach administracyjnych MicroStation Geographics (Definiuj projekt) i w bazie danych (rys. 55). Zmiany mogą dotyczyć wszystkich elementów składowych projektu. Elementy projektu zostały już opisane wcześniej w rozdziale dotyczącym budowy i definicji projektu.



Rys. 55. Aktualizacja struktury projektu

Zależnie od plików, w których dokonywane są zmiany, do aktualizacji wykorzystywane są różne narzędzia edycyjne. Zmiana w plikach graficznych przeprowadzana jest przy użyciu standardowych narzędzi oprogramowania graficznego, oferowanego przez producenta aplikacji. Zmiana w danych atrybutowych przeprowadza się przy użyciu formularzy zaprojektowanych tylko do tego celu. Niezależnie od rodzaju zmian, czy aktualizacji projekt GIS poprzez wykorzystanie nowoczesnych narzędzi programowych doskonale zabezpiecza dane przed utratą lub niepożądanym dostępem. Wprowadzanie zmian możliwe jest jedynie w przypadku, gdy użytkownik ma do tego rodzaju działań pełny dostęp. Zabezpieczeniem przed utratą danych jest prowadzenie na poziomie zasobów, określonego czasowo zapisywania zbiorów danych (ang. *backup*). Prowadzenie opcji zapisywania czasowego w pełni zabezpiecza dane przed utratą, a jednocześnie umożliwia śledzenie procesów zmian zachodzących w bazach danych.



Rys. 56. Aktualizacja bazy danych

Dodanie lub aktualizacja tabel w bazie danych administracyjnych

Oprogramowanie jest na tyle elastyczne, że każdy z użytkowników, ma możliwość tworzenia własnych formularzy, raportów stałych i

bieżących. Poza wymienionymi analizami istnieje możliwość wygenerowania dodatkowych, nie wymienionych w opracowaniu, zestawień, analiz i raportów. Każdy z użytkowników, który posiada dostęp do baz danych może przy użyciu składni SQL zadać zapytanie do bazy, otrzymać wynik, skonstruować raport i wydrukować jego zawartość.

Proponowany projekt jest zbudowany zgodnie z zaleceniami zawartymi w przepisach prawnych i stosowanymi na całym świecie. Podstawową zaletą aplikacji polega na jej elastyczności w każdym z modułów, możliwości rozwoju zgodnie z oczekiwaniami użytkowników.

4. ZABEZPIECZENIE BAZ DANYCH

Bezpieczeństwo danych zawartych w bazach graficznych i opisowych jest jednym z podstawowych zagadnień do rozwiązania. Pod pojęciem bezpieczeństwa danych należy rozumieć działania mające na celu szeroko pojętą ochronę przed utratą danych. Utrata danych może nastąpić w wyniku działania różnych czynników. Dane mogą zostać ukryte, przeniesione lub skasowane. Zabezpieczenie danych odbywa się na różnych poziomach użytkowych. Ustanowienie zabezpieczeń systemowych związane jest z dostępem bezpośrednim do baz danych. Bazy graficzne i atrybutowe (relacyjne bazy danych) zabezpieczane są przed niepożądaną ingerencją z zewnątrz na poziomie zasobów. W relacyjnych bazach danych istnieje dokładne rozgraniczenie pomiędzy ochroną zróżnicowaną tematycznie, a zorientowaną obiektowo. Ochrona tematyczna daje użytkownikowi określone uprawnienia (przywileje), z których może on korzystać tak długo, jak długo będzie się identyfikował z hasłem umożliwiającym dostęp do bazy. Uprawnienia typu *podłączenia* – upoważniają do korzystania tylko z własnych zasobów tematycznych, typu *zmiany* – umożliwiają korzystanie z całego zasobu systemu w zakresie definiowanym na poziomie obiektów, oraz *administracji* – uprawniają administratora systemu do pełnego dostępu, do wszystkich zasobów. Ochrona zorientowana obiektowo zapewnia zabezpieczenie każdej z tablic za pomocą kilku poziomów uprawnień. Bardzo często jedna tablica zabezpieczona jest różnymi poziomami ochrony, z których każdy przewidziany jest dla innej czynności. Wyróżnia się następujące rodzaje uprawnień: *przeglądanie*, *dopisywanie*, *zmiana*, *kasowanie*, i *wszystkie razem*. Połączenie uprawnień oznacza dla użytkownika możliwość przeglądania i zmiany istniejących rekordów. Administrator systemu posiada komplet uprawnień do tablic wszystkich użytkowników. Może je również nadawać i odbierać innym użytkownikom.

Dla potrzeb projektu założone zostały trzy grupy użytkowników:

1. *Administratorzy* – zgodnie z założeniami nadzorujący prawidłową pracę systemu, posiadający dostęp do wszystkich

danych i struktur bazy danych, nadający i odbierający uprawnienia użytkownikom i grupom użytkowników. Grupa nie ma ograniczeń tematycznych i obiektowych.

2. *Operatorzy* – grupa użytkowników, którzy mają uprawnienia do wprowadzania, kasowania i dokonywania zmian w danych. Grupa ma ograniczenia tematyczne do bazy typu *zmiany* i obiektowe typy *wprowadzanie, kasowanie i zmiana* danych.
3. *Analitycy* – grupa użytkowników posiadających uprawnienia do przeglądania, robienia analiz, zestawień, uzyskiwania raportów. Członkowie grupy mają ograniczenia tematyczne do *podłączania* a obiektowe do *przeglądania* wszystkich obiektów bazy.
4. *Użytkownicy* – grupa posiadająca uprawnienia do przeglądania danych, z uprawnieniami podobnymi do Analityków, lecz bez możliwości generowania raportów, zestawień itp. Członkowie tej grupy mogą jedynie przeglądać dane.

W sieci, w związku z dużą liczbą użytkowników, którzy w tym samym momencie korzystają z dostępu do danych, mogą występować różnego rodzaju konflikty i blokady. W opracowaniu dla sprawnego działania baz wykorzystane zostały cztery ustawienia ułatwiające unikanie konfliktów blokowania rekordów w środowisku sieciowym:

- okres odświeżania I_o ustawia liczbę sekund, po upływie których rekordy są automatycznie odświeżane w widoku "Arkusze danych" lub w widoku "Formularz". Wprowadzono wartość 120 sekund. Gdy bieżący arkusz danych lub formularz odświeża się, kolejność rekordów nie jest zmieniana, nie są dodawane nowe rekordy ani nie usuwa się rekordów zaznaczone do usunięcia. Aby zobaczyć ewentualne zmiany, należy ponowić kwerendę rekordów podstawowych arkusza danych lub formularza,
- okres ponawiania aktualizacji I_a ustawia liczbę milisekund, po których następuje automatyczna próba zapisania zmienionego rekordu, który został zablokowany przez innego użytkownika. Wprowadzono wartość 1 000 milisekund,
- liczba prób aktualizacji I_p ustawia liczbę prób zapisania zmienionego rekordu, który został zablokowany przez innego użytkownika. Wprowadzono wartość 10,
- okres odświeżania ODBC I_b ustawia czas, po którym automatycznie są odświeżane rekordy, które były edytowane za pomocą protokołu ODBC. Wprowadzono wartość 1 sekundy.

5. MOŻLIWOŚCI ROZWOJU SYSTEMU

Projekt Systemu Informacji Geograficznej dla mapy geologicznej ma bardzo szerokie możliwości rozwoju. Prowadzone dotychczas obserwacje pozwalają wykształcić wizję systemu, jaki powinien zaistnieć w przyszłości. Proponowany projekt stanowi jedynie część systemu zarządzania i administrowania systemem numerycznych map geologicznych. Rozwój projektu Systemu Informacji Geograficznej możliwy jest w zakresie tematycznym, jak i obszarowym. Moduł w zamierzeniach koncentruje się jedynie na zagadnieniach związanych z mapą geologiczną i elementami graficznymi na tej mapie.

Do bazy graficznej możliwe jest dołożenie map numerycznych w pełnej treści nakładek tematycznych zgodnie z instrukcją techniczną „K-1. Mapa zasadnicza”. Rozwój bazy atrybutowej związany jest bezpośrednio z bazą graficzną, opracowanie nowych obiektów w bazie graficznej powoduje założenie nowych tablic w bazie danych oraz budowę nowych relacji między informacjami. Rozwój bazy opisowej następuje również w przypadku stałej bazy graficznej. Struktura analiz w postaci zapytań SQL do baz danych jest zapisywana w strukturze systemu.

Każdy z kierunków rozwoju modułu GIS zależy jedynie od użytkowników i dostępu do informacji. Moduł poprzez swoją konstrukcję wpasowuje się w każdy z systemów już istniejących, czy to w zakładach przemysłowych, czy też w administracji publicznej. Zastosowanie uniwersalnych narzędzi programowych umożliwia wdrożenie modułu w KGHM, zakładzie w którym GIS jest aktualnie wprowadzany.

LITERATURA

- BAC-BRONOWICZ J.: „Możliwości interpretacji danych klimatycznych w bazach z geometrycznymi polami podstawowymi” Jesienna Szkoła Geodezji Geodezja w systemach geoinformacyjnych Polanica Zdrój 2000, Oficyna Wydawnicza PWr Wrocław 2000
- BENTLEY SYSTEMS: „MicroStation Geographics. User’s Guide” Bentley Sys. Inc., Exton, Pennsylvania 1998
- BETHEA R., DURAN B., BOULLION T.: „Statistical Methods for Engineers and Scientist” Dekker INC. New York 1985
- BEYNON-DAVIES P.: „Systemy baz danych” WNT Warszawa 1998
- BIPROGEO : „MAPA 2000. Podręcznik użytkownika” Biprogeo S.A., Wrocław 2000
- BIERNAT S., JANAS P., WOŹNICA A.: „Obiektowy system zarządzania infrastrukturą techniczną – Paris” XVII Jesienna Szkoła Geodezji Geodezja w systemach geoinformacyjnych Polanica Zdrój 2000, Oficyna Wydawnicza PWr Wrocław 2000
- BUJARKIEWICZ A., KWIECIEŃ J.: „System bezpieczeństwa miasta jako przykład zastosowania telegeoprocessingu” Jesienna Szkoła Geodezji Geodezja w systemach geoinformacyjnych Polanica Zdrój 2000, Oficyna Wydawnicza PWr Wrocław 2000
- BURROUGH P.A.: „Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment” Clarendon Press, Oxford 1996
- CACON S., IWANIAK A., FUŁAT E., BĄK A., SKRZYPIŃSKA I.: „Mapa cyfrowa jako nośnik informacji w procesie wydobywania kopalin”, Materiały konferenc. W: Optymalizacja wydobywania kopalin przy wykorzystaniu technik informatycznych. [Bogatynia, 27-29 października 1999]. Katowice: Silesia 1999
- CACON S., KACZAREWSKI T.: „Satellite GPS measurement used for monitoring of ground deformations and other applications carried out at an open brown coal pit”, W: Mine planning and equipment selection 1999 and mine environmental and economical issues 1999. Proceedings of the Eighth International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection and the International Symposium on Mine Environmental and Economical Issues. Ed. by

Gennadiy G. Pivnyak, Raj K. Singhal. Dnipropetrovsk, Ukraine, 15-18 June 1999. Dnipropetrovsk: National Mining University of Ukraine 1999

CACÓN S., BLACHOWSKI J., JABŁOŃSKI M.: „Wykorzystanie techniki satelitarnej RTK-DGPS w górnictwie odkrywkowym”, Wyd: Raporty Inst. Gór. PWroc. 2000

CASSERATI S.: „Introduction to Integrated Geo-information Management” Chapman & Hall London 1993

CLARKE K.: „Analytical and Computer Cartography” Prentice Hall 1990

COOD E. F.: „Relational Database: A Practical Fundation for Productivity”, CACM 25, No. 2, Feb 1982

COOK P. D.: „GIS and cost-effectiveness of investment decisions”, Proceedings of the ASCE 3rd International Conference on Applications of Advaced Technologies in Transportation Engineering Jul 25-28 1993 Sponsored by: Washington State Department of Transportation United States Federal Highway Administration Publ by ASCE 1993

COWEN D.J.: „GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences?” Photogrametric Engineering and Remote Sensing 1988 nr 11.

DADLEZ R., JAROSZEWSKI W.: „Tektonika” PWN Warszawa 1994

DATE C. J.: „An Introduction to Database Systems” Tom I i II, Reading MA, Addison-Wesley, London 1984

DYJOR S.: „Wykształcenie i stratygrafia utworów trzeciorzędowych na obszarze legnicko-głogowskiego okręgu miedziowego” Przewodnik L Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego Zielona Góra 1978

EMBLETON C.: „Geomorfologia dynamiczna” PWN Warszawa 1985

GAUNA I., SOZZA, A.: „Geographic information system of the Turin City Council on the Internet” Computers, Environment and Urban Systems 23 6 1999 Elsevier Science Ltd.

GAŹDZICKI J.: „Systemy informacji przestrzennej” PPWK, Warszawa 1990

GAŹDZICKI J.: „Systemy katastralne” PPWK, Warszawa 1995

GOODENOUGH D. G., CHARLEBOIS D., BHOGAL A.S., DYK A., SKALA M.: „SEIDAM: a flexible and interoperable metadata-driven system for intelligent forest monitoring” International Geoscience and Remote

Sensing Symposium (IGARSS) 2 Jun 28-Jul 2 1999 1999 Sponsored by: IEEE Geoscience and Remote Sensing Society; University of Hamburg; NASA; NOAA; et al. IEEE

GHEORGHE A. V., VAMANU D.: „Pilot decision support system for nuclear power emergency management” Safety Science 20 1 Jul 1995 Elsevier Science B.V.

GOODCHILD M.: „Environmental Modeling with GIS” Oxford University Press 1993

GRUBER M.: „SQL” Helion Gliwice 1996

HAUSCHILDT P.: „Driving 911 GPS Road Maps Enhance Response” GPS World, June 1999

HODGES M.: „Seeing Data In-depth.(Buyers Guide)” Computer Graphics World May, 2000

ISPRS CONGRESS PAPER: „Geoinformation for All” Geospatial Solutions August, 2000 COP. Advanstar Communications, Inc. in association with The Gale Group and LookSmart 2000

KEVANY M. J.: „Use of GPS in GIS data collection” Computers, Environment and Urban Systems v 18 n 4 Jul-Aug 1994

KISTOWSKI M., IWAŃSKA M.: „Systemy informacji geograficznej. Podstawy techniczne i metodyczne” Przegląd pakietów oprogramowania i zastosowań w badaniach środowiska przyrodniczego. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań 1997

KŁAPCIŃSKI J.: „Litologia, fauna, stratygrafia i paleonografia permu monokliny przedsudeckiej” Geol. Statistica, Vol.V. Warszawa 1971

KŁAPCIŃSKI J., KONSTANTYNOWICZ E., SALSKI W., KIENIG E., PRIEDL M., DUBIŃSKI K., DROZDOWSKI S.: „Atlas Obszary miedzionośnego. Monoklina Przedsudecka” Wyd. Śląsk, Katowice 1984

KOŃCZAK M.: „Dolnośląski Katester nieruchomości – stan istniejący i perspektywy”, XVII Jesienna Szkoła Geodezji Geodezja w systemach geoinformacyjnych Polanica Zdrój 2000, Oficyna Wydawnicza PWr Wrocław 2000

KRAAK M. J., ORMELING F.: „Kartografia: wizualizacja danych przestrzennych” Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 1998.

- KRZYWICKA-BLUM E.: „Kartografia numeryczna w Polsce” XVII Jesienna Szkoła Geodezji Geodezja w systemach geoinformacyjnych Polanica Zdrój 2000, Oficyna Wydawnicza PWR Wrocław 2000
- KSIAŻKIEWICZ M.: „Geologia dynamiczna” Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1968
- LEE A.: „Maps Reveal Patterns Hidden in Databases Part 1.(using Geographic information systems)(Software Review)”, Information Outlook Dec 1999, COP. Special Libraries Association in association with The Gale Group and LookSmart 1999
- LEE A.: „Maps Reveal Patterns Hidden in Databases - Part 2.(geographic information systems)”, Information Outlook Jan, 2000 COP. Special Libraries Association in association with The Gale Group and LookSmart 2000
- LIU X. YUAN, G.: „Design of the underground pipeline management system based on MAPGIS”, Diqiu Kexue Zhongguo Dizhi Daxue Xuebao/Earth Science - Journal of China University of Geosciences 23 4 Jul 1998
- LOHMANN P.: „Digital photogrammetric workstations” Digest - International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) v 1 Jul 10-14 1989
- MEISSNER U., DIAZ J. SCHOENENBORN I., KRUEGER R.: „Object-oriented modelling of three-dimensional hydro-geotechnical systems”, International Conference on Computational Methods in Water Resources, CMWR 1 Jul 1996 Computational Mechanics Publ 1996
- MENEZES J.: „With GIS, you've got the whole world in your hands: New advances in GIS technology are making it easier for IT users to (literally) find their way.(Agricorp)(Company Business and Marketing)” Computing Canada Nov 5, 1999 COP. Plesman Publications in association with The Gale Group and LookSmart 1999
- MEULEN G. G.: „Geographical information and decision support system” Computers, Environment and Urban Systems v 16 n 3 May-Jun 1992
- MICHALAK J.: „Geomatyka (geoinformatyka) - czy nowa dyscyplina?” Przegląd Geologiczny Nr 8 sierpień 2000
- MIKSA K.: „SIG a SIT” Materiały V Konferencji Naukowo-Techniczną PTIP. Warszawa, 9-10 listopada 1995.

- MONOGRAFIA KGHM Polska Miedź S.A., Praca zbiorowa, Lubin 1996
- OBERC J.: „Rozwój formacji i tektonika Ziemi Lubuskiej i Legnicko Głogowskiego Okręgu miedziowego ze szczególnym uwzględnieniem utworów podpermskich” Przew. 50 Zjazdu PTG Zielona Góra, Wyd. Geol. Warszawa 1978
- OSADA E.: „Analiza, wyrównanie i modelowanie geo-danych”, Akademia Rolnicza Wrocław 1998
- PAJAROLA R., OHLER T., STUCKI P., SZABO K., WIDMAYER P.: „Alps at your fingertips: Virtual reality and geoinformation systems” Proceedings - International Conference on Data Engineering Feb 23-27 1998 1998 IEEE Comp Soc
- PIOTROWSKI R.: „System Informacji o Terenie - Program Modernizacji” Warszawa 1991.
- POLICHTCHOUK Y.: „Geoinformation systems and regional environmental prediction” Safety Science v 30 n 1-2 Oct-Nov 1998 Elsevier Sci Ltd
- PRONINA, G.E. BADALYAN, P.G.: „GIS-employing to process remote probing results processing with a view of constructing appraisal-forecasting geographic maps” Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering v 2646 Jun 25 1995 Bellingham 1995
- RAMADAN, K.: „Use of GPS for GIS applications”, AEJ - Alexandria Engineering Journal 38 2 Mar 1999
- REAL CH. R.: „Geotechnically-Oriented GIS for seismic Hazard mapping”, Geographic Information Systems and Their Application in Geotechnical Earthquake Engineering; Proceedings of a Workshop Jan 29-30 1993 1993 Sponsored by: Natl Science Foundation; Georgia Inst of Technology Publ by ASCE
- RODRERS U.: „ ORACLE. Przewodnik projektanta baz danych” WNT Warszawa 1995
- RYBAŁKO L.: „Zintegrowane systemy geoinformacyjne na przykładzie katastru nieruchomości” XVII Jesienna Szkoła Geodezji Geodezja w systemach geoinformacyjnych Polanica Zdrój 2000, Oficyna Wydawnicza PWr Wrocław 2000

- SANDERS M. D.: Real time uses of pipeline GIS technology", American Society of Mechanical Engineers, Petroleum Division (Publication) Feb 2-4 1998 Sponsored by: ASME 1998
- SONG L., WU X., LUO Z.: „Oil and gas resources assessment based on graphic database of geographic information system” Diqiu Kexue Zhongguo Dizhi Daxue Xuebao/Earth Science - Journal of China University of Geosciences 23 4 Jul 1998
- STRZELECKI T.: „Rola systemów informacji geograficznej w zarządzaniu państwem, województwem, gminą”, Komputerowe Wspomaganie Badań Naukowych. I Konferencja Środowiskowa IKŚ Kowban'94. Materiały. Wrocławskie Towarzystwo Naukowe, 16 – 17 grudnia 1994, Wrocław 1994
- STRZELECKI T., ŻAK S., WOŹNIAK J., RYBAŁKO L.: „Koncepcja systemu informacji geograficznych w gminie. Uwagi ogólne” W: Systemy informacji przestrzennej. IV Konferencja Naukowo-Techniczna. Towarzystwo Informacji Przestrzennej. Warszawa, 18-19 października 1994
- STRZELECKI T., WOŹNIAK J., WABIK A., KOSTECKI S.: „Projekt techniczny aplikacji ewidencji gruntów i użytków InterSeg, 1995” praca zastrzeżona, Wrocław 1995
- STRZELECKI T., WOŹNIAK J., RYBAŁKO L., KULIG M., WASILEWSKA Z.: „Warunki techniczne tworzenia obiektowej mapy zasadniczej miasta Wrocławia w zakresie sieci technicznego uzbrojenia terenu” Projekt wykonany na zlecenie Urzędu Wojewódzkiego we Wrocławiu, praca zastrzeżona 1996. Wrocław 1996
- STRZELECKI T., BORKOWSKI A.: „System GPS i możliwości jego wykorzystania w komunikacji drogowej” I Międzynarodowa Konferencja Naukowa n.t. Prawno-ekonomiczne i techniczne aspekty bezpieczeństwa w komunikacji drogowej, 1997, Rzeszów 1997
- SZUMSKI Z.: „Internet i SIT: Intersit.” Magazyn Geoinformacyjny „Geodeta” Nr 4 z 1998 r.
- TAYLOR M. A.P., WOOLLEY J. E., ZITO R.: „Integration of the global positioning system and geographical information systems for traffic congestion studies”, Transportation Research Part C: Emerging Technologies 8 1 Jan 2000 Elsevier Science Ltd
- TAMAS J.: „Geoinformation system and prevention of pollution” International Water & Irrigation Review v 17 n 2 1997

TOMLINSON R.F.: „Geographic Information Systems - A New Frontier”
The Operational Geographer Nr 5, 1984

WERNER P.: „Wprowadzenie do geograficznych systemów informacyjnych”
Uniwersytet Warszawski, Warszawa 1992

WIJNGAARDEN F., PUTTEN J., OOSTEROM P., UITERMARK H.: „Map
integration - update propagation in a multi-source environment”,
Proceedings of the ACM Workshop on Advances in Geographic
Information Systems Nov 13 1997 Sponsored by: ACM

REGULACJE PRAWNE

USTAWA SEJMU RP z 17.05.1989 „Prawo geodezyjne i
kartograficzne” z późniejszymi zmianami (Dz. U. Nr 30 poz. 163 z 1989)

USTAWA SEJMU RP z 4.02.1994 „Prawo geologiczne i górnicze” z
późniejszymi zmianami (Dz. U. nr 27 poz. 96 z 1994)

USTAWA SEJMU RP z 7.07.1994 „Prawo budowlane” z późniejszymi
zmianami (Dz. U. nr 89 poz. 414 z 1994)

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia
24 marca 1998 r. w sprawie standardów technicznych dotyczących
geodezji, kartografii oraz krajowego systemu informacji o terenie (Dz. U.
nr 30, poz. 297).

Instrukcje techniczne: "O-1 Ogólne zasady wykonywania prac
geodezyjnych" i "O-2 Ogólne zasady opracowania map dla celów
gospodarczych", wprowadzone do stosowania zarządzeniem nr 1 Prezesa
Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii (GUGiK) z dnia 9 lutego 1979 r.,
zmienione zarządzeniem nr 4 Prezesa GUGiK z dnia 23 lipca 1983 r.
(Dz.Urz. GUGiK Nr 2, poz. 5).

Instrukcja techniczna "O-3 Zasady kompletowania dokumentacji
geodezyjnej i kartograficznej", wprowadzona do stosowania zarządzeniem
nr 1 Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 4 lutego 1992
r.

Instrukcja techniczna "O-4 Zasady prowadzenia państwowego
zasobu geodezyjnego i kartograficznego", wprowadzona do stosowania
zarządzeniem nr 5 Prezesa GUGiK z dnia 10 lipca 1987 r.

Instrukcja techniczna "G-1 Pozioma osnowa geodezyjna",
wprowadzona do stosowania zarządzeniem nr 4 Prezesa GUGiK z dnia 19

lutego 1979 r., zmieniona zarządzeniem nr 5 Prezesa GUGiK z dnia 23 lipca 1983 r. (Dz.Urz. GUGiK Nr 2, poz. 6).

Instrukcja techniczna "G-2 Wysokościowa osnowa geodezyjna", wprowadzona do stosowania zarządzeniem nr 4 Prezesa GUGiK z dnia 11 kwietnia 1980 r., zmieniona zarządzeniem nr 6 Prezesa GUGiK z dnia 23 lipca 1983 r. (Dz.Urz. GUGiK Nr 2, poz. 7).

Instrukcja techniczna "G-3 Geodezyjna obsługa inwestycji", wprowadzona do stosowania zarządzeniem nr 5 Prezesa GUGiK z dnia 11 kwietnia 1980 r.

Instrukcja techniczna "G-4 Pomiary sytuacyjne i wysokościowe", wprowadzona do stosowania zarządzeniem nr 7 Prezesa GUGiK z dnia 28 czerwca 1979 r., zmieniona zarządzeniem nr 7 Prezesa GUGiK z dnia 23 lipca 1983 r. (Dz.Urz. GUGiK Nr 2, poz. 8).

Instrukcja techniczna "K-1 Mapa zasadnicza", wprowadzona do stosowania zarządzeniem Prezesa GUGiK z dnia 9 lutego 1979 r., zmieniona zarządzeniem nr 1 Prezesa GUGiK z dnia 24 lutego 1984 r. (Dz.Urz. GUGiK Nr 1, poz. 1)

Instrukcja techniczna "K-2 Mapy topograficzne do celów gospodarczych", wprowadzona do stosowania zarządzeniem nr 3 Prezesa GUGiK z dnia 9 lutego 1979 r.

Instrukcja techniczna "K-3 Mapy tematyczne", wprowadzona do stosowania zarządzeniem nr 1 Prezesa GUGiK z dnia 12 stycznia 1980 r.

Instrukcja techniczna "K-1 Podstawowa mapa kraju", wprowadzona do stosowania przez Głównego Geodetę Kraju pismem z dnia 16 maja 1995 r.

Instrukcja techniczna "K-1 Mapa zasadnicza", wydana w 1998 r. przez Głównego Geodetę Kraju.

Instrukcja techniczna "G-7 Geodezyjna ewidencja sieci uzbrojenia terenu", wydana w 1998 r. przez Głównego Geodetę Kraju.

Wykaz rysunków i tabel

Numer rysunku	Str.
Rys. 1. Mapa Polski – lokalizacja obszaru do opracowania projektu GIS	7
Rys. 2. Mapa geologiczna, dla której opracowany zostanie projekt geoinformacyjny	7
Rys. 3. Przekrój geologiczny	8
Rys. 4. Uproszczony profil litostratygraficzny jednego z odwiertów geologicznych na mapie geologicznej (Kłapciński 1984)	9
Rys. 5. Koncepcja GIS	19
Rys. 6. Współczesny hybrydowy model mapy numerycznej	22
Rys. 7. Układ relacji między tabelami w bazie danych „geolog”	25
Rys. 8. Źródła danych dla projektu GIS	29
Rys. 9. Budowa projektu typu GIS	29
Rys. 10. Przepływ informacji w systemie GIS	32
Rys. 11. Sterownik ODBC	32
Rys. 12. Definicja projektu	33
Rys. 13. Wybór pliku prototypowego	34
Rys. 14. Podkatalogi powstałe w wyniku definicji projektu	34
Rys. 15. Tabele administracyjne	35
Rys. 16. Struktura zależności tabel i systemu plików graficznych	35
Rys. 17. Diagram relacji w bazach danych	37
Rys. 18. Foldery projektu	38
Rys. 19. Definicja projektu	39
Rys. 20. Kategorie i cechy	40
Rys. 21. Nowe kategorie plików projektowych	41
Rys. 22. Definicja cech obiektów	42
Rys. 23. Lista kategorii	45
Rys. 24. Pliki rysunkowe zgodne ze zdefiniowanymi kategoriami	46
Rys. 25. Nowy plik w MicroStation	47
Rys. 26. Punkty kontrolne	48
Rys. 27. Kalibracja rastrów w MicroStation Descartes	49
Rys. 28. Definicja punktów kalibracji	49-50
Rys. 29. Mapa po kalibracji	50
Rys. 30. Zapis położenia i kształtu mapy dla Menadżera Map	51
Rys. 31. Rejestracja plików graficznych	52
Rys. 32. Kontrola zarejestrowanych plików rysunkowych w bazie danych	53
Rys. 33. Zapis przestrzeni roboczej w pliku vicinity dla projektu z odniesieniem index	53
Rys. 34. Wywołanie projektu	54
Rys. 35. Aplikacja Menadżer map	55
Rys. 36. Widok Otwartego projektu wraz z Menadżerem map i wczytanymi mapami	55
Rys. 37. Wywołanie Menadżera cech	57

Rys. 38. Wybór obiektu do wektoryzacji	58
Rys. 39. Wektoryzacja obiektów na mapie	58
Rys. 40. Definicja tabeli w MS Access	63
Rys. 41. Zapis nazwy tabeli w bazie danych	64
Rys. 42. Przepływ informacji w bazach danych	65
Rys. 43. Ustawienia niezbędne w bazie danych <i>gis</i> do łączenia informacji w bazach	66
Rys. 44. Ustawienia dla plików graficznych	66
Rys. 45. Wywołanie kreatora zapytań SQL do łączenia danych	67
Rys. 46. Widok formularza danych	68
Rys. 47. Dołączanie danych opisowych do obiektów graficznych	68
Rys. 48. Przegląd atrybutów opisowych	69
Rys. 49. Analizy proste	71-72
Rys. 50. Analizy proste, wyszukiwanie selektywne obiektów. Budowa zapytania w formularzu zapytań	73
Rys. 51. Odpowiedź na zadane pytanie w formularzu i wizualizacja graficzna wyniku na mapie	74
Rys. 52. Zapytanie złożone, budowa zapytania w SQL	75
Rys. 53. Analizy tematyczne	76-77
Rys. 54. Aktualizacja długości przekrojów	78
Rys. 55. Aktualizacja struktury projektu	82
Rys. 56. Aktualizacja bazy danych	82
Numer i tytuł tabeli	Str.
Tabela 1. Typy danych	63
Tabela 2. Zmiany w projekcie	81

ZAŁĄCZNIKI

1. PODSTAWOWE POJĘCIA I DEFINICJE

W książce pojawia się wiele pojęć i definicji, które są niekiedy różnie opisywane w literaturze. W celu jednolitego przedstawienia treści podstawowe pojęcia zdefiniowane zostały poniżej:

- Atrybut – cecha obiektu, informacja ilościowa lub jakościowa opisująca obiekt, kolumna w tabeli bazy danych,
- Baza danych – zbiór informacji przechowywanych w sposób scentralizowany w jednym miejscu. Wszelkie działania na danych zarządzane są w sposób scentralizowany, poprzez wyspecjalizowane w tym celu oprogramowanie – system zarządzania bazą danych (DBMS). Informacje tworzą logiczną strukturę, „zrozumiałą” przez DBMS,
- Baza graficzna – zbiór wszystkich plików graficznych (mapy, przekroje, rysunki) zawierających informacje o obiektach bazy danych powiązanych w logiczną całość,
- Baza opisowa – zestaw informacji dodatkowych (atrybutów) i administracyjnych, niezbędnych do określenia prawidłowego działania systemu,
- Celka – znak graficzny (komórka) stanowiąca obiekt jako całość, może być określona jako symbol graficzny obiektu rzeczywistego,
- DBMS – system zarządzania bazą danych, zestaw specjalistycznego oprogramowania pozwalającego na gromadzenie, aktualizację, przetwarzanie i zarządzanie informacjami znajdującymi się w bazie,
- Element – część obiektu, zbiór elementów tworzących obiekt,
- GIS – System Informacji Geograficznej. Zorganizowany system składający się z oprogramowania, sprzętu, danych i obsługi, zaprojektowany w celu efektywnego przechowywania, uaktualniania, przetwarzania, analizowania i wyświetlania wszystkich form informacji mających odniesienie geograficzne. W literaturze spotykane są terminy SIP, LIS, SIT, definiujące różne obszary stosowania GIS-u,
- Klucz podstawowy – wyznacznik identyfikujący i opisujący jednoznacznie rekordy bazy danych,
- Mapa numeryczna – mapa zapisana w sposób cyfrowy w pamięci komputera,
- Mapa rastrowa – obraz mapy zapisany w postaci regularnej siatki, w której każdej komórce przypisana jest wartość liczbowa charakteryzująca obszar pokryty komórką siatki. Struktura rastrowa danych składa się z rzędów i kolumn,
- Mapa wektorowa – obiekty tworzące mapę zapisane są za pomocą punktów, linii i poligonów. Cechą zasadniczą jest możliwość zapisania położenia obiektów z bardzo wysoką

- precyzją. Każdy element ma cechy lokalizujące go przestrzennie oraz definicje powiązań z innymi elementami tworzącymi obiekty,
- Meta obiekt – grupa obiektów powiązanych ze sobą przestrzennie określonymi zależnościami (proces produkcji), przykładem meta obiektu jest hala produkcyjna,
 - Modelowanie obiektów – proces matematycznej obróbki danych, mający na celu określenie jego wielkości, przebiegu, zakresu itp.,
 - Obiekt – jednostka przestrzenna złożona z jednego lub zestawu elementów, posiadająca zestaw atrybutów opisujących. Graficzną reprezentację obiektów stanowią punkty, linie i powierzchnie,
 - Relacja – zapis zależności pomiędzy obiektami baz danych,
 - Rekord – wiersz w tabeli bazy danych,
 - SQL – strukturalny język zapytań używany do przeprowadzania analiz na danych w bazie danych oraz do uzyskiwania i przetwarzania informacji zawartych w bazie,
 - System informatyczny – zespół środków techn. i log. służący do gromadzenia, przechowywania i przetwarzania informacji; w skład systemu informatycznego wchodzi z reguły komputer (jeden lub wiele, połączonych w sieć) wraz z oprogramowaniem, a także różne urządzenia pomocnicze (drukarki, skanery, a także dyskietki itp.);
 - System geoinformacyjny – system informatyczny ukierunkowany na informacje o ziemi, na wiedzę opartą na naukach o ziemi (geologia, geografia, geofizyka, geodezja itp.),
 - Tabela – miejsce w którym umieszczona jest porcja informacji różnej wielkości złożona z kolumn i wierszy, elementarna część bazy danych zwana również obiektem bazy danych,
 - Tabela administracyjna (systemowa) – tabela w bazie danych odpowiadająca za przepływ informacji w systemie,
 - Tabela atrybutowa (opisowa) – tabela zawierająca atrybuty opisowe obiektów zawartych w systemie

2. STRUKTURA PROJEKTU – krótki opis przykładowego opracowania

1. Wprowadzenie
 - 1.1. GIS – podstawowa definicja systemu dla potrzeb opracowania
 - 1.2. GIS w opracowywanym temacie:
2. Zakres tematyczny i obszarowy, aktualny stan wiedzy o zagadnieniu
3. Potrzeba (cel) wdrożenia GIS w wybranej tematyce
4. Analiza stanu wyjściowego materiałów do budowy GIS:
 - 4.1. Wykorzystywane materiały do budowy baz (mapy, skala, obszar i rodzaj danych, typ opracowania, źródło informacji, pochodzenie danych)
 - 4.2. Użytkownicy systemu w formie dotychczasowej
 - 4.3. Określenie potrzeb użytkowników
 - 4.4. Misja projektu, analiza słabych i mocnych stron opracowania projektu
5. Budowa systemu GIS
 - 5.1. Administracja systemem GIS
 - łącznik ODBC baz danych systemu GIS
 - założenie i definicja projektu
 - kategorie i cechy
 - 5.2. Mapa numeryczna: Microstation Descartes
 - pozyskanie rastra
 - kalibracja - metoda
 - ocena wyników transformacji plików rastrowych
 - 5.3. Baza opisowa: Access
 - założenie tabeli atrybutowej – kolumny (nazwy pól), typy danych, klucz podstawowy
 - wprowadzenie danych i wydruk przykładowych danych
 - 5.4. Łączenie baz: MicroStation Geographics
 - rejestracja map w projekcie

- menadżer map
- wektoryzacja - zakres, wykorzystane atrybuty, typy elementów, przykłady
- łączenie informacji graficznej i tekstowej

6. Analizy:

6.1. Przykłady zapytań SQL

6.2. Analizy proste (wyszukiwanie obiektów)

6.3. Analizy złożone (resymbolizacja tematyczna)

6.4. Opis otrzymanych wyników

7. Podsumowanie

7.1. Wykorzystanie Systemu (kto i w jakim zakresie może wykorzystać tak zbudowany system informacyjny?)

7.2. Rozwój systemu (dodatkowe elementy, zakres, tematyka)

3. PŁYTA CD-ROM

Zawartość płyty CD-rom:

1. Podręczniki:
 1. Bentley MicroStation – po polsku
 2. Bentley Descartes – po angielsku
 3. Bentley Geographics – po angielsku
2. Projekt GIS – przykładowy projekt, opisany w podręczniku, dotyczący danych geologicznych:
 1. baza danych – geolog.mdb
 - i. tabele administracyjne
 - ii. tabele atrybutowe
 2. katalogi administracyjne
 3. pliki użytkowe
3. Treść niniejszej książki w formacie PDF
4. Program Acrobat Reader 6.0