

IDŹ DO

PRZYKŁADOWY ROZDZIAŁ



SPIS TREŚCI

KATALOG KSIĄŻEK

KATALOG ONLINE

ZAMÓW DRUKOWANY KATALOG

TWÓJ KOSZYK

DODAJ DO KOSZYKA

CENNIK I INFORMACJE

ZAMÓW INFORMACJĘ
O NOWOŚCIACH

ZAMÓW CENNIK

CZYTELNIA

FRAGMENTY KSIĄŻEK ONLINE

Systemy Informacji Geograficznej. Zarządzanie danymi przestrzennymi w GIS, SIP, SIT, LIS

Autorzy: Leszek Litwin, Grzegorz Myrda

ISBN: 83-7361-846-5

Format: B5, stron: 296



Blisko 80% decyzji w administracji publicznej związanych jest z informacją przestrzenną (geoinformacja). Struktury danych przestrzennych stają się częścią biznesowych baz danych, a techniki przetwarzania danych przestrzennych – częścią systemów biznesowych.

Systemy Informacji Geograficznej (GIS) służą do pozyskiwania, gromadzenia, integrowania, analizowania, weryfikowania, transferowania i udostępniania danych przestrzennych (geoprzestrzennych) opisujących nasz świat i zachodzące w nim zjawiska. GIS pozwala zapanować nad wszelkimi informacjami o charakterze przestrzennym (geoinformacjami).

Książka jest adresowana zarówno do osób, które pragną się dowiedzieć, co to jest GIS, jak i tym, które chciałyby swoją wiedzę usystematyzować i poszerzyć. Dzięki niej zdobędziesz obszerną wiedzę o:

- źródłach pozyskiwania danych przestrzennych (obrazów satelitarnych, GPS),
- przeprowadzaniu analiz danych przestrzennych,
- stosowaniu GIS w praktyce,
- dostępnym na rynku oprogramowaniu GIS,

dowiesz się także, czym są:

- informacja przestrzenna (geoinformacja), dane przestrzenne, metadane,
- GIS (SIP, SIT, LIS), Web GIS, 3D GIS, Mobile GIS...
- ...a w razie uczucia niedosytu możesz zajrzeć na strony internetowe, których adresy podano w książce.

Książka jest przeznaczona dla użytkowników wykorzystujących GIS jako mapę numeryczną w celach rekreacyjno-turystycznych, np. w połączeniu z GPS a także profesjonalistów, którzy chcą wykorzystywać GIS w swojej codziennej pracy, niezależnie od tego, czy chodzi o firmę komercyjną, instytucję publiczną czy urząd administracji państwowej.

W każdym z tych przypadków – i niezależnie od konkretnego celu – GIS służy jako system do wspomaganie podejmowania decyzji w wielu różnych dziedzinach zastosowań.

„Kompendium wiedzy na temat Systemów Informacji Geograficznej (GIS, SIP, SIT, LIS)”

Without geography you are nowhere!
Jimmy Buffet (fotograf i eseista pracujący dla National Geographic)



Spis treści

Wstęp — od Autorów	9
Rozdział 1. Co to jest GIS	13
Co oznacza skrót GIS	13
Różne definicje GIS	14
GIS — podłoże historyczne	16
Rozdział 2. Podstawowe pojęcia GIS	25
Podstawowe cechy systemów GIS	25
Podstawowe funkcje systemów GIS	35
Przykładowe funkcje analiz przestrzennych	38
Co to jest mapa cyfrowa	40
Warstwa	42
Obiekt	43
Atrybuty opisowe	44
Mapa ciągła	46
Mapa rastrowa a mapa wektorowa	48
Dane typu wektorowego	48
Dane typu rastrowego	49
Modele danych przestrzennych	52
Relacyjne bazy danych	53
Obiektowe bazy danych	53
Funkcjonalność przestrzennych baz danych	54
Model danych: topologiczny czy obiektowy?	55
Układy odniesień przestrzennych	57
Rozdział 3. Dane przestrzenne i metadane	61
Dane	61
Dane przestrzenne (geograficzne)	62
Źródła danych przestrzennych	62
Metody pozyskiwania danych przestrzennych	88
Obrazy satelitarne, zdjęcia lotnicze, zdjęcia naziemne	90
Mapy i plany	98
Dokładność danych przestrzennych	99
Dokładność i precyzja danych	101

Bazy danych GIS	102
Model bazy danych przestrzennych dla parku narodowego	
— przykład bazy danych dla Systemu Informacji Geograficznej	103
Metadane	107
Bazy metadanych	110
Rozdział 4. Analizy danych przestrzennych	111
Przykłady analiz wykonanych z wykorzystaniem możliwości analitycznych	
oprogramowania GIS oraz innego (CAD, geodezyjnego itd.)	112
Przygotowanie danych przestrzennych do analiz	112
Numeryczne modele danych przestrzennych	113
Analizy danych przestrzennych — przykłady	116
Rozdział 5. WEB-GIS.....	129
Rodzaje serwisów internetowych do pracy z danymi przestrzennymi	130
Cienki klient.....	130
Średni klient.....	132
Gruby klient.....	133
WEB-GIS od środka	135
Co się dzieje po stronie serwera?	135
Serwery OGC.....	137
Rozdział 6. 3D GIS	141
Technologia tworzenia mapy 3D — mapa fragmentu zabudowy miejskiej	142
Źródła danych	142
Konwersja danych do postaci numerycznej	142
Numeryczny model danych (3D)	142
Modelowanie obiektów 3D	143
Tekstury z pokryciem terenu	144
(Fotorealistyczna) wizualizacja mapy 3D	145
3D GIS w planowaniu przestrzennym — przykład obszaru	
miejskiego centrum biznesowego	146
Mapa topograficzna — przykłady wizualizacji 3D	148
Fotorealistyczny model 3D terenu	153
Mapa 3D terenu — wizualizacja wyników analiz na trójwymiarowym modelu terenu	158
Rozdział 7. Mobile-GIS	161
Mobilna rewolucja	161
Możliwości systemów Mobile-GIS	163
Zalety automatycznej lokalizacji	165
Rozdział 8. GPS	167
Jak to działa	168
System NAVSTAR	170
System GALILEO	170
System GLONASS	171
GPS a korzystanie z map	171
Rodzaje odbiorników GPS	172
Zastosowania systemów typu GPS	172
Rozdział 9. Przykłady zastosowań	175
Geomarketing, analizy przestrzenne w biznesie	177
Analizy produktów	177
Analizy klientów	178

Analizy sprzedaży	179
Analizy dystrybucji	180
System Informacji Geograficznej oparty na wykorzystaniu serwera mapowego.	
Przykład Web GIS	182
System Informacji Geograficznej w gospodarce rolnej	196
Inne przykładowe projekty GIS dostępne przez internet	200
Rozdział 10. Interoperacyjność w świecie GIS	201
Open Geospatial Consortium i Komitet Techniczny 211 ISO	202
GML	204
Dostęp do danych z różnych źródeł określany specyfikacjami OGC	208
Infrastruktury danych przestrzennych	211
Integracja danych i usług	213
Jak to się robi w USA	216
Rozdział 11. Ludzie i sprzęt	219
Ludzie — twórcy i użytkownicy GIS	219
Sprzęt w zastosowaniach GIS	220
Sprzęt komputerowy	221
Pozostały sprzęt	222
Rozdział 12. Oprogramowanie GIS	223
Rodzaje pakietów oprogramowania GIS	223
Czym się kierować przy wyborze systemu	225
Różne metody wdrażania systemu GIS	227
Dostosowywanie systemu do własnych potrzeb	229
Przykłady oprogramowania komercyjnego	230
ESRI ArcGIS	230
Intergraph GeoMedia	233
MapInfo	234
Bentley Microstation Geographics	234
Autodesk GIS	236
Manifold GIS	237
TatukGIS Internet Server	238
ISPIK ISDP	238
Przykłady oprogramowania Open Source	239
GRASS	240
POSTGIS	241
GDAL i OGR	243
OpenMap	245
Deegree	246
UMN MapServer	246
GEOSERVER	246
GEOTOOLS	247
Dodatek A Słowniczek	249
Dodatek B Literatura	253
Dodatek C Adresy internetowe	257
Dodatek D GIS-CD	261
Skorowidz	269

Rozdział 2.

Podstawowe pojęcia GIS

W języku potocznym GIS jest najczęściej postrzegany jako oprogramowanie służące do obsługi map cyfrowych, a obsługa ta polega na wspomaganiu tworzenia map, ich przechowywaniu oraz analizie danych przedstawianych na mapie. Oczywiście takie podejście jest dużym uproszczeniem, dlatego w tym rozdziale zostaną przedstawione podstawowe zasady i pojęcia pozwalające zrozumieć idee przyświecające systemom GIS, dzięki którym często spotykane skróty myślowe będą łatwiejsze do zaakceptowania.

Podstawowe cechy systemów GIS

System GIS podobnie jak edytor tekstowy potrzebuje danych w określonym formacie zwanych mapą cyfrową. Mapa łączy w sobie informacje graficzne oraz opisowe. Zazwyczaj informacje te są przechowywane przez system w sposób rozdzielny — oddzielnie mapa jako obraz i oddzielnie jej atrybuty jako tradycyjna zawartość bazy danych.

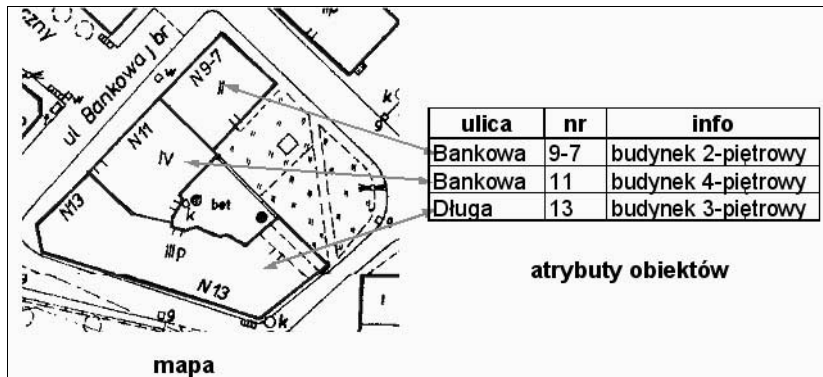
Bardziej zaawansowane systemy również część graficzną mapy traktują jako bazę danych i przechowują całą mapę w postaci jednolitej spójnej bazy danych. Część graficzna jest wtedy przechowywana w tej samej bazie danych co atrybuty opisowe, a poszczególne elementy są ze sobą powiązane poprzez specjalny wspólny identyfikator. W takich przypadkach wszystkie dane, zarówno graficzne, jak i opisowe, są przechowywane na jednym serwerze bazy danych i udostępniane zazwyczaj w technice klient-serwer. Zazwyczaj rozwiązania takie stosuje się dla bardzo dużych ilości danych, gdy narzut czasowy, związany z bardziej czasochłonnym dostępem przez kolejne warstwy komunikacyjne, może być kompensowany przez znacznie wydajniejsze bazodanowe mechanizmy wyszukiwania interesujących nas danych, w celu np. ich wizualizacji. Zwykle bazy danych wyposaża się w tym celu w specjalne indeksy przestrzenne zapewniające szybki dostęp do danych.

Połączenie elementów graficznych z bazą danych jest zrealizowane w sposób całkowicie przezroczysty i niewidoczny dla użytkownika. Oznacza to, że wszelkie operacje wymagające obsługi tego połączenia są wykonywane automatycznie i od użytkownika nie wymaga się wiedzy na ten temat. Jest to główna cecha systemów GIS, którą zilustrowano na rysunku 2.1.

Główna cecha systemów GIS to możliwość „przywiązywania” informacji opisowych do poszczególnych elementów mapy.

Rysunek 2.1.

Obiekty i ich atrybuty



Informacje graficzne na mapach obiektowych (wektorowych) mogą być przedstawiane generalnie za pomocą następujących elementów:

- ◆ **punktów** — reprezentujących np. słupy, drzewa, hydranty;
- ◆ **linii** — reprezentujących takie obiekty jak drogi, sieci energetyczne, rurociągi;
- ◆ **powierzchni** — które mogą symbolizować budynki, działki, obszary administracyjne.

Nie zagłębiając się w tej chwili w szczegóły istnienia obiektów pochodnych i pokrewnych, powiedzmy tylko, że powyższe trzy podstawowe typy obiektów graficznych występują obowiązkowo w każdym systemie GIS. Często zestaw ten jest rozszerzany o dodatkowe rodzaje obiektów, które są pomocne w tworzeniu, przechowywaniu i analizowaniu specyficznych rodzajów informacji.

Na przykład, wiele systemów umożliwia tworzenie powierzchni z wyciętym wewnątrz obszarem, czyli z „dziurą”, tak jak to schematycznie przedstawiono na rysunku 2.2.

Rysunek 2.2.

Obiekt specjalny

— obszar

z wyciętym środkiem



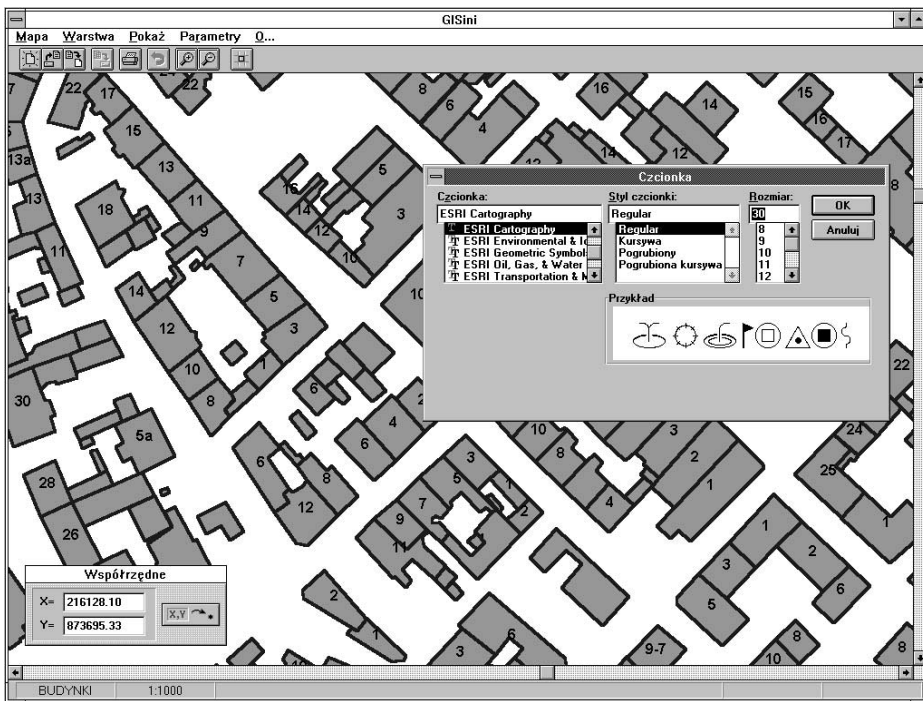
I nie chodzi tutaj o wygląd tego obiektu, ale o to, jak on się „zachowuje”. Nie jest to zwykłe złożenie dwóch linii łamanych, wewnętrznej i zewnętrznej, bo nie istniałaby powierzchnia. Nie może to być też mniejszy obszar „nałożony” na większy, bo nie można byłoby automatycznie wyznaczyć prawidłowej powierzchni, nie mówiąc już o prawidłowych wynikach relacji przestrzennych, na przykład wyznaczenia części wspólnej tego obiektu z innym. Aby taki obiekt stworzyć, potrzebne są więc specjalne narzędzia i odpowiednia struktura danych.

Wszelkie operacje wykonywane na takim obiekcie (zaznaczanie, obliczanie powierzchni, zawieranie się, przecinanie itp.) będą się odnosiły tylko do części zaznaczonej na powyższym rysunku na czarno. Może to mieć duże znaczenie na przykład w przypadku systemów do prowadzenia ewidencji obiektów takich jak działki, które nierzadko tak właśnie wyglądają w rzeczywistości, a GIS musi dokładnie odzwierciedlać rzeczywistość

nie tylko w sposób graficzny, ale także w sposób informacyjny, umożliwiającą przypisanie różnych informacji (np. właścicieli) różnym fragmentom obrazu.

Istnieje dużo różnych przypadków występujących w naturze, których odzwierciedlenie za pomocą wymienionych powyżej trzech obiektów podstawowych jest dość trudne. Dlatego wiele systemów wyspecjalizowanych w pewnej dziedzinie zastosowań pozwala na używanie różnych specjalnych rodzajów obiektów i posiada specjalnie zaprojektowane zestawy symboli, których można używać na mapie do rozwiązywania takich sytuacji.

Obiekty punktowe, prezentowane na mapie w sposób domyślny za pomocą punktów, mogą być prezentowane także za pomocą określonych symboli. Zestawy odpowiednich symboli są zwykle dołączane do danego systemu, a oprócz tego zazwyczaj istnieje możliwość samodzielnego definiowania symboli przez użytkownika. Często symbole przechowywane są w postaci zestawu skalowanych znaków *TrueType*. Dla określenia wyglądu symbolu stosowane mogą być więc standardowe dialogi systemu operacyjnego, jak pokazano na rysunku 2.3.

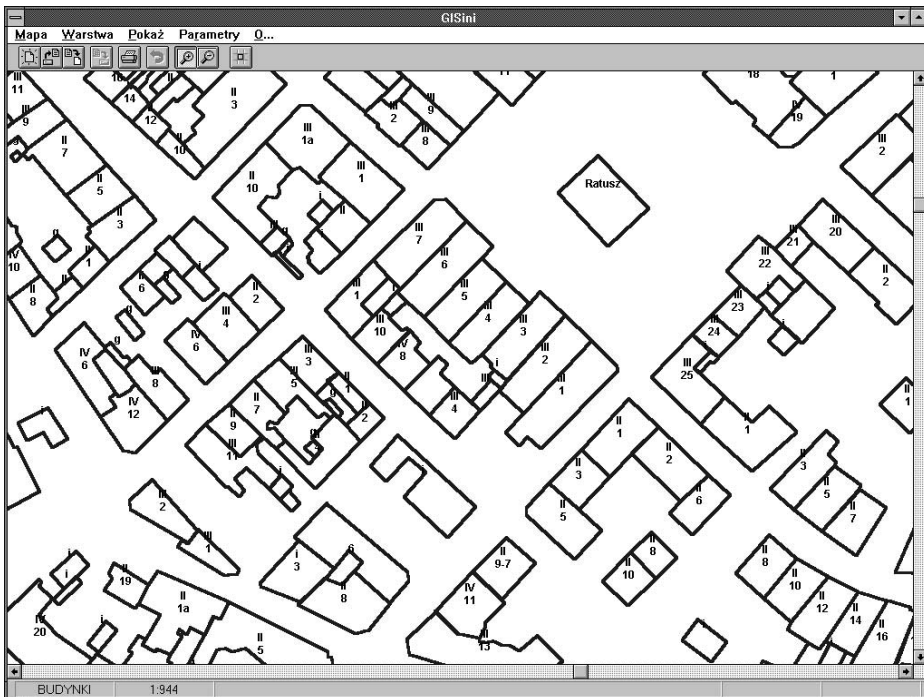


Rysunek 2.3. *Symbole, których używamy na mapie, mogą być gromadzone jako czcionki TrueType*

Oprócz trzech wymienionych wcześniej elementów podstawowych (punkt, linia, powierzchnia), przeważnie każdy system oferuje także możliwość umieszczania na mapie obiektów tekstowych, bądź to w formie samodzielnych elementów mapy, bądź jako etykiet do obiektów graficznych. Różnicę pomiędzy mapą bez włączonych etykiet, a mapą z automatycznie rozmieszczonymi etykietami widać na rysunkach 2.4 i 2.5. Należy przy tym pamiętać, że w GISie, w odróżnieniu od kartografii, liczy się przede wszystkim treść mapy, a dopiero potem jej forma. Co nie przeszkadza wielu produktom GISowym osiągać jakości pozwalającej na traktowanie ich jako narzędzi kartograficznych.



Rysunek 2.4. Mapa wektorowa bez etykiet

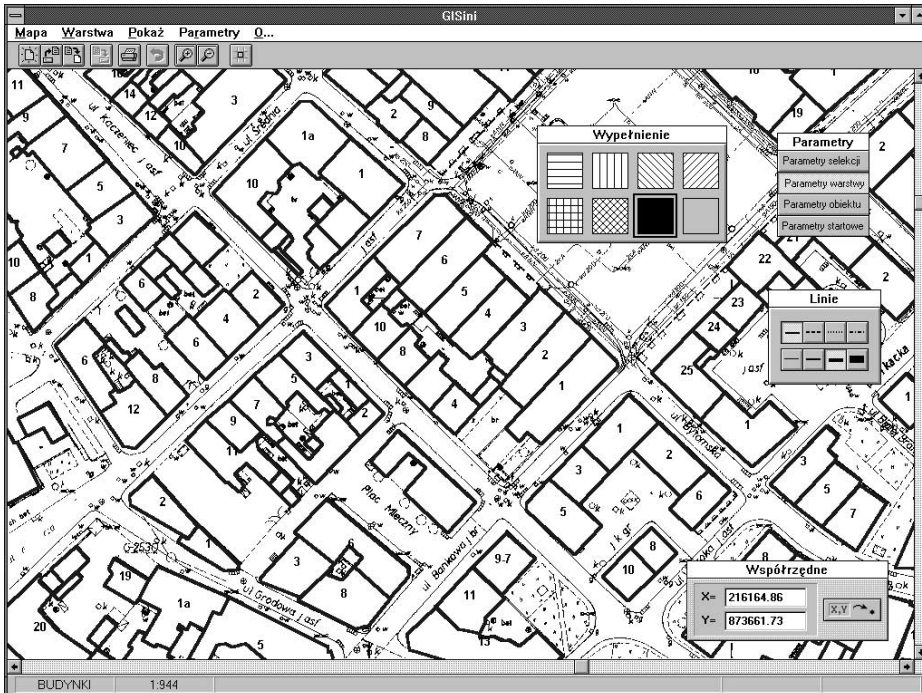


Rysunek 2.5. Mapa wektorowa z automatycznymi etykietami

Każdy element mapy oprócz tekstowo-liczbowych atrybutów opisowych posiada zestaw parametrów określających jego wygląd na mapie. Są to następujące parametry:

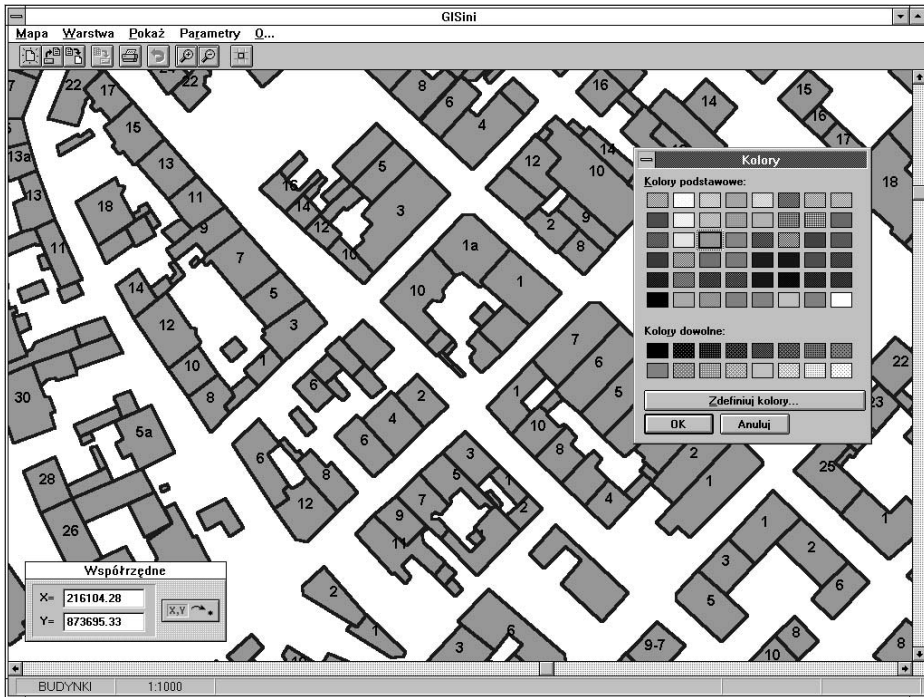
- ♦ **grubość linii** — zarówno dla obiektów liniowych, jak i dla konturów obiektów obszarowych;
- ♦ **typ linii** — ciągła, przerywana, kropkowana, kreskowana itd.;
- ♦ **kolor linii**;
- ♦ **rodzaj wypełnienia obiektów obszarowych** — jednym z wielu dostępnych wzorów lub jednolitym kolorem;
- ♦ **kolor wypełnienia obiektów obszarowych**;
- ♦ **parametry czcionki dla obiektów tekstowych**;
- ♦ **rodzaj symbolu** — jego kolor i wielkość dla obiektów punktowych.

Ich zmiana może przebiegać w sposób pokazany na rysunkach od 2.6 do 2.8.

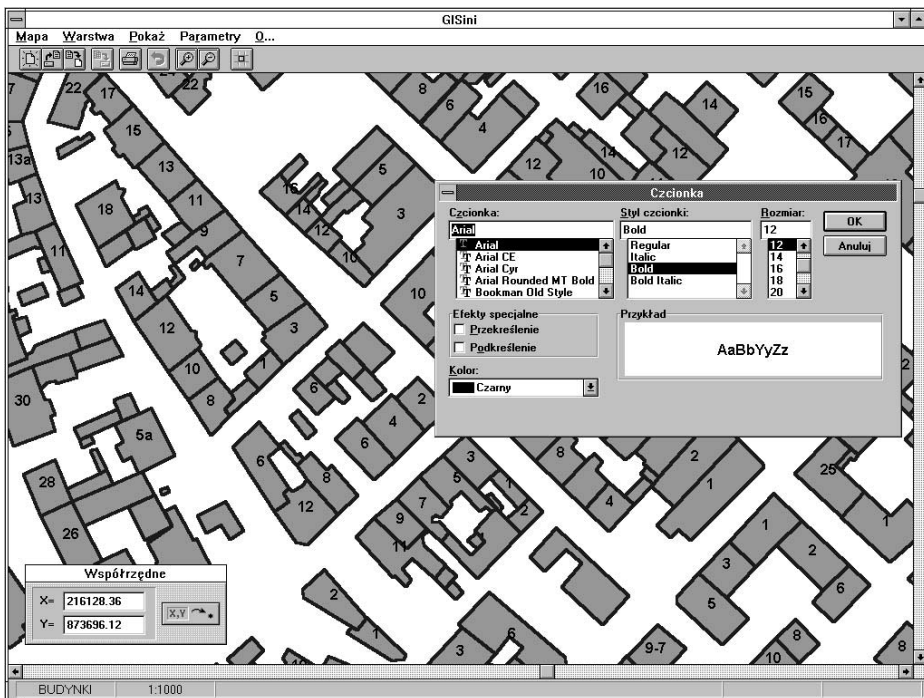


Rysunek 2.6. Możliwości określania parametrów graficznych mapy

Istotne jest to, iż opisane powyżej parametry nie są przypisane do pojedynczego obiektu, lecz do całej warstwy, do której ten obiekt należy. Taka jest generalna zasada w większości systemów GIS, choć są pewne wyjątki. Kolor przypisywany jest zawsze do warstwy, a więc wszystkich obiektów danego rodzaju. Stąd prosty wniosek, że wszystkie obiekty należące do tej samej warstwy wyglądają tak samo (oczywiście pomijając kształt). Z jednej strony jest to ułatwienie, gdyż nie trzeba się zajmować każdym pojedynczym obiektem oddzielnie,



Rysunek 2.7. Możemy wybierać spośród wszystkich kolorów dostępnych w systemie operacyjnym

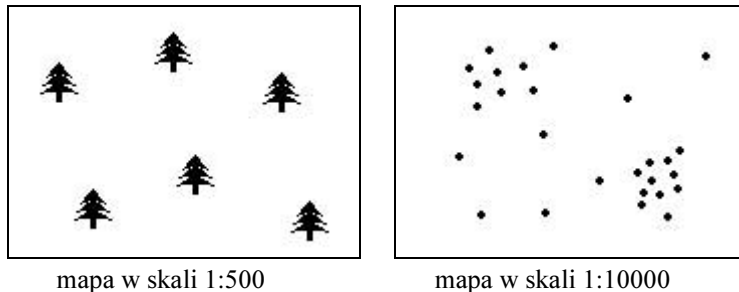


Rysunek 2.8. Podobnie jest z wyborem czcionki

ale z drugiej strony niektórzy mogą to potraktować jako ograniczenie i dlatego istnieją (co prawda nieliczne) systemy, które pozwalają na przypisywanie parametrów określających wygląd dla każdego obiektu oddzielnie. Istnieje również inny wyjątek: **mapy tematyczne**. Jest to mechanizm pozwalający na *automatyczne różnicowanie wyglądu obiektów należących do tej samej warstwy w zależności od opisujących je atrybutów opisowych*. Każdy obiekt „otrzymuje” indywidualny wygląd, ale automatycznie, na podstawie wartości z bazy danych. Innym kolorem można dzięki temu **automatycznie** wyświetlić na przykład budynki gospodarcze, a innym mieszkalne. Więcej informacji na temat map tematycznych i klasyfikacji danych można znaleźć w odpowiednim rozdziale. W niektórych systemach istnieje również mechanizm pozwalający na zmianę parametrów wizualizacji w zależności od aktualnej skali wyświetlania lub drukowania. Dzięki temu, w różnych skalach stosowana może być różna symbolika, tak jak to zaprezentowano na rysunku 2.9.

Rysunek 2.9.

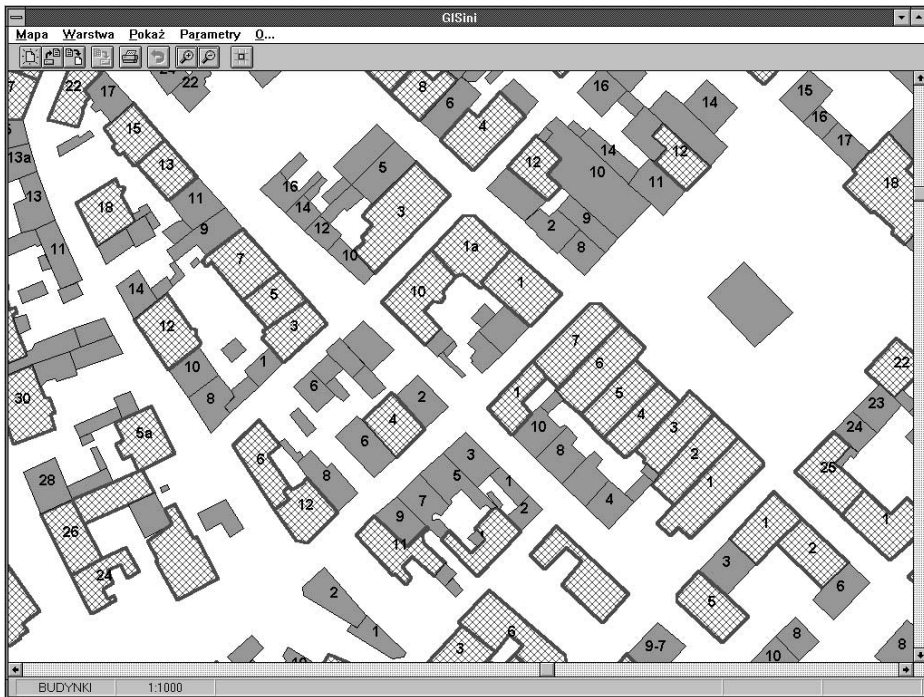
Różna symbolika dla różnych skal mapy



Niezależnie od tego, jaką grubością linii obiekt został narysowany w trakcie wprowadzania go do komputera, możemy ten parametr oraz wszystkie inne parametry wyświetlania w dowolnej chwili zmienić. Odbywa się to zawsze jednocześnie dla całej warstwy. Parametry wyświetlania nie są bowiem przyporządkowane do pojedynczego obiektu, lecz do całej warstwy, a więc ich zmiana powoduje zmianę wyglądu całej warstwy.

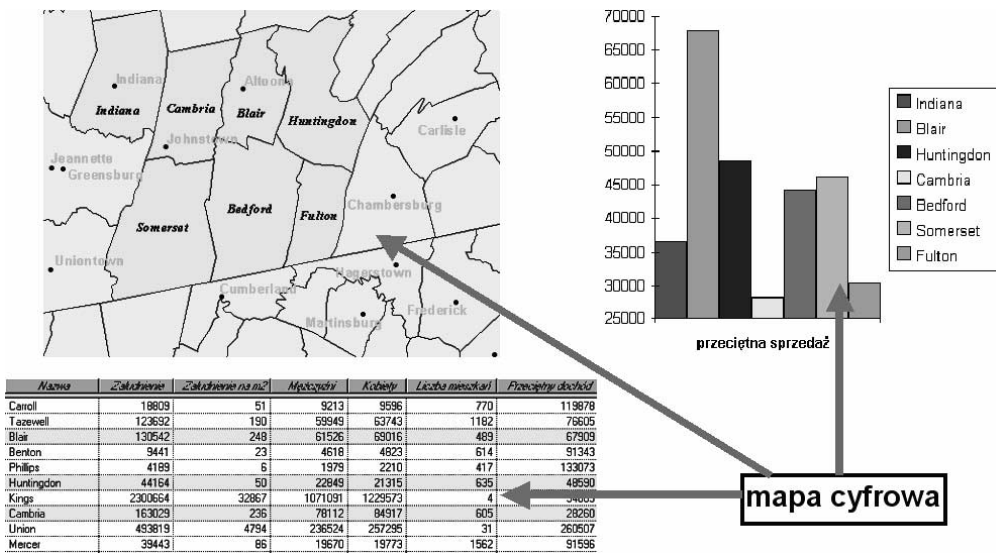
Oprócz współrzędnych i parametrów określających wygląd, każdy obiekt posiada indywidualny zestaw informacji opisowych przechowywanych w bazie danych, nazywany atrybutami opisowymi. Mogą one być prezentowane (na ekranie lub drukarce) w dowolny sposób wybrany przez użytkownika. Podświetlone wiersze w tabeli bazy danych, słupki na wykresie, etykiety do obiektów na rysunku mapy — to tylko niektóre formy prezentacji atrybutów opisowych.

Dzięki systemom typu GIS zadania zorientowane na przetwarzanie danych geograficzno-informacyjno-statystycznych, wykonywane do tej pory ręcznie, mogą zostać w dużym stopniu zautomatyzowane. Proces podejmowania decyzji przebiega szybciej, gdy mamy do dyspozycji informacje, które możemy przedstawiać na ekranie czy drukarce w sposób bardziej jasny, obrazowy, łatwiejszy do ogarnięcia w całości. Szybki dostęp do informacji każdego typu, szerokie możliwości ich prezentacji, czy to w formie mapy wyświetlanej na ekranie, czy też wydrukowanej na drukarce, czy to w formie wykresu, w postaci tabelarycznej, czy też w postaci zaprojektowanego specjalnie dla naszych potrzeb raportu, którym może być na przykład wyróżnienie określonych obiektów jak pokazano to na rysunku 2.10, to w dzisiejszych „szybkich” czasach duża zaleta.



Rysunek 2.10. Obiekty spełniające pewne warunki są wyróżnione

Dane zapisane do tej pory w tabelkach w postaci gęsto upakowanych wierszy i kolumn zawierających liczby lub tekst mogą zostać przedstawione w dużo bardziej zrozumiały i przemawiający do wyobraźni sposób — w postaci graficznej, która może przybierać różne formy widoczne na rysunku 2.11.



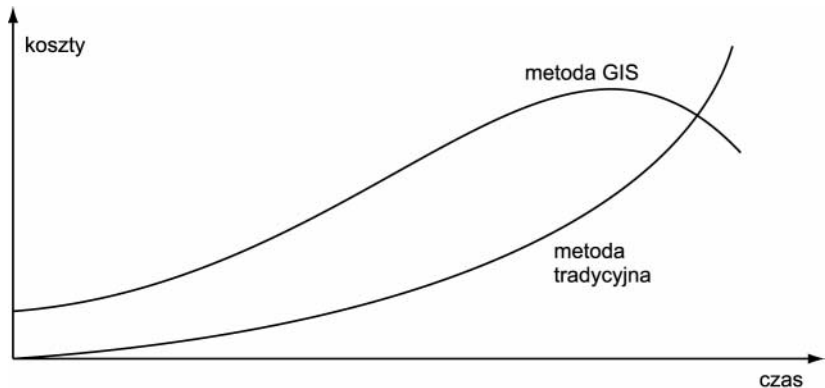
Rysunek 2.11. GIS to nie mapa, GIS to baza danych

Dzięki systemom GIS możemy usystematyzować posiadane informacje. Dane mogą być w prosty sposób szybko aktualizowane. Poprawiając mapę cyfrową, poprawiamy tylko jej część wymagającą zmian, nie musimy tak jak w przypadku tradycyjnej mapy papierowej rysować jej całej od początku. Mamy więc na bieżąco dostęp do informacji jak najbardziej aktualnych. Na podstawie prezentowanych danych możemy prowadzić analizy, których wcześniej nie można było realizować. Analizy takie przebiegają o wiele sprawniej niż te przeprowadzane wcześniej metodami tradycyjnymi.

Pomimo tego, że początkowe koszty metody wykorzystującej GIS do prowadzenia różnych rodzajów ewidencji danych o terenie są wyższe, to w dłuższej perspektywie inwestycja ta zwraca się z nawiązką, czego dowodzi wykres na rysunku 2.12.

Rysunek 2.12.

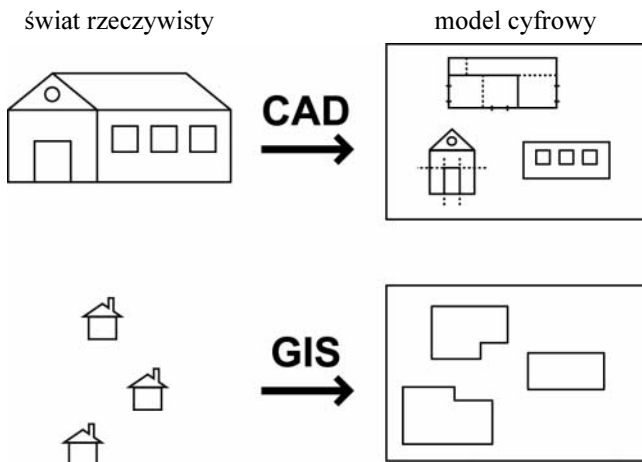
Wykres przedstawiający koszty prowadzenia ewidencji danych o terenie



Główną różnicą między systemami CAD i GIS (rysunek 2.13) jest to, że pierwsze z nich służą zazwyczaj do stworzenia modelu pojedynczego obiektu, podczas gdy drugie służą do prezentacji pewnego zbioru obiektów. Dlatego funkcje zawarte w tych systemach służą do realizacji całkowicie odmiennych celów. Istotną różnicą jest układ współrzędnych. W pierwszym przypadku jest to lokalny układ współrzędnych odmierzany najczęściej w milimetrach lub centymetrach, stosowany w celu uzyskania rysunku schematycznego, w drugim — globalny układ współrzędnych terenowych (np. długość i szerokość geograficzna) pozwalający na dokładne odwzorowanie położenia obiektów w terenie.

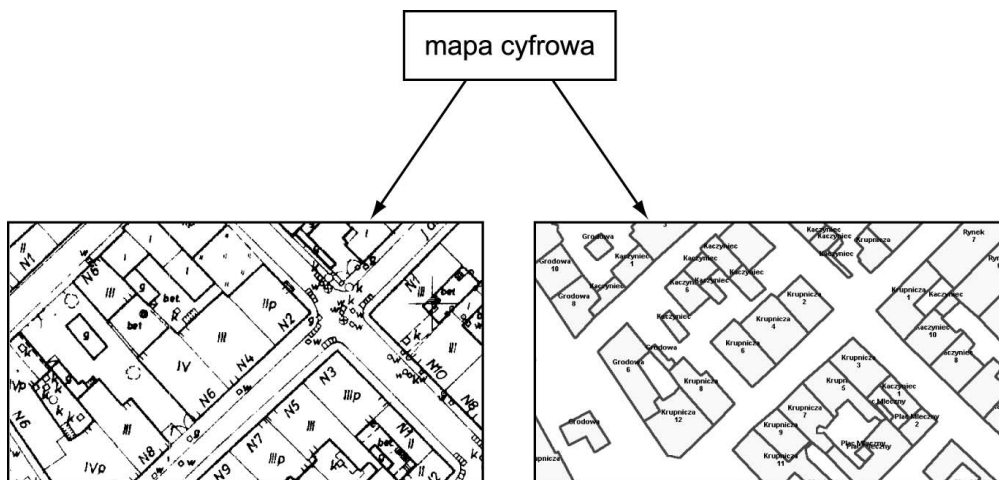
Rynek GIS pod względem wielkości powoli zaczyna dorównywać rynkowi CAD. W jego skład wchodzi: tradycyjne oprogramowanie GIS oparte o technologię rastrową i wektorową, systemy CAD wzbogacone o funkcje mapowe, przetwarzanie geograficznych obrazów rastrowych (zdjęcia satelitarne, lotnicze), systemy kartograficzne, systemy geodemograficzne, modelowanie powierzchni terenu, sieciowe systemy AM/FM (ang. *automated mapping/facilities management*), oprogramowanie wykorzystujące komponenty (OCX) o cechach geograficznych, bazy danych przestrzennych, usługi integracji danych itd. Jest to powodem dużego zróżnicowania systemów GIS pod względem realizowanych przez nie funkcji. Wiele z nich zawiera funkcje decydujące o ich szczególnej przydatności w pewnych zastosowaniach lub przy korzystaniu z map określonego rodzaju. Na przykład, jedne systemy mogą być szczególnie dobrze wyposażone w funkcje do obsługi mapy rastrowej (zbudowanej na przykład ze zdjęć satelitarnych), a inne mogą posiadać funkcje sprzyjające wygodnemu poruszaniu się po mapie wektorowej. Pod tym względem systemów GIS nie można porównywać z edytorami tekstów, z których

Rysunek 2.13.
Różnica między
systemami CAD i GIS



każdy wyposażony jest w mniej więcej podobne funkcje, służące do realizacji jednego tylko celu: wydrukowania strony tekstu. Systemy GIS mogą służyć jako narzędzia do realizacji różnych celów i dlatego, szczególnie w przypadku produktów przystosowanych branżowo, mogą się one czasem w bardzo istotny sposób różnić między sobą.

Podobnie jak w innych zastosowaniach wykorzystujących technikę komputerową, jedną z najważniejszych cech systemów GIS jest to, że raz stworzoną mapę cyfrową można wizualizować w różnych ujęciach, różnych skalach, wykorzystując różną symbolikę, kolorystykę, prezentując jedne dane i ukrywając inne (rysunek 2.14).



Rysunek 2.14. Ta sama mapa przedstawiona w różnych skalach i z innymi atrybutami

Na rysunku 2.14 przedstawiono efekt automatycznej zmiany sposobu prezentacji danych w wyniku zmiany skali wyświetlanej mapy. Zmian dokonano jednym kliknięciem myszki.

Dzięki przechowywaniu mapy w postaci cyfrowej, łatwiejsze jest jej utrzymanie w stanie jak najbardziej aktualnym. Na podstawie wprowadzonych danych, połączonych z informacjami z bazy danych, łatwiejsze staje się przeprowadzanie różnego rodzaju analiz, od

najprostszych typu klasyfikacyjnego, do skomplikowanych analiz statystycznych zawierających zapytania do bazy danych.

Jest to niezastąpione narzędzie dla instytucji lub osób zarządzających pewnym obszarem i podejmujących decyzje z nim związane. Wyliczono również, że ponad siedemdziesiąt procent danych handlowych posiada atrybut lokalizacji.

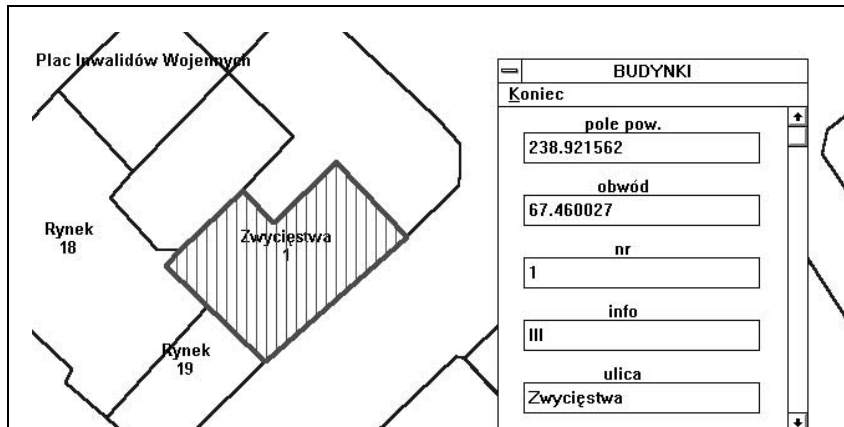
Na zadane pytanie:

Pytanie
ulica = „Zwycięstwa” and nr = 1

otrzymujemy szybką odpowiedź (rysunek 2.15).

Rysunek 2.15.

Graficzna
odpowiedź
na zadane pytanie



Podstawowe funkcje systemów GIS

Wprowadzanie danych

Tworzenie danych GIS tak, aby spełniały one wiele wymagań stawianych w ramach różnych zastosowań, wymaga odpowiedniej wiedzy i umiejętności. Odpowiedni system może w dużym stopniu odciążyć operatora od wielu skomplikowanych i czasochłonnych czynności. W przypadku skanowania materiałów istniejących w postaci tradycyjnej, muszą one być odpowiedniej jakości. W przypadku ręcznej digitalizacji, oprogramowanie może pomóc uniknąć lub naprawić błędy wynikające z niedokładności w czasie digitalizacji. Poziom wspomaganie komputerowe zależy od tego, jakiego dokładnie oprogramowania używamy. Typowymi przykładami funkcji wspomagających edycję danych są: *dociąganie* punktów do już istniejących na mapie danych, usuwanie zbędnych (nadmiarowych) elementów oraz automatyczne tworzenie ciągłej mapy rastrowej po podaniu współrzędnych poszczególnych arkuszy map.

Generalizacja danych

W czasie wprowadzania danych różne metody digitalizacji powodują tworzenie danych o różnej objętości. Przekłada się to wprost na dokładność danych. Do użytkownika należy decyzja, z jaką dokładnością dane mają być wprowadzane. Zbyt dużo szczegółów może w szczególnych przypadkach niepotrzebnie komplikować sam proces edycji, a następnie analizy danych oraz być przyczyną niewydolności technicznej sprzętu komputerowego. Część systemów GIS posiada możliwości określania bądź to w czasie wprowadzania danych, bądź ich późniejszej edycji tego, z jaką np. gęstością będą wstawiane punkty, co widać na rysunkach 2.16 oraz 2.17. Jednym z kryteriów jest tutaj cel, dla którego dane są tworzone i skala mapy, dla której zazwyczaj będą prezentowane.

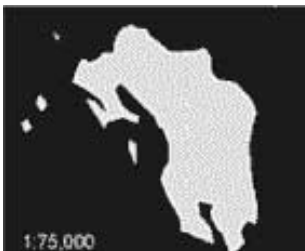
Rysunek 2.16.

*Mapa przed
generalizacją*



Rysunek 2.17.

*Mapa po
generalizacji*



Systemy przechowujące dane w postaci topologicznej posiadają niejako wbudowaną funkcję automatycznej „optymalizacji” wprowadzanych danych. Należy tylko określić parametry poszczególnych funkcji, jak na przykład długość „wystających” linii, które mają być zlikwidowane. Ustawienie nieodpowiedniej wartości może skutkować usuwaniem przez system całych obiektów, gdy będzie ona zbyt duża, lub pozostawianiem „przecigniętych” linii, gdy będzie zbyt mała.

W sytuacjach, gdy dane mogą pochodzić z wielu różnych źródeł, ważną funkcją jest możliwość zastosowania wspólnego dla wszystkich układu współrzędnych oraz odpowiedniej projekcji. Większość systemów dokonuje w tym celu przeliczania współrzędnych za pomocą transformacji afinicznych: przesuwania, skalowania, obracania.

Częstą sytuacją, szczególnie w kontekście wzrastającej popularności obrazowań satelitarnych, jest konieczność dokonania „rejestracji” rastra, czyli „wpasowania” w pozostałe

warstwy danych, najczęściej wektorowych. Operacja ta określana jest jako wykonywanie *georeferencji* — ustalenie zestawu dodatkowych współrzędnych, za pomocą których określone jest położenie danego arkusza rastrowego w przestrzeni.

Z kolei *rektyfikacja* polega na wpasowaniu metodą przeliczenia wszystkich danych. Wymaga obliczenia nowych wartości dla każdego punktu na rastrze (resampling). W czasie rektyfikacji można używać mniej lub bardziej dokładnych, a tym samym czasochłonnych metod. Różnią się one przede wszystkim liczbą punktów referencyjnych — czyli takich, których współrzędne znamy i możemy je wskazać na rastrze podlegającym analizie — branych pod uwagę w czasie rektyfikacji. Minimum to określenie narożników arkusza.

Przydają się również funkcje kalibracji przestrzennej, czyli dopasowywania elementów jednej warstwy do innych elementów metodami transformacji afinicznych, na przykład nakładanie jednych warstw na inne, dopasowywanie krawędzi sąsiadujących arkuszy itp.

Całkowicie oddzielną sprawą jest weryfikacja danych opisowych, która przeprowadzana jest najczęściej już na etapie wprowadzania danych. Najprostszą formą wspomaganie edycji danych opisowych jest sprawdzanie zgodności typu wprowadzanych wartości z typem zdefiniowanym dla pola, w którym umieszczany jest atrybut.

Przechowywanie danych

Często z punktu widzenia użytkownika liczy się tylko jedno: aby dane nie zajmowały zbyt dużo miejsca. Pomimo tego iż pamięci masowe szybko tanieją, zwiększając jednocześnie swą pojemność, również wymagania i możliwości w zakresie dostępnych danych rosną. Szczególnie zwiększanie dokładności wprowadzanych danych oraz masowe wykorzystywanie zobrażeń satelitarnych i lotniczych wpływa na lawinowe powiększanie się objętości danych przestrzennych, które w pojedynczym przypadku sięgać mogą nawet terabajtów danych.

Zarządzanie danymi

Bazy danych początkowo były używane tylko dla celów zarządzania danymi opisowymi. Teraz coraz częściej w bazie danych przechowywane są zarówno informacje geometryczne, jak i opisowe. Bazy danych są więc używane nie tylko do zarządzania danymi opisowymi, ale również do wykonywania operacji edycyjnych na danych geometrycznych, bądź to za pomocą standardowych mechanizmów tradycyjnych baz danych, bądź za pomocą specyficznych funkcji dostępnych w specjalnych rozszerzeniach przestrzennych dla określonych baz danych.

Analizy, prezentacje danych

Generalnie można sięgać do danych przestrzennych na dwa sposoby: od strony graficznej, wykorzystując ich właściwości geometryczne, oraz od strony „tabelarycznej”, wykorzystując ich atrybuty opisowe. Istnienie połączenia pomiędzy tymi dwoma rodzajami informacji to podstawowa cecha systemów GIS. Graficznie zorientowane zapytania wykorzystujące w mniejszym lub większym stopniu analizy przestrzenne mogą zwracać w wyniku atrybuty opisowe obiektów. Z kolei warunki nałożone na atrybuty opisowe

zwracają w wyniku dane przestrzenne w postaci graficznej. Może to być wyróżnienie pojedynczych obiektów lub ustalenie określonych parametrów graficznych, takich jak kolor czy grubość linii, dla wszystkich obiektów, zależnie od wartości określonego atrybutu.

Przykładowe funkcje analiz przestrzennych

Graficzna klasyfikacja danych, mapa tematyczna, rozkolorowanie (ang. Choropleth mapping)

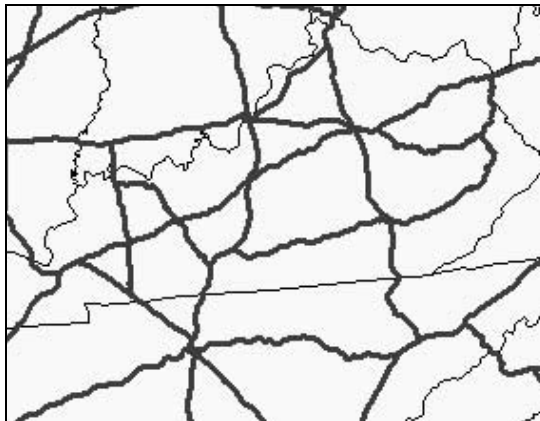
Obiekty na mapie mogą być wizualizowane w sposób zależny od ich atrybutów opisowych. Każdej unikatowej wartości jest przypisany jeden lub więcej parametrów określających wygląd obiektu. Na przykład dla obszaru może to być rodzaj wypełnienia, kolor obrysu, dla linii jej grubość, dla punktów oddzielne symbole. Innymi słowy, każda mapa cyfrowa jest zwykle podzielona na warstwy, za pomocą których można grupować wszystkie obiekty charakteryzujące się takimi samymi cechami. Każda warstwa posiada swój własny zestaw atrybutów określających jej wygląd. Tak więc wszystkie obiekty w danej warstwie są wyświetlane w tym samym kolorze, tą samą grubością linii itd. Jest to bardzo użyteczna cecha, pozwalająca ocenić jednym rzutem oka sytuację na mapie. Są jednak takie przypadki, gdy w celu ułatwienia orientacji na mapie potrzebujemy wyróżnić pewne grupy obiektów należących do tej samej warstwy. W takich przypadkach przydaje się klasyfikacja.

Przykład

Mamy warstwę dróg. W normalnej sytuacji wszystkie wyglądają tak samo (rysunek 2.18). Ale nasza warstwa dróg posiada przyłączone informacje opisowe, wśród których między innymi każda droga jest scharakteryzowana przez informację o tym, jakiego typu jest to droga. W tabeli opisowej tej warstwy w bazie danych istnieje pole *typ drogi*, które jest wypełnione odpowiednią wartością w zależności od tego, jakiego typu drogę opisuje dany rekord. Dzięki temu po włączeniu klasyfikacji możemy na mapie odróżnić drogę główną od podrzędnej (rysunek 2.19).

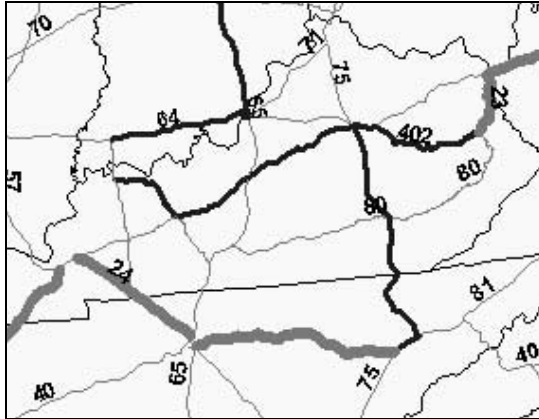
Rysunek 2.18.

*Mapa dróg
bez włączonej
klasyfikacji
(wszystkie drogi
wyglądają tak samo)*



Rysunek 2.19.

Mapa dróg
z włączoną
klasyfikacją
(rozdzielanie dróg
za pomocą grubości
i koloru linii)

**Buforowanie (ang. buffering)**

Wokół obiektów wyznaczana jest strefa o wielkości określonej za pomocą promienia podanego przez użytkownika. W rezultacie otrzymujemy obszar o kształcie koła dla bufora wokół punktu, korytarz wzdłuż obiektów liniowych i obszar wokół obiektów obszarowych.

Analizy sieciowe

Sieć połączonych obiektów liniowych może posłużyć do analiz i symulacji rozplywu określonego medium. Może to być zarówno szacowanie ruchu samochodowego, określanie najkrótszej lub najszybszej drogi dojazdu, jak i symulowanie przepływu wody w ciekach wodnych lub rurociągach.

Obliczanie powierzchni i długości

Naturalną cechą jest możliwość wyznaczenia dla każdego obiektu obszarowego i liniowego takich wartości jak jego powierzchnia i długość. Wartości te nie muszą być zapisywane oddzielnie jako atrybut opisowy, chyba że nie odpowiada nam dokładność wyznaczanych w ten sposób danych.

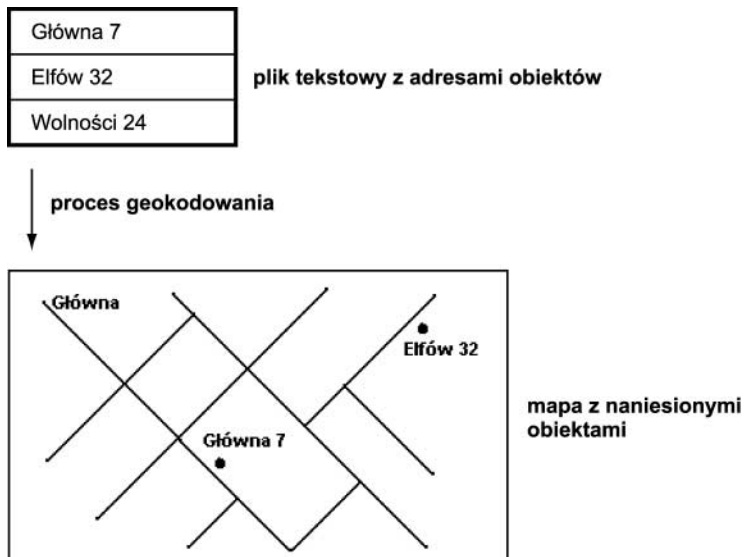
Wizualizacja

Prezentacja danych GIS może przybierać postać interaktywnej mapy lub tabeli z atrybutami opisowymi na ekranie monitora, może też polegać na drukowaniu map, tabel, wykresów. Aby wydrukowana mapa przypominała tradycyjny produkt kartograficzny, zwykle konieczne jest wyposażenie systemu GIS w bardziej zaawansowane funkcje o profilu kartograficznym. W większości standardowych systemów GIS, które z założenia nie są wyspecjalizowane w kierunku kartograficznym, większy nacisk kładzie się na treść i związaną z nią funkcjonalność analityczną, niż na formę prezentacji.

Geokodowanie

Adresy to najbardziej popularna forma przechowywania danych geograficznych. W związku z tym istnieje funkcja pozwalająca na automatyczne umieszczanie na mapie dowolnych obiektów na podstawie ich adresu. Możemy więc umieścić obiekt na mapie nie znając jego współrzędnych geograficznych, lecz tylko jego adres. Aby możliwe było zrealizowanie tej funkcji, musimy być w posiadaniu warstwy adresowej z odpowiednimi atrybutami opisowymi. Atrybutami tymi są nazwa ulicy oraz numeracja budynków. Czasami system na podstawie długości odcinka reprezentującego ulicę sam będzie potrafił wyznaczyć numery pośrednie.

Posiadając taką warstwę, możemy już korzystać z funkcji geokodowania i tworzyć kolejne warstwy, których zawartość będzie się tworzyła automatycznie na podstawie plików, w których zapisane będą w postaci tabelarycznej adresy kolejnych obiektów.



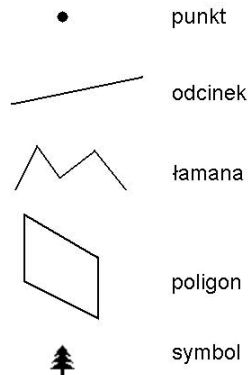
Adres określa położenie obiektu na mapie w podobny sposób jak współrzędne geograficzne, ale wszystkie adresy muszą być zapisane zgodnie z pewnymi z góry ustalonymi regułami określającymi format adresu. Musimy się zdecydować, czy używamy adresu w postaci <nazwa ulicy> <numer>, czy też <numer> <nazwa ulicy>, aby system miał możliwość prawidłowego rozpoznania adresu w celu porównania go z adresem referencyjnym w warstwie ulic. Po utworzeniu warstwy adresowej możemy ją oczywiście przeszukiwać, podając jako parametr adres, który nas interesuje.

Co to jest mapa cyfrowa

Mapa cyfrowa przechowuje **umiejscowienie i kształt geometryczny obiektów geograficznych wraz z informacjami opisującymi te obiekty**. Obiektem geograficznym w sensie systemów GIS może być wszystko; od rzeczywistych składników krajobrazu

stworzonych przez naturę, np. drzewa (lasy), rzeki, jeziora, przez obiekty stworzone przez człowieka, jak domy, fabryki, drogi, sieci elektryczne, telefoniczne, gazowe, wodne itp., po obiekty wirtualne, takie jak parki, miasta, działki w mieście, strefy zagospodarowania przestrzennego, inne strefy obejmujące określony obszar, a także na przykład połączenia lotnicze czy sieć sprzedaży. Każdą rzecz, którą da się umiejscowić w otaczającej nas przestrzeni, możemy umieścić na mapie. Obiekty przedstawiane są na mapie cyfrowej (podobnie jak na tradycyjnej mapie) za pomocą figur geometrycznych lub symboli (rysunek 2.20). Czyli na przykład budynki rysujemy jako wielokąty, drogi jako linie, a miasta jako punkty (symbole).

Rysunek 2.20.
*Elementy graficzne
w systemach GIS*



Najprostszym elementem graficznym w systemach GIS jest *punkt* (ang. *point*). Jest on opisany przez współrzędne, określające jego położenie.

Połączenie dwóch punktów daje nam *odcinek* lub *linię* (ang. *line*).

Połączenie kilku linii to linia *łamana* (ang. *polyline*).

Jeżeli pierwszy i ostatni punkt linii łamanej są takie same, to mamy do czynienia z *obszarem zamkniętym* (ang. *polygon*).



Ze względu na powszechne stosowanie w żargonie komputerowym spolszczenia *poligon* na określenie angielskiego słowa *polygon*, w tej książce — ze względu na prostszy zapis — stosowane będzie określenie *poligon* zamiast *obszar zamknięty*.

Co różni zwykle dane graficzne (jak obrazek w programie graficznym typu Paint) od danych graficznych przedstawiających mapę w systemach GIS?

- ♦ Na mapie cyfrowej w systemie GIS każdy element posiada swój opis w bazie danych.
- ♦ Obiekty na mapie cyfrowej prezentują pewien fragment otaczającej nas rzeczywistości. Zapisane są w odpowiednim układzie współrzędnych, wizualizowane z zastosowaniem odpowiedniej projekcji.
- ♦ Podstawowym zadaniem systemu GIS jest przechowywanie danych w maksymalnie elastyczny sposób, aby ich zarządzanie i analiza były jak najbardziej efektywne. Zwykle programy graficzne nastawione są głównie na efektowną prezentację, przez co przechowują dane w sposób ograniczający swobodne zarządzanie i analizę poszczególnych obiektów.

Warstwa

Warstwa to pojęcie hierarchizujące strukturę zapisu mapy cyfrowej. Warstwa obejmuje zwykle obiekty posiadające pewną cechę wspólną. Np. warstwa nosząca nazwę budynki zawiera dane graficzne oraz opisowe na temat wszystkich budynków i tylko budynków. Natomiast warstwa drogi może zawierać wszelkie informacje o drogach. Aby informacja na ekranie była jak najbardziej przejrzysta, użytkownik może wyświetlić jedną warstwę lub nakładać na siebie dowolną ilość warstw. Można także ustalić kolejność, w jakiej warstwy będą się wyświetlały na ekranie.

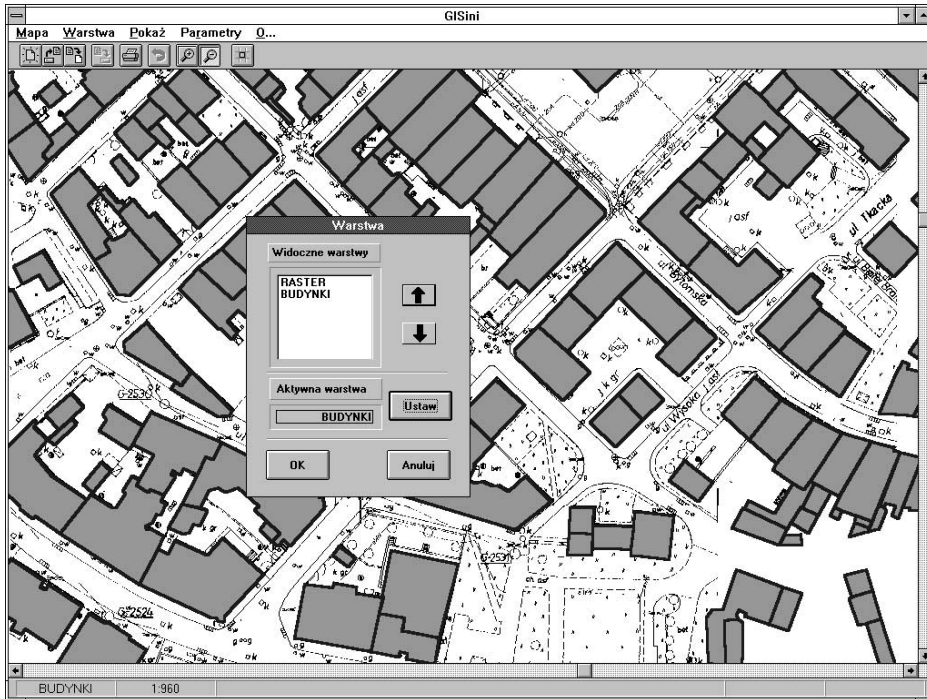
Niektóre systemy umożliwiają przechowywanie w pojedynczej warstwie obiektów różnego typu, co pozwala na ograniczenie liczby warstw potrzebnych do realizacji jakiegoś zadania. Inne pozwalają na przechowywanie w warstwie tylko jednego rodzaju obiektów. Istnieje więc warstwa punktowa, liniowa, obszarowa. Powoduje to zwiększenie liczby zakładanych warstw, ale dane są bardziej przejrzyste i jeżeli system jest wyposażony w odpowiednie funkcje do analiz wzajemnego położenia względem siebie obiektów rozmieszczonych w różnych warstwach, to cecha ta nie jest ograniczeniem. Analiza wzajemnych relacji przestrzennych może polegać na przykład na zadaniu znalezienia budynków (jedna warstwa) znajdujących się w określonej odległości od planowanego przebiegu autostrady (druga warstwa).

Ponieważ do każdej warstwy przyłączona jest jedna tabela atrybutów z określonymi polami wspólnymi dla każdego obiektu, to wszystkie obiekty zgrupowane w warstwę posiadają informacje opisowe tego samego typu.

Każda warstwa oprócz atrybutów opisowych posiada również zestaw parametrów określających jej wygląd, czyli: kolor, grubość i typ linii, rodzaj wypełnienia poligonów, rodzaj symbolu dla obiektów punktowych itd.

Wszystkie opisane w tej książce zasady działania systemów GIS i ich cechy charakterystyczne są zgodne z przyjętymi ogólnie standardami, co wcale jednak nie oznacza, że poszczególne systemy GIS nie mogą się różnić od siebie w pewnych szczegółach. Na przykład to, że atrybuty wyświetlania takie jak kolor, grubość linii, rodzaj wypełnienia ustala się dla całej warstwy, a nie dla pojedynczych obiektów, jest ogólnie obowiązującą zasadą wśród systemów GIS, ale istnieją systemy, które dodatkowo pozwalają na przyporządkowywanie tych atrybutów oddzielnie dla każdego obiektu w obrębie tej samej warstwy.

Warstwa aktywna — jest to warstwa, którą użytkownik zaznaczył jako aktywną i której dotyczą analizy wykonywane na mapie. Z najprostszym przypadkiem wykorzystywania warstwy aktywnej mamy do czynienia, gdy chcemy uzyskać informacje opisowe na temat wskazanego obiektu. Powiedzmy, że mamy na ekranie wyświetloną mapę składającą się z kilku warstw. Chcemy uzyskać informacje tylko o obiektach należących do jednej z warstw. W tym celu zaznaczamy ją jako aktywną. Przykładowe okno dialogowe realizujące taką operację widać na rysunku 2.21. Po wybraniu narzędzia do identyfikacji, klikamy myszą w interesującym nas miejscu, a system przeszukuje tylko tę jedną warstwę i wyświetla informacje o obiektach należących tylko do warstwy aktywnej. Możemy również zaznaczyć jako aktywne kilka warstw, wtedy wszelkie funkcje operujące na warstwach będą się odnosiły tylko do tych warstw.

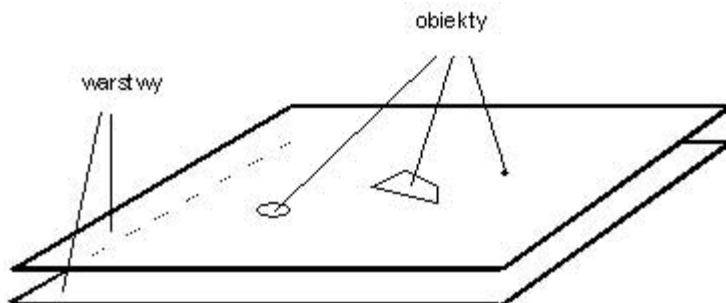


Rysunek 2.21. Ustalanie warstwy aktywnej

Obiekt

Obiekt to składnik warstwy. Pojedynczym obiektem może być na przykład droga. Jest to najmniejszy samodzielny element, jaki można wyróżnić na mapie. Obiekt jest symbolicznym przedstawieniem pewnego elementu otaczającego nas świata. Można go przedstawiać za pomocą symbolu graficznego lub figury geometrycznej. Następnie jego reprezentacja graficzna jest łączona z informacją na temat tego obiektu. Informacja opisowa jest przechowywana w bazie danych i może to być liczba, tekst, zdjęcie, dźwięk, animacja. Każdy obiekt składa się z co najmniej jednego punktu o zadanych współrzędnych, dzięki któremu można dany obiekt umiejscowić w przestrzeni, czyli dokonać tzw. georeferencji. Uproszczony schemat takiej struktury danych przedstawiono na rysunku 2.22.

Rysunek 2.22.
Podział danych
na warstwy i obiekty



Atrybuty opisowe

Tym co różni systemy GIS od zwykłych programów graficznych jest **możliwość opisanie każdego obiektu**. Dane opisowe niekoniecznie muszą być wyświetlane na ekranie razem z obiektem graficznym. Można wyświetlać je (lub tylko część z nich) w zależności od bieżących potrzeb. Informacja ta jest więc jakby etykietą, którą możemy wyciągnąć lub schować. Każdy obiekt może być opisany dowolną ilością informacji dowolnego typu.

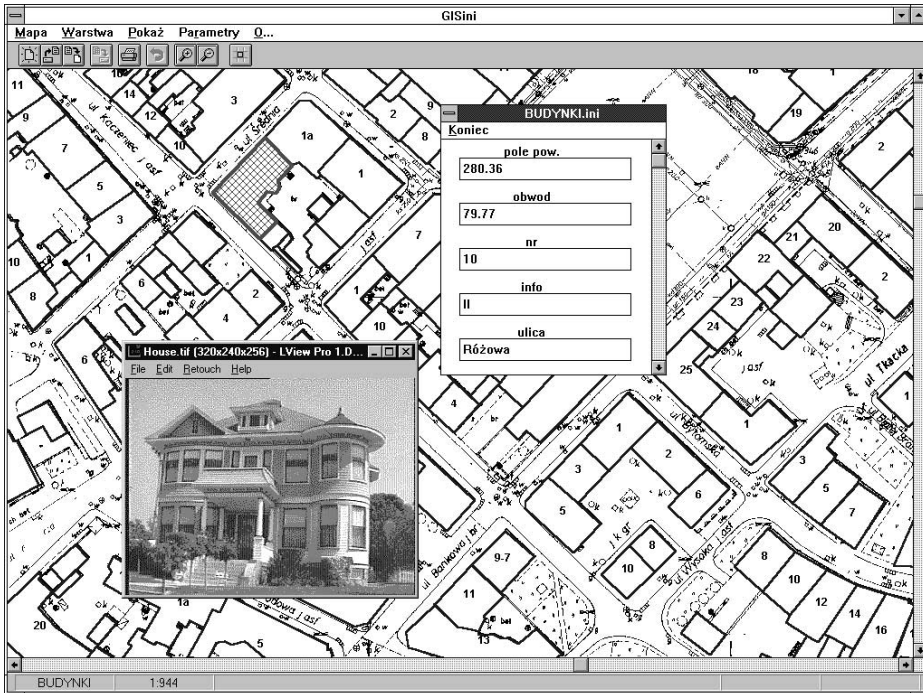
Mogą to być:

- ◆ dane liczbowe, np. liczba mieszkańców w budynku (obiektami są budynki), wysokość podatku gruntowego za działkę (obiektami są działki), wielkość sprzedaży na danym terenie (obiektami są strefy sprzedaży),
- ◆ dane tekstowe, np. nazwisko właściciela posesji (obiektami są posesje), nazwy ulic (obiektami są ulice),
- ◆ dane typu data, np. termin płatności podatku gruntowego,
- ◆ dane typu graficznego, np. zeskanowana fotografia obiektu,
- ◆ dźwięk,
- ◆ animacje.

Niektóre systemy oferują możliwość podłączania danych opisowych dowolnego typu, w dowolnym formacie. Jeżeli tylko posiadamy program do obsługi dokumentów w takim formacie, to w momencie żądania informacji wywoływany jest tenże program, który prezentuje nam informację „po swojemu”. Na rysunku 2.23 przedstawiono przykład prezentacji fotografii związanej z budynkiem.

Informacja „dowiązana” do każdego pojedynczego obiektu jest przechowywana w rekordach bazy danych. Nawet informacje w formacie nieobsługiwanym przez bazę (np. obrazki w jakimś niestandardowym formacie) umieszczamy tam przez podanie nazwy pliku, przechowywanego zewnętrznie w stosunku do bazy danych. Zwykle w najprostszymi przypadkach jednemu obiektowi odpowiada jeden rekord (wiersz) z tabeli opisowej, który może zawierać dowolną liczbę pól różnego typu. Baza danych niekoniecznie musi być przeznaczona do wyłącznego użytku tylko dla systemu GIS. Może być współużywana przez inne aplikacje. Niektóre z atrybutów — w pewnych przypadkach nawet większość — możemy dołączać tymczasowo w trakcie pracy systemu. Jest to przydatne wówczas, gdy są to na przykład dane statystyczne, które ulegają częstym zmianom i mają formę tabelaryczną. Posłużmy się tutaj przykładem rocznika statystycznego. Załóżmy, że mamy taki rocznik w postaci cyfrowej, czyli w postaci tabel dowolnej bazy danych. Najczęściej takie dane przechowywane są w formacie DBF, który można łatwo zaimportować do każdego systemu. Mamy więc następującą tabelę z danymi statystycznymi (tutaj przedstawiony jest tylko jej fragment), którą otrzymujemy powiedzmy na dyskietce (przedstawione dane są oczywiście fikcyjne):

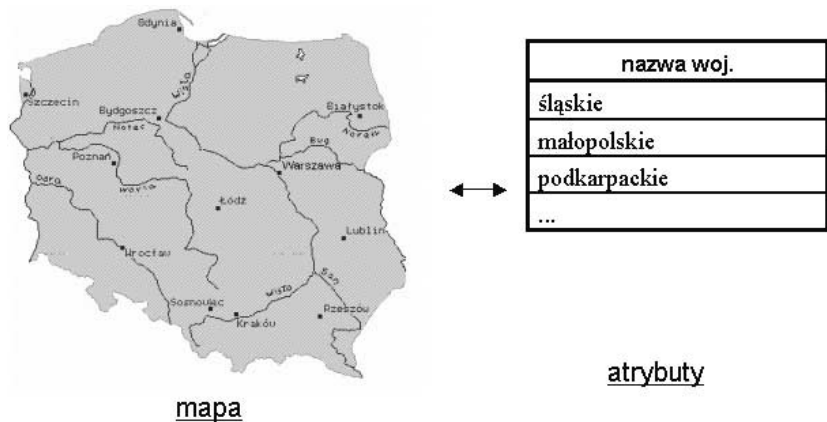
województwo	zaludnienie	bezrobocie	inwestycje
śląskie	5 000 000	10%	500 000 000 zł
małopolskie	2 000 000	7%	250 000 000 zł
podkarpackie	1 000 000	12%	800 000 zł

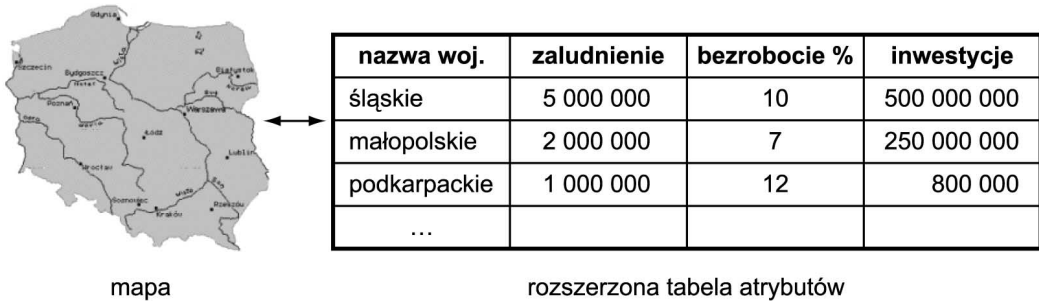


Rysunek 2.23. Prezentacja atrybutów opisowych

Jeżeli w naszym systemie GIS posiadamy mapę Polski z podziałem na województwa, z jednym tylko polem informacyjnym podłączonym do każdego województwa czyli poligону (rysunek 2.24), to po wykonaniu operacji *linkowania* czyli połączenia tabeli atrybutów warstwy z tabelą zewnętrzną otrzymujemy rozszerzoną tabelę atrybutów. Operacja linkowania trwa kilka sekund. Wskazujemy tabelę źródłową, tabelę docelową, dwa pola służące do połączenia i mamy mapę wzbogaconą o nowe informacje (rysunek 2.25).

Rysunek 2.24.
Przykład mapy
z pojedynczym polem
informacyjnym dla
każdego poligону





Rysunek 2.25. Przykład mapy wzbogaconej o dodatkowe informacje



Nazwy pól, za pomocą których następuje połączenie, nie muszą być takie same, ale ich zawartość musi sobie nawzajem odpowiadać, tak aby w obu tabelach te same województwa były tak samo nazywane.

Podobnie jak istnieje wiele formatów plików tekstowych, tak istnieje wiele różnych formatów mapy cyfrowej. Każda firma produkująca własny system GIS posiada zazwyczaj własny format zapisu danych. W związku z tym danych tych nie można w prosty sposób wymieniać między różnymi systemami. Można to zrobić korzystając ze specjalnych programów do konwersji danych między różnymi systemami. W skład pakietów GIS dużych i liczących się producentów, takich jak ESRI, Bentley, Intergraph, MapInfo, wchodzi standardowo narzędzia do konwersji danych, czyli do ich eksportowania lub importowania do innych formatów. Posiadając mapę w formacie *shapefile*, *DGN*, czy *MIF* lub możliwość zapisania jej w jednym z tych formatów, na pewno będziemy mieli większe możliwości jej konwersji do innych formatów bez utraty jakichkolwiek danych.

Bardzo ważne jest, aby sobie uzmysłowić, że:

**GIS nie przechowuje mapy ani obrazu jakiegoś obszaru,
lecz dane umożliwiające generację mapy!**

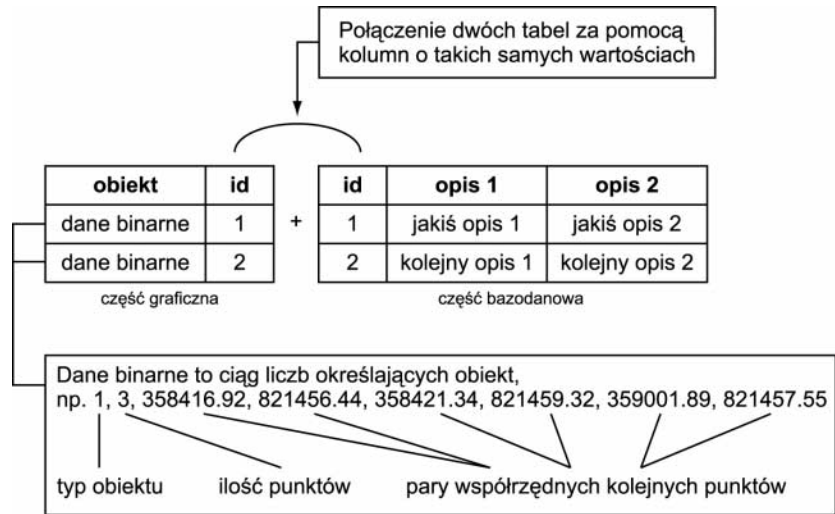
Na podstawie tych samych danych (rysunek 2.26) można wygenerować różne mapy tego samego obszaru (rysunek 2.27).

Mapa ciągła

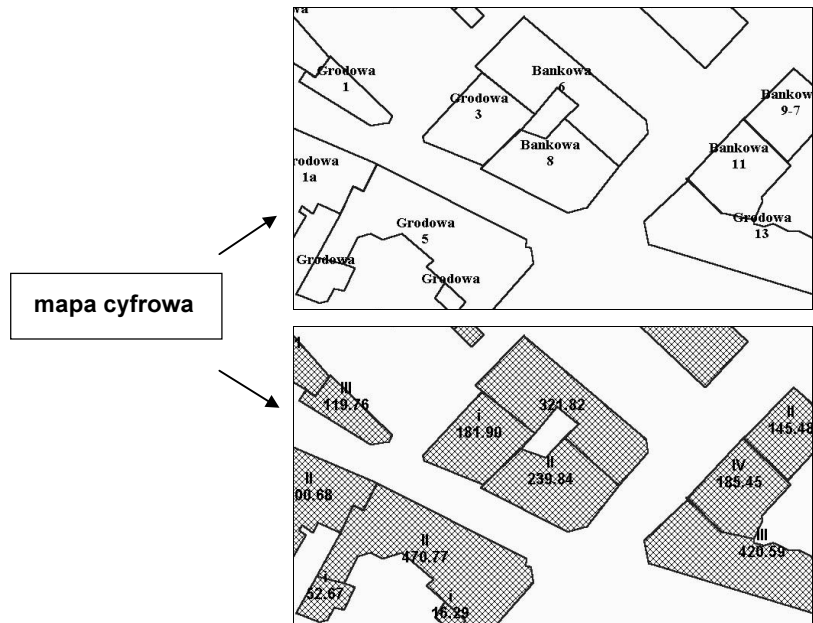
Graficzna część mapy zapisywana jest jako obszar ciągły. Oznacza to, że nawet gdy obszar, który obejmuje swym zasięgiem, był w oryginale zapisany na kilku, kilkudziesięciu czy kilkuset arkuszach mapy, w zapisie komputerowym zapisany jest jako jednolity obszar, bez podziału na arkusze.

Rysunek 2.26.

Mapa w postaci przechowywanej w systemie GIS

**Rysunek 2.27.**

Przykład wygenerowania różnych map na podstawie tych samych danych



Istotą pracy na mapie ciągłej jest fakt, że nawet w przypadku rozległych obszarów wszelkie dane, zarówno wektorowe, jak i rastrowe, zapisywane są w przyjętym dla danej warstwy układzie współrzędnych, bez widoczności połączeń w miejscach, gdzie one występują dla arkuszy pierwotnych. Arkusze źródłowe mogą posiadać różne skale, dane, które z nich wprowadzamy, mogą być zapisywane w różnych warstwach i dowolnie się na siebie nakładać. Zarówno oglądanie na ekranie, jak i wydruk mogą odbywać się w każdym rozsądnym powiększeniu lub pomniejszeniu.