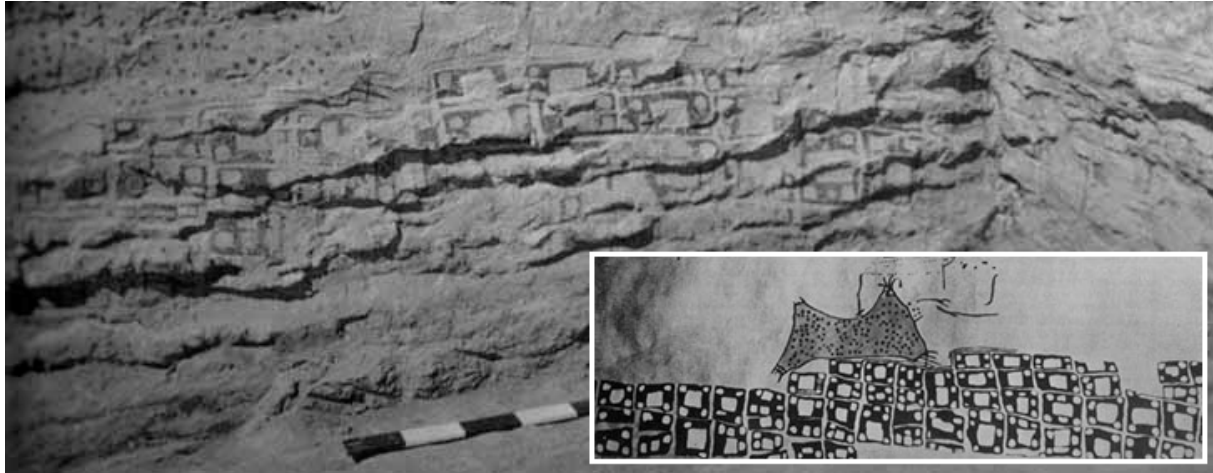


1. Charakterystyka systemu informacji przestrzennej

Informacja przestrzenna towarzyszy człowiekowi od zawsze i kojarzy się głównie z położeniem interesujących go obiektów terenowych. Pierwotnie informację tą rejestrowano w postaci dosyć prymitywnych rysunków, następnie różnej jakości map, a obecnie komputerowych bazy danych, które oprócz możliwości prezentacji w postaci tradycyjnych map, dają dodatkowe formy prezentacji oraz szereg możliwości wykorzystania zgromadzonych danych w procesach decyzyjnych.



Rys. 1.1. Malowidło ściennie z roku 6200 przed naszą erą przedstawiające plan miasta i jego rekonstrukcja, źródło <http://www.henry-davis.com/MAPS>



Rys. 1.2. Mapa mozaikowa, Palestyna rok 565, źródło <http://www.henry-davis.com/MAPS>



Rys. 1.3. Nowoczesne formy prezentacji danych przestrzennych, źródło <http://www.geo-system.com.pl>

Powstawanie różnego rodzaju serwisów informacyjnych oferujących podstawową informację przestrzenną w przeglądarkach internetowych sprzyja jej popularyzacji w społeczeństwie,

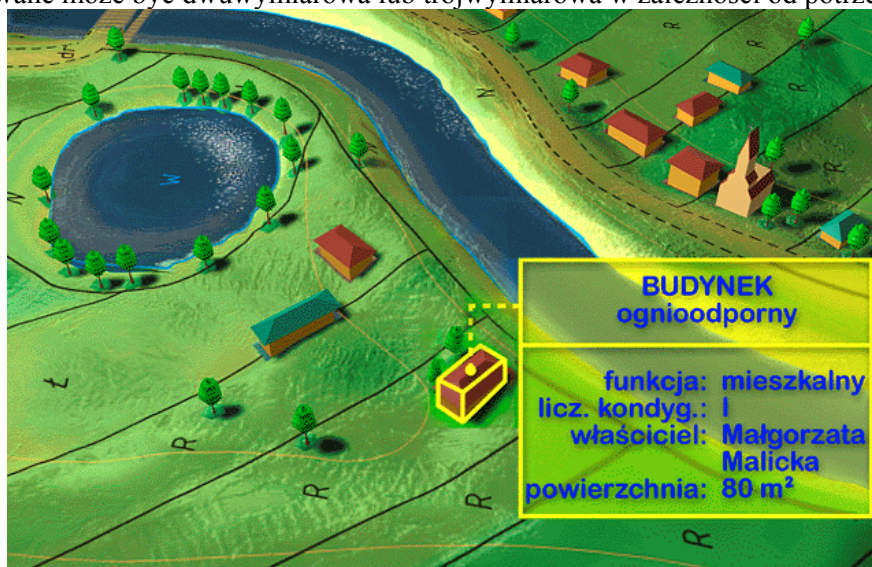
a jednocześnie wyzwała szereg inicjatyw dążących do tego aby serwisy były bogate w treść i jednocześnie aktualne.



Rys. 1.4. Fragmenty wizualizacji 3D Berlina zrealizowanej w wykorzystaniu oprogramowania Google Earth, źródło <http://www.3d-stadtmodell-berlin.de>

Systemy informacji przestrzennej na tle innych systemów informacyjnych charakteryzują się występowaniem w nich informacji przestrzennej. Informacją przestrzenną jest informacja o położeniu (współrzędne w przyjętym układzie odniesienia), własnościach geometrycznych, relacjach przestrzennych obiektów, które są przedmiotem zainteresowania systemu i mogą być identyfikowane w odniesieniu do Ziemi.

Pojęcie obiektu rozumiane jest bardzo szeroko i obejmuje zarówno trwałe obiekty naturalne i sztuczne, jak również zjawiska przyrodnicze, społeczne i ekonomiczne. Przestrzeń, w której obiekty są identyfikowane może być dwuwymiarowa lub trójwymiarowa w zależności od potrzeb systemu.



Rys. 1.5. Ilustracja informacji przestrzennej, źródło Tomasz Biernacki praca dyplomowa „Aplikacja systemu Windows do szybkiej wizualizacji danych w formacie TANGO”

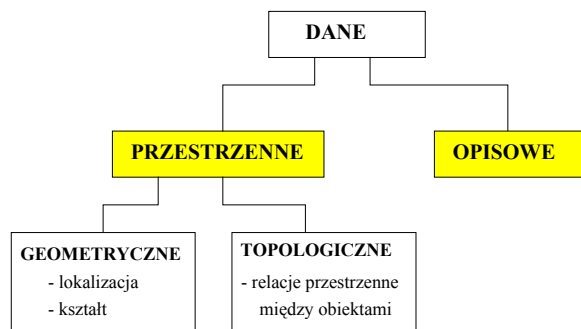
Inną cechą wyróżniającą systemy informacji przestrzennej, a będącą konsekwencją występowania w nich informacji przestrzennej, jest możliwość jej kartograficznej prezentacji oraz dokonywania analiz pozwalających uzyskiwać wnioski dotyczące świata rzeczywistego modelowanego przez system. Przykładami takich analiz może być wyszukiwanie obiektów spełniających określone warunki, wykonywanie pomiarów czy określanie sąsiedztwa obiektów.

Systemem informacji przestrzennej nazywa się system pozyskiwania, przetwarzania i udostępniania danych zawierających informacje przestrzenne oraz towarzyszące im informacje opisowe o obiektach wyróżnionych w części przestrzeni objętej działaniem systemu. [Gaździcki 1990]

Jak wynika z przedstawionej definicji jednym z podstawowych elementów systemu informacji przestrzennej jest baza danych zawierająca informacje (przestrzenne i opisowe) o obiektach świata rzeczywistego reprezentowanych w systemie. Aby można było ją utworzyć i efektywnie realizować wszystkie zadania stawiane przed systemem informacji przestrzennej konieczne są jeszcze inne jego składniki, do których zaliczamy odpowiednie oprogramowanie oraz sprzęt i ludzi. Mówiąc o sprzęcie mamy na myśli nie tylko sprzęt komputerowy, ale również urządzenia peryferyjne służące do pozyskiwania danych (instrumenty geodezyjne, digitizery, skanery, autografy) oraz urządzenia do generowania opracowań tabelarycznych i kartograficznych (drukarki, plotery).

Podstawą funkcjonowania systemu informacji przestrzennej jest zgromadzenie odpowiednich danych o obiektach świata rzeczywistego będących przedmiotem jego zainteresowania. Dane te opisujące cechy poszczególnych obiektów nazywane są atrybutami. Ze względu na rodzaj przechowywanej w atrybutach informacji dzielimy je na:

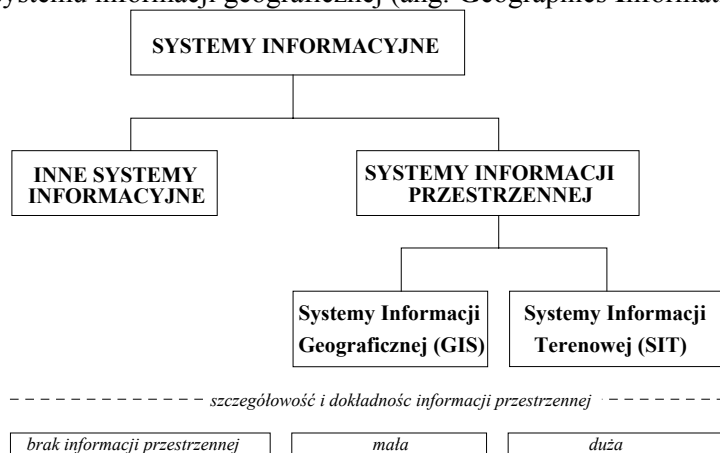
- **atrybuty przestrzenne** - określające położenie, wielkość i kształt geometryczny obiektów oraz ich przestrzenne (topologiczne) relacje,
- **atrybuty opisowe** - określające nieprzestrzenne właściwości i relacje obiektów.



Rys. 1.6. Klasyfikacja danych systemów informacji przestrzennej

1.1. Podział systemów informacji przestrzennej

Dokładność i szczegółowość danych przechowywanych w systemach informacji przestrzennej prowadzi do wyodrębnienia z nich: systemu informacji terenowej **SIT** (ang. Land Information System, **LIS**) oraz systemu informacji geograficznej (ang. Geographics Information System, **GIS**).



Rys. 1.7. Podział systemów informacji przestrzennych i ich miejsce w systemach informacyjnych

Poszczególne systemy można scharakteryzować następująco:

- **systemy informacji o terenie (SIT)**

operujące informacją pierwotną (uzyskaną na podstawie bezpośrednich pomiarów terenowych lub na podstawie wielkoskalowych zdjęć lotniczych), pod względem dokładności odpowiadającą mapom wielkoskalowym (skala 1:5000 i większe),

- **systemy informacji geograficznej (GIS)**

operujące informacją wtórną (przetworzoną), pod względem dokładności i szczegółowości odpowiadającą mapom średnio i małoskalowym, (skala 1:10 000 i mniejsze).

Dla systemu informacji o terenie przyjmuje się definicję wypracowaną przez Komisję 3 Międzynarodowej Federacji Geodetów, którą przedstawiamy poniżej.

System Informacji o Terenie jest narzędziem do podejmowania prawnych, administracyjnych i gospodarczych decyzji oraz pomocą w planowaniu i rozwoju. **Składa się z bazy danych o terenie, dotyczącej określonego obszaru oraz procedur i technik dla systematycznego zbierania, aktualizacji i udostępniania danych.** Podstawą systemu informacji terenowej jest jednolity sposób identyfikacji przestrzennej danych w systemie, służący również do łączenia danych systemu z danymi innych systemów.

Definicja zawarta w naszym prawie geodezyjnym i kartograficznym jest następująca:

System informacji o terenie - baza danych przestrzennych dotyczących określonego obszaru oraz procedury i techniki służące systematycznemu zbieraniu, aktualizowaniu i udostępnianiu danych.

W przypadku systemu informacji geograficznej podawanych jest wiele różnych definicji, ale żadna z nich nie uzyskała powszechnej akceptacji. Jedną z możliwych definicji zamieszczoną w pracy [Gaździcki 1990], przedstawiamy poniżej.

Systemem informacji geograficznej nazywa się system pozyskiwania, przetwarzania, weryfikowania, integrowania, manipulowania, analizowania i prezentacji danych, które są przestrzennie odniesione do Ziemi. Obejmuje on zazwyczaj bazę danych przestrzennych oraz odpowiednie oprogramowanie

1.2. Funkcje systemu informacji przestrzennej

Przedstawiona w poprzednim rozdziale definicja systemu informacji przestrzennej określa zakres funkcji jakie każdy system tej klasy powinien realizować. Ponieważ rozważamy systemy informatyczne, wszystkie te funkcje wykonywane są przez specjalistyczne oprogramowanie będące integralnym składnikiem systemu. Tak więc wymagania sformułowane w stosunku do systemu informacji przestrzennej w pojęciu ogólnym przenoszą się na wymagania w stosunku do oprogramowania i zastosowanej bazy danych. Dostępne na rynku oprogramowanie jest bardzo różnorodne zarówno pod względem zastosowanych rozwiązań jak i zakresu oferowanych funkcji. Cechą wspólną jest jednak występowanie w nim pewnej stałej grupy funkcji charakterystycznych dla tego typu oprogramowania.

Ogólnie wszystkie funkcje oferowane przez oprogramowanie systemu informacji przestrzennej możemy podzielić na cztery zasadnicze grupy:

- wprowadzanie danych,
- zarządzanie danymi,
- przetwarzanie danych,
- udostępnianie danych.

Każda z wymienionych funkcji jest jednakowo ważna. Kolejność ich przedstawienia, jaką zastosowano powyżej, nie uwzględnia hierarchii ważności, a jest jedynie pewną chronologię ich zastosowania w trakcie tworzenia bazy danych i później w jej wykorzystywaniu. W następnych podrozdziałach przedstawiono wykaz funkcji składających się na wyodrębnione grupy zasadnicze. Należy pamiętać, że wykaz dotyczy ogólnie funkcji systemów informacji przestrzennej i w przypadku systemów SIT, ranga poszczególnych funkcji może być bardziej lub mniej znacząca. W szczególności duża szczegółowość danych występujących w SIT powoduje jednocześnie ich dużą zmienność w czasie, co wprowadza konieczność zastosowania specjalistycznych mechanizmów aktualizacji danych.

1.2.1. Wprowadzanie danych

Wprowadzanie danych oprócz dosłownego rozumienia, zawiera w sobie jeszcze dodatkowe funkcje służące do weryfikacji i wstępnego opracowania wprowadzanych danych. Do najważniejszych funkcji wprowadzania danych należy zaliczyć:

- pozyskiwanie danych przestrzennych w drodze:
 - pomiarów terenowych, również tych historycznych udokumentowanych przez szkice, dzienniki, zarysy,
 - trójwymiarowej digitalizacji fotogrametrycznej (stereodigitalizacji) oraz innych metod fotogrametrii i teledetekcji,
 - transferu danych z innych systemów,
 - digitalizacji map,
 - skanowania i wektoryzacji map.
- wprowadzanie danych opisowych interaktywnie lub wsadowo,
- wykrywanie błędów i redagowanie danych przestrzennych:
 - kontrolowanie danych przestrzennych pod względem formalnym, tj. pod względem formatu i dopuszczalnych wartości, konstrukcji geometrycznej,
 - interaktywna edycja obiektów (usuwanie, modyfikacja),
- wykrywanie błędów i redagowanie danych opisowych:
 - kontrolowanie danych opisowych pod względem formalnym,
 - wyszukiwanie i modyfikacja grupy danych.

1.2.2. Zarządzanie danymi

Zarządzanie danymi można określić jako zespół procesów, których głównym celem jest utrzymanie w należytych stanie zasobów informacyjnych systemu. Aby ten cel osiągnąć dane muszą być sprawdzane i korygowane przed wejściem do systemu, a sposób ich przechowywania powinien uwzględniać niezbędne zabezpieczenia przez fizycznym uszkodzeniem lub dostępem osób nieupoważnionych. Istotną rzeczą jest również, aby zastosowane struktury danych oraz mechanizmy wyszukiwania zapewniły użytkownikowi sprawne udostępnianie informacji. Wśród funkcji przechowywania i zarządzania danymi można wyodrębnić następujące zadania szczegółowe:

- określanie praw dostępu poszczególnych użytkowników,
- wyszukiwanie danych z zastosowaniem różnych warunków,
- kontrola poprawności,
- archiwizacja danych.

1.2.3. Przetwarzanie danych

Do funkcji przetwarzania zaliczamy transformowanie, analizowanie, agregowanie, generalizowanie. Część z funkcji przetwarzania wykonuje jedynie operacje na obiektach bez ich zmian. Inna grupa funkcji przetwarzania generuje (kreuje) nowe obiekty na podstawie istniejących, a jeszcze inna może jedynie modyfikować obiekty istniejące. Do podstawowych funkcji przetwarzania danych zaliczamy:

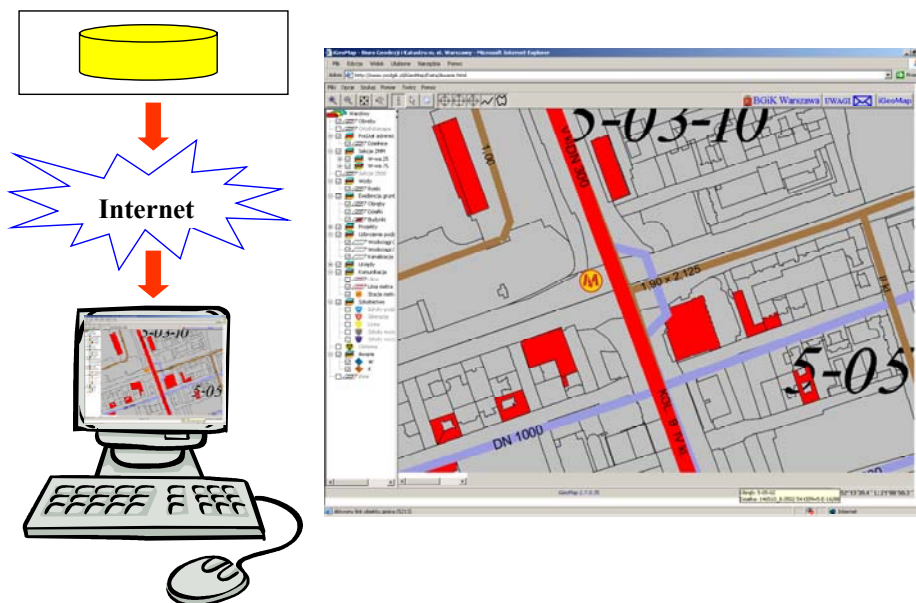
- konwersje i zmiany struktury danych:
 - automatyczne lub interaktywne łączenie fragmentów baz z uzgodnieniem styków,
 - generalizacja,
 - generowanie warstw na podstawie regularnych i nieregularnych siatek punktów terenowych,
 - wygładzanie linii przez aproksymację jej przebiegu linia krzywą,
- transformacje:
 - transformacja danych wektorowych lub rastrowych do układu określonego współrzędnymi punktów łącznych,
 - obliczanie współrzędnych w różnych odwzorowaniach kartograficznych,
- analiza przestrzenna:

- nakładanie warstw,
- agregowanie obiektów,
- tworzenie obszarów buforowych,
- wyznaczanie pola części wspólnej obszarów,
- analiza sieciowa,
- obliczanie i bilansowanie objętości mas ziemnych,
- wyznaczanie obszarów zalewowych,
- wykonywanie przekrojów powierzchni oraz analiza widoczności,
- analiza statystyczna:
 - ocena dokładności danych,
 - analiza regresji i wariancji.

1.2.4. Udostępnianie danych

Do funkcji udostępniania danych zaliczamy udostępnianie w formie numerycznej lub w postaci wydruków na papierze. Wraz z rozwojem internetu coraz bardziej znaczące stały się różne formy udostępniania danych w internecie. Możemy wyróżnić następujące funkcje:

- funkcje ogólne
 - wykonywanie rysunków na monitorach graficznych, ploterach i drukarkach,
 - wykonywanie kopii obrazu wyświetlanego na ekranie,
 - określenie znaków umownych, kolorów,
 - generowanie zestawień i wyrysów,
 - przekazywanie danych w ustalonych formatach zapisu,
 - generowanie danych do standardowych serwisów internetowych WMS i WFS,
 - inne formy udostępniania danych w internecie,
- sporządzanie mapy:
 - automatyczny wybór sposobu symbolizacji w zależności od obiektu z możliwością interaktywnej modyfikacji,
 - interaktywne umieszczanie, tytułów, legend, i opisów map,
 - automatyczne umieszczanie nazw z możliwością ich interaktywnego przesuwania.



Rys. 1.8. Udostępnianie danych w internecie jest obecnie obowiązującym standardem

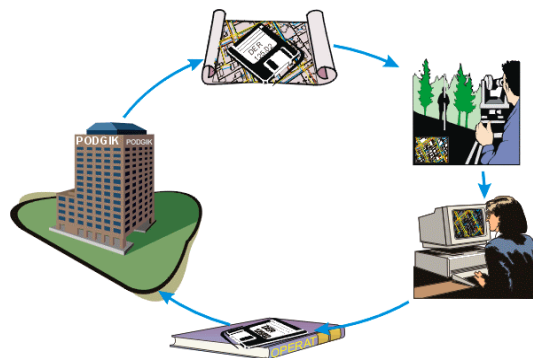
1.3. Numeryczna mapa zasadnicza jako podstawowy element SIT

Na podstawie ustawy z dnia 17 maja 1989 r. Prawo geodezyjne i kartograficzne (Dz. U. nr 100 z dnia 21 listopada 2000 r. poz. 1086) do zadań służby geodezyjnej w Polsce należy m. in. sporządzanie i aktualizacja mapy zasadniczej,¹ co krócej możemy nazwać prowadzeniem mapy zasadniczej. W prawie geodezyjnym i kartograficznym mapa zasadnicza definiowana jest jako:

„wielkoskalowe opracowanie kartograficzne, zawierające aktualne informacje o przestrzennym rozmieszczeniu obiektów ogólnogeograficznych oraz elementach ewidencji gruntów i budynków, a także sieci uzbrojenia terenu: nadziemnych, naziemnych i podziemnych”.

Na mocy wymienionej ustawy **mapa zasadnicza** jest dokumentem urzędowym, elementem Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego, prowadzonym przez starostów i wykorzystywanym w podejmowaniu różnych decyzji związanych z zagospodarowaniem otaczającej nas przestrzeni. Jednocześnie ustawa wprowadza mechanizm prawny dbający o zgłaszanie do organu prowadzącego mapę zasadniczą zmian zachodzących w terenie.² Jest więc z mapą zasadniczą, podobnie jak z SIT, związany cały zestaw procedur służących systematycznemu zbieraniu, aktualizowaniu i udostępnianiu zawartych na niej danych.

W wyniku postępu technicznego i technologicznego coraz częściej mapa zasadnicza prowadzona jest w postaci numerycznej jako baza danych systemu informacji o terenie. Treść takiej bazy (zestaw obiektów terenowych i atrybutów dotyczących poszczególnych obiektów) jest ograniczona do elementów, które są wymagane odpowiednimi przepisami geodezyjnymi i o których aktualność służba geodezyjna może zadbać mając do tego odpowiednie podstawy prawne.



Rys. 1.8. Schemat prowadzenia mapy zasadniczej

Przy zastąpieniu tradycyjnych map bazami danych z odpowiednim oprogramowaniem mapa zasadnicza w tradycyjnej formie powstaje jedynie jako wydruk informacji z bazy systemu SIT. Oczywiście wydruk wykonany w postaci kartograficznej z zastosowaniem przyjętych do reprezentowania obiektów terenowych znaków umownych.

¹ **Art. 4. 1.** Dla obszaru całego kraju sporządza się i aktualizuje ewidencję gruntów i budynków, mapę zasadniczą oraz mapy topograficzne, stanowiące podstawę do wykonywania innych rodzajów map.

² **Art. 12.** Wykonawca prac geodezyjnych i kartograficznych jest obowiązany zgłosić do organów, o których mowa w art. 40 ust. 3, prace przed przystąpieniem do ich wykonania, a po wykonaniu prac przekazać powstałe materiały lub informacje o tych materiałach do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego.



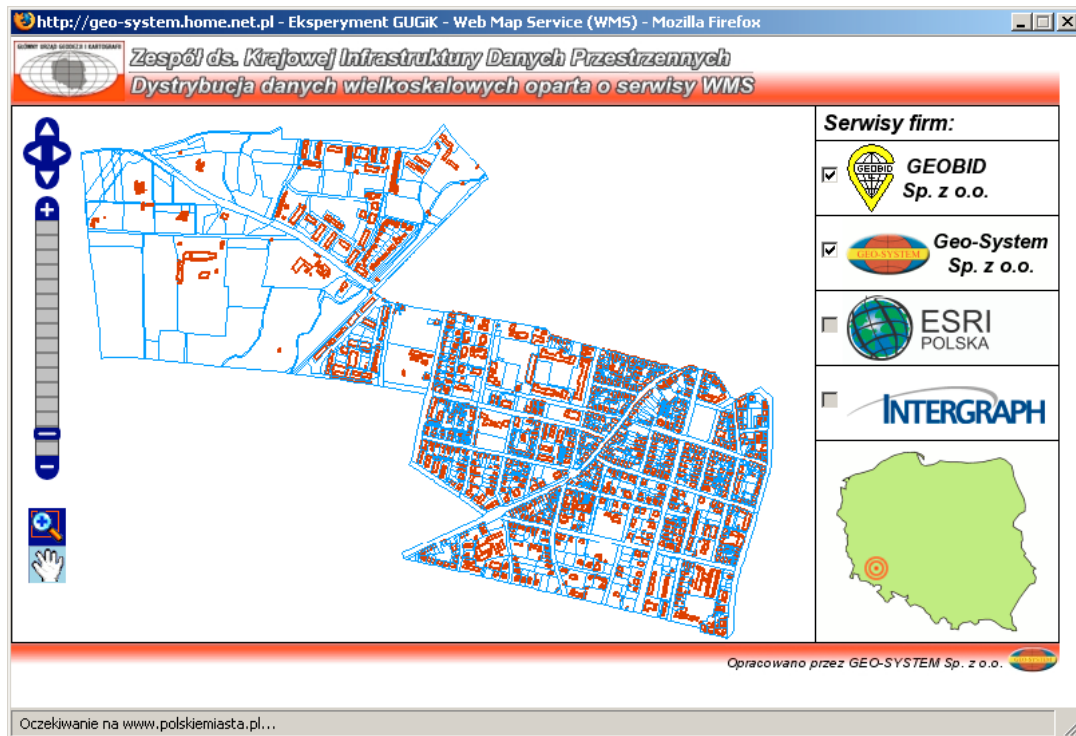
Rys. 1.9. Fragment mapy zasadniczej uzyskany z systemu informacji o terenie

Mimo ograniczeń treści nałożonych przez prawo, jest to jednak zawsze taki zestaw informacji, który jest uniwersalny i który może służyć innym użytkownikom do tworzenia własnych systemów, dla których podstawą będzie mapa zasadnicza dająca obraz rozmieszczenia w przestrzeni obiektów ogólnogeograficznych. Schemat wykorzystania danych mapy zasadniczej do tworzenia systemów przez innych użytkowników przedstawiono poniżej.

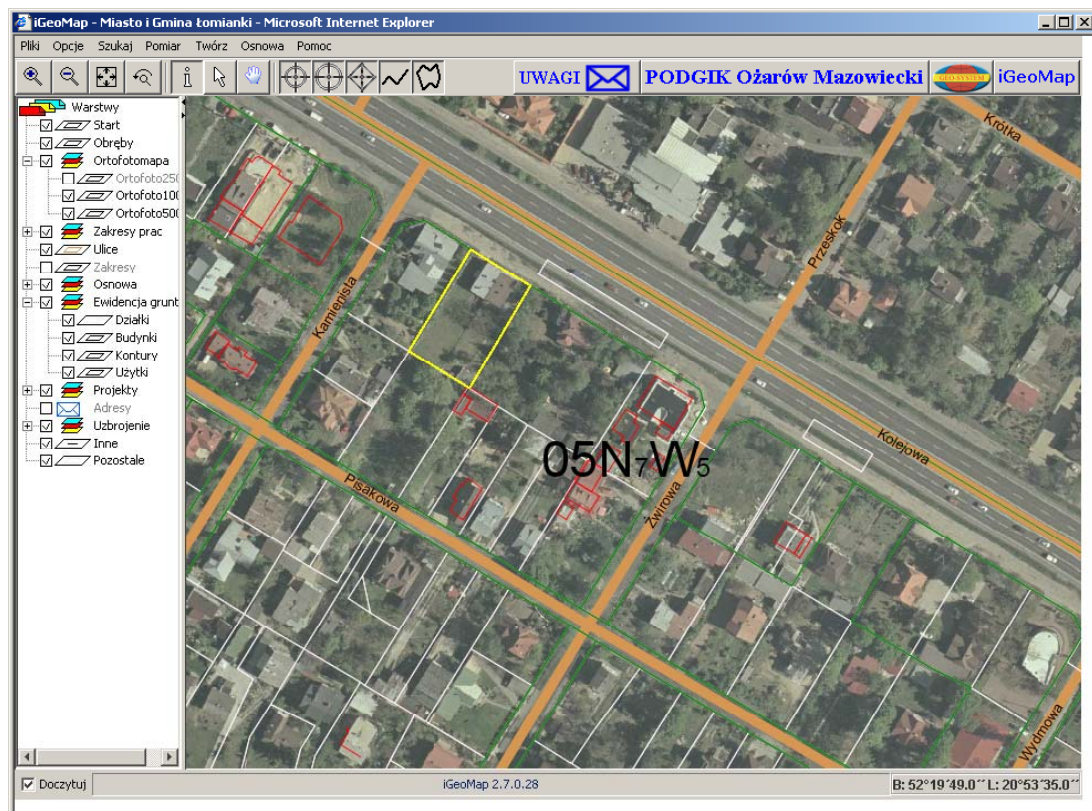


Rys. 1.10. Miejsce mapy zasadniczej w systemie informacji o terenie

Obecnie dzięki powszechności internetu i towarzyszących mu technologii najwygodniej jest udostępniać treść zasobu z wykorzystaniem serwisów internetowych takich jak WMS lub WFS lub innych wyspecjalizowanych w tej dziedzinie technologii.



Rys. 1.11. Ilustracja eksperymentu GUGiK polegającego na udostępnianiu danych ewidencyjnych w serwisach WMS realizowanych przez serwery czterech przedstawionych firm



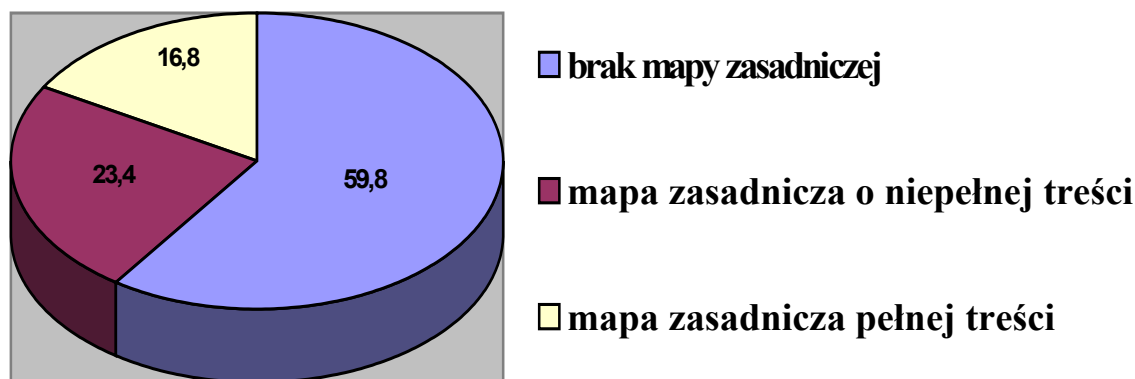
Rys. 1.12. Ilustracja serwisu iGeoMap firmy GEO-SYSTEM Sp. z o.o. dla powiatu warszawskiego zachodniego

Możliwości wykorzystania danych mapy zasadniczej widziane są również w samej geodezji do stworzenia Krajowego Systemu Informacji o Terenie, który na mocy ustawy będzie obejmował również dane mapy zasadniczej.³

Zawsze należy pamiętać aby przy budowie funkcji udostępniających dane z PZGiK pamiętać o wspomaganiu środowiska geodezyjnego, które zgodnie z obowiązującym prawem dokonuje aktualizacji danych.

1.3.1. Aktualne pokrycie kraju mapą zasadniczą

Mimo, że mapa zasadnicza prowadzona jest w Polsce od lat nie uzyskano jeszcze zadowalającego stopnia pokrycia nią kraju. Z opracowania Pan Andrzeja Zalewskiego, dostępnego w internecie www.nik.gov.pl/o_nik/publikacje/kp/2003_4_106.pdf opierającego się na wykonanej kontroli i informacjach GUGIK wynika, że mapa zasadnicza pełnej treści założona i prowadzona jest jedynie na ok. 17% terytorium Polski. Na pozostałych obszarach albo nie jest wcale prowadzona albo prowadzona jest w niepełnej treści. Szczegółową informację w tym względzie przedstawia poniższy rysunek.

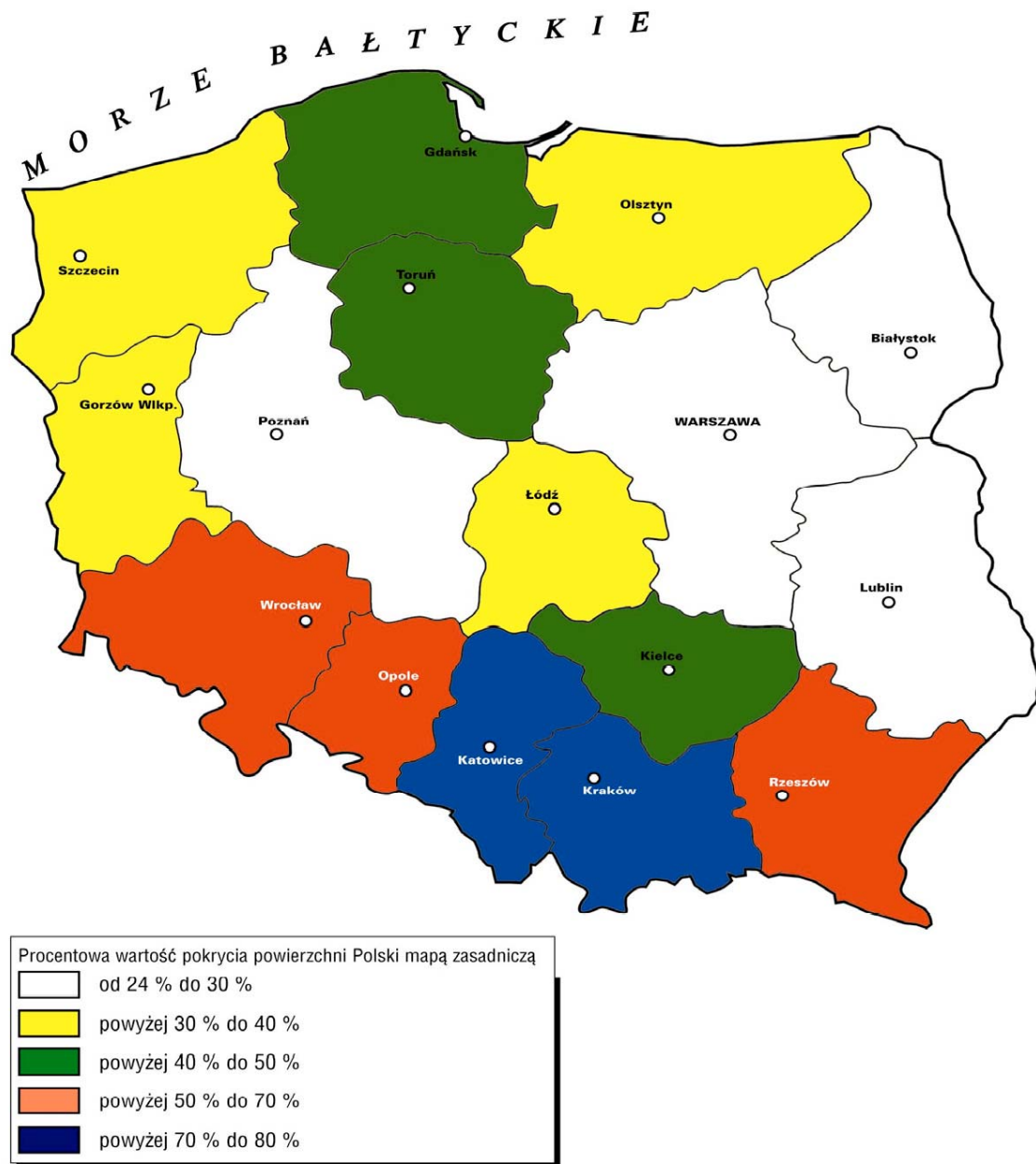


Rys. 1.13. Ilustracja stanu pokrycia Polski mapą zasadniczą

Zważywszy na fakt zurbanizowania terytorium Polski, nie należy wyciągać z przedstawionych wyników zbyt pochopnych wniosków, ponieważ na dużej części terytorium Polski wystarczające jest prowadzenie mapy ewidencji gruntów i budynków, a ta prowadzona jest dla całego terytorium Polski.

Stan pokrycie terenu mapą zasadniczą w poszczególnych województwach przedstawiono na rysunku 1.14.

³ **Art. 5.** Dane zawarte w ewidencji gruntów i budynków, ewidencji sieci uzbrojenia terenu oraz inne dane zawarte w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym stanowią podstawę do założenia krajowego systemu informacji o terenie.



* wg danych Głównego Geodety Kraju oraz NIK

Rys. 1.14. Ilustracja pokrycia mapą zasadniczą w poszczególnych województwach