SIP

Systemy Informacji Przestrzennej

Mgr inż. Bogusława Fiłoniuk-Czajkowska

Rodzaje map

- **Mapa analogowa** - jej treść wyrażona jest graficznie tzn. Analogowo.
- **Mapa komputerowa** - wykonana na komputerze,
- przeznaczona głównie do wydruków, jej dane za pomocą narzędzi zawartych w aplikacjach komp. mogą być wyszukiwane, sortowane itp..
- **Mapa cyfrowa** - to model rzeczywistości geograficznej przedstawiony cyfrowo, przystosowany do komputerowego przetwarzania danych geograficznych oraz generowania map analogowych.
- Jeżeli mapę cyfrową powiążemy z bazą danych o obiektach, to otrzymamy **mapę numeryczną**.
- (bez bazy danych komputer pełni rolę kopiarki !)

W1 Temat: Klasyfikacja map analogowych

Def. Mapy analogowej: Jest to graficzny obraz powierzchni Ziemi lub jej części, przedstawiony na płaszczyźnie, zmniejszony w sposób określony matematycznie zapewniający jej wymierność, wykonany przy użyciu umownych, symbolicznych środków graficznych.

Z def. wynikają następujące cechy mapy analogowej:

1)jest obrazem dwuwymiarowym, wykonanym na płaszczyźnie

2)jest obrazem zmniejszonym a stopień tego zmniejszenia określa skala mapy 1:M = d:D

3)jest obrazem wymiernym

4)jest obrazem symbolicznym tzn.że zjawiska i przedmioty występujące na powierzchni Ziemi przedstawia się na mapie symbolicznymi znakami graficznymi (znaki umowne, litery, cyfry…)

5)obraz powierzchni Ziemi przedstawia się w sposób uogólniony dokonując generalizacji tzn. Wyboru szczegółów w zależności od skali i przeznaczenia mapy

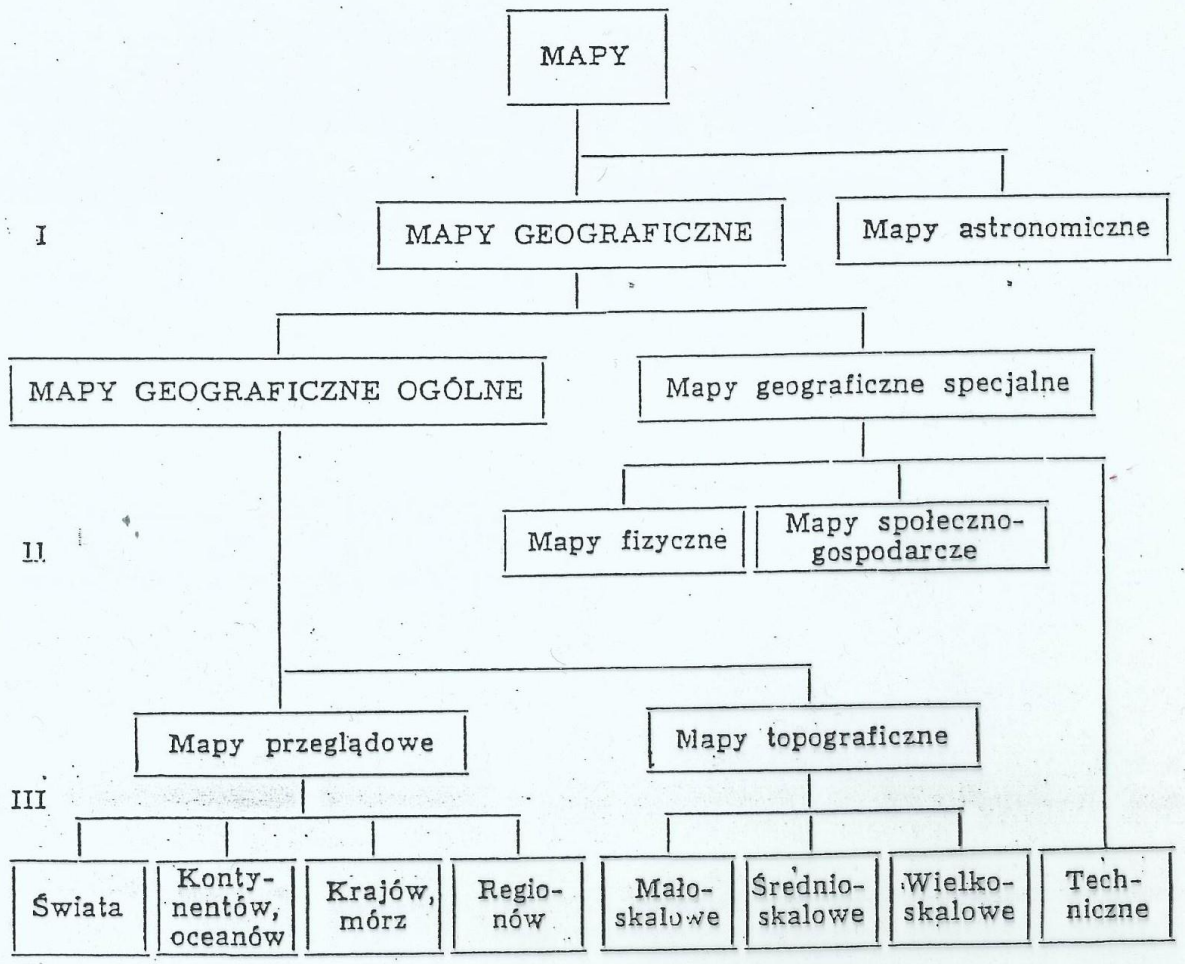
Klasyfikacja map analogowych wynika z ich dużego zróżnicowania

- Najczęściej stosowane **kryteria podziału** map geograficznych to ich treść, przeznaczenie, skala, zasięg terytorialny, sposób wykonania..
- Ze wzgl. na **treść** mapy dzielimy na dwie klasy :
- 1) ogólnogeograficzne- tzn. Że w równym stopniu uwzględniają wszystkie elementy terenu z różną szczegółowością zależną od skali mapy i jej przeznaczenia
- 2) tematyczne-są to opracowania, które uwypuklają jeden lub kilka elementów wybranych z treści mapy ogólno-geograficznej lub na jej tle dają obraz innych elementów środowiska: geograficznego, społecznego, ekonomicznego lub zagadnień techniczno-gospodarczych
- Mapy ogólnogeograficzne inaczej topograficzne, dzielimy ze względu na **skalę** na:
- -wielkoskalowe, skale od 1:5 000 do 1:10 000
- -średnioskalowe , skale od 1:25 000 do 1:100 000
- -drobnoskalowe, skale od 1:200 000 do 1:500 000

Mapy topograficzne średnio- i drobnoskalowe są opracowaniami pochodnymi od map źródłowych wielkoskalowych

- **Mapy topograficzne** przedstawiają przestrzenne zależności między elementami środowiska geograficznego takimi jak :
- Sieci rzek i kanałów, linie brzegowe mórz i oceanów, rzeźba terenu, obszary rolne i leśne, osiedla ludzkie, drogi i linie kolejowe, obiekty infrastruktury technicznej, granice administracyjne itp.. **Wyróżnia je ujednolicona treść w całym zakresie skal, generalizowana w miarę zmniejszania się skali.**
- Przeznaczenie map topograficznych:
- 1) badanie środowiska geograficzno-przyrodniczego i jego ochrona
- 2) sporządzanie planów zagospodarowania przestrzennego i ich realizacja
- 3) ocena specyfiki terenu tzw. studia terenowe
- 4) do opracowania map pochodnych i inne

Podział map ze względu na treść

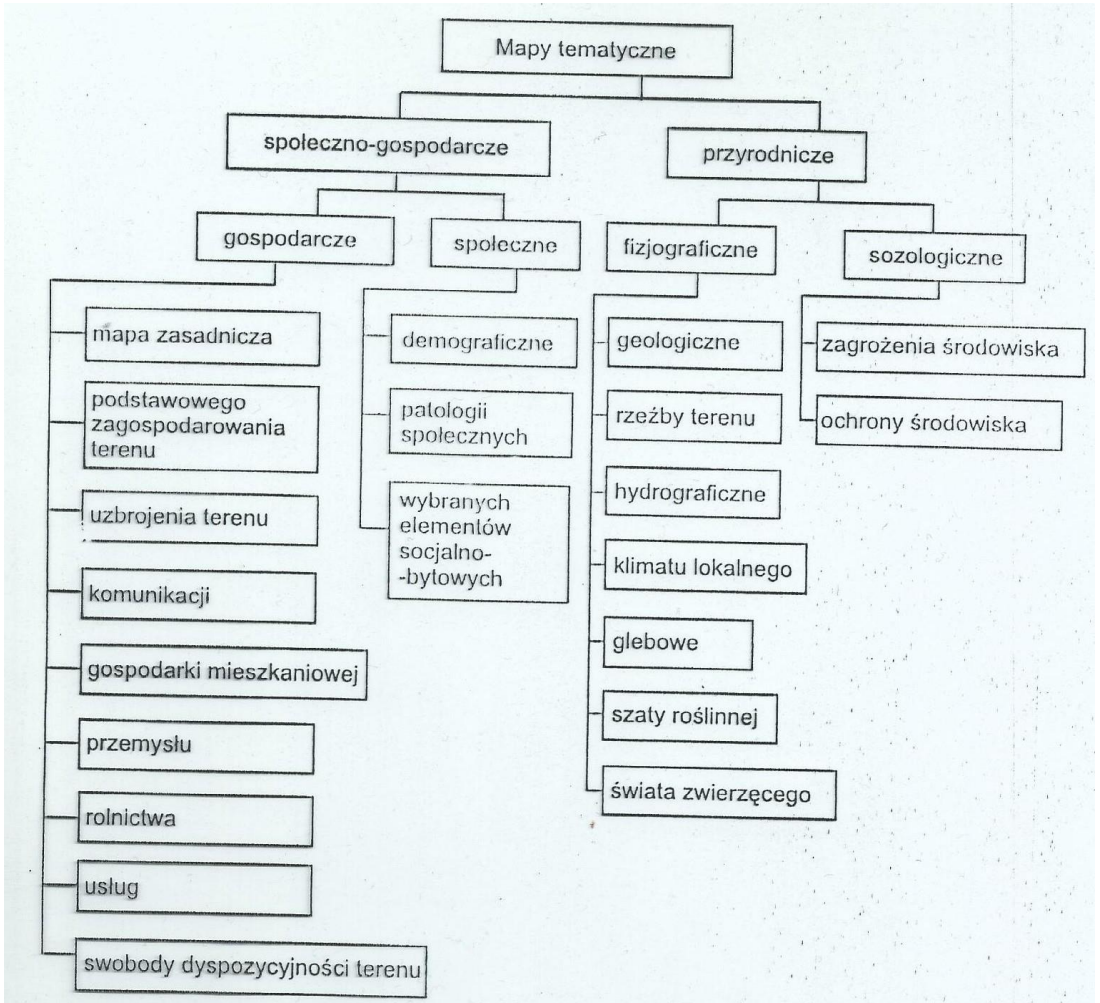


Ogólna klasyfikacja map: I — podział ze względu na przedmiot, II — ze względu na treść, III — ze względu na skalę

Tłem mapy tematycznej są elementy treści mapy ogólno-geograficznej

- Klasa map tematycznych dzieli się na dwa zespoły map:
- 1) **społeczno-gospodarcze**: zawierają informację z zakresu zjawisk gospodarczych, struktury zagospodarowania terenu, przedstawiają zagadnienia społeczne, demograficzne itp.
- Stąd podział map na grupy:
- a) gospodarcze np.mapa uzbrojenia terenu
- b) społeczne np.mapa demograficzna
- 2) **przyrodnicze**: zawierają informacje o zasobach naturalnych, zjawiskach fizjograficznych, zależnościach między elementami środowiska przyrodniczego oraz skutkach działalności człowieka na środowisko
- Mapy przyrodnicze dzielimy na 2 grupy:
- a) fizjograficzne np.mapa hydrograficzna
- b) sozologiczne np. mapa zanieczyszczenia środowiska

Klasyfikacja map tematycznych



Rys. 1.12. Schemat podziału map tematycznych (*Instrukcja techniczna K-3* 1984)

Mapa zasadnicza to podstawowa, wielkoskalowa mapa kraju

Mapa zasadnicza jest szczególną mapą w grupie map gospodarczych, sporządza się ją w skalach:

1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000.

Mapa zasadnicza to wielkoskalowe opracowanie kartograficzne zawierające aktualne informacje o przestrzennym rozmieszczeniu obiektów ogólnogeograficznych oraz el. ewidencji gruntów i budynków oraz sieci uzbrojenia terenu.

Jako podstawowy element zasobu geodezyjno-kartgraficznego wykorzystywana jest w gospodarce przestrzennej i katastrze nieruchomości. Stanowi też źródłowe opracowanie kartograf. do sporządzania map pochodnych np.tematycznych lub map topograficznych (i ich aktualizacji) w mniejszych skalach.

Może być pomocna w badaniach geograficznych i ochronie środowiska obszarów zurbanizowanych.

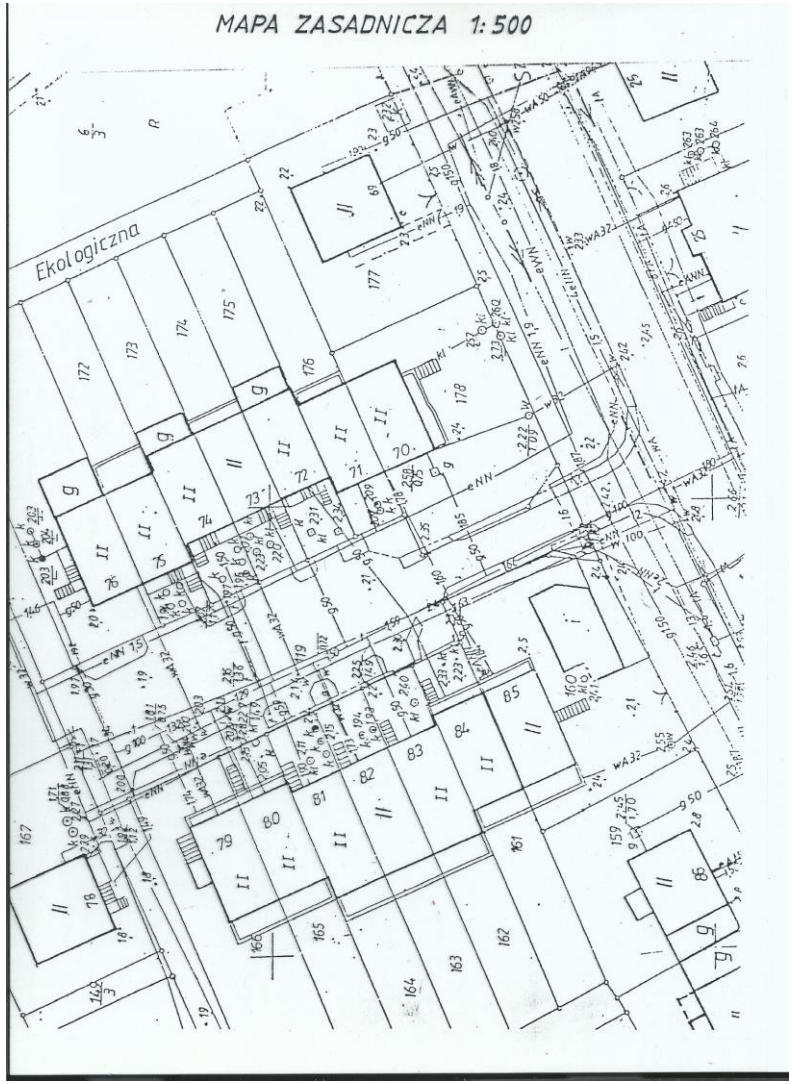
Dla obszarów o dużym stopniu zainwestowania treść mapy zasadniczej prowadzi się w formie rozwarstwionej, na następujących nakładkach tematycznych:

S-sytuacyjna (obiekty trwałe), W-wysokościowa (rzeźba terenu),

U-uzbrojenia terenu , E-ewidencyjna (ew. gruntów i budynków),

R-realizacyjna (dane do realizacji projektów). Można je ze sobą dowolnie łączyć.

Mapa zasadnicza Skala 1:500



W2 ODWZOROWANIA KARTOGRAFICZNE

- Najważniejszą cechą mapy jest jej **kartometryczność** co zapewnia obrazowi mapy właściwości pomiarowe. Tą cechę mapy uzyskujemy dzięki odpowiednim formułom matematycznym tzw. **odwzorowaniom kartograficznym** pozwalającym zrzutować fizyczną powierzchnię Ziemi na płaszczyznę**.**
- Każde odwzorowanie kartograficzne (tj.transformacja matematyczna) przebiega dwuetapowo:

1)"przenosimy" fizyczną powierzchnię Ziemi na **powierzchnię odniesienia**,

2) odwzorowujemy otrzymany obraz na płaszczyznę mapy.

- Odwzorowana siatka geograficzna (południków i równoleżników) tworzy na mapie siatkę kartograficzną.
- Odwzorowania powodują zmianę geometrii obiektów i ich wzajemnych relacji. Wybór odwzorowania zależy od skali, przeznaczenia mapy i wielkości odwzorowywanego obszaru.

POWIERZCHNIE ODNIESIENIA

Mają wpływ na rodzaj zastosowanego odwzorowania

- Ziemia nie jest kulą ale geoidą (powierzchnią jednakowych potencjałów), której matematyczne określenie nie jest możliwe. Sposoby jej odwzorowania zależą m.in. od przyjętej powierzchni odniesienia stąd geoidę zastąpiono:

1)**elipsoidą obrotową** (spłaszczoną na biegunach), której wymiary: a, b -półosie i f-spłaszczenie, są tak dobrane aby jak najlepiej opisywały pow. Ziemi. Powierzchnię tą stosujemy dla obszarów powyżej 15 tys. km2

2) **kulą** styczną do elipsoidy w środku mierzonego obszaru o promieniu R=6 370km (dla Polski), stosowaną dla obszarów od 50-15 tys. Km2

3) **płaszczyzną** styczną do kuli / elipsoidy w środku mierzonego obszaru mniejszego od 80km2 (dla 10km bł. liniowy l=1cm)

Dla dużych obszarów, do obliczeń geodezyjno-kartograficznych stosujemy elipsoidy (najlepiej opisują kształt Ziemi) dla których należy określić następujące parametry:

1) jej wymiary: a, b-półosie, f-spłaszczenie

1) orientację wzgl. środka Ziemi (wzgl. elipsoidy geocentrycznej)

3) rodzaj odwzorowania kartograficznego

4) przyjęty układ współrzędnych

Układy współrzędnych lokalizują obiekty w przestrzeni geograficznej

Położenie obiektów w przestrzeni możemy przedstawić:

-**względnie** - podając wymiary liczbowe wzgl. istniejących szczegółów sytuacyjnych

-**bezwzględnie** - określając położenie obiektu w przyjętym układzie współrzędnych.

Współrzędne - są to wielkości kątowe lub liniowe wyznaczające położenie punktu na dowolnej powierzchni lub w przestrzeni wzgl. początku przyjętego układu odniesienia.

W geodezji podstawowej powierzchnią odniesienia jest **płaszczyzna.** Stosujemy tutaj dwa układy współrzędnych:

1) Biegunowy - płaski : położenie p.P na płaszczyźnie poz. Π (0- p.początkowy, 0Z-oś biegunowa) określają 2 współ. **P(d, β)**

gdzie d- odległość poziomaod p.o do p.P, β-Kąt liczony w prawo od osi OZ do kierunku OP

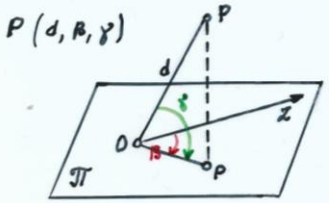
Układy współrzędnych odniesione do płaszczyzny

UKŁADY WSP. GEODEZYJNYCH

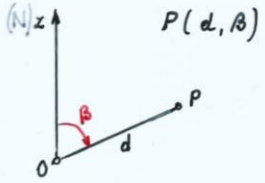
– powierzchia odniesienia PŁASZCZYZNA

I Układ współrzędnych BIEGUNOWYCH:

1) Przestrzenny

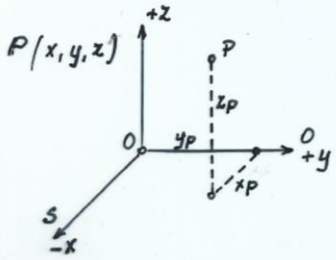


2) Płaski

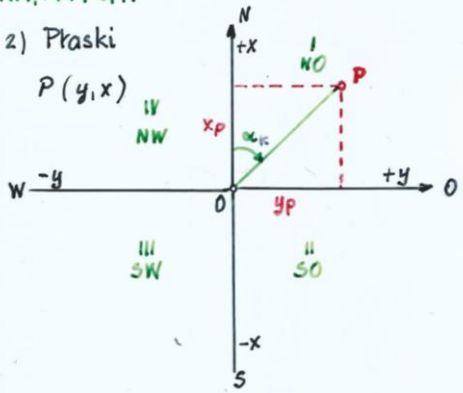


II Układ współrzędnych PROSTOKĄTNYCH:

1) Przestrzenny



2) Płaski



ćwiartka	znaki y	znaki x
I (NO)	+	+
II (SO)	+	–
III (SW)	–	–
IV (NW)	–	+

Położenie punktu definiują współrzędne liniowe, kątowo-liniowe lub kątowe

2) **Biegunowy- przestrzenny**: określają go płaszczyzna π z biegunem o i kierunek początkowy oZ. Położenie p.P w przestrzeni określają 3 współ. P(d,β,α) gdzie d=oP (promień wodzący), β-kąt liczony w prawo od osi OZ (azymut), α-kąt pochylenia wzgl.pł.π,

Do zapisu położenia obiektu w systemach geoinformacyjnych wygodne jest stosowanie układu współrzędnych prostokątnych.

Układy współrzędnych prostokątnych:

1) **Płaski (geodezyjny)**, który tworzą dwie prostopadłe osie: X (odciętych) skierowana wzdłuż wybranego południka, Y (rzędnych) pokrywająca się lub równoległa do równika), O-(punkt przecięcia się osi) początek układu współrzędnych.

Położenie p.P określają 2 współ. liniowe P(x, y)

2) **Przestrzenny (geocentryczny**), który tworzą 3 osie wzajemnie prostopadłe (X, Y ,Z) z początkiem O (punkt ich przecięcia np. w środku Ziemi). Położenie p.P określają 3 współ. liniowe P (X, Y, Z).

Kliknij, aby dodać tekst

Położenie punktu na kuli lub elipsoidzie określają dwie wielkości kątowe

- **Układy współrzędnych zdefiniowane dla kuli**
- **Współrzędne geograficzne** to dwie wielkości kątowe:
- Ω - **szerokość geograficzna**, jest to kąt jaki tworzy kierunek pionu przechodzący przez p.P z płaszczyzną równika (zakres: 0,+90st. szer.północna, 0,-90st. szer.południowa)
- Δ - **długość geograficzna**, jest to kąt dwuścienny zawarty między pł. południka O a pł. południka przechodzącego przez p.P (zakres: 0±180st. +dł.wschodnia, -dł.zachodnia)
- **Współrzędne prostokątne** zdefiniowano następująco: -początek układu O pokrywa się ze środkiem kuli -Oś Z pokrywa się z osią obrotu kuli -Oś X to przecięcie pł.równika i pł.południka początkowego -Oś Y tworzy z pozostałymi osiami układ prostokątny, prawoskrętny
- **Zależności** między współrzędnymi w/w układów:
- **$X = R \cos\Omega \cos\Delta$ $Y = R \cos\Omega \sin\Delta$ $Z = R \sin\Omega$**

Współrzędne kątowe, geograficzne i geodezyjne zapisujemy w SIP w układzie dziesiętnym

- Dla powierzchni odniesienia jaką jest **elipsoida** obrotowa obowiązują tzw. **współrzędne geodezyjne** (kątowe):

B - szer.geodezyjna, jest to kąt między pł. równika elip. a normalną do powierzchni elipsoidy w p.P (0 ,± 90st.) **L** - dł. geodezyjna, jest to kąt dwuścienny zawarty między pł. południka O st. a pł. przechodzącą przez ten punkt (0, ± 180st.)

- W elipsoidalnym, geodezyjnym układzie współrzędnych umieszczono prawoskrętny **układ współ. prostokątnych** przyjmując, że:

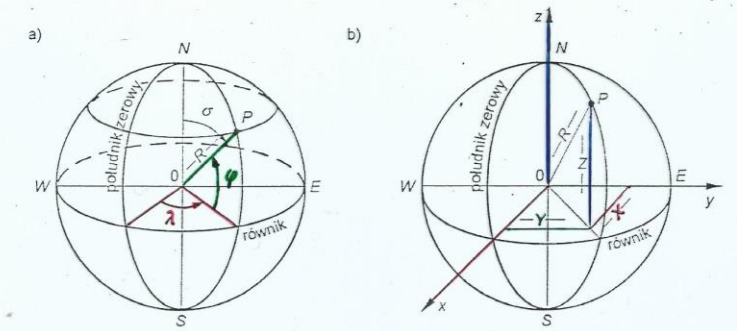
- równik elipsoidy leży w płaszczyźnie OXY - środek elpsoidy O, to początek układu, gdzie oś Z pokrywa się z osią obrotu elipsoidy, oś X leży w płaszczyźnie poł.L=0st. a oś Y w płaszczyźnie poł.L=90st. na przecięciu się z płaszczyzną równika elipsoidy.

Współrzędne te spełniają równanie:

$$X2/a2 + Y2/a2 + Z2/b2 = 1$$

Układy współrzędnych zdefiniowane dla kuli i elipsoidy

KULA - układy odniesienia



Rys. 1.7. Układy współrzędnych na kuli: a) współrzędne geograficzne (φ, λ) punktu P na kuli, b) współrzędne prostokątne (x, y, z) punktu P na kuli

$X = R \cos\varphi \cos\lambda$
$Y = R \cos\varphi \sin\lambda$
$Z = R \sin\varphi$

Współrzędne te spełniają warunek

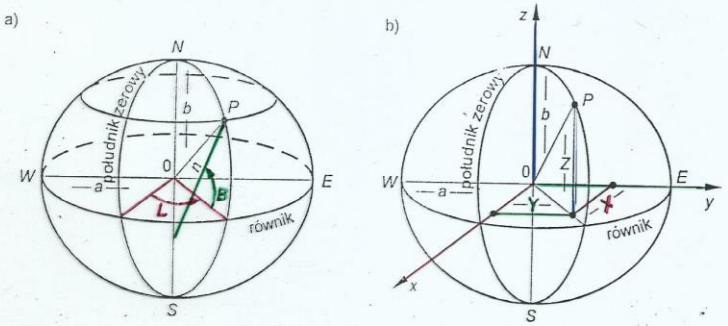
$$X^2 + Y^2 + Z^2 = R^2.$$

Znając współrzędne prostokątne X, Y, Z punktu leżącego na kuli, można obliczyć jego współrzędne geograficzne φ, λ wg wzorów

$$\operatorname{tg}\lambda = \frac{Y}{Z},$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{Z}{\sqrt{X^2 + Y^2}}.$$

ELIPSOIDA



Rys. 1.8. Układ współrzędnych na elipsoidzie: a) układ współrzędnych geodezyjnych, b) układ współrzędnych prostokątnych

Wpółrzędne każdego punktu leżącego na powierzchni tej elipsoidy spełniają następujące równanie:

$$\frac{X^2}{a^2} + \frac{Y^2}{a^2} + \frac{Z^2}{b^2} = 1,$$

WGS-84
(*World Geodetic System*).
elipsoida GRS-80 ITRS

gdzie: a i b są półosiami elipsoidy obrotowej.

W obliczeniach geodezyjno - kartograficz - nych kształt Ziemi opisują elipsoidy

- Na elipsoidach definiowany jest układ współrzędnych geodezyjnych wykorzystywany do sporządzania map.
- **Elipsoidy** charakteryzuje różny stopień spłaszczenia: f=(a-b) /a. Opracowano kilkanaście elipsoid, z których w Polsce mają zastosowanie:
- **Bessela:** f=1/299,15 p.odniesienia w Borowej Górze, **Clarka**: f=1/293,46, **Krasowskiego:** f=1/298,3 p.odniesienia w Pułkowie, **GRS 80:** f=1/298,257 - MUGiG przyjęła ją jako standard dla systemów geoinformacyjnych w skali globalnej, **WGS 84:** 1/298,26 - jest podstawą satelitarnego systemu określenia współrzędnych GPS
- Przeniesienie punktu z powierzchni elipsoidy na płaszczyznę mapy wymaga zastosowania transformacji matematycznej tzn. **odwzorowania kartograficznego,** gdzie każde z nich ma własne parametry f1 i f2:
- $X = f_1(\Omega,\Delta) \quad y = f_2(\Omega,\Delta)$

Odwzorowanie powoduje zniekształcenie powierzchni, odległości lub kątów

Istnieje ponad 400 odwzorowań! (stosuje się ok.27) Ich kasyfikacja zależy od:

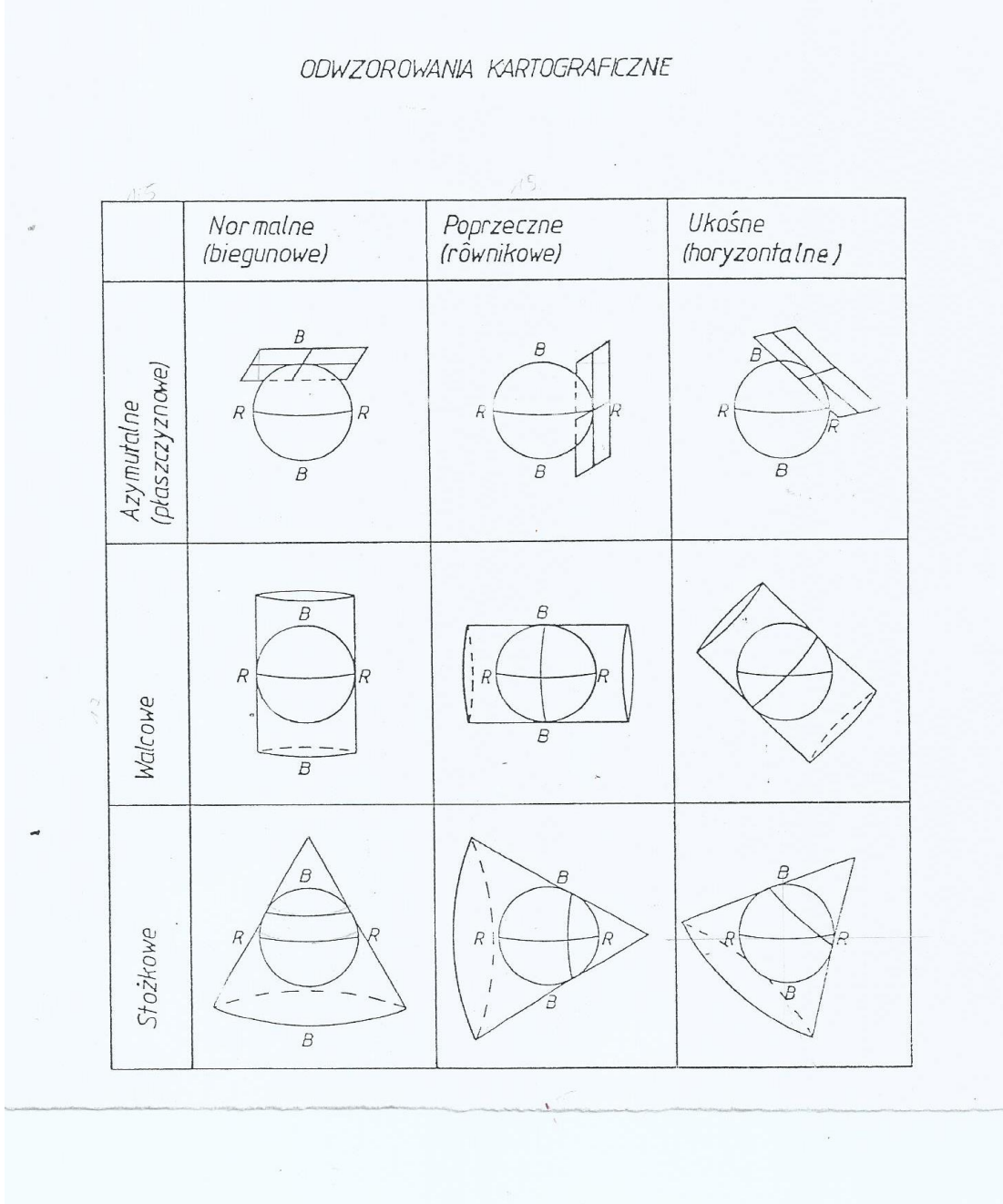
1) rodzaju powierzchni odwzorowania (**walcowe, stożkowe, azymutalne i umowne**) 2) sposobu ułożenia powierzchni wzgl.elipsoidy/ kuli (położenie **normalne, poprzeczne** lub **ukośne**) oraz innych właściwości odwzorowań.

Wybór odwzorowania podporządkowany jest przeznaczeniu mapy. Każde z odwzorowań powoduje zniekształcenie dwóch elementów: **powierzchni, odległości** lub **kątów**. Stąd ich podział na:

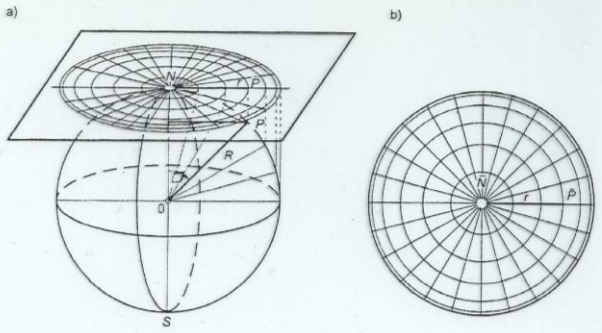
-**konforemne** - zapewniają wierność kątów (stosuje się do opracowań map topograficznych), **wiernopolowe i równoodległościowe** (zastosowanie do map przeglądowych).

Przyjmując wybrane odwzorowanie kartograficzne jako podstawowe, dokonujemy konwersji odwzorowań danych z innych źródeł.

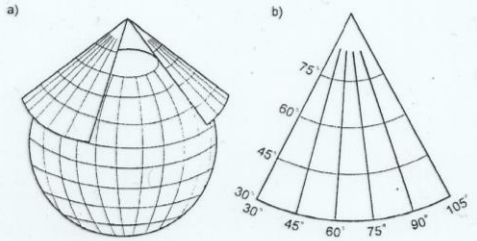
Rodzaje odwzorowań kartograficz-nych



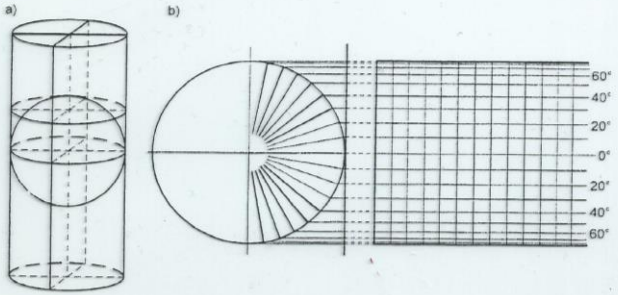
Odwzorowa-nie a obraz siatki kartograficznej



Rys. 1.14. Odwzorowanie powierzchni kuli na płaszczyznę: a) zasada odwzorowania, b) obraz siatki geograficznej na płaszczyźnie



Rys. 1.15. Odwzorowanie powierzchni kuli na pobocznicę stożka: a) powierzchnia stożkowa styczna do kuli, b) powierzchnia stożkowa po rozwinięciu na płaszczyznę



Rys. 1.16. Odwzorowanie powierzchni kuli na pobocznicę walca: a) powierzchnia walcowa styczna do kuli, b) powierzchnia walcowa po rozwinięciu na płaszczyznę

Układy współrzędnych

- Zastosowanie odwzorowania kartograficznego sprowadza się do:
- -Utworzenia obrazu siatki geograficznej (południków i równoleżników) na płaszczyźnie mapy, czyli tzw. siatki kartograficznej na którą wnosi się treść mapy,
- -przeliczenie współrzędnych geograficznych punktów na współrzędne prostokątne płaskie (kartograficzne)
- **Powstaje układ współrzędnych prostokątnych płaskich w danym odwzorowaniu.** W układzie tym przelicza się pozostałe punkty geodezyjne będące treścią mapy.
- W Polsce najczęściej stosuje się odwzorowanie Gaussa-Kr€gera
- (równokątne, walcowe, poprzeczne)

Odwzorowanie Gaussa-Krugera

- **Odwzorowanie Gaussa-Krugera** (równokątne, walcowe, poprzeczne) jest najczęściej stosowanym w Polsce dla celów kartograficznych. Jego ogólne zasady to:
- Obszar Ziemi podzielono na równe pasy południkowe 60szt. (Δ=6st.) lub 120szt.(Δ=3st.) i odwzorowano na pobocznicę walca
- Południk środkowy strefy odwzorowuje się bez zniekształceń, a jego obraz na płaszczyźnie stanowi **oś X,** obraz równika stanowi **oś Y** układów
- Pasy liczy się na wschód od południka X0 (Greenwich), na obszar Polski przypadają 4 strefy: Δ=15st. Δ=18st. Δ=21st. Δ=24st. których początki wyznaczają współrzędne: x=x0 y=y0+1/3Δ •1 000 000 + 50 0000 m
- Płaski obraz każdej strefy dzieli się za pomocą siatki kartograficznej na arkusze mapy i numeruje zgodnie z ich skalą, według przyjętych zasad
- Pozostałe południki i równoleżniki odwzorowują się jako krzywe (zniekształcenia wzrastają wraz z odległością 1-15cm) nie ma natomiast zniekształceń kątowych w obrębie pasa

Układy współrzędnych jako wynik odwzorowań

UKŁADY WSPÓŁRZĘDNYCH

nazwa	O układzie	Kod EPSG
1942	Układ powstał w wyniku odwzorowania Gaussa-Krugera na elipsoidzie Krasowskiego, obejmował dwa podsystemy, mapy w tym układzie mają siatkę kartograficzną i kilometrową. Były to mapy wojskowe, a na ich podstawie powstały mapy turystyczne. Są one łatwo dostępne w Internecie.	3329, 3330, 3331 ,3332
1965	Kraj podzielono na **pięć stref** (w celu utajnienia inf.) a w każdej z nich mapa miała inne parametry. W czterech zastosowano odwzorowanie wiernokątne, płaszczyznowe, skośne a w piątej odwzorowanie G-K. Strefy te nawet między sobą nie były dopasowane , jest to układ trudny w użyciu ale nadal są to najdokładniejsze dostępne mapy niektórych rejonów Polski.	3120 2172 2173 2174 2175
GUGIK 80	Jest to jednostrefowe odwzorowanie quasi-stereograficzne. Stąd układ współrzędnych jest jednolity dla całego kraju. Siatkę kartograficzną stanowią w nim **południki i równoleżniki**. Można go spotkać na mapie Polski w skali 1: 100 000.	3328
PUWG 1992	Nowy system odwzorowawczy elipsoidy GRS-80, układ jednostrefowy w odwzorowaniu G-K. Większość współczesnych map Polski (mimo znacznych zniekształceń) wykorzystuje ten układ . Obowiązuje on w Polsce dla opracowań w małych skalach (od 1: 10 000). Przypomina układ 2000.	2180
UTM	Wykorzystuje odwzorowanie poprzeczne Mercatora, stosowane do celów nawigacyjnych i wojskowych. Układ jest popularny w strefie NATO, zwłaszcza w Stanach Zjednoczonych	32633, 32634, 32635
2000	Wykorzystuje „odwzorowanie Gaussa-Krugera, elipsoidy WGS-84 (nawiązuje do"1942") w czterech trzystopniowych strefach południkowych". Układ w siatce kilometrowej. Obowiązuje w Polsce dla **map wielkoskalowych, na przykład w skali 1:500**	2176, 2177, 2178, 2179
WGS 84	Układ, który został rozpowszechniony wraz z rozwojem nawigacji satelitarnej, zwanej w skrócie **GPS.** Większość nowo wydanych map jest zgodna z tym układem.	4326

Powstanie GIS jako wynik rozwoju kartografii

- Mapy od stuleci tworzono w celach militarnych, poznawczych, podatkowych, handlowych, transportowych itp.. Do ich rozwoju przez kolejne stulecia przyczyniły się Babilonia, Egipt, Chiny a zwłaszcza Grecja.
- XX wiek to okres innowacji technicznych w tworzeniu map (rozwój fotogrametrii lotniczej, systemów satelitarnych, informatyki…) W 1962 roku angielscy botanicy przy tworzeniu atlasu "Angielska flora" (2 tys.map) zastosowali karty perforowane i zmodyfikowane tabulatory a już 1963**r w Kanadzie do inwentaryzacji zasobów naturalnych i ich analizy powstał pierwszy system, którego założenia (f) dopracował w** 1971 roku Roger.
- W 1962 roku angielscy botanicy przy tworzeniu atlasu "Angielska flora" (2 tys.map) zastosowali karty perforowane i zmodyfikowane tabulatory a już 1963r w Kanadzie do inwentaryzacji zasobów naturalnych i ich analizy powstał pierwszy system, którego założenia (f) dopracował w 1971 roku Roger Tomlinson **i nazwał Systemem Informacji Geograficznej**

Tomlinson uważany jest za ojca systemu GIS

- **Tomilson jako pierwszy użył określenia GIS i wprowadził zasady tworzenia tego systemu. Najważniejsze z nich to**:
- wykorzystanie skanowania (do wprowadzenia obszarów o gęstym zaludnieniu)
- wektoryzacja zeskanowanych obrazów
- podział danych na arkusze kompatybilnych wzdłuż krawędzi
- użycie jednakowego systemu współrzędnych dla całego kraju (dokładność zależna od jakości danych)
- dokładność dla każdej warstwy może być inna
- wewnętrzna reprezentacja obiektów liniowych jako ciąg przesunięć w 8 kierunkach geograficznych (zamiast odcinków)
- wewnętrzna reprezentacja granic obszarów jako łamane (ze wskazaniem na obszar "prawy", "lewy")

Stworzono **pierwszy topologiczny system** z relacjami pomiędzy liniami a obszarami zapisanymi w bazie danych.

Czym jest GIS, SIP i SIT ?

- podział danych na pliki: a) z atrybutami opisowymi b) ze współrzędnymi, tworząc koncepcję tabeli atrybutów
- Implementacja podstawowych funkcji do wyk. operacji przestrzennych np.obliczanie pola, powierzchni wspólnych itp..
- **GIS-to zintegrowany pakiet służący do wprowadzania, przechowywania, analizowania i wyprowadzania danych przestrzennych (Gaile 1989r)** Jest narzędziem pozwalającym przetwarzać dane przestrzenne w informacje wspierające podejmowanie decyzji …..
- Zakres zastosowań **GIS-u (Systemu Informacji Geograficznej) dotyczy** gromadzenia, przetwarzania, analiz i prezentacji wyników obiektów **środowiska geograficzno-przyrodniczego (** lokalizacja obiektów określona jest położeniem geograficznym**)**.
- Z czasem poszerzono obszar jego zastosowań definiując pojęcie **SIP i** (zwiększając szczegółowość danych na mniejszym obszarze) pojęcie **SIT**

Główne funkcje GIS

- *GIS:*

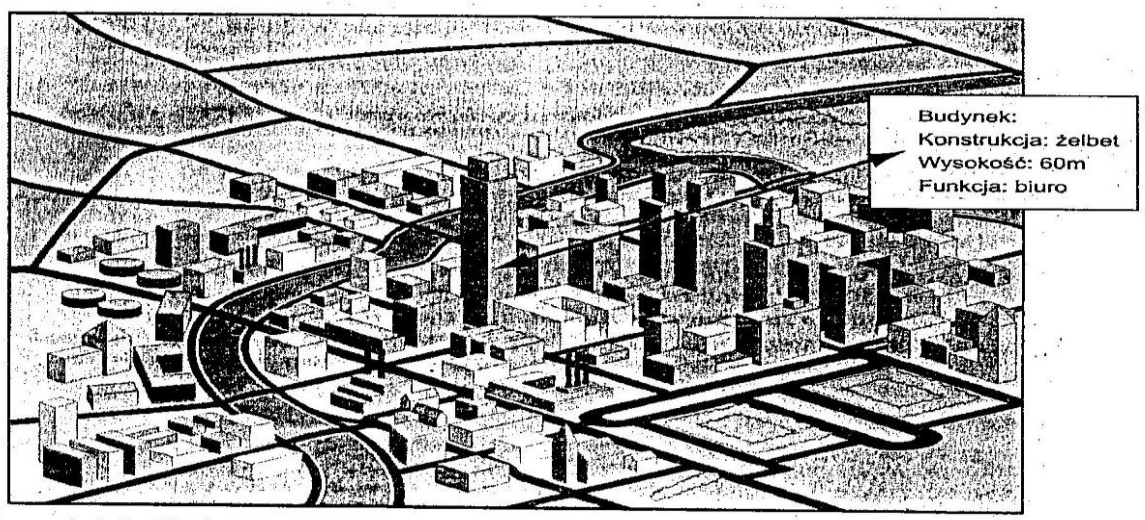
  1. *To zorganizowana działalność, poprzez którą ludzie dokonują pomiarów obiektów geograficznych i procesów między nimi zachodzących.*
  2. *Reprezentuje te pomiary zwykle w postaci komputerowej bazy danych, aby uwypuklić warstwy, obiekty i relacje pomiędzy nimi.*
  3. *Wykonuje operacje na tych reprezentacjach w celu otrzymania kolejnych wyników pomiarów i odkrycia nowych relacji przez integrację danych z różnych źródeł.*
  4. *Transformuje te reprezentacje tak, aby przystosować je do innych struktur danych i relacji.*

System informacji przestrzennej działa na zasadzie:

Wejście danych → Baza danych → Analizy przestrzenne → Wyjście informacji

System kartograficzny działa na zasadzie:

Wejście danych → Projekt mapy → Wydruk lub wizualizacja



Rysunek 1.1. *Obiekt i jego atrybuty opisowe*

SIP-odniesiony jest bezpośrednio do powierzchni Ziemi

- **S**ystem **I**nformacji **P**rzestrzennej

jest nadrzędny w stosunku do systemu **GIS**, który był używany do tworzenia geograficznej bazy danych o zasobach naturalnych. **SIP** ma szerszy zakres zastosowań, stąd jest bardziej uniwersalny.

SIT- System Informacji o Terenie - obejmuje swoim zasięgiem niewielki obszar (miasto, gmina), gromadzi informacje z większą szczegółowością i dokładnością, jest narzędziem o podejmowania decyzji: gospodarczych, administracyjnych i prawnych, pomocnych w planowaniu i rozwoju danego terenu.

Składa się on z: 1) bazy danych o terenie 2) procedur i technik zbierania informacji 3) aktualizacji i udostępniania danych

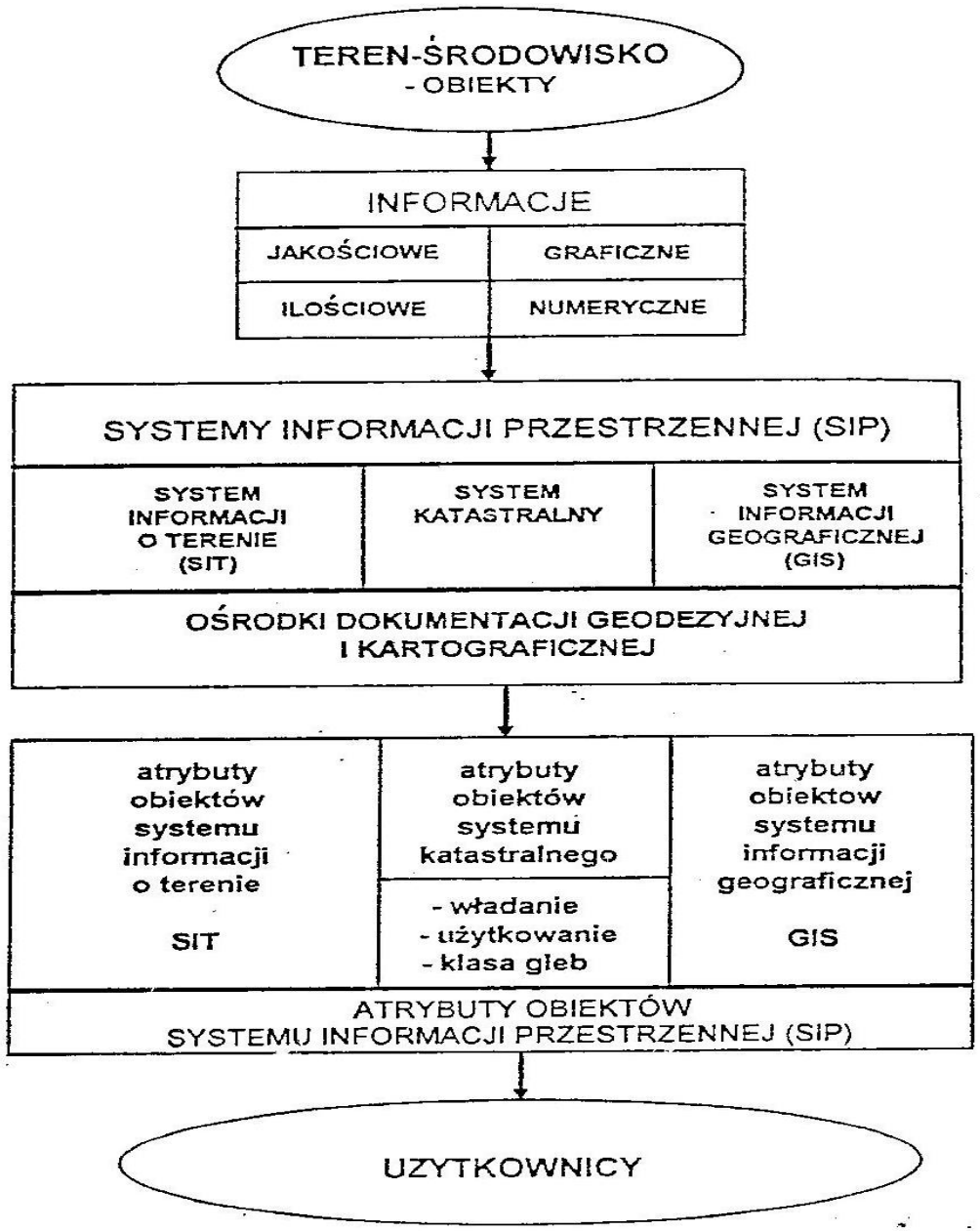
SIP łączy w sobie funkcje:

1) pozyskiwania danych (wprowadzanie, gromadzenie i ich przechowywanie w bazie danych)

2) przetwarzania danych (analizy oparte na relacjach przestrzennych między obiektami)

3) prezentacji wyników (opisowo, tabelarycznie, graficznie).

SIP to model statyczny lub dynamiczny otaczającej nas rzeczywistośi



Mapa cyfrowa to mapa numeryczna powiązana z bazą danych

- Potocznie **GIS to system informatyczny** służący do obsługi map cyfrowych (przechowywania, analizowania, przetwarzania, aktualizacji i edycji danych przestrzennych).
- Mapa numeryczna jest mapą: 1) obiektową 2) warstwową 3) wektorową

Ad.1) **Obiektową**, bo jest zbiorem obiektów i informacji o nich Obiekt, to najmniejszy element na m.c. któremu przyporządkowane są atrybuty:

a) **przestrzenne**(gdzie? jak?) -określają położenie obiektów (X,Y,Z), wielkość, geometryczny kształt i ich wzajemne relacje topologiczne

b)**nie przestrzenne (opisowe**) co?-określają inne właściwości obiektu (ilościowe i jakościowe) zależne od jego charakteru (mogą mieć postać numeryczną lub tekstową), nazywane też są **etykietami** obiektu

. Obiekty w GIS mogą reprezentować **różne kategorie**: fizyczne (naturalne i sztuczne), geograficzne i zjawiska przyrodnicze, obiekty w rozumieniu społecznym i ekonomicznym.

Reprezentacją geometryczną obiektów jest punkt, linia, powierzchnia

- **Obiekt**, to jednostka przestrzenna zapisana w postaci modelu danych (jednostkę może charakteryzować kilka obiektów).
- Obiekt ma określoną: a) **reprezentację geometryczną**, b) **relację topologiczną z innymi obiektami** c) **typ**, d) **atrybuty,** e) **czas**
- **Informacje graficzne** o jednoznacznie zdefiniowanej geometrii obiektów przedstawiamy na mapie za pomocą:
- **-punktu** -nie ma wymiaru topologicznego, na mapie (w zależności od skali) może być symbolem, np.hydrant,
- **-linii** -reprezentuje obiekty jednowymiarowe (zbiór połączonych punktów), może mieć przypisany atrybut, np.warstwica,
- -**powierzchni** -reprezentuje obiekty dwu wymiarowe (wielobok zwany poligonem)opisane atrybutami, np.jezioro
- Obiekty trójwymiarowe np.rzeźba terenu reprezentowane są za pomocą powierzchni (atrybut to rzędna) tworząc tzw. Cyfrowy model terenu- **DTM**

Definicje geometrii obiektów na mapie cyfrowej

Mapa obiektowa

Mapa obiektowa jest to zasób informacji o obiektach, które dzieli się na trzy grupy, tj. obiekty punktowe, liniowe i powierzchniowe o jednoznacznie zdefiniowanej geometrii, zwane obiektami prostymi.

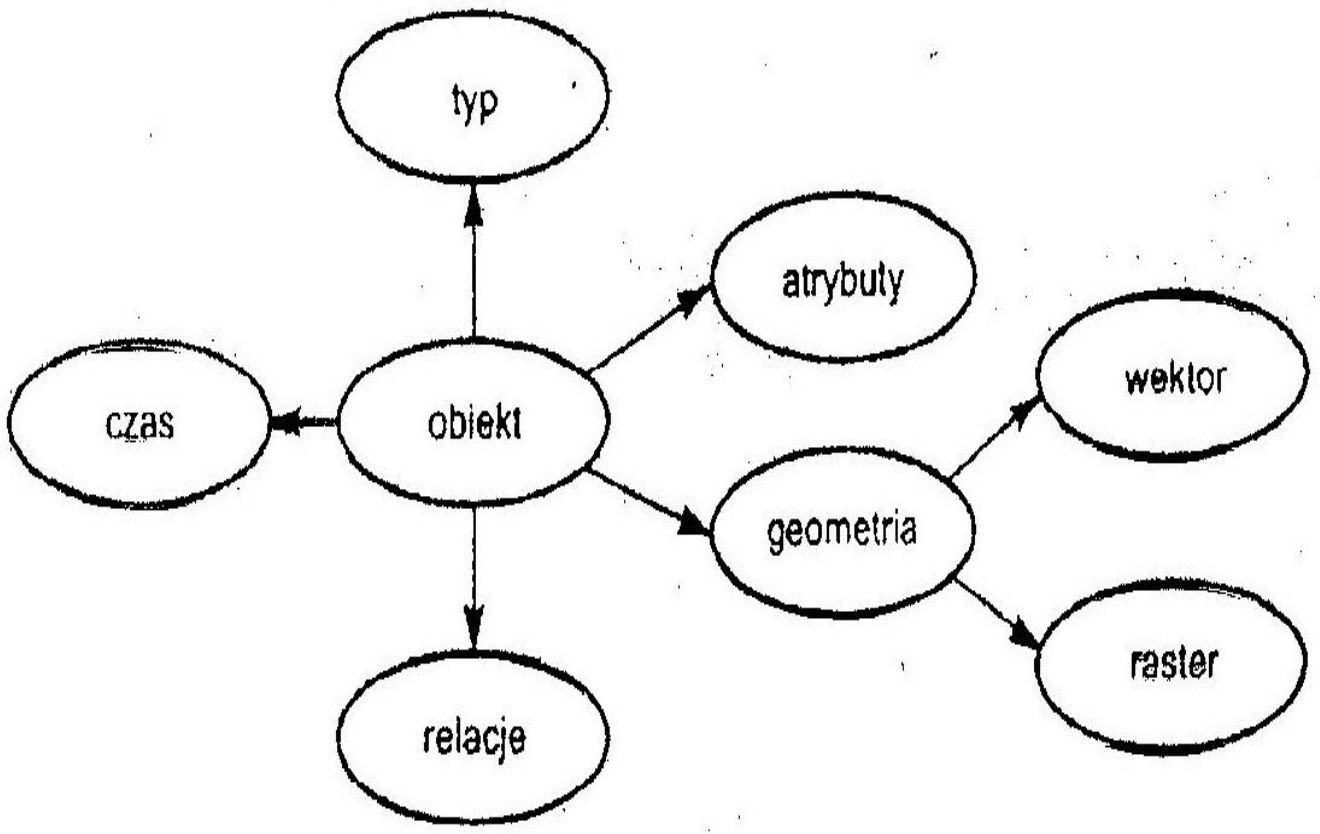
Grupy obiektów

Obiekty punktowe	Obiekty liniowe	Obiekty powierzchniowe
Geometria obiektów		
Punkt	łamana uogólniona otwarta łamana otwarta	łamana uogólniona zamknięta łamana zamknięta okrąg
Określenie obiektów		
Współrzędne X, Y, H	długość linii	długość obwodu pole powierzchni

Przykłady geometrii obiektów mapy

Nazwa	Opis	Przedstawienie graficzne
Punkt	twór bezwymiarowy o współrzędnych X Y, H	punkt graniczny o 1234
Łamana otwarta	linia składająca się z kilku odcinków prostych	fragment granicy obwodu spisowego
Łamana zamknięta	linia zamknięta, np. obrys budynku w kształcie prostokąta	obrys budynku
Łamana uogólniona otwarta	linia składająca się z kilku odcinków o różnym kształcie (niekoniecznie prostych)	
Łamana uogólniona zamknięta	linia zamknięta o dowolnym kształcie	elipsa
Obszar jednospójny	obszar o dowolnym kształcie	działka
Obszar spójny, ale nie jednospójny	obszar zawierający wewnątrz inny obszar	budynek z atrium
Obszar niespójny	linia zamykająca się samoprzecinająca	

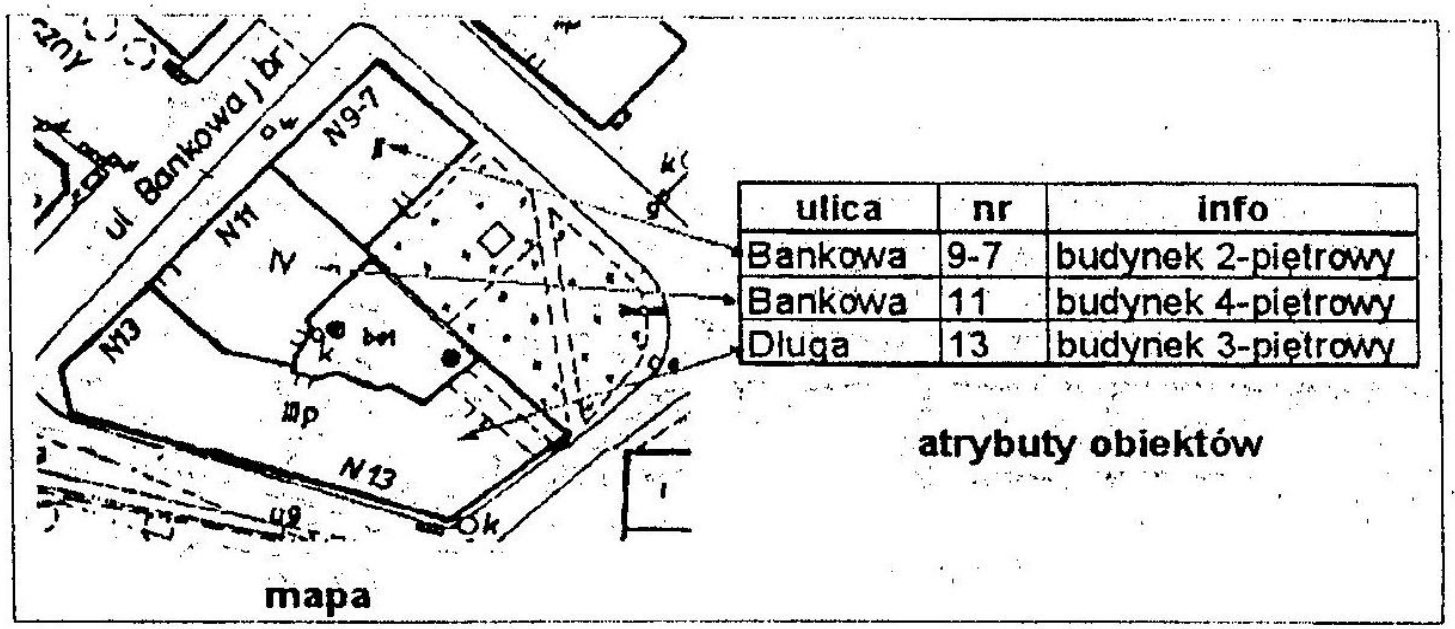
Właściwości charakteryzujące obiekt



Właściwości obiektu w modelu środowiska przyrodniczego

W systemach GIS można "przywiązać" informacje do obiektu

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



ulica	nr	info
Bankowa	9-7	budynek 2-piętrowy
Bankowa	11	budynek 4-piętrowy
Długa	13	budynek 3-piętrowy

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.

Elementy charakterystyki obiektu

- **Relacje** między obiektami mogą być obliczane na podstawie ich współrzędnych (np. punkty wspólne) lub przez zapis atrybutów (np. województwo i podział na gminy)
- **Typ obiektu**, to atrybuty określające jego cechy, są przechowywane z danymi opisującymi obiekt (atrybuty umieszczane są w tabeli, gdzie wiersz - to obiekty a kolumny - zawierają ich atrybuty).
- **Czas**, to czwarty wymiar kartograficzny połączony z przestrzenią geograficzną, pokazuje stan obiektu, który niezależnie od innych może zmienić się w czasie.
- Każdy obiekt - jego reprezentacja graficzna połączona jest z **informacją o obiekcie**, może to być: **tekst, liczba**, **zdjęcie, dźwięk, animacja**).Dane opisowe nie muszą być wyświetlone wraz z obiektem, informacja o obiekcie jest **Etykietą**, którą można "wyciągnąć" lub "schować".

Przykładowy opis obiektu wodociągwe-go - Hydrant

Sposób przedstawienia jednego z typowych obiektów wodociągowych, tj. hydrantu oraz jego powiązania z mapą cyfrową i odpowiednią dokumentacją, pokazuje przykład-

Dane ogólne

Kod	1023
Typ konstrukcyjny	Hydrant
Rozpoczęcie eksploatacji	12/12/1987
Stan roboczy	czynny
Miasto	Nazwa
Ulica	Uliczna
Stan realizacji	projektowany

Parametry techniczne

Rzędna osi	23,81
Rzędna terenu	25,51
Zagłębienie	1,70
Pikietaż	135
Średnica	150
Średnice urządzenia	80
Rodzaj hydrantu	nadziemny

Dane inwestycyjne

Wykonawca	Instal-wod
Odbiorca	PWiK
Dzienniczek nr	123/A/ 1987
Status prawny	własny
Inspektor nadzoru	Kowalski
Kierownik budowy	Iksiński

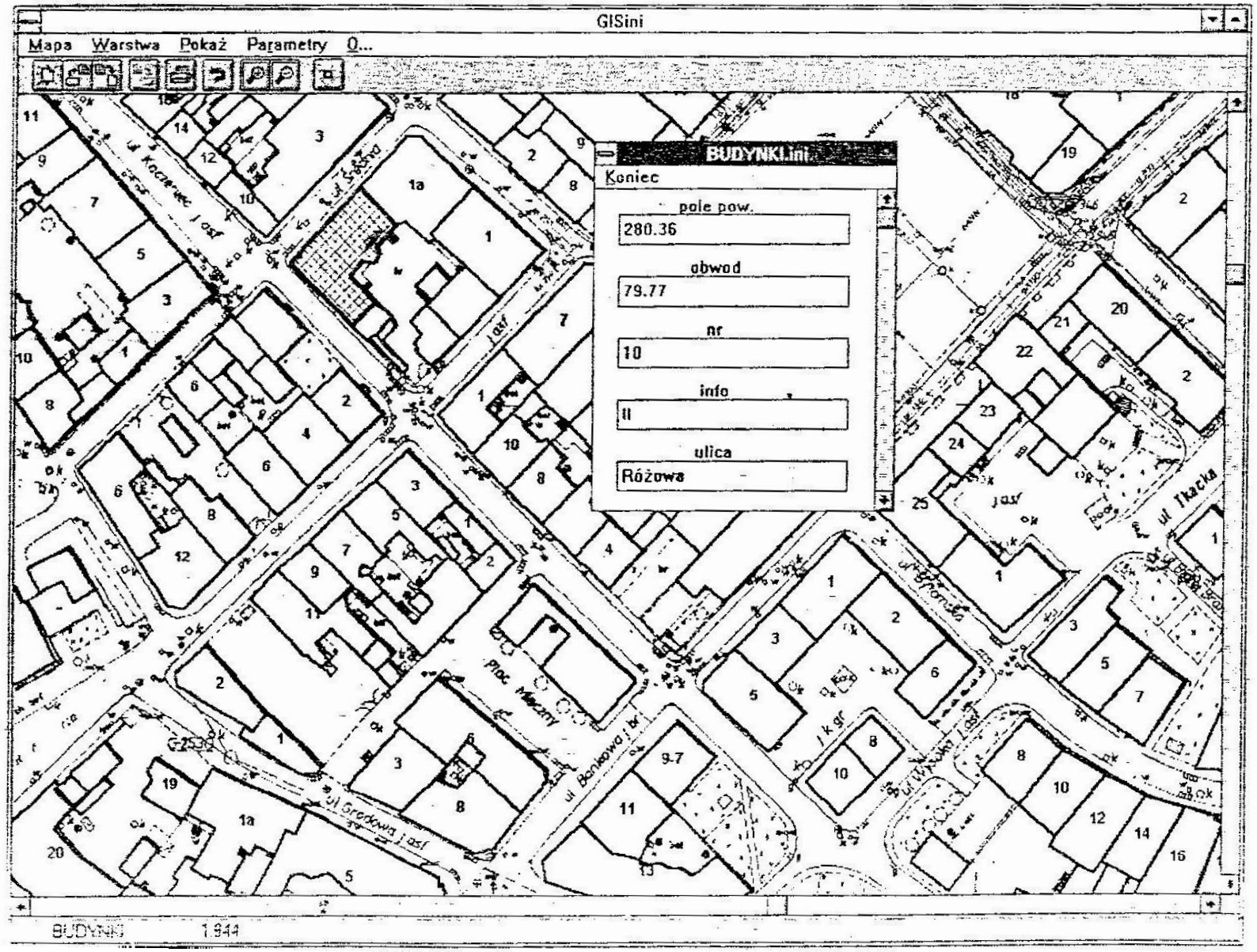
Atrybuty graficzne

Czcionka	Arial
Kolor	Black
Rozmiar	12
Skala	1:1 – 1:500
Kąt obrotu	0
Współrzędna *x*, *y*	12345; 34567

Obiekty pochodne to kombinacja obiektów prostych

- **Obiekty proste** (punkt, linia, powierzchnia) występują w każdym systemie GIS. Część przedmiotów terenowych przedstawia się jako **obiekty złożone (pochodne, pokrewn**e), które są kombinacją obiektów prostych.
- **Obiekty pochodne** to: 1) zdefiniowane różne typy linii 2)symbole rozmieszczone w określonym interwale lub wypełnienie powierzchni kolorem 3) szrafura 4)wstawienie atrybutu opisowego itp..
- Obiekty punktowe mogą być też reprezentowane za pomocą dołączonych lub zaprojektowanych **symboli** na co pozwalają wyspecjalizowane systemy GIS (są one przechowywane w postaci znaków skalowanych "True type").
- System GIS umożliwia też przypisywanie obiektom różnych informacji tekstowych: 1) w formie samodzielnych elementów mapy 2) jako etykiety do obiektów graficznych.
- Dane opisowe dowolnego typu (zapisane w postaci pliku składającego się z rekordów), wymagają programów komp. dostosowanych do obsługi dowolnego formatu.

Mapa z zaznaczonym obiektem i przypisanymi do niego informacjami



Parametry określające wygląd obiektu przypisane są o warstwy

- Każdy obiekt oprócz atrybutów posiada **określające** jego **wygląd parametry**: a)grubość linii-obiekty liniowe i obszarowe b) typ linii - ciągła, przerywana, kreskowana itd…i jej kolor c)kolor i rodzaj wypełnienia obiektów obszarowych d)parametry czcionki - obiekty tekstowe d)rodzaj symbolu.
- **Parametry** te nie **są przypisywane** do obiektu lecz **do całej warstwy** do której ten obiekt należy np.do warstwy przypisany jest kolor a więc wszystkie obiekty danego rodzaju będą w tym kolorze (jest to ułatwienie, czasem jednak utrudnienie, .nowoczesne systemy GIS pozwalają przypisywać "wygląd" każdemu obiektowi oddzielnie np. Mapy tematyczne, gdzie różnicowanie obiektów tej samej warstwy w zależności od opisujących je atrybutów następuje automatycznie).
- Systemy GIS pozwalają też **na zmianę wizualizacji** danego obiektu **w zależności od skali** np. różna symbolika, różna grubość linii itp…

Zdefiniowanie geometrii obiektów i atrybutów opisowych w Instrukcji-K1

DZIAŁ: BUDYNKI

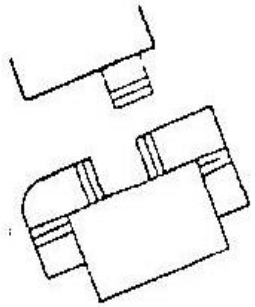
OBIEKT

OPIS	KOD	
	LICZBY	ZNAKI
Schody zewnętrzne	352	SCH

GEOMETRIA OBIEKTU

Obszar jednospójny ograniczony łamana uogólniona

PRZEDSTAWIENIE GRAFICZNE

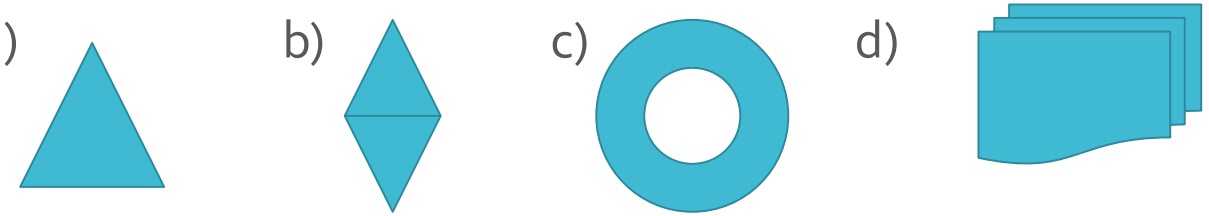
PRZYKŁADY	UWAGI	UWAGI OGOLNE
		Kreski symbolu umieszczać w miejscu gdzie zaczyna się wznoszący bieg schodów, jednakże spoczniki muszą pozostać nie kreskowane.

ELEMENTY PRZEDSTAWIENIA GRAFICZNEGO

ELEMENT		OPIS ELEMENTU	WYMIARY W SKALI:			
			1:500	1:1000	1:2000	1:5000
———		linia	0.18	0.18	0.18	-
		odstęp kresek symbolu	1.0	1.0	1.0	-

Podsumowa-nie "o obiekcie"

- GIS pozwala na przedstawienie relacji przestrzennych między danymi kategoriami obiektów, ponieważ uwzględnia takie cechy jak: a) spójność b) przyległość c) bliskość d) kolejność
- a) b) c) d)



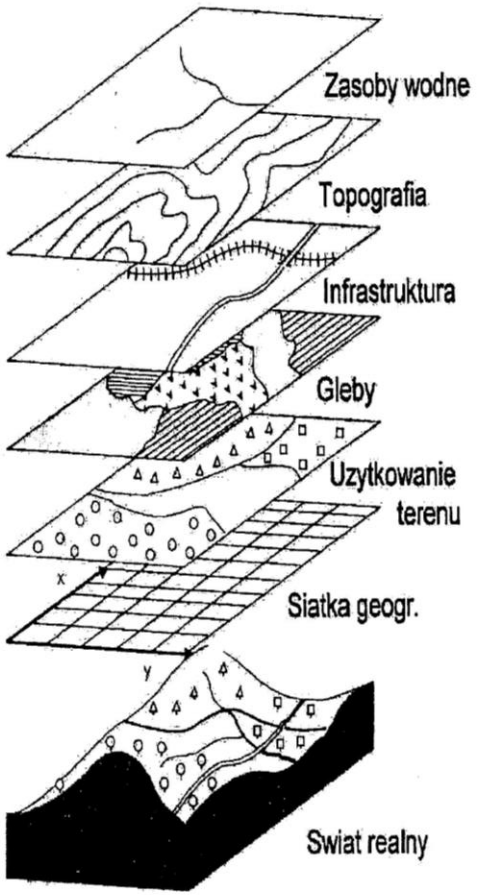
- Obiekt jest nośnikiem informacji ponieważ opisany jest takimi danymi jak:
- 1) atrybuty (przestrzenne i opisowe)
- 2) kształt (dane graficzne)
- 3) położenie (współrzędne)
- 4) związek z innymi obiektami (relacje)

  5) zasady połączenia z innymi obiektami
- 6) źródła danych o obiekcie

Rozwarstwie-nie obiektów: geometryczne i tematyczne

- Dane w technologii GIS pogrupowane są tematycznie w warstwy.
- **Warstwa,** to zbiór elementów mapy o jednakowych atrybutach tzn. że obejmuje ona obiekty o wspólnych cechach np. "warstwa budynki" zawiera dane graficzne i opisowe (te same tabele atrybutów), które dotyczą wszystkich budynków i tylko budynków.
- Konieczność zapisu wielu informacji wiąż się z utworzeniem wielu warstw. W obrębie każdej warstwy **dane pogrupowane są tematycznie** (warstwy tematyczne), co ułatwia ich aktualizację, zarządzanie danymi i wykonywanie analiz przestrzennych.
- Warstwa może zawierać dane tylko jednego formatu:
  a) **wektorowego** lub b) **rastrowego**
- Systemy GIS umożliwiają:
- 1)przechowywanie w warstwie tylko jednego typu obiektów stąd istnieją warstwy: **a) punktowe b) liniowe c) powierzchniowe.**
- 2) przechowywanie w pojedynczej warstwie obiektów różnego typu co ogranicza liczbę warstw.

Rodzaje warstw tematycznych



Warstwy tematyczne

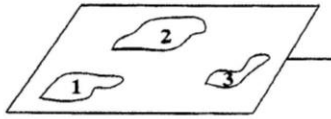
Dane tego samego typu, reprezentujące tę samą klasę obiektów zorganizowane są w warstwy tematyczne.

Dowolnie wybrane warstwy tematyczne można na siebie nakładać w celu stworzenia nowej mapy lub przeprowadzenia analizy.

Dane geometryczne i opisowe warstwy są tego samego rodzaju

Przykład grupy danych w GIS w strukturze warstwowej **warstwy tematyczne**

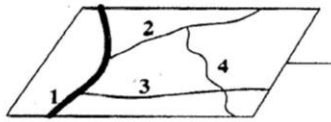
DANE PRZESTRZENNE



obszary zabudowane

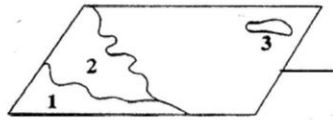
DANE OPISOWE

OBIEKT	RODZAJ	NAZWA	LUDNOŚĆ
1	miasto	Kuzy	10 000
2	wieś	Borki	100
3	wieś	Żuki	200



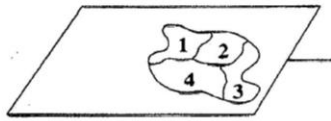
drogi

DROGA	RODZAJ	NAZWA	RUCH
1	szosa	E-5	1250
2	lokalna	125	60
3	lokalna	35	30
4	gruntowa		2



sieć wodna

OBIEKT	RODZAJ	NAZWA	KLASA
1	rzeka	Czarna	3
2	rzeka	Biała	2
3	jezioro	Leśne	1



lasy

LAS	RODZAJ	LIS	SARNA
1	iglasty	nie	nie
2	liściasty	nie	nie
3	liściasty	nie	tak
4	mieszany	tak	tak

Dane przestrzenne i opisowe w warstwowej strukturze danych w bazie GIS (wg Urbańskiego)

Warstwa aktywna o ta na której wykonujemy analizy

- **Łączenie i podział** warstw, to podstawowe operacje w systemach GIS. Łącząc dane w warstwy operujemy jedną ciągłą bazą danych, dzielimy je zaś tematycznie i ograniczamy zasięg przestrzenny danych np.do gminy
- Łączymy też warstwy przy wprowadzaniu danych z mapy lub zdjęć lotniczych budując tzw, bazy cząstkowe (**zapisane w tym samym układzie współrzędnych**), które następnie łączymy w jedną, ciągłą bazę danych.
- Łącząc warstwy podajemy: a) **nazwę warstwy** b**) typ obiektów** c) **zachowanie numeracji obiektów z warstw składowych**. Uzgadniamy też **styki** między warstwami: **automatyczne, półautomatycznie lub ręcznie**.
- System GIS umożliwia analizę wzajemnych relacji przestrzennych, gdzie rozwarstwienie nie jest przeszkodą a dane są bardziej przejrzyste.

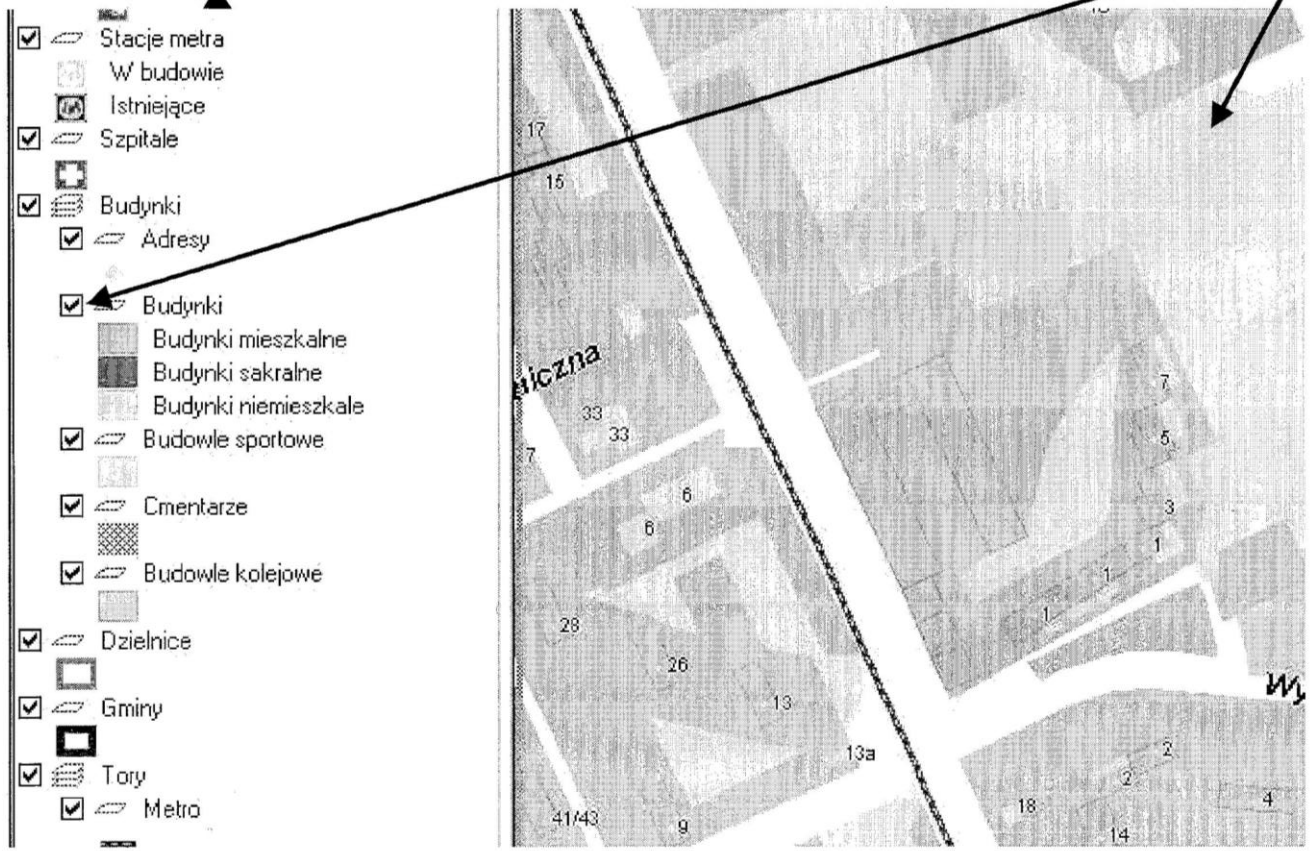
Liczba warstw zależy od oprogramowa-nia i potrzeb użytkownika

- Przy wykonywaniu analiz przestrzennych stosujemy najczęściej operacje typu:
- 1)**wycinanie**/ *clip* - usuwanie obiektów poza granicami wieloboków warstwy wycinającej (zmiana zasięg, liczby obiektów, relacji topologicznych)
- 2) **wymazywanie**/*erase* - usunięte zostają obiekty tylko wewnątrz zaznaczonego obszaru
- 3) **rozdzielenie**/ *split* - pozwala na podział obszaru bazy danych na arkusze mapy (warstwa musi mieć topologię poligonową).
- Baza danych ma **strukturę hierarchiczną** (warstwa zawiera obiekty o cechach wspólnych) w której można wyróżnić **warstwy podstawowe tzw. główne** i wyodrębnione z nich **podwarstwy tzw. szczegółowe** z których każda dotyczy określonego typu obiektu.

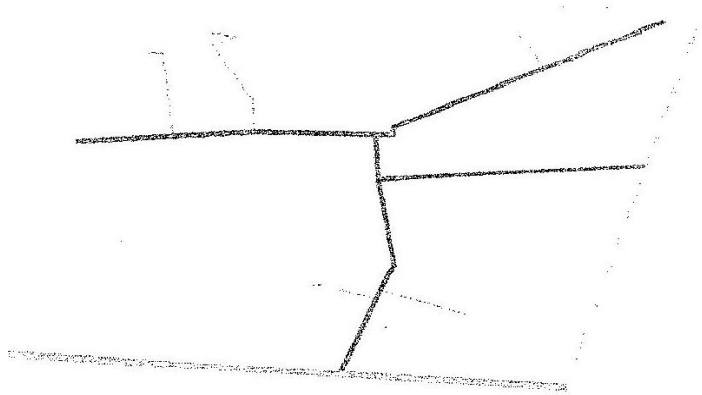
Struktura hierarchiczna to warstwy główne i szczegółowe

Warstwy tematyczne

Typowy sposób prezentacji danych w oprogramowaniu GIS poprzez okno mapy i okno legendy, w którym znajduje się lista warstw możliwych do wyświetlenia w oknie mapy. Wyświetlane są warstwy zaznaczone w okienku wyboru.



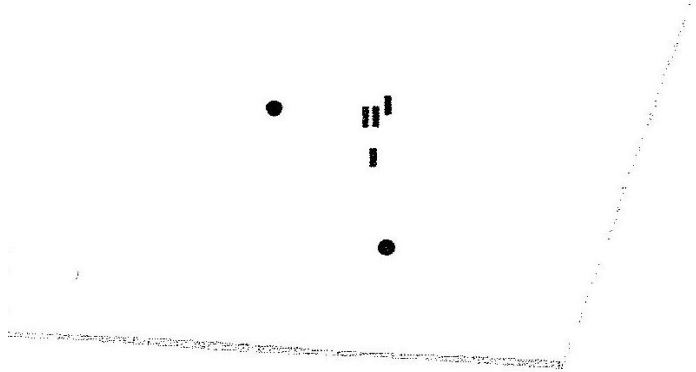
Rozwarstwie-nie obiektów liniowych i punktowych w sieci wodociągo-wej



warstwy wektorowe – liniowe:

odcinki rozbiorcze

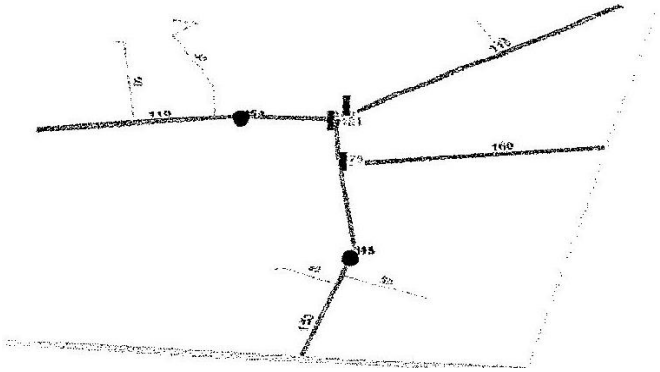
przyłącza wodociągowe



warstwy wektorowe – punktowe:

hydranty

zasuwy liniowe



mapa wektorowa sieci wodociągowej:

odcinki rozbiorcze

przyłącza wodociągowe

hydranty

zasuwy z etykietami

Organizacja danych w strukturze warstwowej

- Wszystkim obiektom geometrycznym danej warstwy przypisany jest ten sam zbiór atrybutów opisowych oraz zestaw parametrów określających jej wygląd np.kolor, grubość i typ linii, wypełnienie itd. Ich **zmiana** dotyczy zawsze **całej warstwy!**
- Łącznikiem między obiektem geometrycznym a przypisanym mu **zbiorem** atrybutów opisowych **tzw.rekordem** jest numer identyfikacyjny zwany **geokodem.** Znajduje się on jednocześnie w części graficznej i opisowej bazy danych.
- Pracując na warstwie widzimy więc tylko te obiekty, które odpowiadają rekordom zawierającym zbiór atrybutów dla tych obiektów.
- Mapa wielowarstwowa pozwala na wybranie dowolnej kombinacji warstw w dowolnej ich kolejności, co pozwala na przeglądanie i edytowanie tylko wybranych informacji.

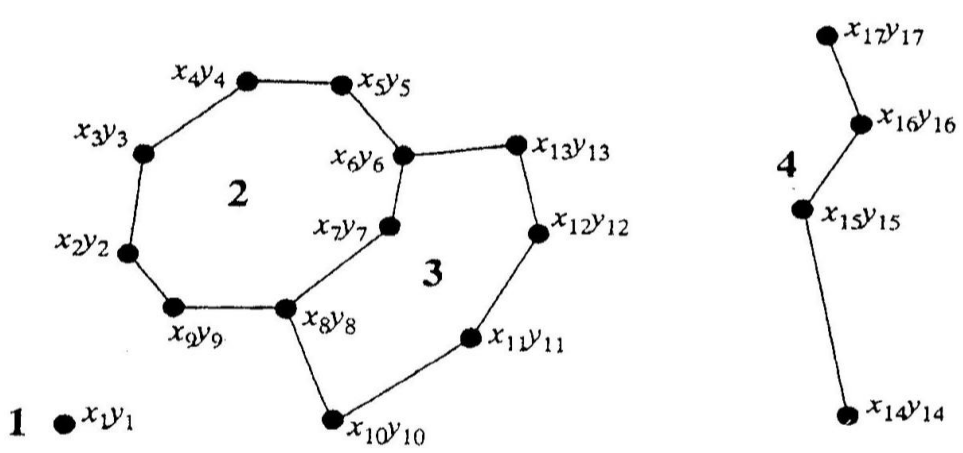
Modele danych

- W GIS obiekty przedstawia się najczęściej za pomocą modeli danych: **1) wektorowego 2) rastrowego**
- Stosowane są również modele **hybrydowe** (rastrowo-wektorowe) oraz modele **atrybutowe.**
- **Model wektorowy** - lokalizację obiektu opisują :
- a)współrzędne w geograficznym układzie odniesienia b)współrzędne (X,Y) w lokalizacji dwuwymiarowej c)współrzędne (X,Y,Z) w przestrzennej prezentacji obiektu.
- Obiekt przedstawiamy **za pomocą punktu** - to para współrzędnych (X,Y) lub ciągu punktów: **linii lub poligonu** (X1,Y1,Z1), (X2,Y2,Z2), (X3,Y3,Z3).. co jednoznacznie lokalizuje obiekt w przestrzeni oraz pozwala określić związki topologiczne między el. geometrycznymi obiektu. Dokładność położenia obiektu zależy od dokładności określenia współrzędnych.

Model wektorowy jest stosowany w branżowych bazach GIS

- **Prosty model wektorowy** - w modelu tym każda linia lub poligon są kodowane jako jeden logiczny ciąg współrzędnych (x,y) reprezentujących zamknięty obszar lub łamaną. Prostym nietopologicznym modelem danych jest **model "spaghetti"** wraz ze strukturą danych opisaną w tabelach (w bazie danych zapisane są tylko współrzędne a informacje o obiektach nie są ze sobą powiązane). Jest to model prosty, dokładnie odtwarza położenie i kształt obiektu ale brak w nim zależności przestrzennych między obiektami. (wykorzystywany w programach typu CAD lub CAM)
- **Topologiczny model wektorowy** - w bazie danych zapisane są współrzędne i związki topologiczne między obiektami (opis struktury danych w formie tabelarycznej). Jednym z nich jest **model ARC-NODE.** Jego elementy to: **ARC/ łuk** -czyli łańcuch ograniczony 2 węzłami i **NODE** czyli **węzeł.** Obiekty buduje się tu za pomocą łuków i węzłów. Model ten uwzględnia topologię wieloboków, węzłów i linii (należy pamiętać o domykaniu liii w węzłach!).

Prosty model wektorowy

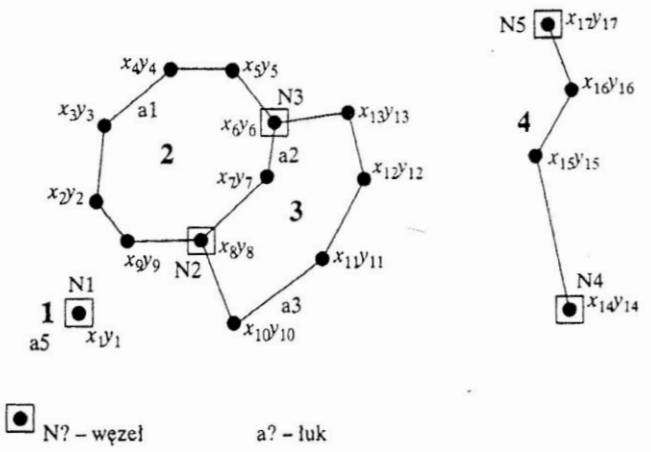


STRUKTURA DANYCH

Obiekt	Numer	Współrzędne
Punkt	1	x_1y_1
Poligon	2	x_2y_2 x_3y_3 x_4y_4 x_5y_5 x_6y_6 x_7y_7 x_8y_8 x_9y_9 $x_{13}y_{13}$
Poligon	3	x_6y_6 x_7y_7 x_8y_8 $x_{10}y_{10}$ $x_{11}y_{11}$ $x_{12}y_{12}$ $x_{13}y_{13}$
Linia	4	$x_{14}y_{14}$ $x_{15}y_{15}$ $x_{16}y_{16}$ $x_{17}y_{17}$

Model danych wektorowych nietopologicznych typu „spaghetti" (wg Urbańskiego, 1997)

Model topologiczny pokazuje związki między obiektami



STRUKTURA DANYCH

Topologia obiektów

Obiekt	Węzły	Łuki
1	N1	a5
2	N2 N3	a1 a2
3	N2 N3	a1 a3
4	N4 N5	a4

Topologia węzłów

Węzeł	Obiekty	Łuki
N1	1	a5
N2	2 3	a1 a2 a3
N3	2 3	a1 a2 a3
N4	4	a4
N5	4	a4

Topologia łuków

Łuk	Węzły	Obiekty
a1	N2 N3	2
a2	N3 N2	2 3
a3	N2 N3	3
a4	N4 N5	4
a5	N1	1

Współrzędne łuków

Łuk	Początek	Koniec	Pośrednie, x, y
a1	x_8y_8	x_6y_6	x_9y_9 x_2y_2 x_3y_3 ...
a2	x_6y_6	x_8y_8	x_7y_7
a3	x_8y_8	x_6y_6	$x_{10}y_{10}$ $x_{11}y_{11}$
a4	$x_{14}y_{14}$	$x_{17}y_{17}$	$x_{15}y_{15}$ $x_{16}y_{16}$
a5	x_1y_1	x_1y_1	

Model danych wektorowych topologicznych typu arc-node (wg Urbańskiego, 1997)

W modelu wektorowym dane są kodowane

- **Topologia** - dział matematyki zajmujący się właściwościami geometrycznymi figur i ich relacjami przestrzennymi. Pozwala odpowiedzieć na pytania np.: 1) Z jakich węzłów stworzony jest poligon? 2) Czy węzeł lub linia są częścią wspólną poligonów? 3) W jakich węzłach przecinają się linie? itd..
- W modelu wektorowym **dane są** odpowiednio **kodowane** tzn. że każdemu obiektowi **przyporządkowuje się nazwy lub ciąg cyfr**, tak by na każdym etapie pracy był on jednoznacznie zidentyfi - kowany. Jednym z pierwszych etapów kodowania jest podział modelu na warstwy tematyczne i podwarstwy (w tym samym układzie współrzędnych!). Każdy obiekt jest zapisany w bazie jako wiersz w tabeli o kolumnach: **id, x, y. Id to identyfikator** do którego można dołączyć charakterystykę dopisaną w innej tabeli bazy danych.
- Zaletą modelu wektorowego jest jego **dowolna skalowalność** bo dane przechowywane są w bazie danych w skali 1:1 stąd rysunek mapy można oglądać w dowolnej skali a jej dokładność zależy od dokładności wprowadzanych danych.

Id - to identyfikator łączący dane z dwóch różnych tabel

Mapa w postaci przechowywanej w systemie GIS

Połączenie dwóch tabel za pomocą kolumn o takich samych wartościach.

obiekt	id
dane binarne	1
dane binarne	2

część graficzna

+

id	opis 1	opis 2
1	jakiś opis 1	jakiś opis 2
2	kolejny opis 1	kolejny opis 2

część bazodanowa

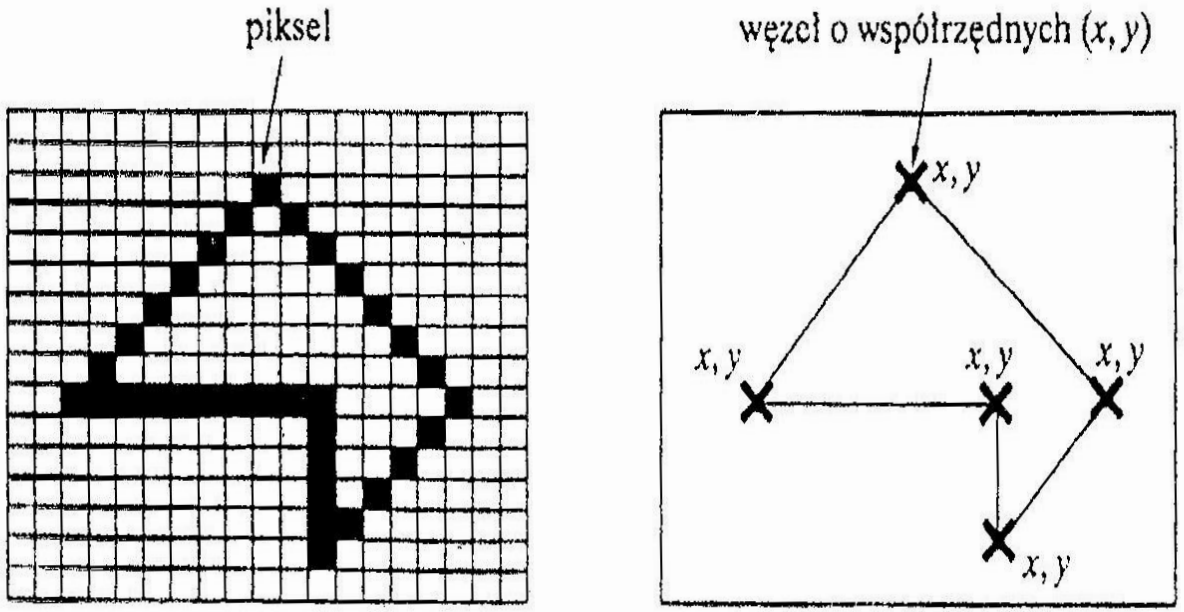
Dane binarne to ciąg liczb określających obiekt,
np. 1, 3, 358416.92, 821456.44, 358421.34, 821459.32, 359001.89, 821457.55

typ obiektu — ilość punktów — pary współrzędnych kolejnych punktów

W modelu topologicznym określone są związki między obiektami

- W **topologicznym modelu wektorowym:**
- - lokalizacja punktów zapisana jest jeden raz
- - relacje topologiczne jako właściwości obiektów nie zmieniają się w trakcie przekształceń (rotacja, skalowanie)
- - odcinki, to para punków o określonym kierunku/ zwrocie,
- - obiekty powierzchniowe to obszary ograniczone liniami, linie nie mogą się wzajemnie przecinać, podaje się też informacje po której stronie linii znajduje się obiekt powierzchniowy np. O1 znajduje się z prawej str. L6
- - umożliwia określanie: linii i punktów węzłowych tworzących granicę obszarów, linii zaczepionych w punkcie węzłowym oraz obszarów graniczących z danym poligonem.
- Model wektorowy- topologiczny ułatwia analizy przestrzenne (zwłaszcza sieciowe) i upraszcza proces aktualizacji danych.

Zapis danych w modelu rastrowym i wektorwym

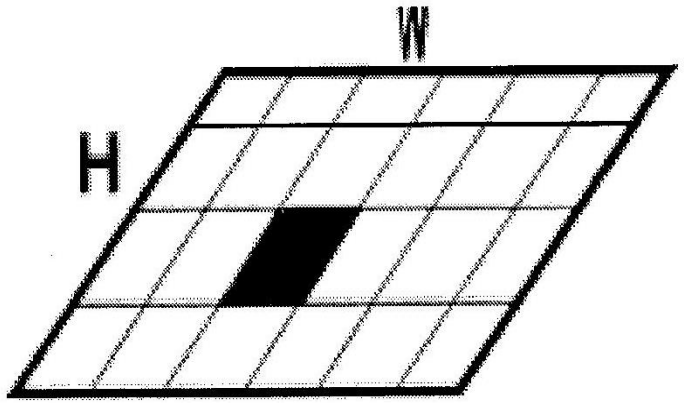


Rastrowy i wektorowy zapis danych w GIS (wg *An Introduction*..., 1994)

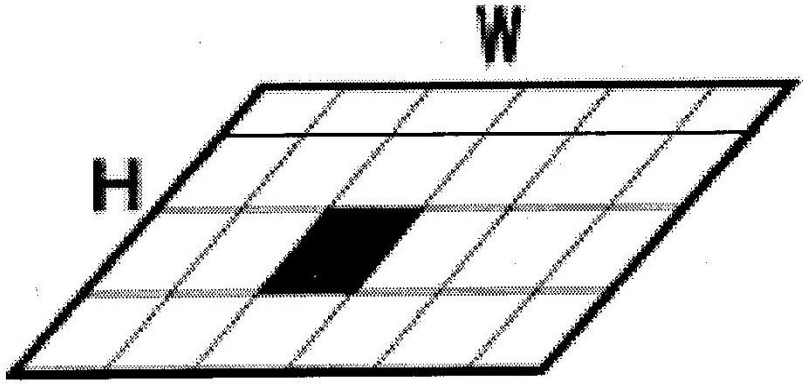
Rastrowy model danych to najprostszy zapis dany analogowych w technologii GIS

- **Model rastrowy wykorzystywany jest do gromadzenia i przetwarzania danych pochodzących ze skanowania map analogowych, zdjęć lotniczych i satelitarnych** (dane mają charakter obrazowy i teledetekcyjny). Rysunek rastrowy zachowuje globalny układ współrzędnych i może być zapisany z oryginału w różnych skalach.
- **Rastrowy model danych -** przestrzeń dwuwymiarowa jest tu podzielona na pola (siatkę kolumn i wierszy)za pomocą elementarnych powierzchni np.kwadratów, prostokątów…, gdzie każdemu z tych punktów przypisano określone wartości/ kolor charakterystyczne dla danego zjawiska
- **Piksel**/ *pictuere*-element, to najmniejszy element powierzchni tworzący obraz (obraz rastrowy można porównać do fotografii). Obraz utworzony przez piksele nazywamy **rastrem**. Wymiary rastra podajemy w pikselach np.gdy jest prostokątem podaje się jego **H**-wysokość, **W**-szerokość

Raster i jego najmniejszy element - piksel



Rys. 2.19. Ilustracja rastra i jego najmniejszego elementu - piksela



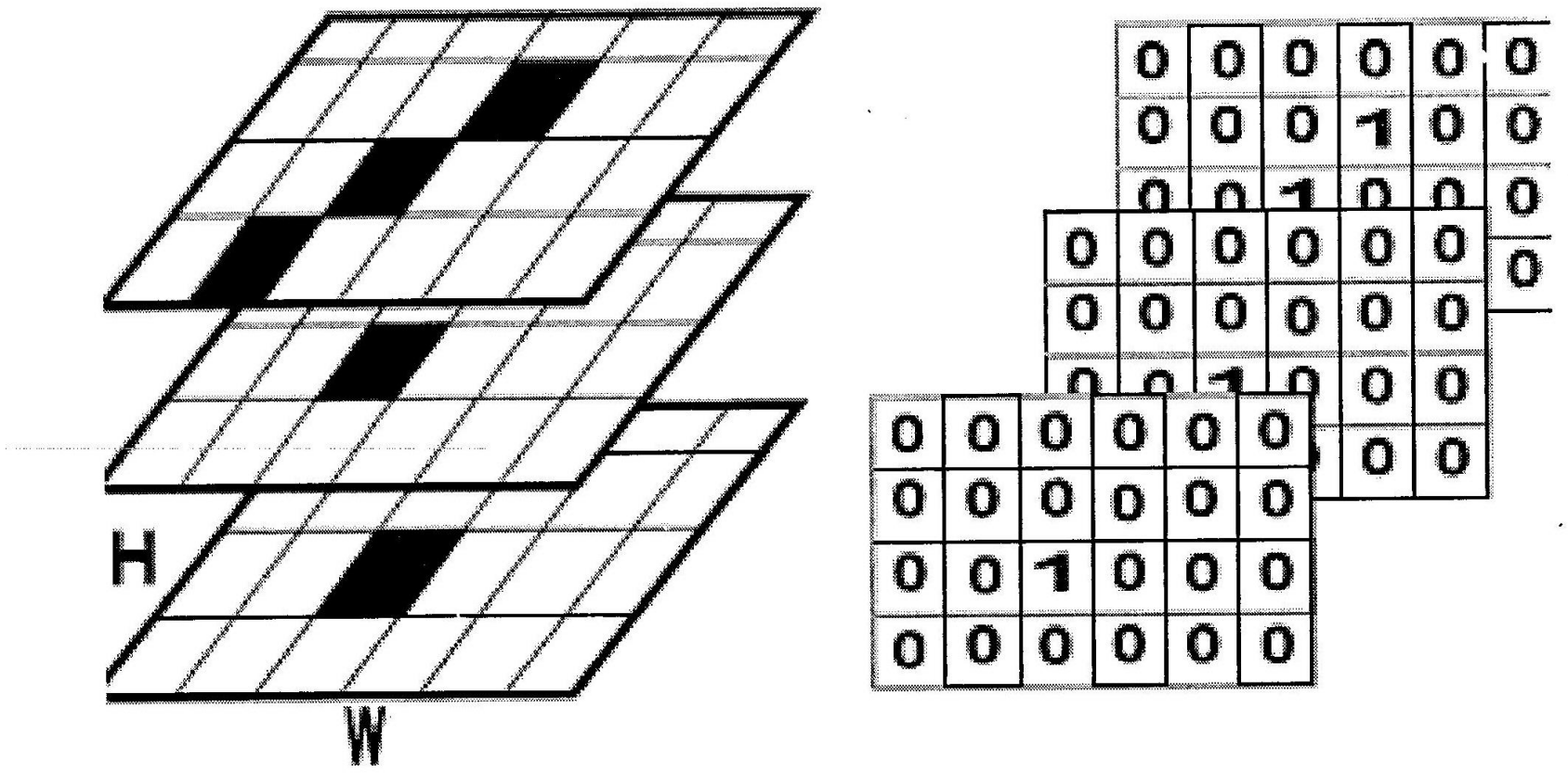
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0

Rys. 2.20. Ilustracja zapisu rastra w tablicy

Dane rastrowe to dane przestrzenne odniesione do rastra

- **Raster** reprezentowany jest przez dwuwymiarową tablicę na której poszczególne elementy przechowują informację o kolejnych pikselach tzn.**położenie piksela identyfikowane** jest **przez** odpowiedni **wiersz i kolumnę** w tablicy przyporządkowanej temu rastrowi. Wartości zapisane w tablicy to atrybuty pikseli (kodowane za pomocą liczb a wizualizowane za pomocą barwy).
- Można do 1 piksela przypisać większą liczbę atrybutów stosując tzw. **wektor atrybutów**, co prowadzi do tablicy trójwymiarowej. Trzeci wymiar określa liczby kolejnych płaszczyzn i tablic z kolejnymi atrybutami, które mogą tworzyć warstwy tematyczne rastra np.poziomy informacyjne w zobrazowaniu teledetekcyjnym.
- **Raster monochromatyczny** (czarno-biały) - w modelu tym wartość atrybutu 1 piksela przekłada się na kolor (czasem liczbę) a do jego zapisu wykorzystywany jest **1 BIT**, który przyjmuje jedną z dwóch wartości 1 lub 0. W **1 BAJCIE** pamięci zapisujemy "kolory" ośmiu kolejnych pikseli.

Atrybuty elementu rastra zapisywane są w tablicy



Rys. 2.21. Ilustracja wielu atrybutów przypisywanych do elementu rastra

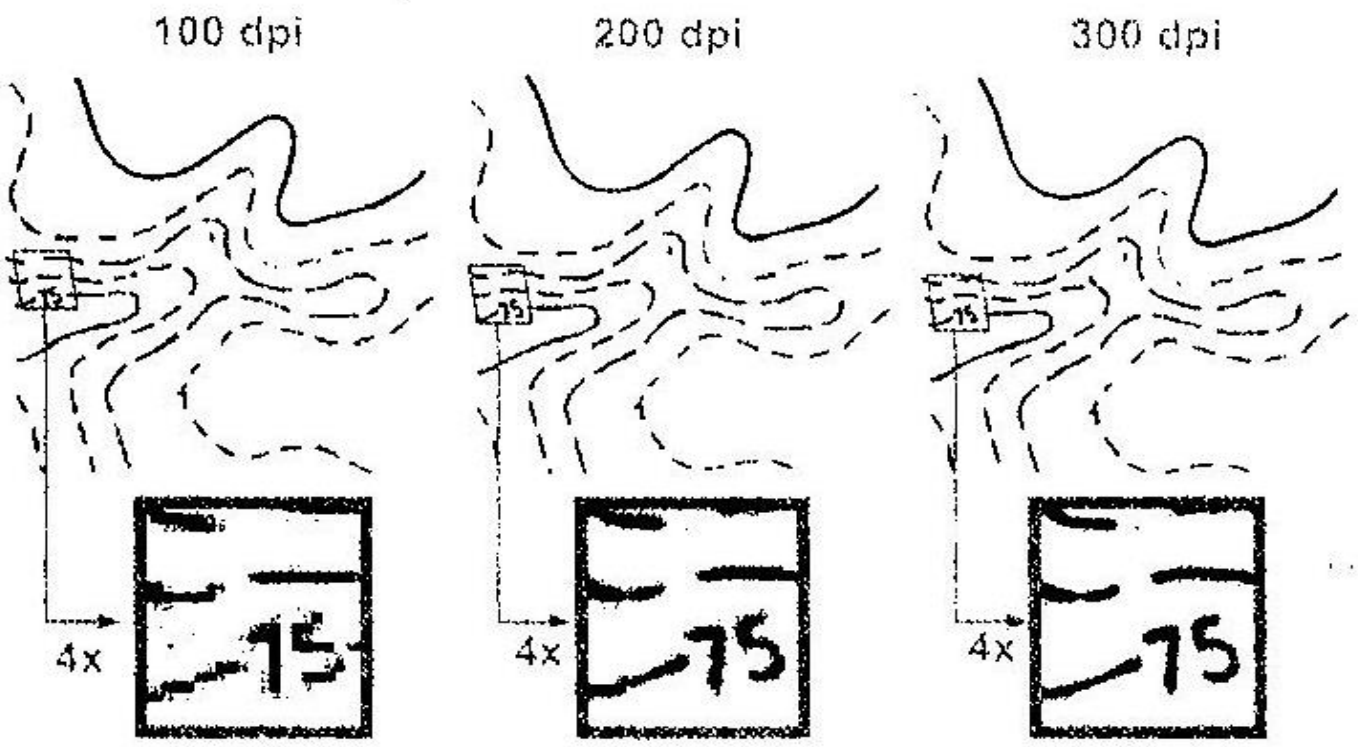
Skanowanie to jeden ze sposobów tworzenia rastra

Raster barwny, gdzie wyróżnia się więcej kolorów wymaga odpowiednio większej pamięci , wielkość tą obliczamy ze wzoru: **N=Hx Wx B/8** gdzie: N -wielkość rastra w bajtach, H i W -wysokość i szerokość rastra w pikselach, B -liczba bitów do zapisu 1piksela.

Obraz rastrowy może być bezpośrednim zobrazowaniem rzeczywistości (zdjęcia lotnicze, satelitarne) gdzie każdy piksel odpowiada fragmentowi terenu. Im piksel jest mniejszy tym wierniejsze zobrazowanie terenu.

Inny sposób tworzenia rastrów, to **skanowanie** istniejących map przy pomocy skanera. Proces skanowania polega na podziale oryginału na małe elementy i pomierzeniu ich jasności za pomocą światłoczułych receptorów. Do określenia precyzji skanowania używamy pojęcia **rozdzielczości -DPI,** co oznacza liczbę pikseli (ich iloczyn w poziomie i pionie)/ cal np.rozdzielczość 254 dpi to 0,1mm (im większe dpi/ mniejszy piksel tym większa dokładność).

Rozdzielczość obrazu mapy zależy od wielkości piksela

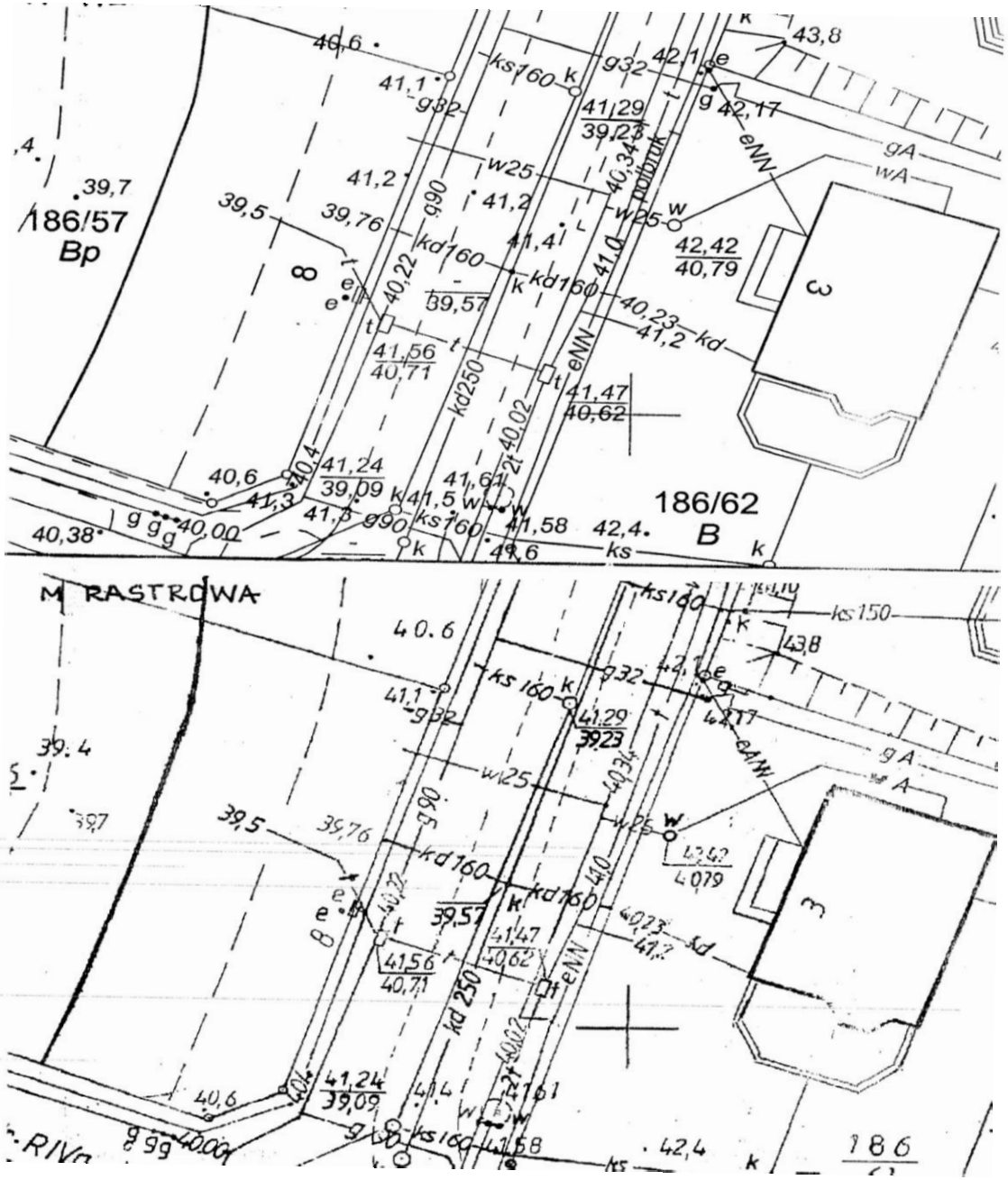


Porównanie skanowania fragmentu mapy przy różnej rozdzielczości

Zbiory rastrowe często wymagają kompresji danych

- Zbiory rastrowe zapisane w postaci bezpośredniej mają znaczne rozmiary (tym większe im większa jest rozdzielczość obrazu/ im więcej bitów do zapisu 1piksela) Aby uniknąć operowania na bardzo dużych plikach stosuje się **kompresje danych**. Odczytanie skompresowango pliku możliwe jest po przeprowadzeniu procesu odwrotnego czyli dekompresji.
- Kompresje dzieli się na:
- a) **bezstratne** -nie następuje tu utrata danych (oparta np.na algorytmie RLE, PNG lub CALIC)
- b) **stratne** -zmniejszenie wielkości zbioru powoduje eliminację pewnych mniej ważnych elementów (np. algorytm JPEG)..
- **Konwersja danych** rastrowych do postaci wektorowej wymaga czasochłonnej wektoryzacji na ekranie, proces odwrotnej konwersji tzn. przekształcenie danych wektorowych do postaci rastrowej jest standardową procedurą wykorzystywaną w GIS.

Mapa wektorowa i rastrowa w tej samej skali



Najważniejsze cechy modelu rastrowego i wektorowego

Najważniejsze cechy rastrowego i wektorowego modelu prezentacji danych w GIS

MODEL RASTROWY	
Zalety	**Wady**
– prosta struktura danych – łatwość nakładania różnych warstw tematycznych i łączenia ich z danymi teledetekcyjnymi – dobry do prowadzenia analiz przestrzennych ze zmiennymi ciągłymi – jednakowa wielkość elementów ułatwia modelowanie zjawisk przestrzennych	– rozrzutne gospodarowanie pamięcią komputera – przybliżone wyniki obliczeń długości i powierzchni – utrudniona analiza struktur sieciowych – zmiana odwzorowania wymaga długotrwałych obliczeń – zastosowanie większych elementów (pikseli) w celu ograniczenia wielkości zbioru

MODEL WEKTOROWY	
Zalety	**Wady**
– zwarta i klarowna struktura danych (oszczędne gospodarowanie pamięcią komputera) – dokładne odtworzenie położenia obiektów – zachowanie topologii w modelach struktur sieciowych – przejrzysta organizacja warstw tematycznych – łatwa aktualizacja danych	– złożona struktura danych – symulacje są utrudnione ze względu na zróżnicowanie topologiczne obiektów – trudniejsza interpretacja wielu nałożonych warstw tematycznych – zróżnicowanie przestrzenne nie jest przedstawione w sposób jawny – urządzenia do kreślenia i druku są drogie

Model hybrydowy i atrybutowy łączą zalety rastra i mapy wektorowej

- **Model hybrydowy** - łączy w sobie cechy zapisu rastrowego i wektorowego, gdzie dane rastrowe po wcześniejszej kalibracji integruje się z danymi wektorowymi.
- Technologia tworzenia tych map polega na:
- 1) utworzenie mapy rastrowej prze zeskanowanie map analogowych a następnie ich kalibrację
- 2) wzbogacenie mapy rastrowej o obiekty wektorowe uzyskane z np. inwentaryzacji/ wektoryzacji szczegółów dla których było możliwe określenie współrzędnych.
- **Model atrybutowy** (dane typu grid)- informacja atrybutowa przypisana jest do punktu przecięcia linii regularnej siatki a zasięg atrybutu określony jest rzez wymiary oczka siatki np.pozwala to przedstawić powierzchnię ciągłą w postaci trójwymiarowego konturu.

Baza danych to uporządkowa-na struktura informacji geograficznej

- W zakresie baz danych stosuje się obecnie **dwa podstawowe modele danych:**
- **1**) **model relacyjny** - najczęściej wykorzystywany, podstawowym sposobem zapisu danych są tu dwuwymiarowe tabele składające się z kolumn/ pól i wierszy/ rekordów, gdzie kolumny przechowuj dane określonego typu np.. tekst, liczba.. Powiązanie między danymi z różnych tabel ustala się poprzez porównanie wartości zapianych w odpowiadających sobie kolumnach (tzw. klucze).
- **2) model obiektowy** - stosujemy tu pojęcia z zakresu informatycznej obiektywności np. obiekt, klasa obiektów, stan obiektu, atrybuty i metody, dziedziczenie, przekazywanie komunikatów.. itp. Co powala na tworzenie atrybutów złożonych i przypisywana do obiektów metod operowania na nich.
- W praktyce mają też zastosowanie modele **relacyjno-obiektowe**.

W modelu obiektowym baza danych przechowuje obiekty a nie tablice

- Przedstawione wcześniej **modele** danych (tzw.**relacyjne**) mają prostą logiczną i funkcjonalną bazę danych stąd ich powszechność stosowania. Świat rzeczywisty jest bardziej złożony co doprowadziło do powstania modelu bardziej "naturalnego".
- **Model obiektowy** - bazuje on na wyróżnieniu obiektu jako abstrakcyjnego bytu przedstawiającego lub opisującego rzecz lub pojęcie świata rzeczywistego.
- Obiekt w tym modelu: **1)** ma określone granice oraz semantykę **2)**może być prosty lub złożony **3)** ma przypisane taki cechy jak tożsamość, stan i operacje **4)**posiada nazwę, jednoznaczną identyfikację, granice i atrybuty **5)** można wykonywać na nim określone operacje.
- Model obiektowy wymagał zmian w obszarach: - języka programowania, -sztucznej inteligencji, -konstrukcji baz danych.

Numeryczny Model Terenu to jeden z najważniej-szych plików rastrowych

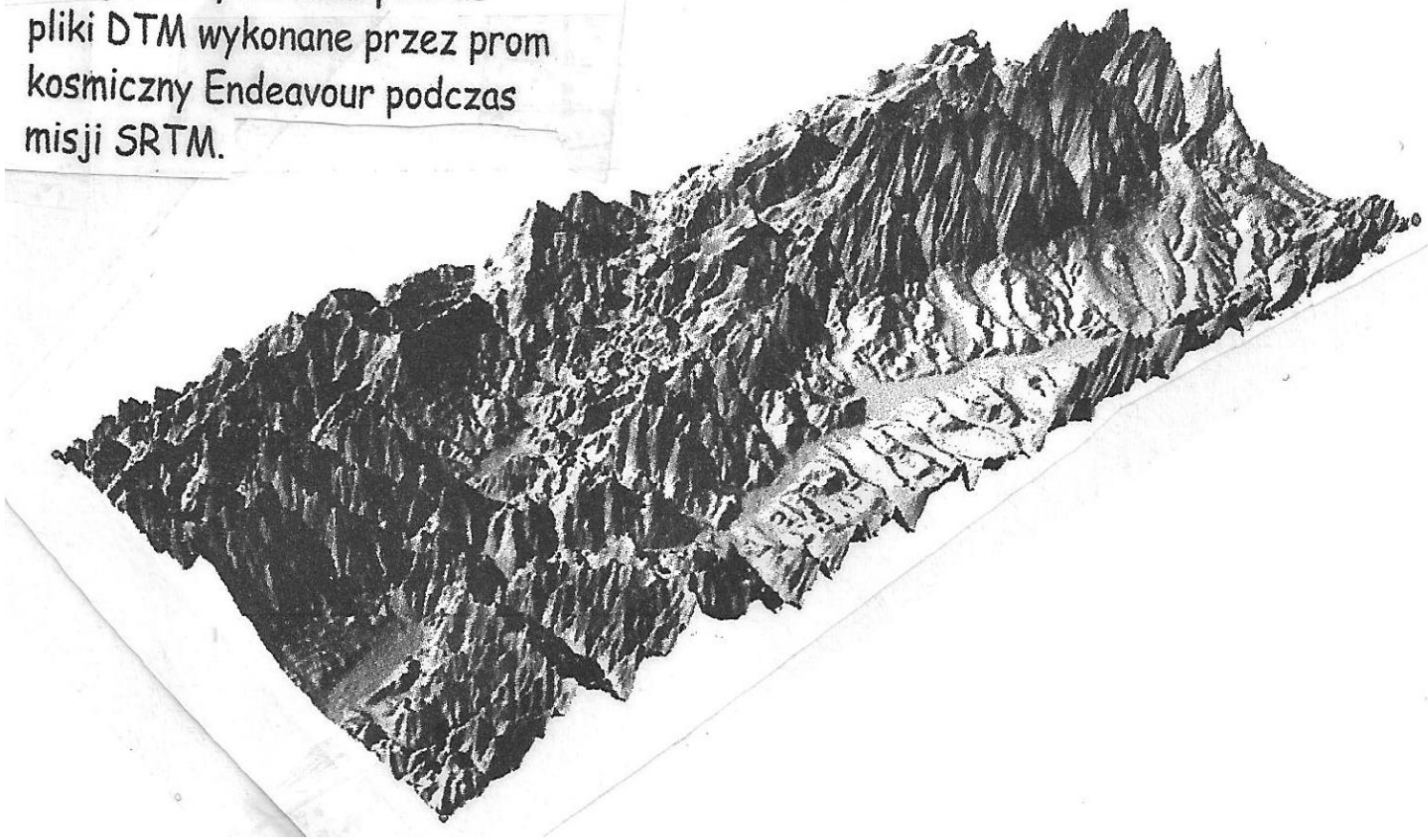
- **DTM**/ *Digital Terrain Model* - to **N**umeryczny **M**odel **T**erenu to rodzaj plików rastrowych, gdzie dla każdego piksela przypisaną wartością jest wysokość nad poziomem morza. NMT jest to najczęściej stosowany zapis wysokości w cyfrowym modelu rzeźby terenu. Dokładność odzwierciedlenia rzeźby terenu zależy od wielkości piksela czyli rozdzielczości przestrzennej. Zaletą modelu jest prostota zapisu danych i łatwość obliczeń wielkości morfometrycznych.
- **Etapy tworzenia modelu:** -wprowadzenie danych, -interpolacja, -prezentacja wyników. Wierność odwzorowania zależy tu od: liczby i rozmieszczenia punktów, dokładności wyznaczenia H, algorytmu interpolacji.
- **Źródłem danych do utworzenia NMT** jest mapa topograficzna, dane fotogrametryczne lub teledetekcyjne (radar, laser, sonar) często uzupełniane geodezyjnymi pomiarami bezpośrednimi.

Relief to połączenie mapy cieniowanej i hipsometrii

NUMERYCZNY MODEL TERENU

https://earthexplorer.usgs.gov/

Z tej strony możesz pobrać pliki DTM wykonane przez prom kosmiczny Endeavour podczas misji SRTM.

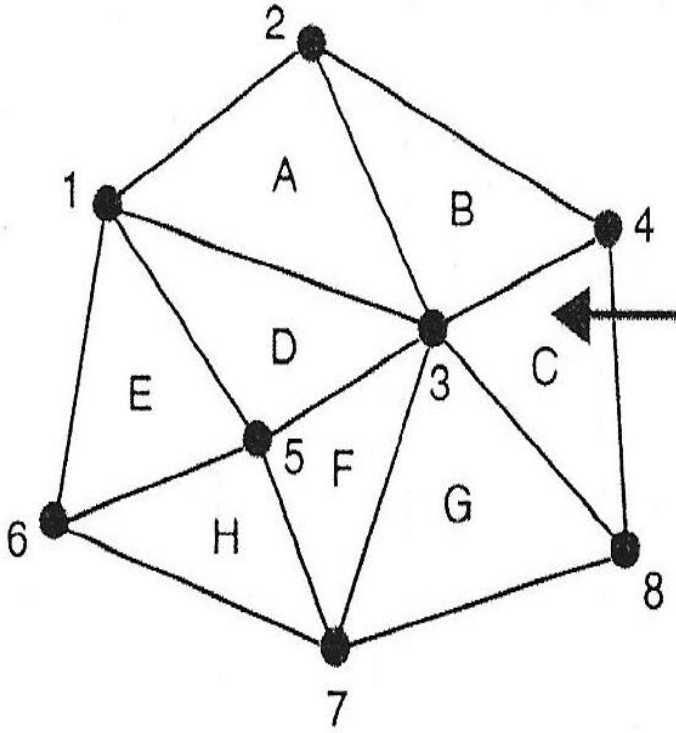


Model TIN ma powszechne zastosowanie w pracach inżynierskich

- **TIN** / *triangulated irregular network*- to model triangulacyjny, który dzieli powierzchnię terenu na nieregularne, elementarne trójkąty, ich wierzchołki mają odpowiednio pomierzone wysokości. Punkty te stanowią osnowę modelu i nie ulegają przemieszczeniu w procesie interpolacji.
- **TIN jest topologiczną strukturą danych**, zawiera informacje o węzłach które tworzą trójkąty. Informacja o cechach TIN przechowywana jest w pliku, w tabeli bazy danych.
- **Model TIN pozwala obliczać** charakterystyki morfometryczne terenu (wysokość, spadek, ekspozycja, linia widoku..)ale jest to trudniejsze niż w modelu rastrowym.
- **Zaletą modelu TIN** jest: **1)** jego zmienna rozdzielczość, co pozwala na oszczędny zapis danych w miejscach o małej zmienności terenu **2)** zawiera oryginalne punkty pomiarowe, co pozwala sprawdzić dokładność modelu **3)**zmienna gęstość trójkątów pozwala na reprezentację powierzchni o urozmaiconych formach

Model TIN ma topologiczną strukturę danych

TIN jest topologiczną strukturą danych, która zawiera informacje o węzłach tworzących każdy trójkąt oraz o jego sąsiadach

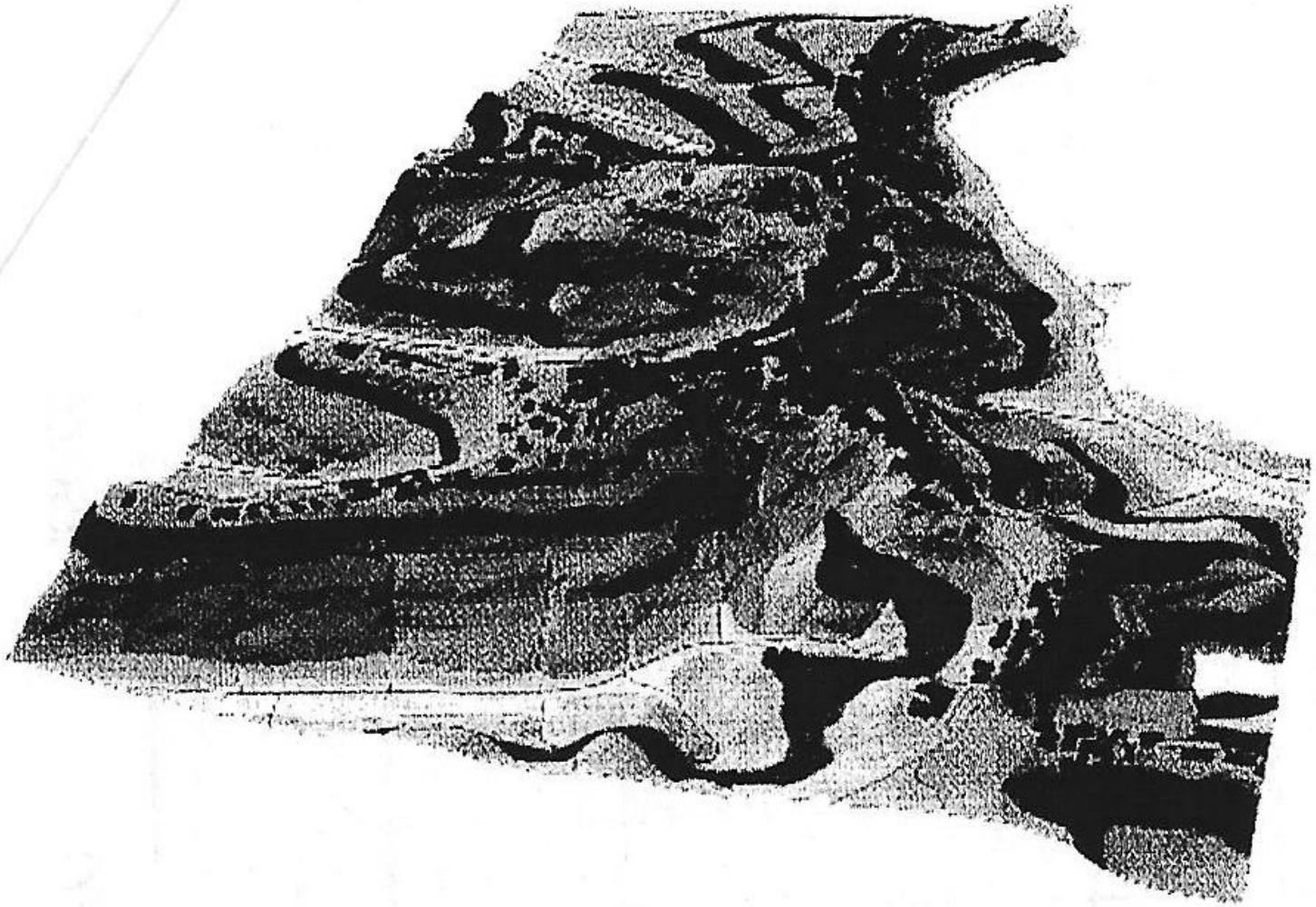


Trójkąt	Lista węzłów	Sąsiednie trójkąty
A	1, 2, 3	-, B, D
B	2, 4, 3	-, C, A
C	4, 8, 3	-, G, B
D	1, 3, 5	A, F, E
E	1, 5, 6	D, H, -
F	3, 7, 5	G, H, D
G	3, 8, 7	C, -, F
H	5, 7, 6	F, -, E

Trójkąty mają zawsze 3 węzły (wierzchołki) i sąsiadują z trzema innymi trójkątami.
Na brzegach powierzchni TIN trójkąty mogą sąsiadować tylko z jednym lub dwoma innymi.

Mapa osuwisk - przykład zastosowania modelu TIN

Topologia modelu TIN (*Źródło*: Zeiler 1999)



DGL - to trójwymiarowy przybliżony obraz morfologii terenu

- **Jakość modelu TIN** zależy od danych wejściowych, brak tu mechanizmu "wygładzania" danych (dla wielkości skrajnych), brak możliwości odwzorowania nieciągłości rzeźby, trudności w obliczaniu optymalnej drogi itp.
- Model **TIN jest stosowany** w programach **GIS** w wektorowym modelu danych i modelach matematycznych.
- **Pliki GRID- to regularna siatka kwadratów**, która tworzy macierz wartości liczbowych umieszczonych w układzie współrzędnych w formie punktów. Plik ten (tabela kolumn i wierszy) możemy traktować jako model rastrowy, traktując zaś punkty jako obiekty plik uznamy za wektorowy.
- **DGL**/ *digital line graph* - to **Model Poziomicowy**, opisuje on rzeźbę terenu za pomocą izolinii, tworzących wektor (x,y,z). Model ten służy jako pomocnicza warstwa tematyczna, którą łączy się z innymi mapami lub obrazami cyfrowymi. Dane zapisane w modelu poziomicowym są wykorzystywane do obliczeń innych modeli np. NMT lub TIN

Zastosowanie i sposób przechowywania danych

Tabela 3.1. Porównanie modelu wektorowego, rastrowego i TIN

	Model wektorowy	Model rastrowy	Model TIN
Zastosowanie	• Modelowanie danych dyskretnych • Precyzyjne odtwarzanie kształtu i położenia obiektów	• Modelowanie zjawisk ciągłych • Obrazy satelitarne • Wynik skanowania	• Modelowanie zjawisk ciągłych trójwymiarowych
Źródła danych	• Dane pomiarowe • Zdjęcia lotnicze i satelitarne • Digitalizacja • Wektoryzacja	• Zdjęcia lotnicze i satelitarne • Skanowanie • Rasteryzacja	• Dane pomiarowe • Zdjęcia lotnicze i satelitarne o pokryciu stereoskopowym • Mapy topograficzne i wysokościowe (poziomice)
Sposób przechowywania	• Pary współrzędnych (x, y) w kartezjańskim układzie współrzędnych • Relacje topologiczne	• Położenie piksela określa numer wiersza i kolumny	• Trójki współrzędnych (x,y,z) w kartezjańskim układzie współrzędnych • Relacje topologiczne
Reprezentacja	• Punkty - małe obiekty « Linie - obiekty liniowe • Wieloboki - obiekty powierzchniowe	• Punkty - pojedynczy piksel • Linie - seria pikseli o jednakowej wartości • Wieloboki - zbiór pikseli o jednakowej wartości	• Trójkąty reprezentujące kształt powierzchni

Analizy oraz zalety i wady modeli

Tabela 3.1. Porównanie modelu wektorowego, rastrowego i TIN

	Model wektorowy	Model rastrowy	Model TIN
Analizy	• Nakładanie • Buforowanie • Pytanie o lokalizacje • Analizy sieciowe	• Analizy sąsiedztwa • Analizy zgodności • Analizy rozproszenia • Analizy powierzchniowe • Filtracje	• Nachylenia • Analiza widoczności • Ekspozycje nasłonecznienie • Generowanie warstwie
Zalety	• Spójna struktura danych • Możliwość dołączenia wielu atrybutów • Precyzyjne odtworzenie kształtu i położenia • Dokładne obliczenie długości i powierzchni • Łatwa aktualizacja	• Prosta struktura danych • Szybkość i łatwość analiz	» Dobra reprezentacja obiektów ciągłych trójwymiarowych v.
Wady	• Złożona struktura danych	• Przybliżone wyniki obliczeń długości i powierzchni • Utrudniona analiza struktur sieciowych • Zmiana odwzorowania wymaga długich obliczeń (redystrybucja pikseli)	

Źródłem danych dla GIS są wszystkie informacje ze świata rzeczywistego

- Jednym z podstawowych **źródeł danych** dla GIS są mapy analogowe (topograficzne i tematyczne), które zawierają informacje o położeniu i rodzaju obiektu.
- Inne, popularne **źródła danych przestrzennych** to: **1**)zdjęcia lotnicze i satelitarne **2**) zdjęcia naziemne-stereoskopowe **3**)odbiorniki GPS **4**)pomiary geodezyjne i inne terenowe prace pomiarowe **5**)automatyczne stacje pomiarowe tzw. monitoring **6**)plany obiektów i dokumentacja już istniejąca **7**)materiały publikowane **8**)państwowe i komercyjne zasoby danych np.GUS **9**)internetowe i inne bazy danych
- Budując system GIS na potrzeby firmy korzystamy z istniejących baz danych i uzupełniamy go w informacje branżowe korzystając z dokumentacji już istniejącej (papierowej i elektronicznej) np.dokumentacja powykonawcza, schematy, kartoteki, protokoły, dane zarchiwizowane, zdjęcia, filmy itp..

Tworzenie bazy danych dla GIS jest pracochłonne i kosztowne

- **Tworzenie bazy danych jest kosztowne**, zwłaszcza etap pozyskiwania danych. Proces **kameralnego** pozyskiwania danych wymaga:
- **1**)zamiany danych analogowych na cyfrowe
- **2**)weryfikacji danych
- **3**)zredagowania nowych zbiorów.
- W kolejnych etapach uzupełnia się bazę danych i zarządza nią.
- **Korzyści z posiadania bazy danych** zależą od: a) zasięgu terenu pokrytego mapą numeryczną b) liczby warstw tematycznych c) wiarygodności i aktualności danych.
- Większość gromadzonych danych istnieje już w formie analogowej lub cyfrowej . Należy przekształcić je w odpowiedni format np.dane analogowe do postaci cyfrowej przetwarzają urządzenia elektroniczne, których funkcją jest kwantowanie i zapis danych w postaci wektorowej lub rastrowej

Gromadzenie danych dla GIS wymaga ich zdefiniowania

- Przystępując do gromadzenia danych (obiektów i ich atrybutów) należy je **zdefiniować**:
- Pod względem znaczeniowym i przestrzennym np..co jest obiektem? Jak ustalić jego położenie, granice?...itp.
- Atrybuty przestrzenne i opisowe obiektów np.lokalizacja trójwymiarowa (x,y,z) i cechy charakteryzujące obiekt (atrybutom należy przyporządkować znaki kartograficzne z uwzględnieniem jakościowego i ilościowego charakteru ich cech).
- Ustalenie wymagań dokładnościowych, które muszą być spełnione np.śr.bł.położenia punktu ...itp.
- **Dane w postaci wektorowej uzyskujemy w procesie dygitalizacji a dane rastrowe przez skanowanie materiałów wyjściowych.**

Pozyskiwanie danych to 70-80% kosztów projektu GIS

- Koszty pozyskania danych obejmują: dostęp do źródeł danych, ich przygotowanie, metody konwersji danych itp….a sposób ich pozyskania zależy od rodzaju źródła danych. Pozyskujemy je np.za pośrednictwem satelitów i systemów nawigacji satelitarnej ale wciąż duże znaczenie mają tradycyjne źródła danych np.mapa.
- **Metody pozyskiwania danych w terenie-pomiary bezpośrednie** (pozwalają uzyskać dane z dużą dokładnością**)**
- **1)kartowanie terenowe**- jest to zespół czynności prowadzących do transformacji informacji o środowisku na jego model przestrzenny. Etapy prac: a) przygotowawcze b) właściwe pomiary terenowe c) pomiary kameralne.
- **Do pomiaru bezpośredniego wykorzystuje się nowoczesne tachimetry elektroniczne** z automatyczną rejestracją danych pomiarowych, które przekształcane są na współrzędne (x,y,z) punktów szczegółów terenowych lub stosuje się **technikę GPS**.

Kameralne przygotowanie do prac terenowych

1. Kameralne przygotowanie do prac terenowych

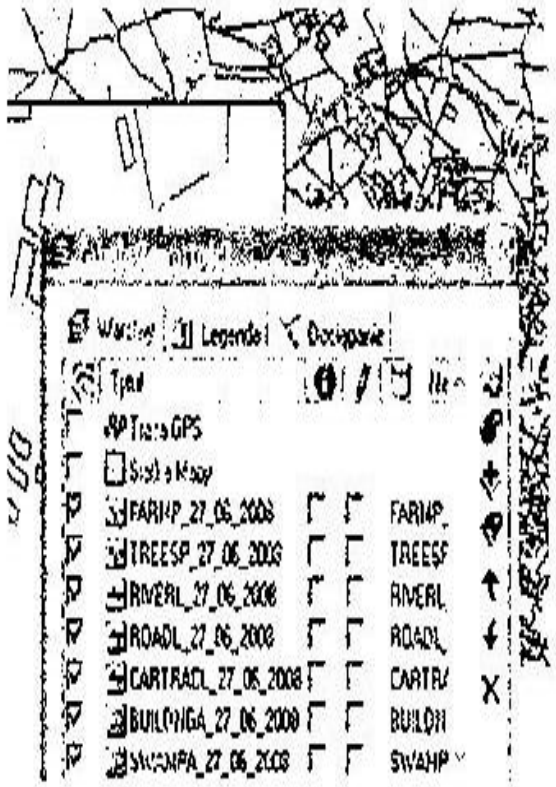
1.1. Założenie warstw z tabelami atrybutów dla poszczególnych typów obiektów w pliku mapy

1.2. Określenie przebiegu prac terenowych:

- wyznaczenie sektorów pomiarowych, określenie kolejności kartowania obiektów
- założenie jednoczesnego pozyskiwania geometrii oraz atrybutów dla każdego obiektu
- systematyczność zapisywania zmian

1.3. Przegranie pliku projektu mapy, plików warstw obiektów i warstwy z ortofotomapą do palmtopa

1.4. Konfiguracja ustawień modułu GPS w palmtopie



Przebieg prac terenowych

2. Prace terenowe

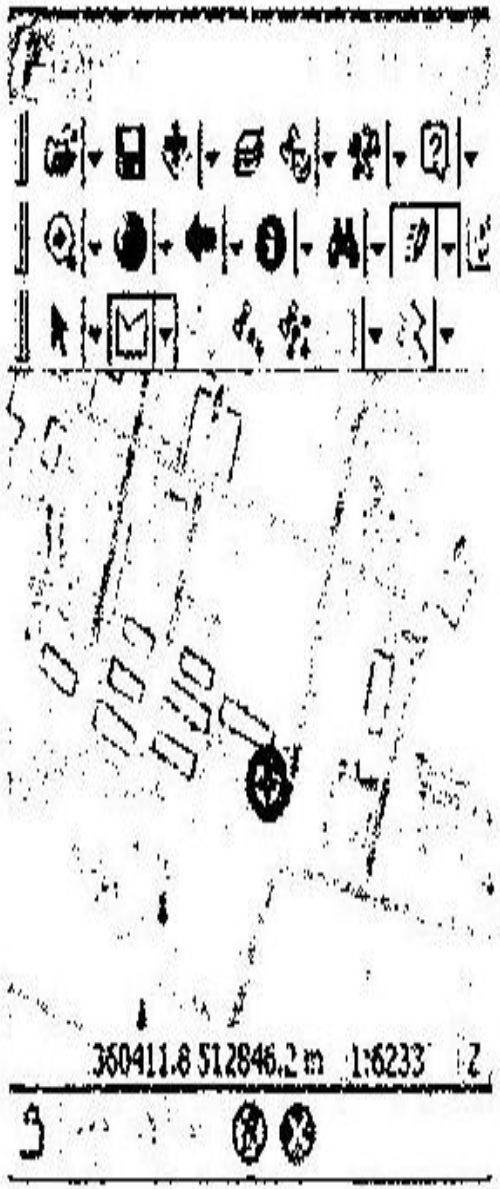
2.1. Otwarcie pliku mapy do kartowania w palmtopie w miejscu prac terenowych i aktywacja GPS

2.2. Orientacja topograficzna w terenie; przejście do pierwszego sektora pomiarowego

2.3. Pozyskiwanie danych geometrycznych i atrybutowych według zaplanowanej kolejności

2.4. Sprawdzenie kompletności zapisu danych w pliku mapy według warstw i obiektów

2.5. Uzupełnienie brakujących danych i zapis plików na dysku palmtopa



Przekształca-nie danych w odpowiedni format

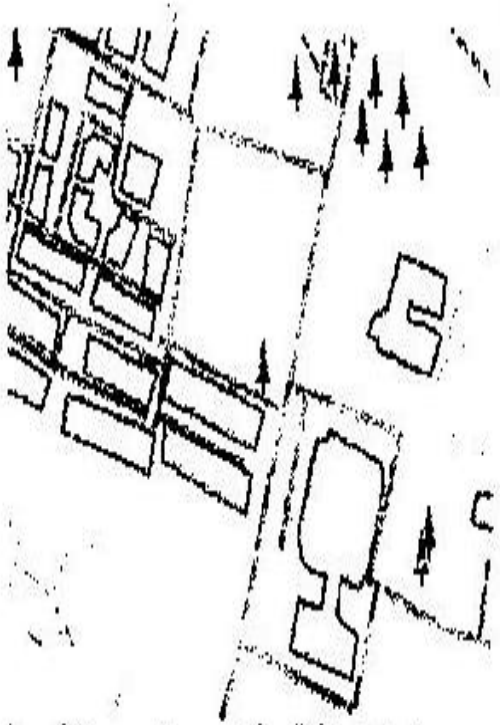
3. Kameralne przetworzenie danych

3.1. Przegranie plików z palmtopa na komputer stacjonarny

3.2. Sprawdzenie poprawności geometrii obiektów oraz kompletności zapisu atrybutów obiektów

3.3. Wynik kartowania terenowego porównanie geometrii i atrybutów obiektów przed kartowaniem i po kartowaniu

3.4. Zabezpieczenie danych w postaci zapisu cyfrowego na stałym nośniku i dokumentacja kartowania (wydruk mapy i tabel)



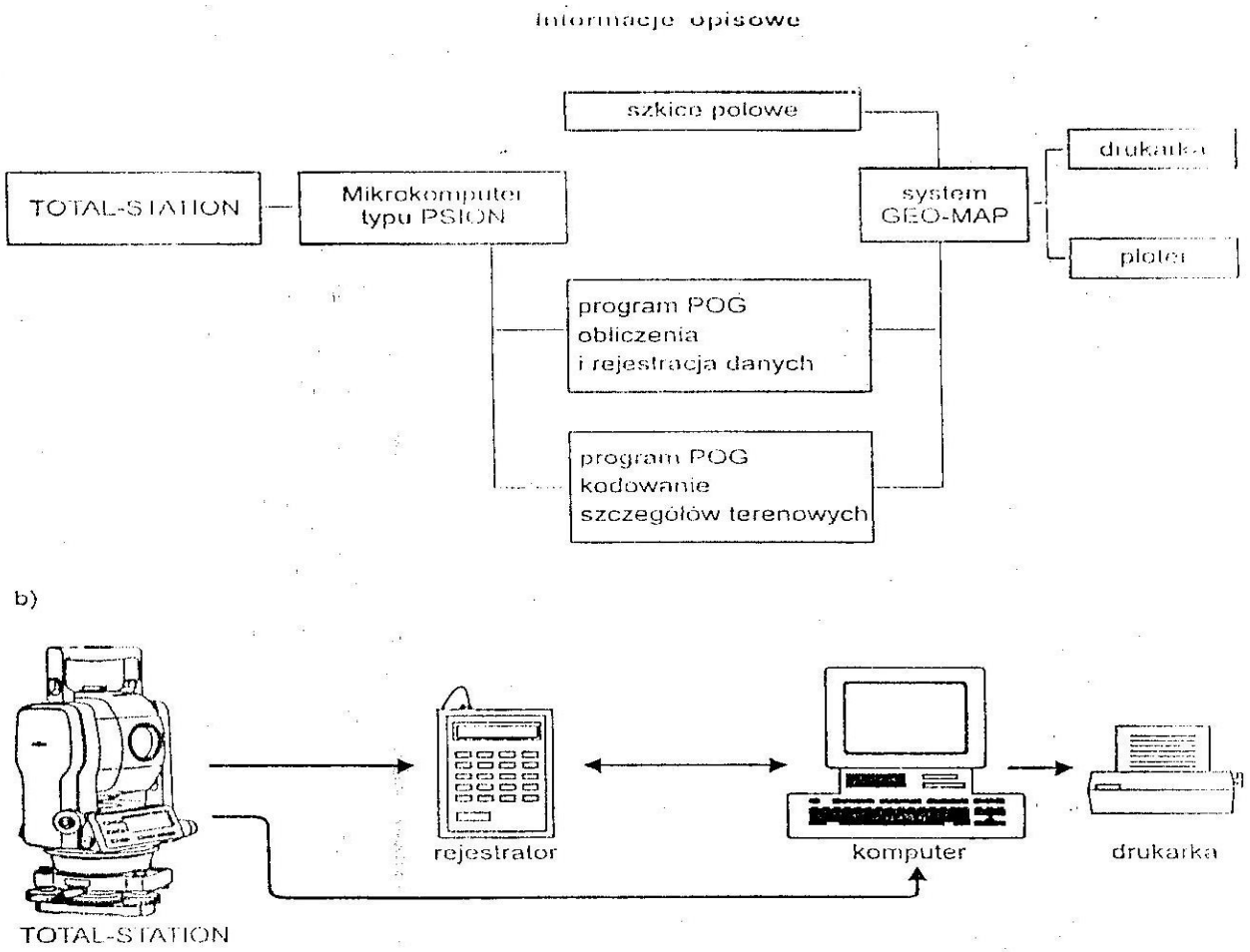
PHT	TRE	VEG	TSC	SDS	HLT
11	3	0	2	0,6	1
11	2	31	2	0,6	1

Etapy kartowania terenowego przy wykorzystaniu oprogramowania geoinformacyjnego i techniki GPS

Dane o środowisku zapisujemy w postaci cyfrowego modelu wektorowego

- **Technologia kartowania terenowego:**
- **1)** korzystamy z istniejących baz danych topograficznych np."**Baza Danych Obiektów Topograficznych"**
- **2)** wykorzystujemy technologię GPS z oprogramowaniem umożliwiającym zapisywanie geometrii obiektów i ich atrybutów w przyjętym układzie współrzędnych
- **3)** stosujemy np.ortofotomapę jako podkładu topograficznego odniesienia w terenie (Pomiary geodezyjne i inwentaryzację elementów środowiska przeprowadza się na podkładzie mapy topograficznej (1:10tys, 1:25tys.) a inwentaryzację elementów inżynieryjno-technicznych na obszarach miejskich na bazie map zasadniczych (analogowo-rastrowych) lub ortofotomap
- **4)** instrumentem pomiarowym jest laptop z oprogramowaniem GIS i modułem GPS. GPS pozwala na lokalizację obiektów w postaci współrzędnych (x,y,z) lub współrzędnych geograficznych.

Schemat ideowy i sprzętowy zbierania informacji przestrzen-nych w terenie

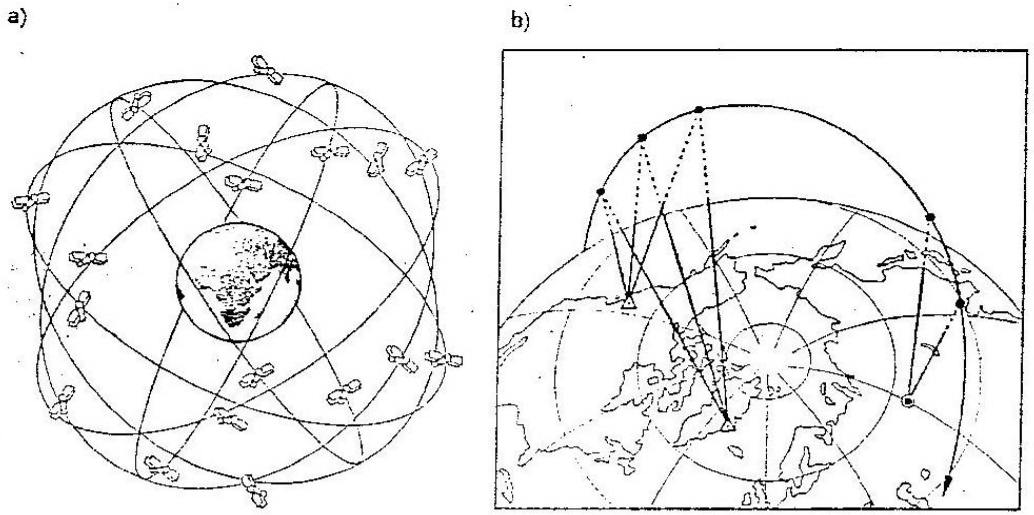


Propozycja ciągu technologicznego zbierania i przetwarzania informacji o terenie: a) schemat ideowy, b) sprzęt

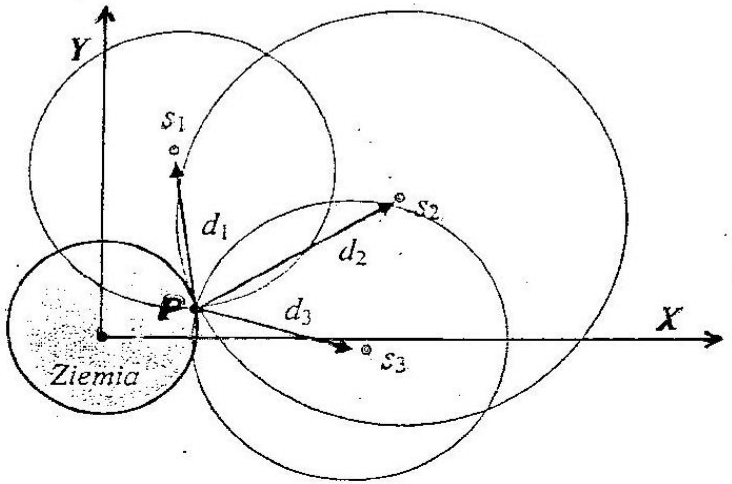
GPS umożliwia dokładne określenie po-zycji obiektów odniesionych do Ziemi

- Dokładność pomiaru dostosowujemy do skali mapy a proces pomiarowy kończymy elektronicznym wykazem punktów i szkicem polowym. **Od jakości i kompletności pozyskanych danych będą zależały możliwości wykorzystania ich w systemie GIS**
- **GPS** t**o urządzenia do nawigacji satelitarnej dostarczające informacje o położeniu, czasie i prędkości przemieszczania** się obiektu. Punkty opisujące obiekt GPS mają lokalizację w postaci współrzędnych (x,y,z) w układzie geocentrycznym WGS-84 (dokładność pozyskanych danych zależy od liczby odbiorników tj. obserwowanych satelitów np..4-ry daje dokładność do centymetrów)
- Obecnie istnieje wiele systemów satelitarnych np..**SWEPOS, SAPOS, GLONASS czy GALILEO..** Ich budowę omówimy na podstawie powszechnie stosowanego, amerykańskiego systemu GPS NAVSTAR (od 2000r dostępny dla służb cywilnych)

Segment kosmiczny - Konstelacja satelitów i geometryczne podstawy wyznaczania pozycji



$$(X_{st} - X_i)^2 + (Y_{st} - Y_i)^2 + (Z_{st} - Z_i)^2 = d_i^2 \quad \text{dla } i \in 1, 2, 3$$



współrzędne stanowiska instrumentu – X_{st}, Y_{st}, Z_{st}.

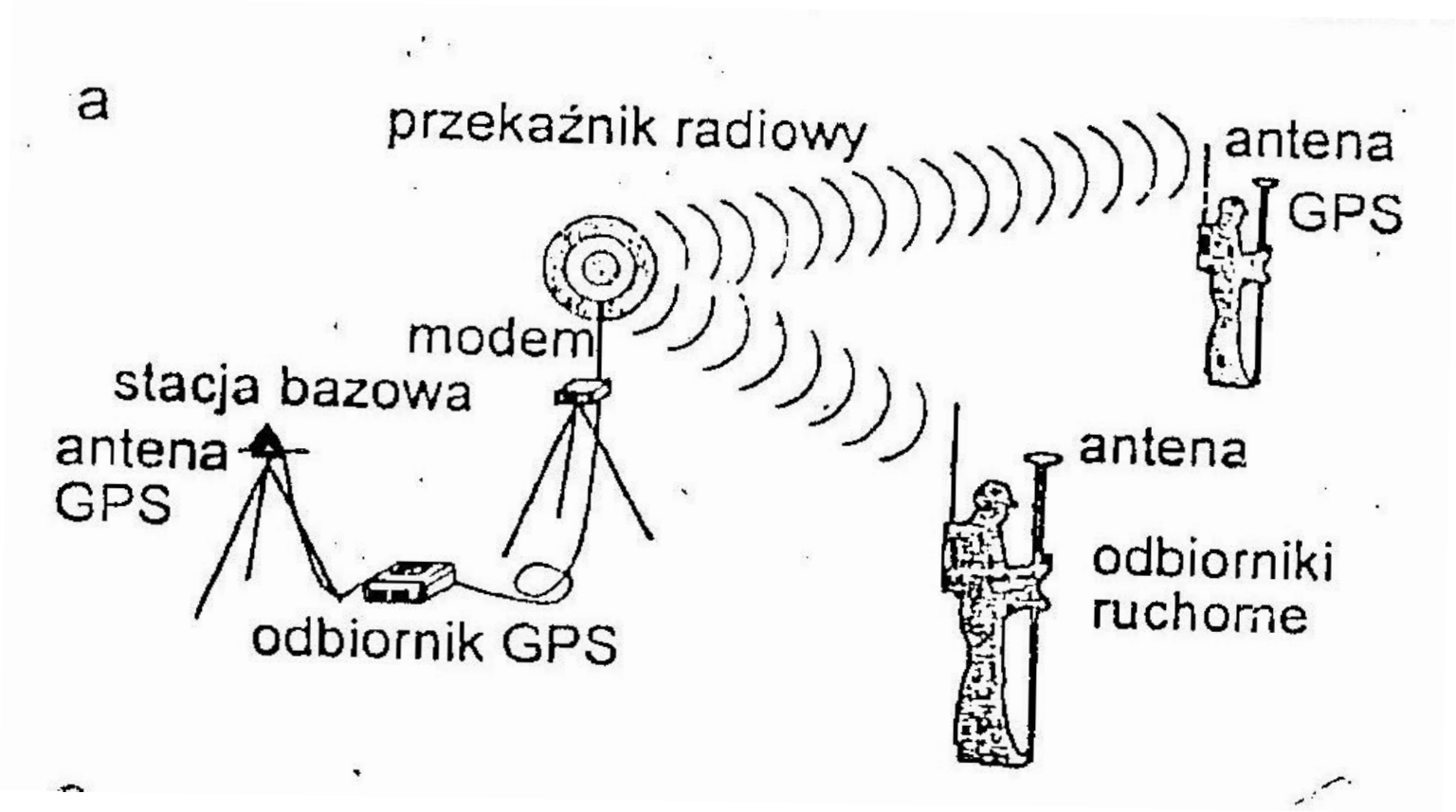
współrzędne satelitów X_i, Y_i, Z_i.

Rys. 2.25. Przestrzenne wcięcie wstecz, przecięcie trzech okręgów o promieniach d_1, d_2, d_3 jednoznacznie określa położenie punktu P

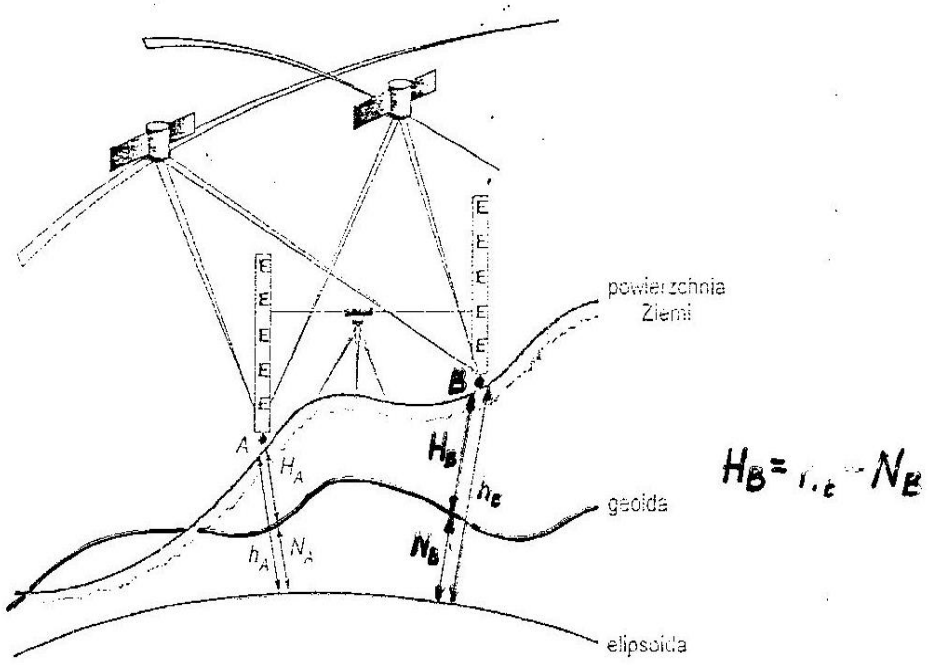
GPS NAVSTAR zarządzany przez Departament Obrony USA

- System nawigacji satelitarnej składa się z trzech segmentów:
- 1) **segment kosmiczny**, to 24 satelity (obecnie ponad 30) krążące po 6-ciu orbitach na wysokości 20200km, obieg po orbicie o inklinacji 55st.,to ok.12godz. emitując sygnał ciągły. Pozwala to na odbiór sygnału w dowolnym punkcie z co najmniej4/ 5-ciu satelitów!
- 2) **segment naziemnego nadzoru**, to 4-ry (obecnie 12) bezzałogowe stacje, w tym jedna główna nadzorująca stan technicznych satelitów, pozostałe korygują tory lotów, poprawki (wysyłane przez zegary atomowe satelitów) i efemertdy
- 3) **segment użytkowników**- odbiorniki GPS odbierają sygnały wysyłane z satelitów i na podstawie odległości satelity od miejsca obserwacji określają współrzędne punktu(x,y,z). System korelacji DGPS (Differential) pozwala eliminować błędy pomiarowe.
- Odbiornik GPS (odbiornik z anteną i komputerem) współpracuje z urządzeniami przekazującymi dane do bazy (dokł.pomiaru ok.1cm)

GPS - pomiary terenowe - segment użytkownika

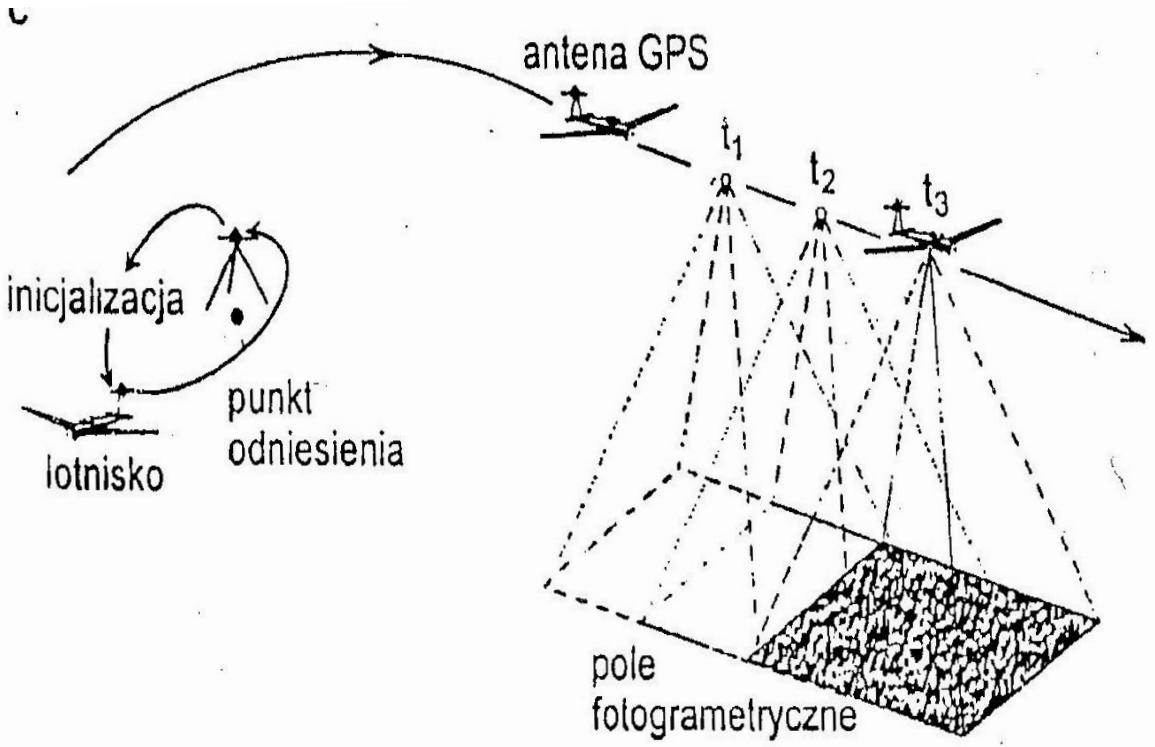


Zależność między wysokością normalną a ortometryczną



Rys. 1.13. Zasada wyznaczania wysokości przy zastosowaniu GPS [7]

GPS - określenie współrzędnych samolotu



Rysunek 1.10. Zasada pomiaru GPS metodą RTK: a – pomiary terenowe, b – możliwe przyczyny zakłóceń sygnału, c – określanie współrzędnych samolotu (platformy pomiarowej)

Nowoczesny monitoring inżynierski umożliwia ocenę zachowania się konstrukcji

- **Monitoring on-line**: nawigacja satelitarna to również informacja o czasie i prędkości przemieszczania się obiektu. Satelity poruszają się z prędkością obrotu Ziemi, stąd dany teren rejestrowany jest w tym samym czasie lokalnym, co pozwala rejestrować zachodzące na nim zmiany.
- **Monitoring środowiska przyrodniczego** odbywa się w automatycznych stacjach pomiarowych rejestrujących np.ciśnienie, prędkość wiatru, temperaturę powietrza ale tez stężenie zanieczyszczeń w wodzie, powietrzu i glebie…
- Ciągła rejestracja danych przez automatyczną stację pomiarową (zasilaną przez baterie słoneczne) pozwala, dzięki transferowi tych informacji do baz danych, na ich aktualizację i bieżącą analizę wyników.
- **Dynamiczny monitoring inżynierski** pozwala na bieżącą kontrolę stanu np..mostów, zapór wodnych, tuneli ,budynków itp.. ich przemieszczeń i odkształceń co pozwala zapewnić (w trakcie budowy jak i eksploatacji) bezpieczeństwo monitorowanych obiektów.

Ortofotomapa zdjęcie lotnicze Ziemi przetworzone do układu współrzędnych mapy

- **Zdjęcia lotnicze i obrazy satelitarne** jako zdalne zdobywanie danych przestrzennych w celu tworzenia baz danych typu GIS.
- Zawierają one bardzo dużo różnego typu informacji. Ważne jest by wyselekcjonować te, które są właściwe dla danego systemu. Tym celom służy: a)teledetekcja b) fotogrametria
- **Teledetekcja** –pozwala na przetwarzanie i interpretację danych pozyskanych przez wykorzystanie (np. fal akustycznych, grawitacyjnych, pola magnetycznego - badanie kosmosu) lub **promieni elektromagnetycznych** odbitych lub wysłanych przez obiekty . Na tej podstawie można określić właściwości przedmiotu np.rodzaj gleby, stan zalesienia, zmiany zasięgu wód ...itp.
- **Fotogrametria** – pozwala na przetwarzanie danych (transformację zdjęcia lotniczego z rzutu środkowego na rzut ortogonalny i eliminację przesunięć obrazu). W wyniku tego procesu powstaje **ortofotomapa**, jej rastrowy obraz pozwala określić kształt, rozmiar i wzajemne położenie przedmiotów na powierzchni Ziemi.

Parametry ortofotomapy to rozdzielczość spektralna radiometryczn i przestrzenna

Ortofotomapą cyfrową można z pewnym uproszczeniem nazwać zdjęcie lotnicze sprowadzone do postaci mapy. Materiałami niezbędnymi do jej wykonania ortofotomapy są:

- obrazy teledetekcyjne w formie cyfrowej,
- numeryczny model terenu, w jakości odpowiadającej oczekiwaniom dokładnościowym stawianym produktowi końcowemu,
- dane opisujące parametry zobrazowania (geometria i optyka czujnika),
- zestaw pomierzonych w terenie punktów kontrolnych, które są możliwe do lokalizacji na obrazie teledetekcyjnym.

Na podstawie tych materiałów wykonuje się proces ortorektyfikacji obrazu teledetekcyjnego, który ma na celu przekształcenie rzutu środkowego w rzut ortogonalny. Rzut ortogonalny charakteryzuje się przedstawieniem rzeczywistego położenia obiektów terenowych, analogicznie do klasycznych map.

Skanery laserowe wspomagają budowę NMT

Metody fotogrametryczne oparte na lotniczym skaningu laserowym są najnowszymi z metod pozyskiwania danych zasilających proces tworzenia numerycznych modeli terenu. Pomiary wykonuje się za pomocą dalmierza laserowego umieszczonego na pokładzie samolotu. Obecnie wykorzystywane do tego celu urządzenia skanują teren prostopadle do kierunku lotu samolotu z częstotliwością dochodzącą do 400 kHz. Tak gęste próbkowanie powoduje, że nawet w miejscach pokrytych roślinnością promień lasera często dochodzi do powierzchni terenu. W związku z tym nie ma konieczności wyznaczania obszarów o obniżonej dokładności (poza tymi ze stałą zabudową). Obszary te są tworzone w przypadku generowania modeli terenu ze stereopar zdjęć lotniczych lub satelitarnych. W ich wypadku, jeżeli na terenach leśnych nie można było zaobserwować powierzchni terenu, wówczas decydowano się na odjęcie średniej wysokości kompleksu leśnego od modelu wysokościowego wyznaczonego po wierzchołkach drzew. Zabieg ten wprowadzał bardzo duże błędy na obszarach zalesionych i zabudowanych co uniemożliwia tworzenie wiarygodnych modeli przestrzennych na ich podstawie.

Niewątpliwą przewagą skaningu laserowego jest możliwość generowania modeli terenu pod pokrywą roślinności. Błąd pojedynczego pomiaru odległości dalmierzem laserowym umieszczonym w skanerze LIDAR jest uzależniony od odległości pomiaru i wynosi ok. 2 cm

DSM to powierzchnia wirtualna interpolowana po wysokościach drzew

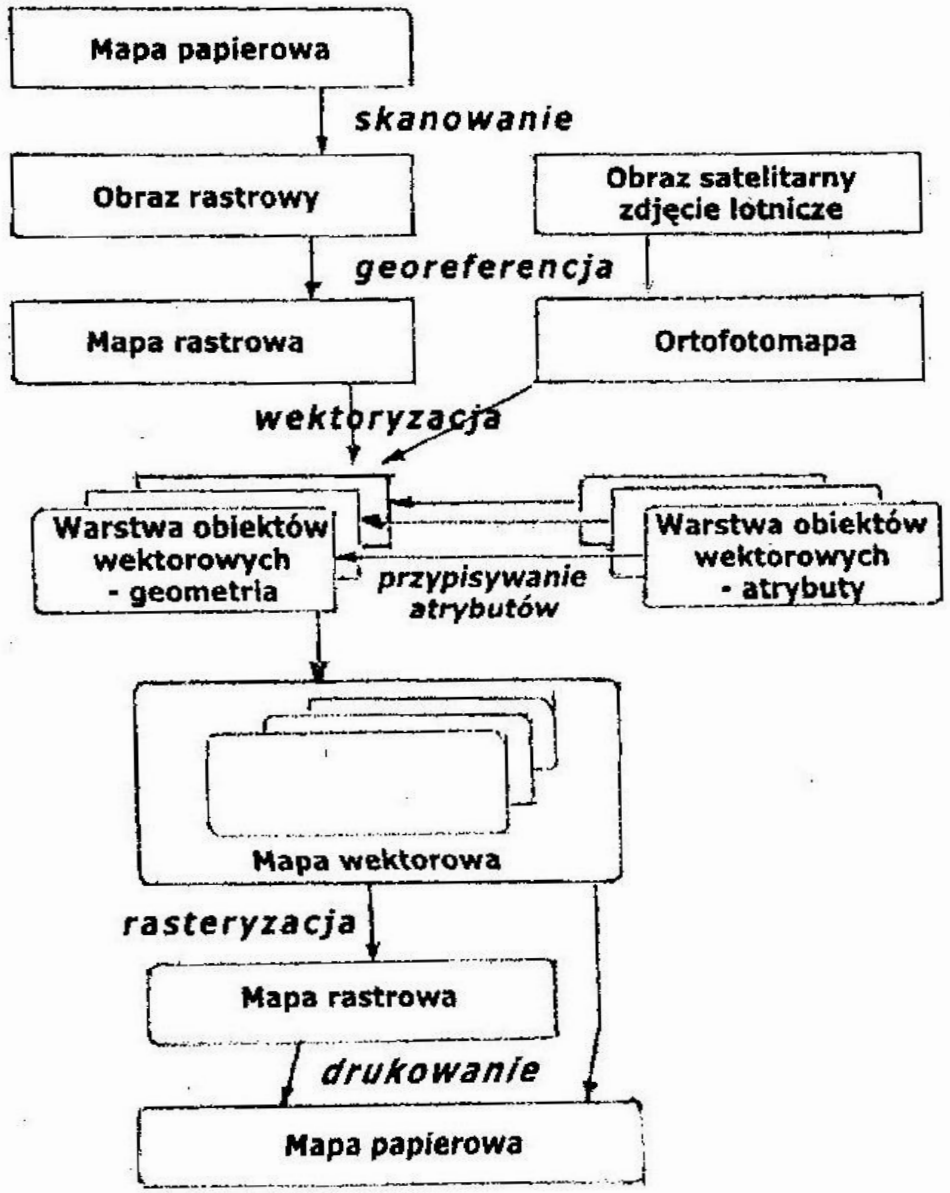
Numeryczny model pokrycia terenu jest cyfrową reprezentacją wysokości obiektów „wystających" ponad teren. Dotyczy to obiektów urbanistycznych (zabudowania, dźwigary przesyłowe) a także pochodzenia naturalnego (roślinność niska – np. szuwar wielkoturzycowy, roślinność wysoka – drzewa i zakrzaczenia). W przypadku terenów pokrytych roślinnością wysoką, model powierzchni terenu **DSM** opisuje wirtualną powierzchnię interpolowaną po wysokościach maksymalnych drzew.

Najbardziej skutecznym źródłem danych do tworzenia numerycznego modelu pokrycia terenu jest właśnie skaning laserowy. Poddana specjalnym procesom chmura punktów LIDAR jest normalizowana do postaci punktów w rzucie środkowym. W związku z powyższym wierzchołki drzew lub innych elementów wysokich mają dokładniejsze położenie w porównaniu do położenia tych obiektów zarejestrowanych np. na ortofotomapie. Im dalej od środka obrazu teledetekcyjnego jest położony obiekt wysoki, tym większa będzie różnica położenia. Należy zaznaczyć, że dane LIDAR pozbawione są tej cechy (po specjalnym przetworzeniu).

Źródłem danych dla GIS są wszystkie informacje z modelowane-go świata rzeczywistego

- **PODSUMOWUJĄC.** Obrazy satelitarne umożliwiają:
- **1)** pozyskiwanie informacji o obiektach, zjawiskach i procesach na powierzchni Ziemi
- **2)** wykonywanie analiz pokrycia terenu i użytkowania ziemi
- **3)** aktualizację baz danych
- **4)** opracowanie map satelitarnych w skalach przeglądowych (w barwach zbliżonych do naturalnych)
- Jakość i dokładność obrazów satelitarnych zależy od warunków atmosferycznych i oświetlenia. Najnowsze satelity wykorzystują fale radarowe lub skanery laserowe rejestrując obrazy wysokiej jakości niezależnie od warunków (np.100tys.punktów/1km kw.) Skanery laserowe wspomagają budowę NMT(dkł H,0.15-0.25m)
- **Nowoczesne technologie pozwalają pozyskiwać dane w sposób bezpośredni** za pomocą nawigacji satelitarnej, zdjęć lotniczych i satelitarnych, monitoringu… ale nadal duże znaczenie mają tradycyjne źródła danych.

Kameralne metody pozyskiwania danych przestrzen-nych



Kameralne sposoby pozyskiwania danych przestrzennych

Skaner optyczny przetwarza obraz do postaci cyfrowej

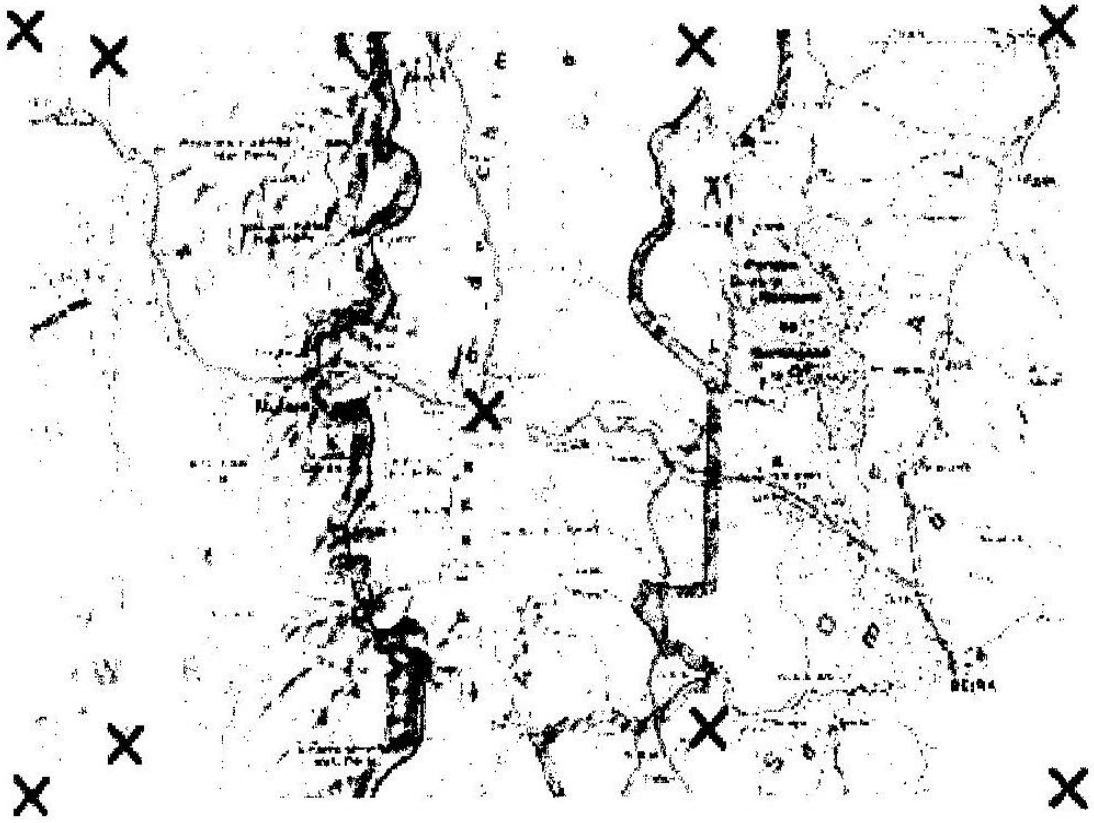
- **Metody kameralnego pozyskiwania danych cyfrowych to:**
- 1) skanowanie 2) georeferencja 3) wektoryzacja 4) rasteryzacja 5) przypisywanie atrybutó**w**
- **Skanowanie** – jest to proces przekształcania mapy analogowej (lub zdjęcia) do postaci rastrowego obrazu cyfrowego przy pomocy skanera.**(skaner**, to liniowy układ fotoczułych elementów rejestrujących ilość odbitego światła od obrazu analogowego) **tak otrzymany plik jako format danych rastrowych**(.jpg lub tiff) **może być "przerobiony" na format wektorowy.** Dokładność zobrazowania zależy od **dpi** (liczby pikseli/1cal), do przeglądania - 72dpi, do dalszej wektoryzacji >300 dpi, max.9600 **dpi**
- **Rodzaje skanerów:** 1) płaski - do formatów A1, A2,A3 i A4 2) bębnowy - do formatów A0
- Skanowanie może być: 1) barwne (w systemie barw-RGB) 2)w skali szarości 3) jako bit-mapa (biało-czarna).

W kalibracji korzystamy z transformacji Helberta lub afinicznej.

- **Kalibracja mapy rastrowej** – zeskanowane mapy analogowe ulegają deformacji lub są słabo widoczne. Poprawa zniekształceń graficznych na rastrze jest trudna, bo jest to obraz trwale zapisany w macierzy**.**
- **Kalibracja,** to proces poprawiania zniekształceń graficznych. Polega on na odpowiednim dopasowaniu mapy do punktów o znanych współrzędnych (min.2-6p. z punktami kontrolnymi min.9) lub wektorowych obiektów odniesienia. Stosuje się do tego różne programy np.Super Edit-PRO, które posiadają też funkcje np.czyszczenia, obcinania, wklejania itp. łącząc jednocześnie arkusze w całość.
- **Etapy kalibracji** zeskanowanej mapy:
- 1) wczytanie mapy rastrowej do programu
- 2)ustalenie rozmiaru siatki kalibracyjnej
- 3) ustalenie liczby wektorów kalibracyjnych
- 4)przeprowadzenie kalibracji 5)kontrola wyników.

Kalibracja to nadawanie odniesienia przestrzenneg o dla rastrów

Dla każdej digitalizowanej mapy należy wybrać określone punkty kalibracyjne i kontrolne.



Wybieramy transformację o min. błędzie RMS i min. odchyleniu standardowym

Opcje kalibracji

Aby zakończyć kalibrację, należy wybrać jedną z poniższych opcji transformacji:

- Ortogonalna — wymaga do kalibracji tylko dwóch punktów, aby utworzyć transformację składającą się z dowolnego przekształcenia, jednorodnego skalowania i obrotu. Metoda ta nie jest polecana, chyba że można znaleźć tylko dwa punkty o znanych współrzędnych.
- Afiniczna — wymaga do kalibracji trzech punktów. Umożliwia transformację będącą złożeniem przekształcenia, niezależnego skalowania w obu osiach X i Y, obrotu i przekoszenia. Pozwala na dowolną transformację liniową dwuwymiarowej przestrzeni. Jest metodą zalecaną do rejestracji arkuszy map wykreślanych w prostokątnym układzie współrzędnych.
- Rzutowa — wymaga do kalibracji przynajmniej czterech punktów. Definiuje transformację odpowiadającą rzutowi perspektywicznemu jednej powierzchni na inną powierzchnię. Dopuszcza rozciągnięcia oryginalnych rysunków przez liczne odwzorowania perspektywiczne. Jest to najlepsza opcja do obróbki zdjęć lotniczych.

Polecenie PULPIT oblicza błędy zgodnie z dostępnymi opcjami transformacji, zależnie od ilości

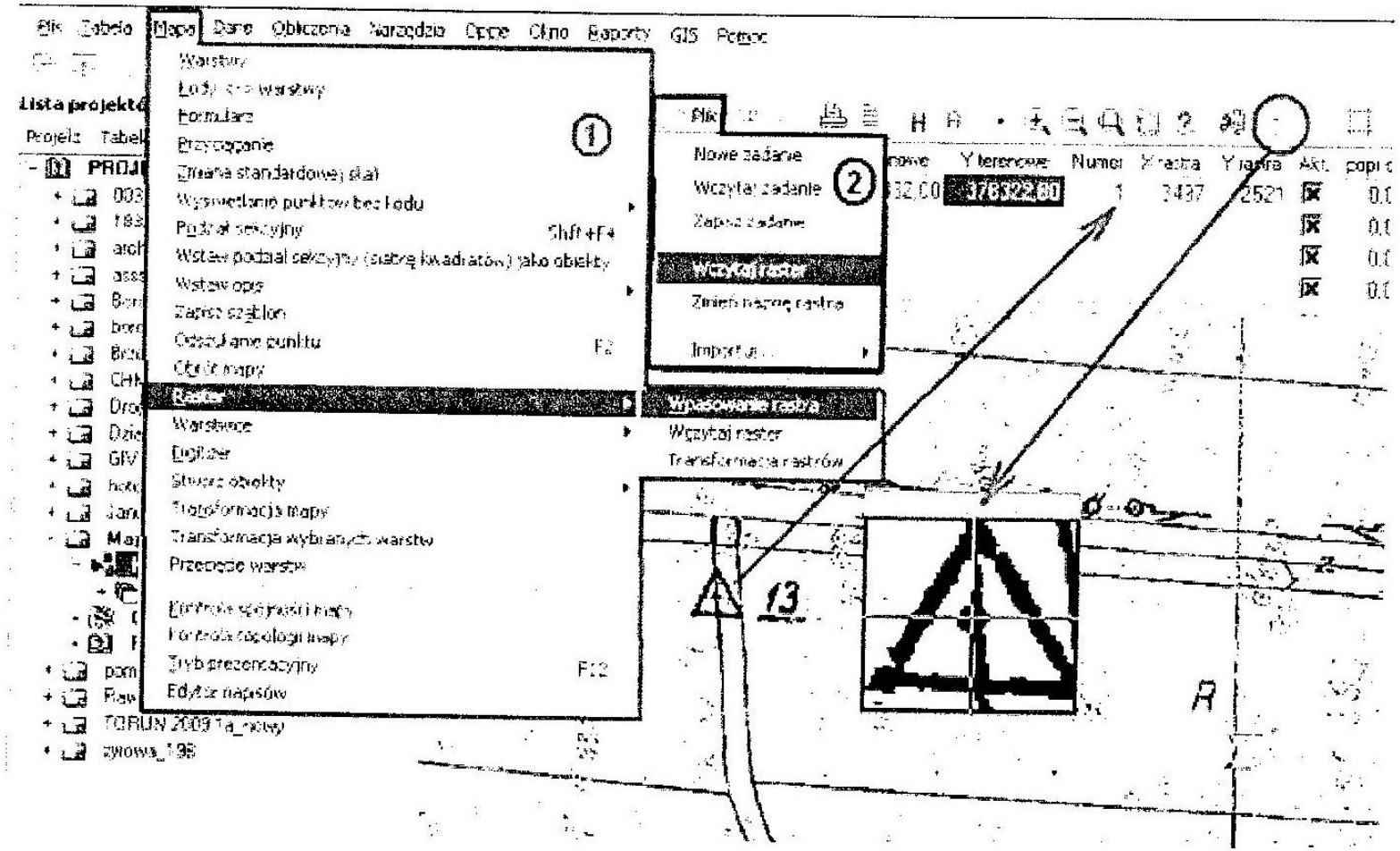
Georeferencja to wpasowanie rastra w układ współrzędnych

- **Georeferencja**, to wpasowanie treści kartograficznej w układ współrzędnych, co pozwoli na jednoznaczne zlokalizowanie obiektów w przestrzeni np. nowe zobrazowanie satelitarne wpasowujemy w pozostałe warstwy danych.
- **Jeżeli georeferencja dotyczy**:
- **-Obrazu rastrowego,** to proces ten polega na przekształceniu cyfrowego zapisu rastra (układu wierszy i kolumn) do układu współrzędnych mapy np.zdjęcie lotnicze z obrazu rastrowego staje się otofotomapą.
- **Mapy wektorowej,** to proces ten (poprzez wskazanie układu współrzędnych lub wpisanie parametrów elipsoidy odniesienia) pozwoli na przejście do danego układu współrzędnych mapy.
- Dane georeferencyjne w zapisie cyfrowym mogą być:
- -plikiem tekstowym zawierającym w/w parametry ukł.współ.
- -współrzędne odczytane z mapy analogowej (3p. kontrolne) i odpowiadające im współrzędne na rastrze /m.wektorowej tzw.**punkty wpasowania**. Dane georeferencyjne zapisywane są w nagłówku pliku graficznego.

Współrzędne punktów kontrolnych możemy wpisać ręcznie

- **Rektyfikacja, to przekształcenie geometryczne warstwy rastrowej wraz z określeniem jej układu współrzęnych.**
- Parametryzacja tego procesu polega na: **1)** lokalizacji punktów **kontrolnych 2)**nadaniu im wartości współrzędnych 3)wyborze transformacji geometrycznej
- Punkty kontr olne na których program oprze przekształcenie muszą spełniać kryterium trwałości w czasie, łatwości identyfikacji i być równomiernie rozłożone na mapie. Rodzaj transformacji zależy od ilości wybranych punktów (min.4).
- **Rektyfikacja** polega na wpasowaniu arkusza metodą przeliczania wszystkich danych tzn.dla każdego punktu na rastrze oblicza się nowe wartości. Stosowane metody przeliczeń różnią się liczbą **punktów referencyjnych** (o znanych współrzędnych, zidentyfikowanych jednocześnie na rastrze i w terenie)

Wskazanie punktu dostosowania na rastrze

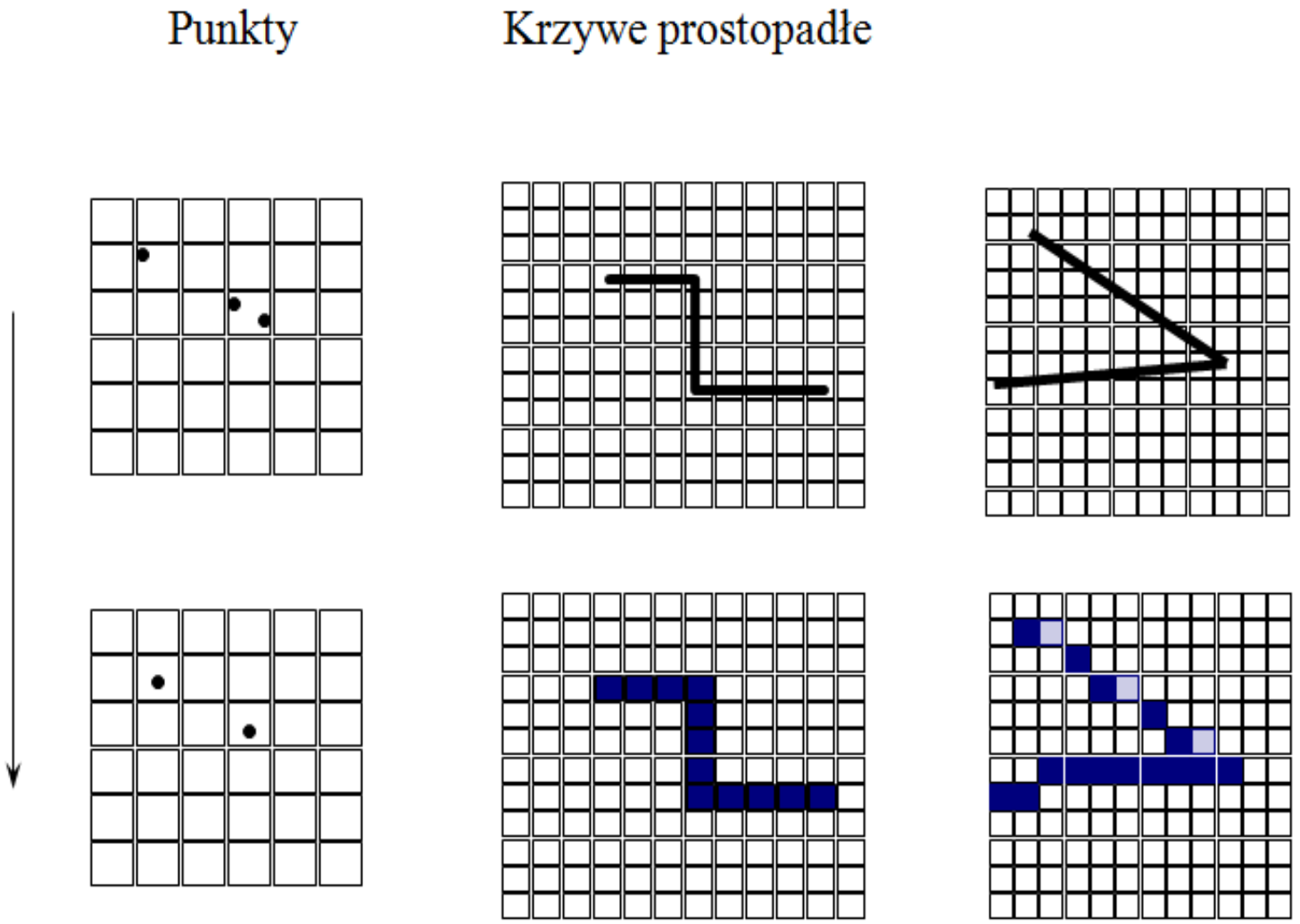


Po naciśnięciu przycisku **Wpasuj raster** pojawia się okno z możliwością podania nazwy rastra po wpasowaniu, wybrania katalogu jego zapisu (np. w katalogu projektu lub w katalogu **Raster**).

Rasteryzacja to zamiana funkcji ciągłej 2D na funkcję dyskretną

- **Rasteryzacja,** to zamiana zapisu wektorowego na rastrowy.Polega na odwzorowaniu obiektu geometrycznego (punkt, odcinek, wielobok) na dyskretny zbiór punktów reprezentujących piksele .
- Etapy rasteryzacji:
- a) dane zczytywane są z map wektorowych(model topologiczny obiektów)
- b)wybór kodów obiektów np.powierzchniowych
- c)nałożenie siatki rastra
- d) identyfikacja pikseli, których środki przypadają na obszar danego rastra
- e)kodowanie wartości piksela zgodnie z kodem obiektu
- Dokonujemy rasteryzacji wieloboków, linii, punktów (np.punkt to jeden piksel). Dla dokładności rastra ważne jest by określić wielkość rastra/piksela.
- Do rasteryzacji warstwy w oparciu o jeden atrybut wystarczy kluczID (lub wybieramy id, kod a z listy atrybuty liczbowe i geometryczne)

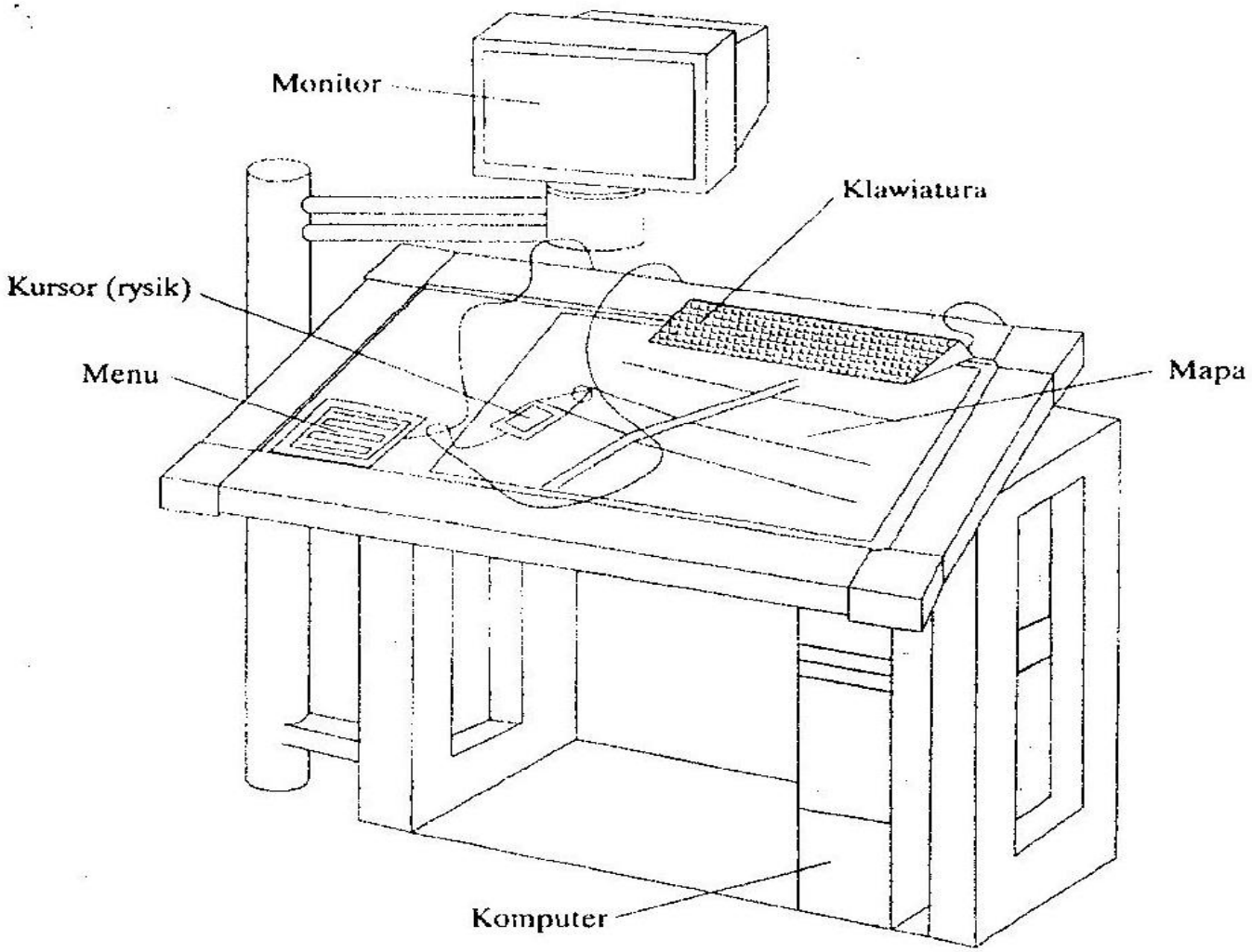
Konwersja danych wektorowych do postaci rastra



Wektoryzacja może być topologiczna lub nietopologicz-na

- **Wektoryzacja, to proces odwrotny do rasteryzacji,** jest trudniejszy bo z mniej dokładnego zapisu rastrowego należy uzyskać dane wektorowe o dużej dokładności współrzędnych i ustalić zapis topologii połączeń między obiektami.
- Wektoryzacja nazywana jest też: **1)cyfrowaniem wektorowym** lub **2)digitalizacją wektorową**
- **Digitalizacja,** to proces tworzenia mapy cyfrowej polegający na wprowadzaniu współrzędnych (x,y) dla obiektów (punkt. linia, poligon) poprzez ich wskazanie. Przypisane współrzędne i atrybuty umieszcza się w nowotworzonym formacie bazy danych.
- Proces ten wykonujemy przy użyciu **digitizerów..**
- Wektoryzacja może być: a) **ręczna** b) **półautomatyczna** c) **automatyczna.**

Stanowisko do digitalizacji mapy rastrowej



Ryc. 5.13. Tradycyjny tablet podłączony do komputera (wg Billa i Fritscha, 1991)

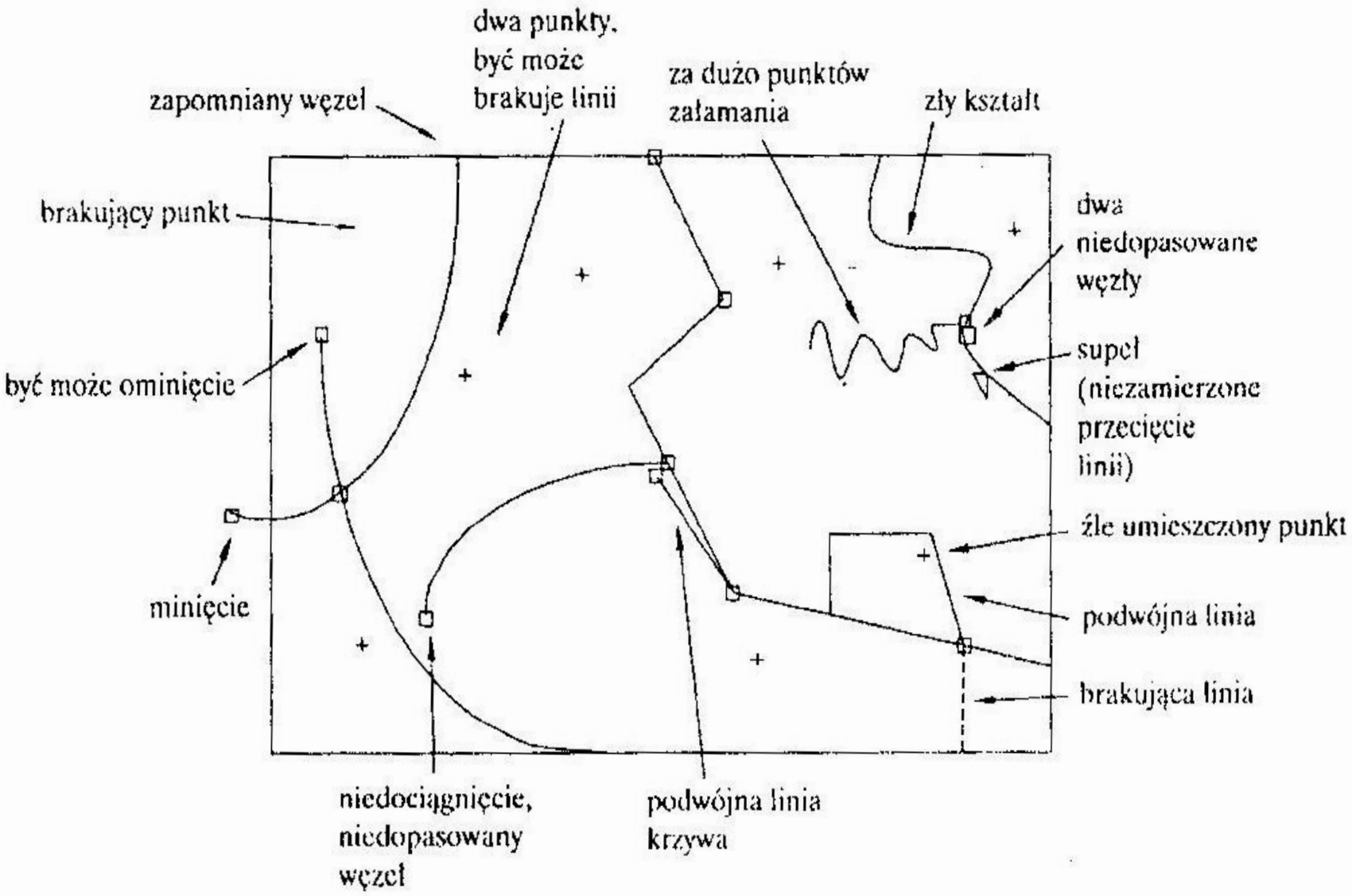
Dokładność digitalizacji zależy od skali opracowywa-nej mapy

- **Etapy wektoryzacji**:
- 1)zeskanowanie mapy 2) przycięcie rastra do żądanych wymiarów 3) proces czyszczenia obrazu rastra 4) kalibracja- usunięcie zniekształceń geometrycznych 5) rejestracja mapy tzn wprowadzenie punktów kontrolnych i przeliczenie współ. z digitizera na współ. mapy 6) digitalizacja obrazu rastrowego poprzez wskazanie punktów charakterystycznych 7) sprawdzenie procesu i łączenie elementów w warstwy
- **Digitalizacja ręczna** to najprostsza, bezpośrednia wektoryzacja dokumentów analogowych. Używamy digitizera, ręcznie wskazujemy punkty, atrybuty obiektu wprowadzamy bezpośrednio z klawiatury.
- **Zaleta**: możliwość opracowania dokumentów nawet złej jakości
- **Wada**: czasochłonna, trudne dopasowanie arkusza do digitizera

Digitalizacja to proces cyfryzacji…

- Dokładność **(błąd lokalizacji punktu)** digitalizacji ręcznej zależy od: rozdzielczości tabletu, powtarzalności operacji, precyzji ustawienia celownika, umiejętności czytania mapy i odpowiedniego jej przygotowania. Dokładność zależy też od skali mapy np..dla skali 1:1000(bł.śr.20cm), 1:2000(bł.śr.50cm), 1:5000(bł.śr.100cm).
- **Digitalizacja automatyczna** - przejście z obrazu wektorowego na obiekty wektorowe odbywa się w sposób ciągły, bez udziału operatora. Niezbędne są wysokiej jakości skaner i odpowiednie oprogramowanie. Etapy tego procesu jak wyżej: skanowanie, zapis w postaci rastrowej, wektoryzacja, rekonstrukcja topologiczna. Jest to najszybszy proces przetwarzania danych analogowych do postaci wektorowej!
- **Digitalizacja półautomatyczna** - łączy w sobie dwie w/w. Operator kontroluje proces digitalizacji, dokonuje koniecznych poprawek i uzupełnień (ręcznie).
- Błędy: przeciąganie,niedociągnięcie, zbędne lub niepoprawne wieloboki,pominięcie szczegółów, bł.w opisie rysunku lub kodu(rys)

Błędy w digitalizacji ręcznej i półautomaty-cznej



Ryc. 5.15. Przykłady błędów w procesie digitalizacji (wg Kwietnia, 2004)

Zapis geometrii obiektów w modelu wektorowym

- W procesie dygitalizacji **zapis geometrii obiektów** dokonywany jest jako:

1)**markowanie** punktu (*waypoint)*

2) **łączenie punktów w trasę** (*route*) -trasa, to linia łamana powstała z manualnego markowania współrzędnych

3) **automatyczne tworzenie śladu** (*track*) wg. zapisu położenia punktów zgodnie z przyjętym interwałem czasu lub odległości.

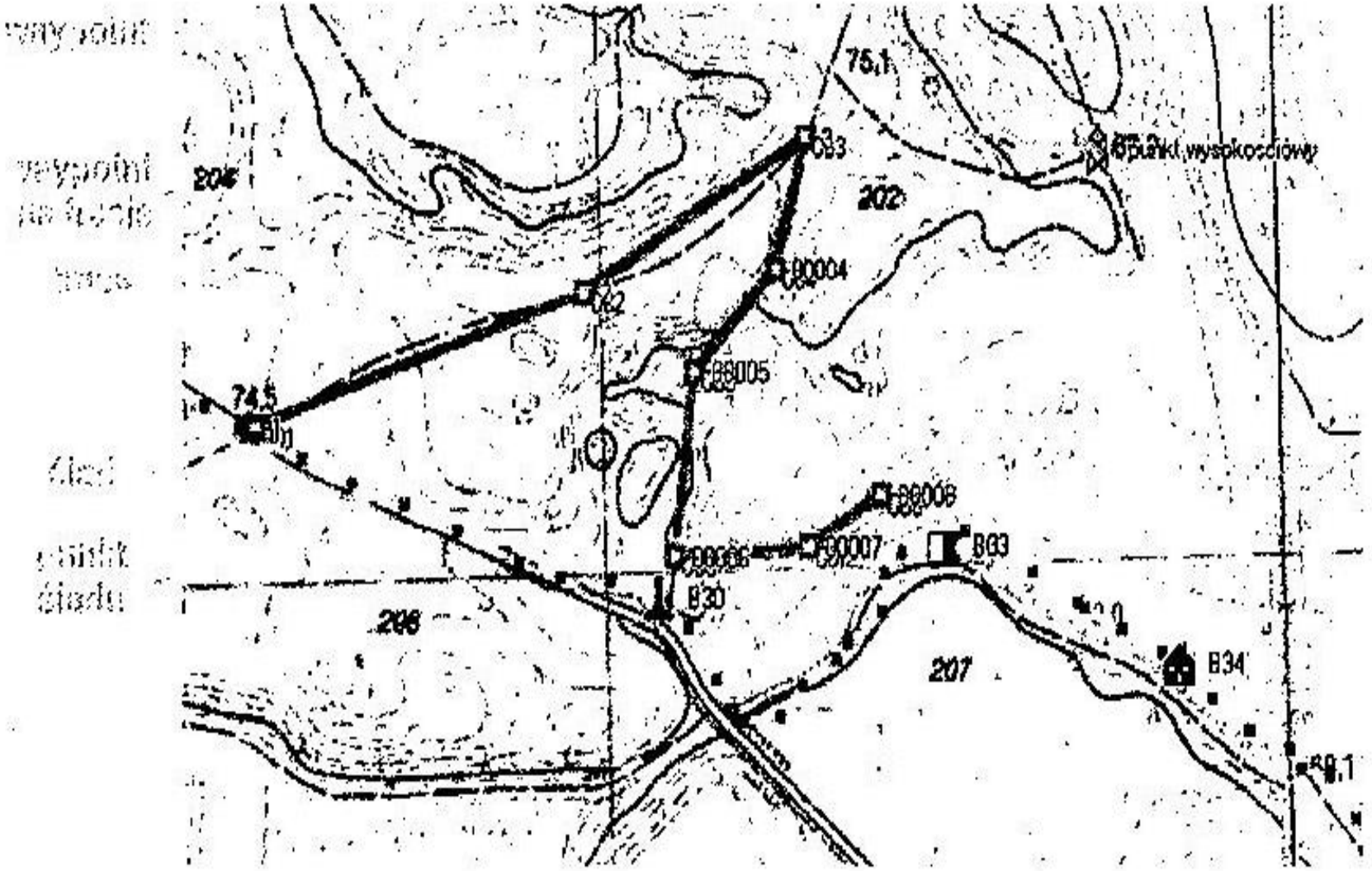
Generalizację przeprowadzamy "pośladzie" lub generalizujemy obiekt np..linia po osi drogi.. Należy zachować ciągłość w generalizacji linii, wieloboku itd.

Wektoryzację monitorową wykonujemy **w powiększeniu 500%** w stosunku do skali referencyjnej, co wymaga odpowiedniej rozdzielczości mapy rastrowej. Mapą referencyjną może być mapa topograficzna lub ortofotomapa w skali 1: 10 000.

Sposoby wektoryzacji obiektów

Sposoby wektoryzacji mapy rastrowej

Digitalizacja w terenie z wykorzystaniem techniki GPS



Zapis geometrii w odbiornikach GPS nawigacyjnych: punkty nawigacyjne, trasa i ślad

Skanowanie i dygitalizacja to pozyskiwanie danych wtórnych

- Różne metody dygitalizacji generują **dane o różnej dokładności**, co wpływa na objętość danych. Zbyt dużo szczegółów komplikuje proces edycji i analizy danych, stąd przystępując do pracy należy określić **z jaką gęstością będą wstawiane punkty**. **Kryterium to przeznaczenie i skala mapy**. Należy też pamiętać, że gdy dane pochodzą z różnych źródeł należy przeliczyć je do wspólnego układu współrzędnych za pomocą np.transformacji afinicznych.
- **Przypisywanie atrybutów**, to zapis informacji semantycznej o obiektach. Jest ona przechowywana integralnie z danymi geometrycznymi modelu i może dotyczyć:
- 1) zapisu informacji jakościowej np.nazwa własna obiektu/miejscowości
- 2) danych ilościowych- mają postać numeryczną/liczba mieszkańców
- 3) typu logicznego – informacja o występowaniu zjawiska, cechy tak / nie.

Dane atrybutowe przechowuje-my w tabelach

- **Dane atrybutowe przechowujemy w tabelach:** 1) wiersz/rekord opisuje jeden obiekt, 2) kolumny- w nich przechowuje się cechy danego obiektu, 3) pole kluczowe – zawiera identyfikatory rekordów (literowo/liczbowe)
- Przy opracowaniu mapy cyfrowej ważne jest, by **atrybutom przyporządkować znaki kartograficzne** zgodnie z ilościowym i jakościowym charakterem ich cech.
- Informacja o obiekcie przechowywana jest w rekordzie bazy danych (1 obiekt – to 1 wiersz w tablicy opisowej o dowolnej ilości pól) **ale informacje o niestandardowym formaci**e zapisujemy w osobnym pliku i **przechowujemy zewnętrzni**e wzg.bazy danych, stąd niektóre atrybuty można zaimportować z innej bazy danych, dyskietki, pendrive-a
- Operacja "linkowania" -połączenia tabeli atrybutów warstwy z tabelą zewnętrzną - otrzymujemy rozszerzoną tabelę atrybutów, czyli mapę wzbogaconą o nowe informacje

.

Bazy danych możemy znaleźć w internecie

- Przystępując do procesu dygitalizacji musimy dysponować danymi. Mogą być to mapy analogowe, własne pomiary lub istniejące już, dostępne w internecie , gotowe warstwy. Istnieją nawet w sieci specjalne katalogi w których zebrano najlepsze bazy danych (często w wersji angielskiej) .np.http://fregisdata.rtwilson.com

Pliki wektorowe - przykładowe bazy danych

http://www.gadm.org/country/ - strona, na której znajdują się poligony jednostek administracyjnych większości krajów na świecie. Poziom szczegółowości zależy od kraju. W Polsce są to powiaty.

http://www.diva-gis.org/gdata/ - wyszukiwarka danych administracyjnych, klimatycznych, hydrologicznych i społecznych. Możesz określić tematykę oraz obszar poszukiwań.

http://download.geofabrik.de/openstreetmap/ - dane pochodzą z projektu OpenStreetMap. Jest to alternatywny do map Google, otwarty zbiór danych. Zawiera warstwy dróg, linii kolejowych, rzek, lasów czy zabudowy. Ponieważ jest to projekt Open Source, dokładność danych jest bardzo zróżnicowana.

http://www.iucnredlist.org/technical-documents/spatial-data - ciekawa baza, w której zebrane zostały zasięgi występowania ginących gatunków (wpisanych na czerwoną listę).

Pliki rastrowe - przykładowe bazy danych

http://earthexplorer.usgs.gov/ - znajdują się tu pliki numerycznego modelu terenu całego świata, wykonane w projekcie SRTM.

http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/corine-land-cover-2006-raster-2a - z tego miejsca zostały pobrane pliki CORINE land cover w formacie rastrowym. Natomiast strona Europejskiej Agencji Środowiska udostępnia o wiele więcej danych, również wektorowych.

http://glcf.umd.edu/data/ - bazy danych zdjęć wykonanych przez różne satelity (m.in. Landsat, ASTER, Ikonos, MODIS).

http://polski.mapywig.org/ - zbiory skanów starych, wojskowych map topograficznych, które mogą być podstawą do digitalizacji.

Dane atrybutowe - przykładowe bazy danych

Trzeci typ danych, jakie mogą być przydatne, to dane statystyczne jednostek przestrzennych (np. krajów):

http://www.stat.gov.pl/bdl/ - szczegółowe dane statystyczne dla Polski z ostatnich kilkunastu lat. Szczegółowość sięga nawet poziomu gminy.

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database - baza danych statystycznych dla krajów z Europy, stworzona na zlecenie Komisji Europejskiej.

http://www.oecd.org/statistics/ - jeżeli potrzebujesz statystyk dla innych krajów, skorzystaj z bazy Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju.

Zapis cyfrowy nie wpływa na kartometrycz-ność mapy

- Do sporządzenia mapy numerycznej konieczne jest oprogramowanie spełniające normy dotyczące m.in. prowadzenia i zakładania SIT. Systemy wspomagające prowadzenie tej mapy powinny być **kompatybilne** z systemem głównym **w zakresie takich informacji jak**: **1)**kod obiektu i jego identyfikator **2**) kształt geometryczny obiektu **3)** wykaz współrzędnych 4)atrybuty obiektu (zgodne z Instr.K-1) **5)** źródło danych o położeniu obiektu **6)** data aktualizacji mapy **7)** nr. KERG opracowania z którego pochodzą dane o obiekcie.
- **System informatyczny powinie**n też: **a)** umożliwiać uzyskanie mapy w formie klasycznej **b)** współpracować z krajowym SIT **c)** mieć możliwość zapisu danych w formacie określonym przez St.Wym.Inf. Geod. **d)** zapewniać złożenie mapy z różnych zbiorów graficznych.
- Przykładowe programy spełniające w/w standardy**: Ewmapa, GeoInfo, Geomapa, Terrabit, Microstation…**

- **Mapy numeryczne przechowują dane na nośnikach cyfrowych** co eliminuje niestabilność i wyeksploatowanie podkładu mapy/pierworysu z powodu jej reprodukcji, aktualizacji itp. By zabezpieczyć się przed utratą danych tworzymy kopie zapasowe np.w postaci plików zarchiwizowanych – zip.
- **Etapy sporządzania rysunku mapy:**

I). **Pozyskiwanie danych** odbywa się na drodze: a**) bezpośrednich pomiarów w terenie** – pomierzone współrzędne X,Y,Z tachimetrem, metodą GPS lub metodami geodezyjnymi tradycyjnymi wprowadzamy do programu.. b) **przetwarzania aktualnych map analogowych** na drodze **digitalizacj**i (przetwarzanie danych z postaci analogowej na cyfrową) lub **wektoryzacji** (po wykonaniu kalibracji i georeferencji skanu rysujemy obiekty poprzez wskazanie ich punktów charakterystycznych) zeskanowanego rysunku mapy c) **teledetekcji lub fotogrametri**i cyfrowej zdjęć naziemnych, lotniczych lub satelitarnych d)t**ransferu danych z innych systemów**

Opracowując mapę cyfrową musimy określić jej układ współrzędnych

- **2. Wprowadzanie danych**.
- Przed przystąpieniem do tworzenia rysunku mapy wprowadzamy do tabeli dane w postaci zbioru punktów, gzie każdemu z nich przypisujemy: X,Y ew.H oraz kod. Dane te wprowadzamy ręcznie lub automatycznie w oparciu o wykonane pomiary i obliczenia.
- **3.Przygotowanie warstw i pola rysunku**.
- Obiekty mapy umieszczamy na warstwach tematycznych tak, by rysunek był **przejrzysty i czytelny**.Dobre opracowanie warstwy wymaga poprawnego określenia jej atrybutów takich jak: **a) typ** - określa funkcję warstwy **b) widoczność** - określa czy dana warstwa będzie widoczna na mapie **c) wybieralność** - określa czy obiekty na warstwie mogą być wybierane przez "wskazanie" np.myszką **d) edytowalność** - określa czy obiekty warstwy będą edytowalne (usuń, dodaj, zamień itp.) oraz **e) styl** – typ lini, kolor warstwy itp..
- **Działania na warstwach** np.dodaj warstwę (zakładanie nowej), usuń warstwę (niszczy obiekty i informacje o nich), edycja nazwy warstwy (zmiana nazwy), czyszczenie (usuwanie obiektów)…Przy organizacji pola rysunku mapy należy określić skalę, stosowane jednostki itp..

Kody służą do szybszego wyprodukowania mapy

- **4.Przypisywanie kodów punktom wprowadzanym do tabeli**
- Do programu w którym tworzona jest mapa dołączony jest standardowy **zestaw kodów (liczbowych i literowych)** będących atrybutami obiektów na potrzeby określenia ich rodzaju. Dodatkowym atrybutem jest **identyfikator,** który pozwala na identyfikację obiektu w zbiorze obiektów tego samego rodzaju.
- Wykonując pomiary w terenie **np. tachimetrem elektronicznym** z rejestratorem, korzystamy z opcji automatycznego wprowadzania kodów, w innych przypadkach czynność tą możemy wykonać ręcznie.
- **5.Edycja map**y – to najważniejszy etap w procesie jej tworzenia..
- W trakcie wykonywania mapy zostają utworze obiekty, którym przyporządkowano atrybuty, kody, znaki graficzne..itd. Po zakończeniu tworzenia obiektów należy je opisać zgodnie z Instrukcją K-1. Utworzony rysunek mapy można obracać, przesuwać, powiększać oraz transformować do innego układu

Kody **liczbowe** pogrupowane są w grupy kodów

zej

Forma numeryczna K-1 1998	Grupa kodów
osnowa	100
granice i grunty	200
budynki	300
komunikacja	400
uzbrojenie terenu	500, 600, 700
rzeźba terenu	800
zagospodarowanie terenu	900
elementy graficzne	990

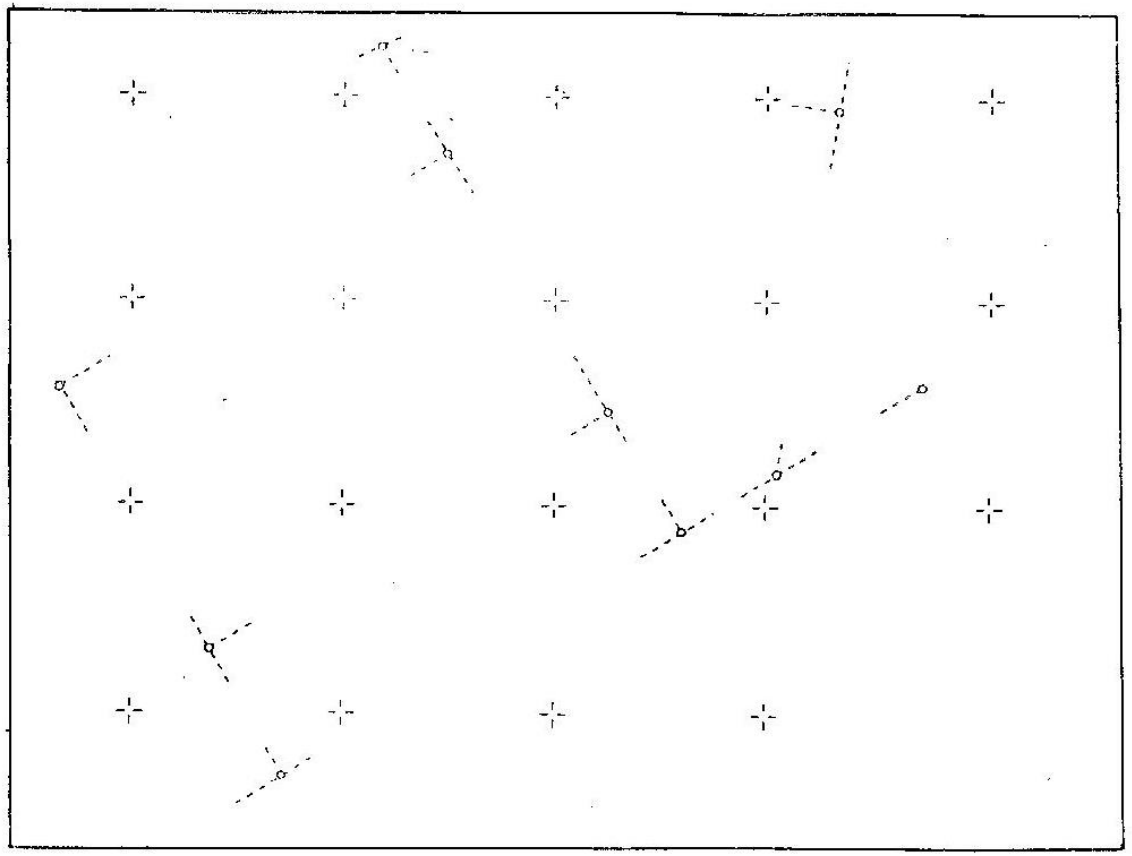
Kody **literowe** przydatne są przy wyszukiwaniu znaku umownego w katalogu

- **6.Sprawdzenie poprawności wykonania mapy**
- Dane w formie cyfrowej nie są wolne od błędów. Mogą się one pojawić **na wszystkich etapach tworzenia mapy:** 1) w materiałach źródłowych 2) podczas wprowadzania i przetwarzania danych 3) podczas wyprowadzania wyników.
- Stąd **każdy etap** tworzenia mapy **wymaga kontroli**, której podlegają: a) nazwy obiektów b) przypisane kody c) dane w tabeli **baz danych, dokładność pomiarów terenowych d) wyniki digitalizacji i wektoryzacji map**
- **Przyczyny błędów:** a) błędy w materiałach źródłowych b) błędna lokalizacja c) nie podanie atrybutów obiektów d) błędy wprowadzenia danych na klawiaturze e) błąd kodowania w terenie f) klasyfikacja i interpretacja zdjęć lotniczych itd..

Naniesienie osnowy w układ współrzędnych mapy

Proces opracowania mapy numerycznej

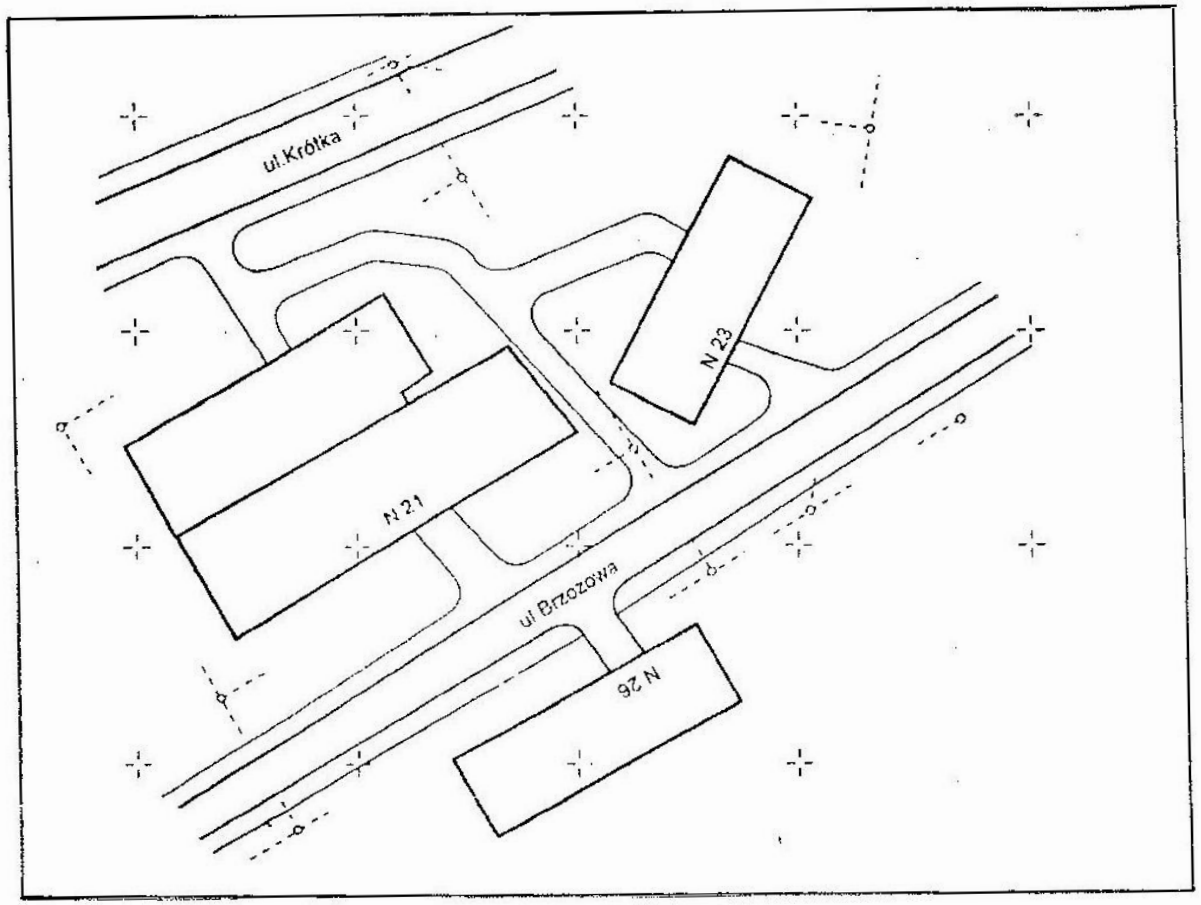
a)



1. Siatka kwadratów i osnowa geodezyjna:
— siatka przecięć współrzędnych płaskich co 50 m,
— punkty osnowy geodezyjnej, kierunki połączeń i oznaczenia punktów.

Warstwa sytuacyjna

b)

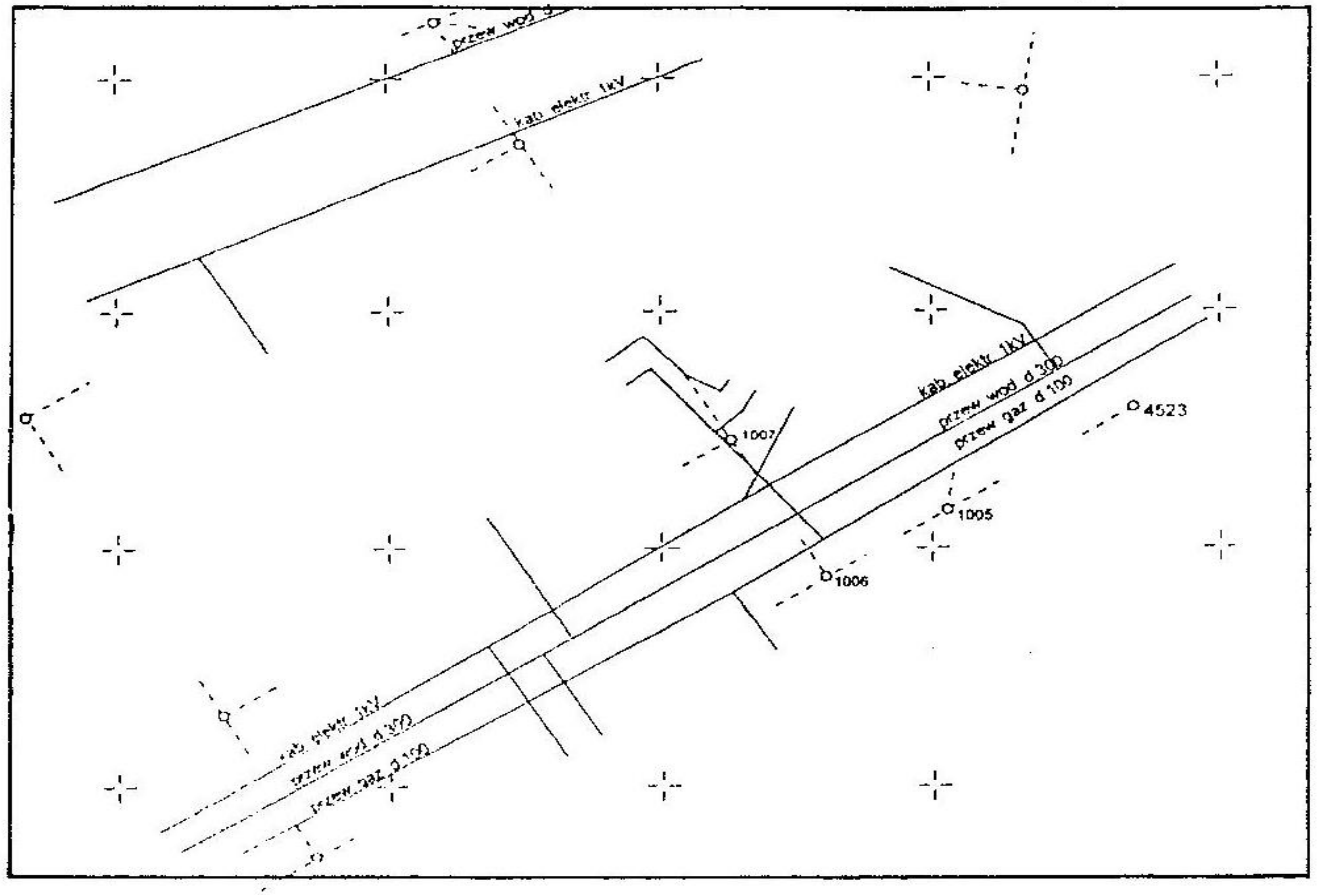


2. Sytuacja:

— elementy sytuacji: obrysy budynków, nazwy ulic, numery posesji i inne oznaczenia administracyjne, krawężniki, kratki ściekowe itp.

Urządzenia podziemne – obiekty liniowe

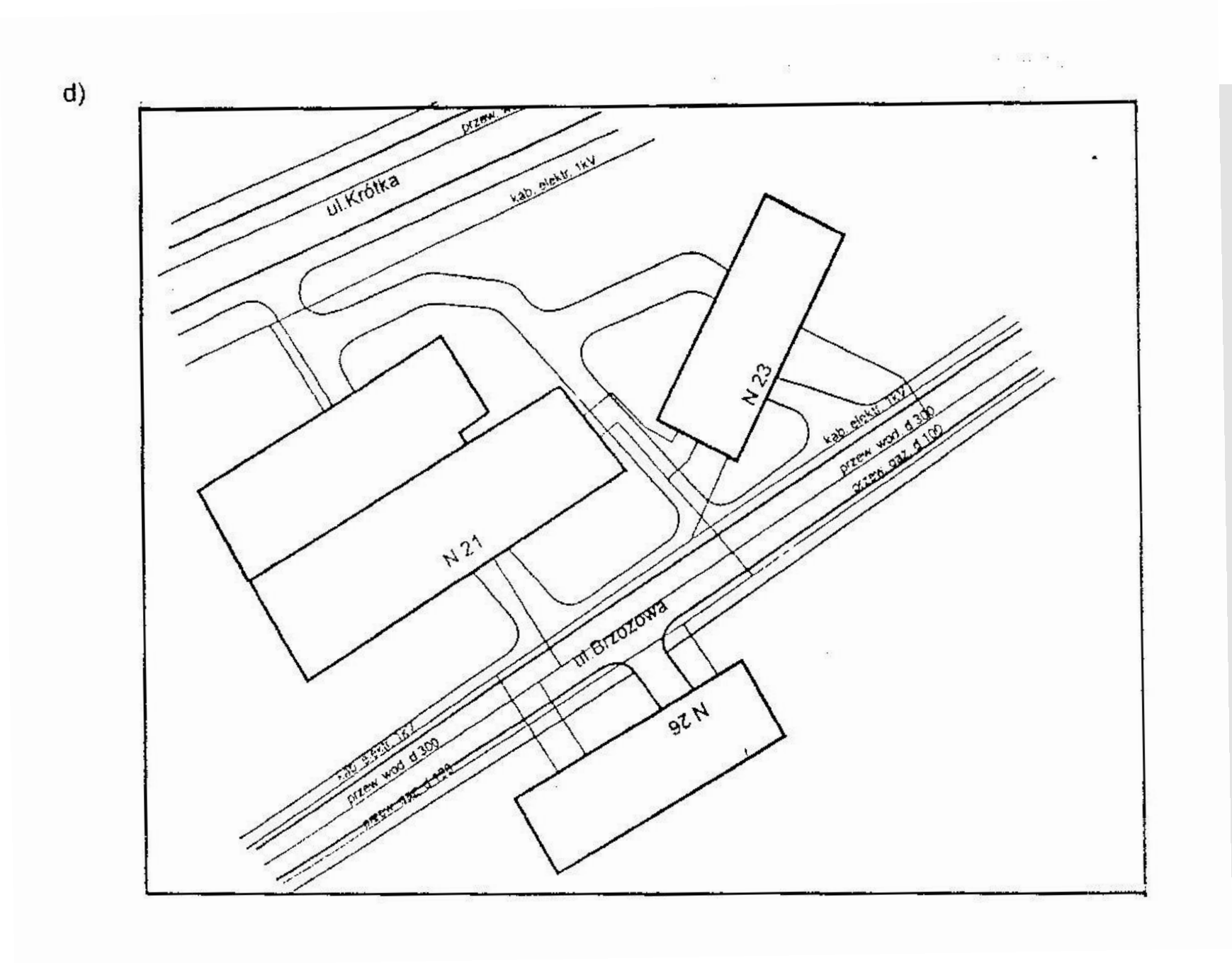
c)



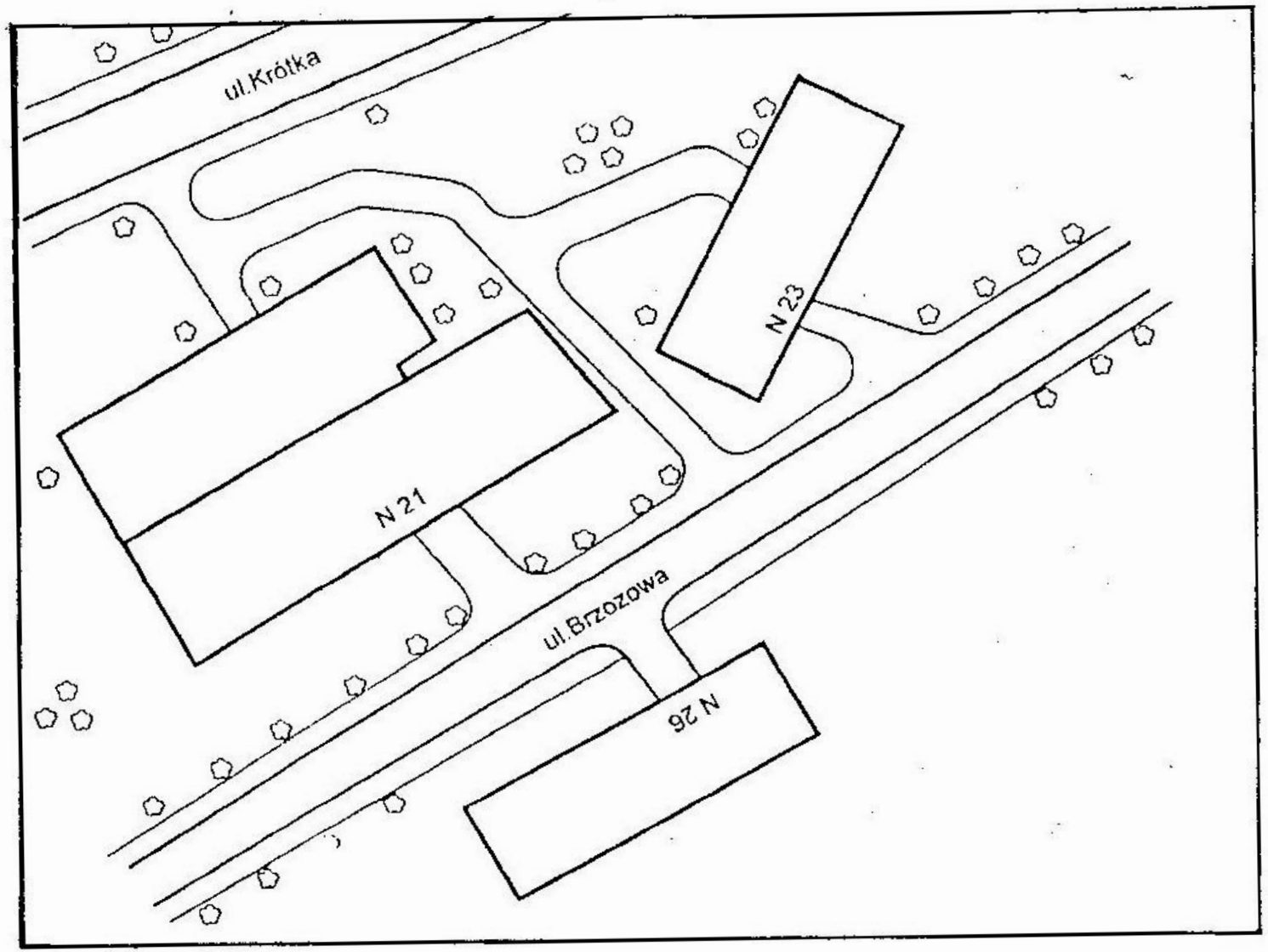
3. Urządzenia podziemne:

— osie lub obrysy urządzeń podziemnych, ich oznaczenia i opisy.

Warstwa budynków i uzbrojenie podziemne terenu



Zieleń nałożona na warstwę sytuacyjną

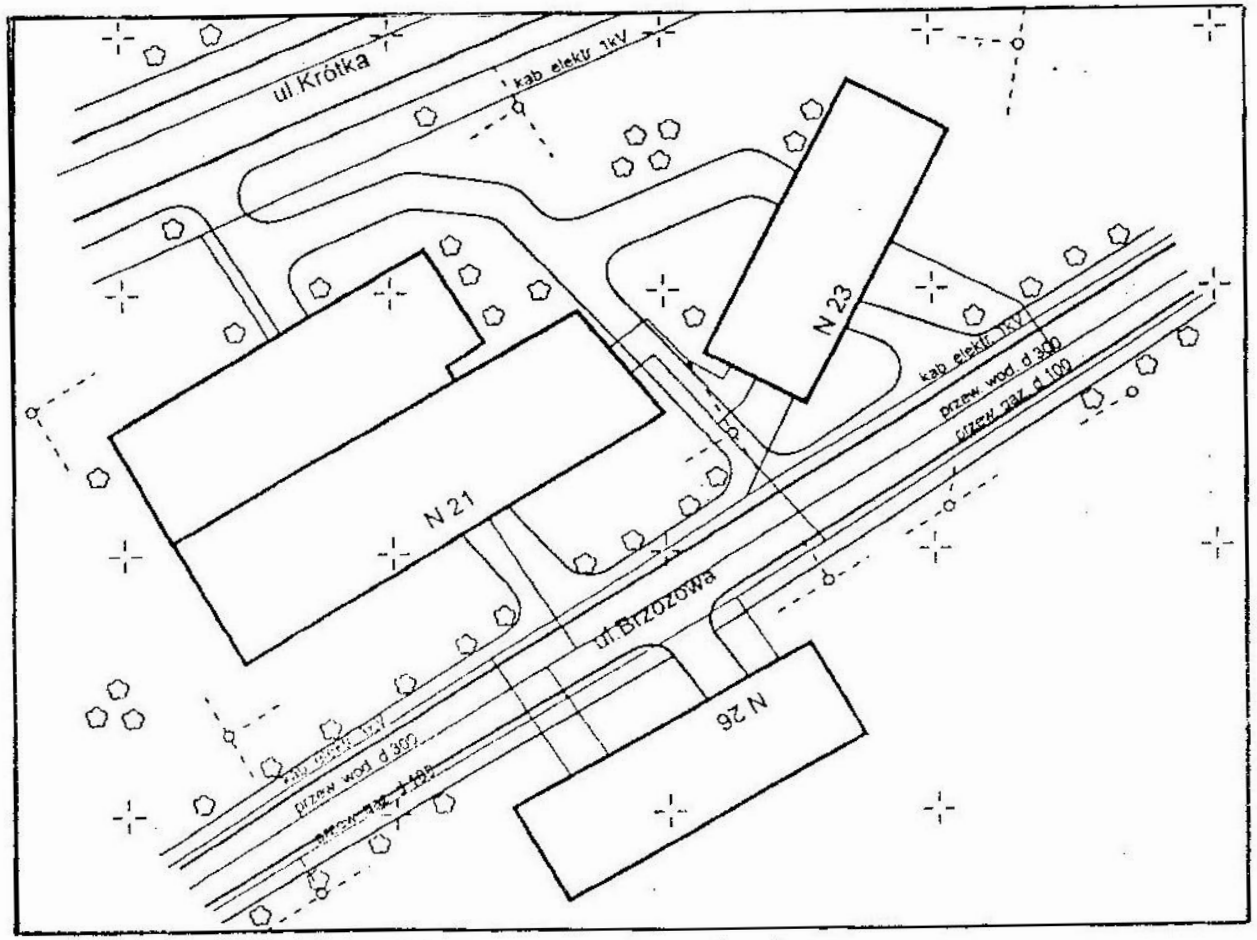


4. Zieleń:

— drzewa, krzewy, klomby i żywopłoty.

f)

Połączenie warstw



Z warstwami tematycznie związane są kolory poszczególnych elementów, widoczne na ekranie monitora i możliwe do uzyskania na mapie za pomocą urządzenia kreślącego, wyposażonego w wielokolorowe pisaki (ploter).

Mapa w postaci numerycznej nie ma pierworysu

Charakterystyka mapy

Mapa w postaci numerycznej nie ma pierworysu. Treść mapy może być sporządzona w sposób rozwarstwiony – w zbiorach warstw lub zbiorach obiektów.

Kopie mapy tworzonej numerycznie są wykonywane stosownie do potrzeb użytkownika:

– na różnym materiale,
– za pośrednictwem różnych urządzeń (drukarki, plotera, naświetlarki).

Mogą także zawierać niepełną treść (wybrane warstwy lub zbiory obiektów z pominięciem niektórych atrybutów opisowych) oraz mieć różny poziom kartometryczności.

W porównaniu z zasadniczą mapą analogową, mapa numeryczna dodatkowo umożliwia (Jagielski 2003):

– przyspieszenie i automatyzacja cyklu opracowania mapy;
– zachowanie dokładności pomiarowej z możliwością wykonania w dowolnym czasie z przetworzonych danych terenowych wielu obliczeń, np. długości, pól, objętości, pozbawionych błędów pomiaru graficznego;
– automatyzacja prac związanych z wykonaniem na ploterze (rozdz. 4.5) mapy graficznej, co uwalnia powstały rysunek od błędów kartografa;
– możliwość szybkiego sporządzania map w dowolnej skali, np. map tematycznych;

Mapa numeryczna jest wszechstronnie wykorzystywana w SIT

- odtworzenie historii tworzenia mapy lub jej fragmentów;
- łatwość zmiany opisów, cech graficznych rysunku mapy, aktualizacji i generalizacji, a jednocześnie możliwość zachowania wersji pierwotnych;
- brak wpływu deformacji podkładu i niezmienności w czasie informacji terenowych zapisanych w nośnikach pamięci (rozdz. 4.5.2);
- możliwość wielokrotnego drukowania mapy graficznej w dowolnej postaci i kroju arkuszowym;
- uproszczenie tworzenia map pochodnych;
- możliwość edycji mapy w dowolnym układzie odniesień przestrzennych;
- ułatwienie podejmowania decyzji przez władze administracyjne i samorządowe na podstawie dostępnych i wiarygodnych danych z mapy numerycznej;
- bardziej wszechstronne wykorzystanie w Systemach Informacji o Terenie.

KONIEC
Dziękuję za uwagę.

- **Literatura w oparciu o którą opracowano wykład:**
- 1."GIS Teoria i praktyka" - P.Longley, M.Goodchild, D.Maguire, D.Rhind
- 2."GIS w wodociągach i kanalizacji" - Marian Kwietniewski
- 3."Quantum GIS Tworzenie i analiza map" - B. Iwańczak
- 4."GIS Obszary zastosowań"- D.Gotlib, A.Iwaniak, R.Olszewski
- 5."Systemy Informacji Przestrzennej"- J.Gaździcki
- 6."Teledetekcja satelitarna" - A.Ciołkosz, A.Kęsik
- 7."Wykłady z przedmiotu SIP"- W.Izdebski (www.izdebski.edu.pl)
- 8."Systemy Informacji Geograficznej-Podstawy" - J.Kwiecień

- Poniżej zamieszczono informacje uzupełniające na temat standardów I formatów danych.
-

Standardy i formaty danych

Standaryzacja ułatwia wymianę danych między systemami

Standaryzacja może więc dotyczyć

- geodezyjnych układów odniesienia,
- klasyfikacji obiektów,
- odwzorowań kartograficznych,
- podziału określonego terytorium pod względem hierarchicznym i powierzchniowym,
- konstrukcji danych opisowych,
- ochrony danych (niebezpieczeństwo utraty danych i dostępu nieupoważnionych osób),
- stopnia integracji środowiska programowego,
- komunikacji zewnętrznej – sieci komputerowych, złącz komputerowych, modemów itp.,
- stosowania nośników danych.

Wektorowe formaty zapisu danych cyfrowych

Dane są zapisywane na ogół w kilku standardowych formatach, co powinno ułatwić ich wymianę między systemami. Powszechnie stosowane wektorowe formaty zapisu danych cyfrowych są związane zazwyczaj z konkretnymi produktami i należą do nich (www.esripolska.com.pl; www.mapinfo.pl; www.bentley.com/pl; www.autodesk.pl):

- SHP (ESRI Shape Format) – format opracowany przez firmę ESRI i wykorzystywany przede wszystkim w ArcView,

Format pliku **SHP** wspomaga opis punktu, linii/odcinków, łuków, wieloboków. Umożliwia dołączenie atrybutów do opisywanych obiektów geograficznych. Nie wspiera przechowywania danych topologicznych. Zawiera trzy podstawowe pliki opisu obiektów geograficznych:

- plik **.shp** – informacje o geometrii obiektów,
- plik **.shx** – indeks geometrii opisywanego obiektu,
- plik **.dbf** – plik bazy danych lub dBASE do opisu atrybutów obiektów.

Formaty danych rastrowych

Najbardziej znanymi formatami danych rastrowych są:

- TIFF (ang. *Tagged Image File Format*). Format ten służy do zapisywania grafiki bitmatowej. Pliki zapisane w tym formacie mają rozszerzenie tif lub .tiff. Pozwala na zapisywanie obrazów stworzonych w trybie kreskowym, skali szarości oraz w wielu trybach i wielu głębiach bitowych koloru. Przechowuje ścieżki i kanały alfa, profile koloru, komentarze tekstowe.

- BMP opracowany pierwotnie jako alternatywny dla systemu OS/2[2], wykorzystywany później także w interfejsach systemów z rodziny Microsoft Windows (TM). Popularny jako format przechowywania danych również na wszystkich pozostałych platformach. Zawiera informację o użytych kolorach.

- JPEG – standard statycznych obrazów rastrowych, przeznaczony głównie do przetwarzania obrazów naturalnych (zdjęć satelitarnych, pejzaży, portretów itp.), charakteryzujących się płynnymi przejściami barw oraz brakiem lub małą ilością ostrych krawędzi i drobnych detali.