



Beata Hejmanowska

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Inżynieria Środowiska

Systemy Informacji Przestrzennej

Wprowadzenie

Modele danych

Układy współrzędnych

Pozyskiwanie danych

Analizy wektorowe i rastrowe porównanie

Zaawansowane analizy rastrowe



Zależność pomiędzy światem realnym a GIS'em

Słabość modelu dyskretnego

- świat jest nieskończenie skomplikowany i w takiej formie nie może być przedstawiony w żadnym systemie komputerowym
- GIS przedstawia rzeczywistość w 2 modelach
 - wektorowym jako punkty, linie lub poligony
 - rastrowym (gridowym) jako piksele
- w modelu wektorowym obiekty mają ostre granice, które nie występują w rzeczywistym świecie

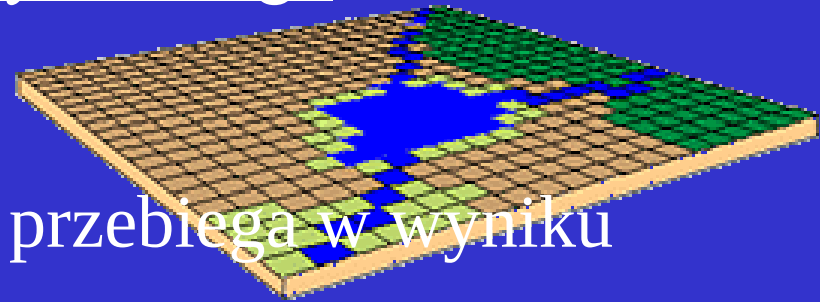


Zależność pomiędzy światem realnym a GIS'em

Słabość modelu dyskretnego

uproszczenie świata rzeczywistego przebiega w wyniku
działania 3 procedur:

- selekcji
- sposobu przedstawienia
- kwantyfikacji



Zależność pomiędzy światem realnym a GIS'em

Słabość modelu dyskretnego

Wybór

- W systemie GIS znajdują się tylko wybrane aspekty świata rzeczywistego
 - wybieramy pewne elementy świata rzeczywistego uznając nie wybrane za nieistotne
 - obiekty poza obszarem analizy uznajemy za nieistotne, podczas gdy w realnym świecie mogą one mieć wpływ na wynik analizy
- Użytkownicy determinują charakter danych znajdujących się w systemie
 - organizacje zajmujące się zbieraniem danych są odpowiedzialne za dane zbierane w określonym celu
 - dalsi użytkownicy tych samych danych mogą nie mieć świadomości celu dla którego dane zostały zgromadzone

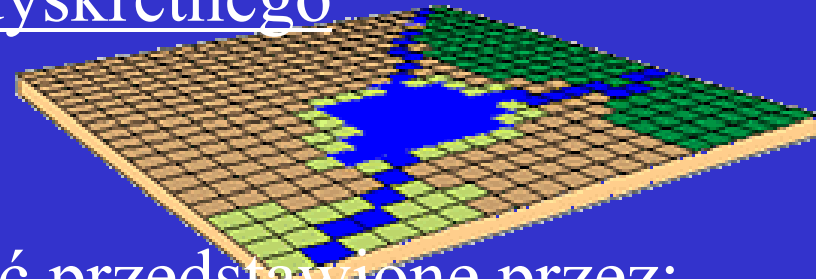


Zależność pomiędzy światem realnym a GIS'em

Słabość modelu dyskretnego

Sposób przedstawiania

- świat realny w GIS'ie musi być przedstawione przez:
 - obiekty np. liniowe (oś rzeki)
 - szereg pikseli
- użytkownicy determinują sposób przedstawienie danych znajdujących się w systemie (np. skala)



Zależność pomiędzy światem realnym a GIS'em

Słabość modelu dyskretnego

Kwantyfikacja

- GIS – system komputerowy, świat rzeczywisty wyrażany za pomocą wartości numerycznych prostych lub złożonych
- gromadzone wartości dyskretne, mogą nie być adekwatne do świata rzeczywistego

Wartości numeryczne

- nominalne (ilość opadów w mm)
- porządkowe (stopień zanieczyszczenia powietrza)
- proporcjonalne (gęstość zaludnienia)



Zależność pomiędzy światem realnym a GIS'em

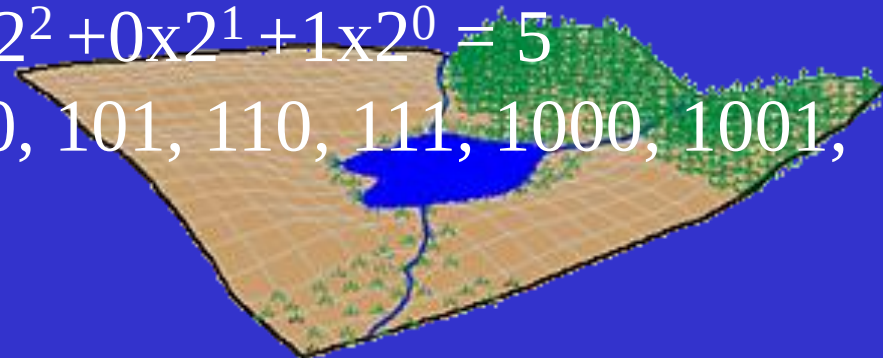
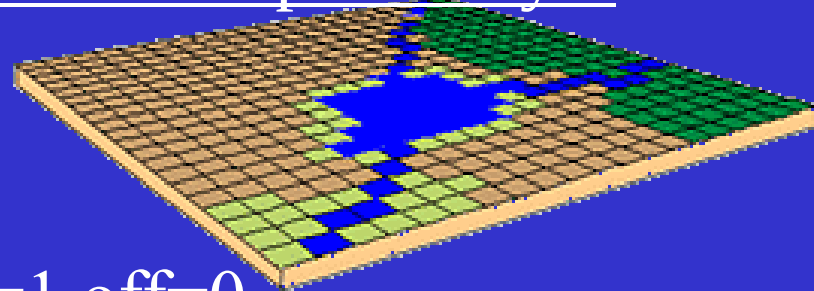
gromadzenie danych w systemie komputerowym

Bit

- komputer rozumie: „on” „off”
- najmniejszą jednostką jest bit: on=1 off=0
- bity grupuje się po 8 = byte

System binarny

- w systemie dziesiętnym: $206 = 2 \times 10^2 + 0 \times 10^1 + 6 \times 10^0$
- w systemie binarnym: $101 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 5$
- liczby od 1 do 10 (1, 10, 11, 100, 101, 110, 111, 1000, 1001, 1010)



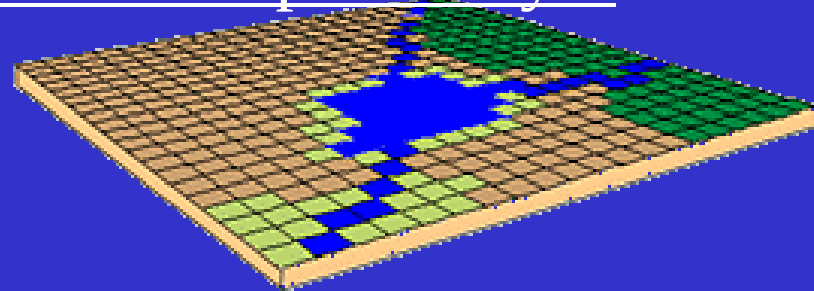
Zależność pomiędzy światem realnym a GIS'em

gromadzenie danych w systemie komputerowym

Rodzaje liczb

- byte
- integer = 2 byte
- real = 4 byte

Wielkość plików.....



300 dpi

300 pikseli na 1 cal = 25 mm

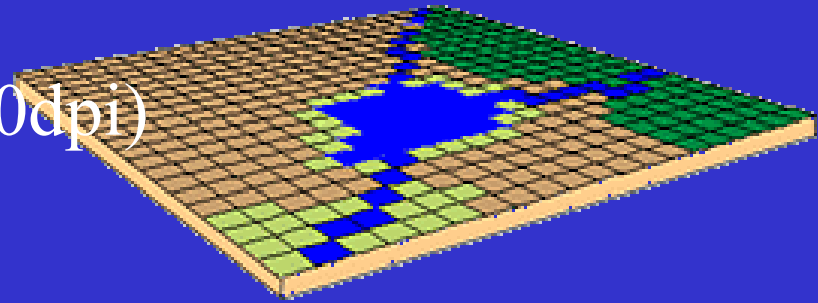
1 piksel = 0.083 mm

Zdjęcie lotnicze: 23x23 cm (1190dpi)

230 mm – x

0.021 mm – 1 piksel

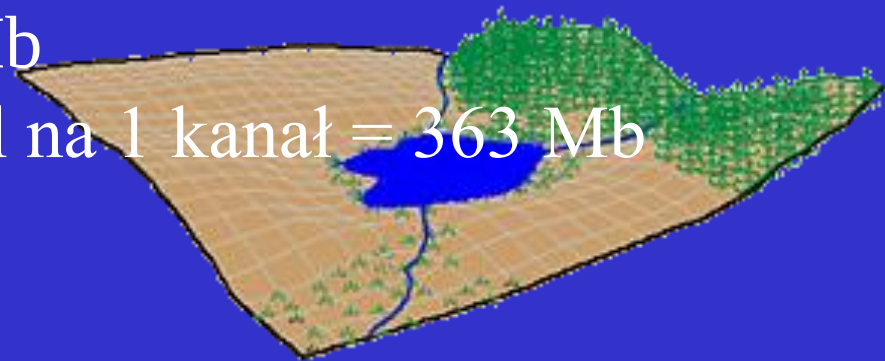
x-ilość pikseli w linii ok. 11 000



11000 x 11000 pikseli = 121 000 000 pikseli czyli 121 Mb

Mono 1 byte na 1 piksel 121 Mb

Kolor (RGB) 1 byte na 1 piksel na 1 kanał = 363 Mb



Zależność pomiędzy światem realnym a GIS'em

Objętość danych:

- EOS – obrazy satelitarne 1 Terrabyte (10^{12} bytes) na dzień
- Urząd statystyczny (sieć dróg), 10 G (gigabytes) uaktualniane raz na 10 lat
- 100 M (megabytes) – 1 analiza

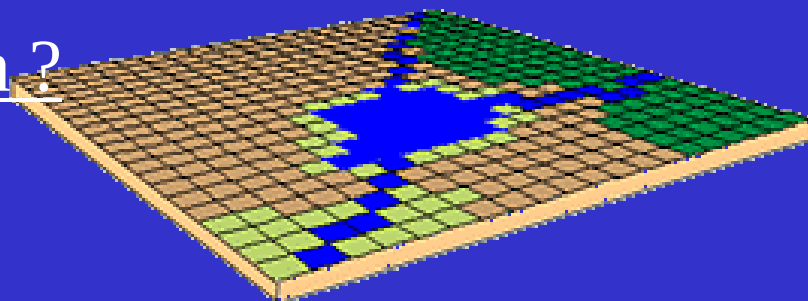
„Oczekiwania użytkowników dotyczące objętości danych rosną tak szybko jak pojemność dysków”



Zależność pomiędzy światem realnym a GIS'em

Rekomendowany format danych ?

- teledetekcyjnych
- DTM do 1500 m n.p.m
- mapa glebowa: gliny, gliny piaszczyste...
- pH 6.5 – 8.5



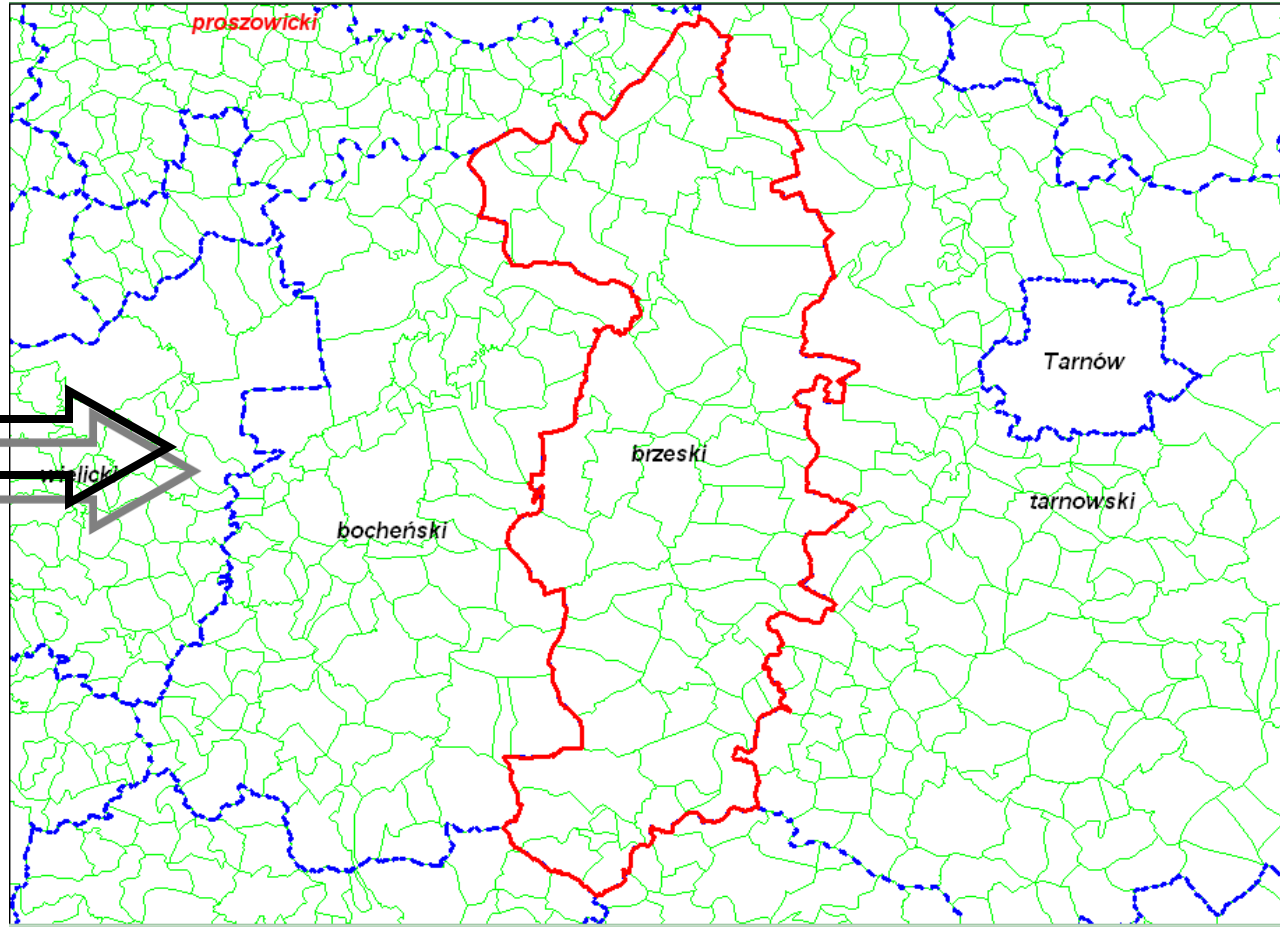
Funkcje GIS

- wprowadzanie danych,
- zarządzanie danymi,
- analizowanie zgromadzonych danych,
- przetwarzanie danych,
- udostępnianie danych,
- prezentacja danych.

Każda z wymienionych funkcji jest jednakowo ważna. Kolejność ich przedstawienia jaką zastosowano powyżej nie uwzględnia hierarchii ważności, a jedynie pewną chronologię ich wykorzystywania w trakcie tworzenia bazy danych i później w jej wykorzystywaniu.

Zastosowanie c.d

Położenie



Atrybuty

DataWindow1

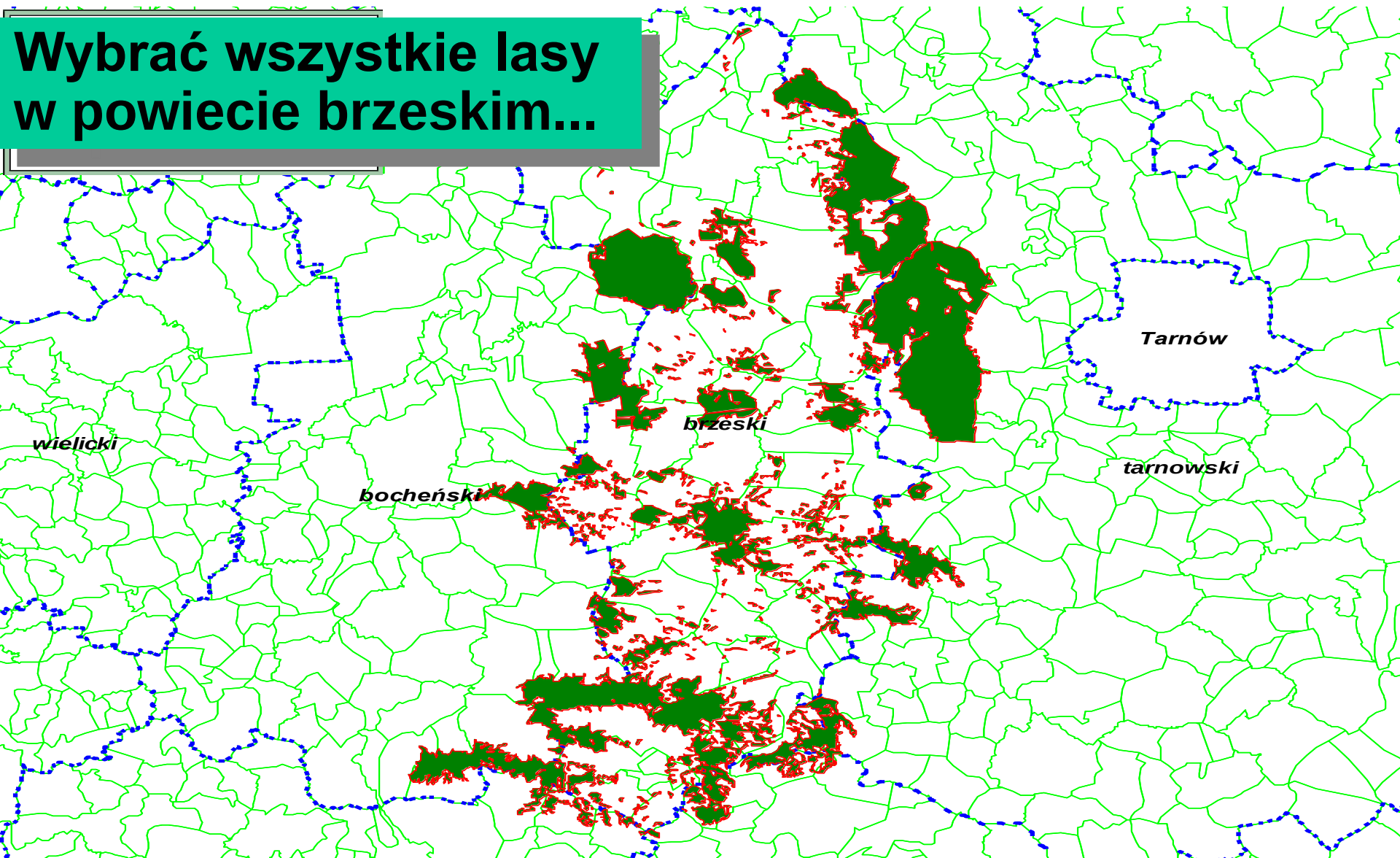
Attribute Query of POWIATY

Id	ID	SpatialArea_sk	Nazwa	ID1	Powierzchnia	Gestosc
89469	2	1BLRj(	brzeski	16	589.930727	152

Record: 1 of 2

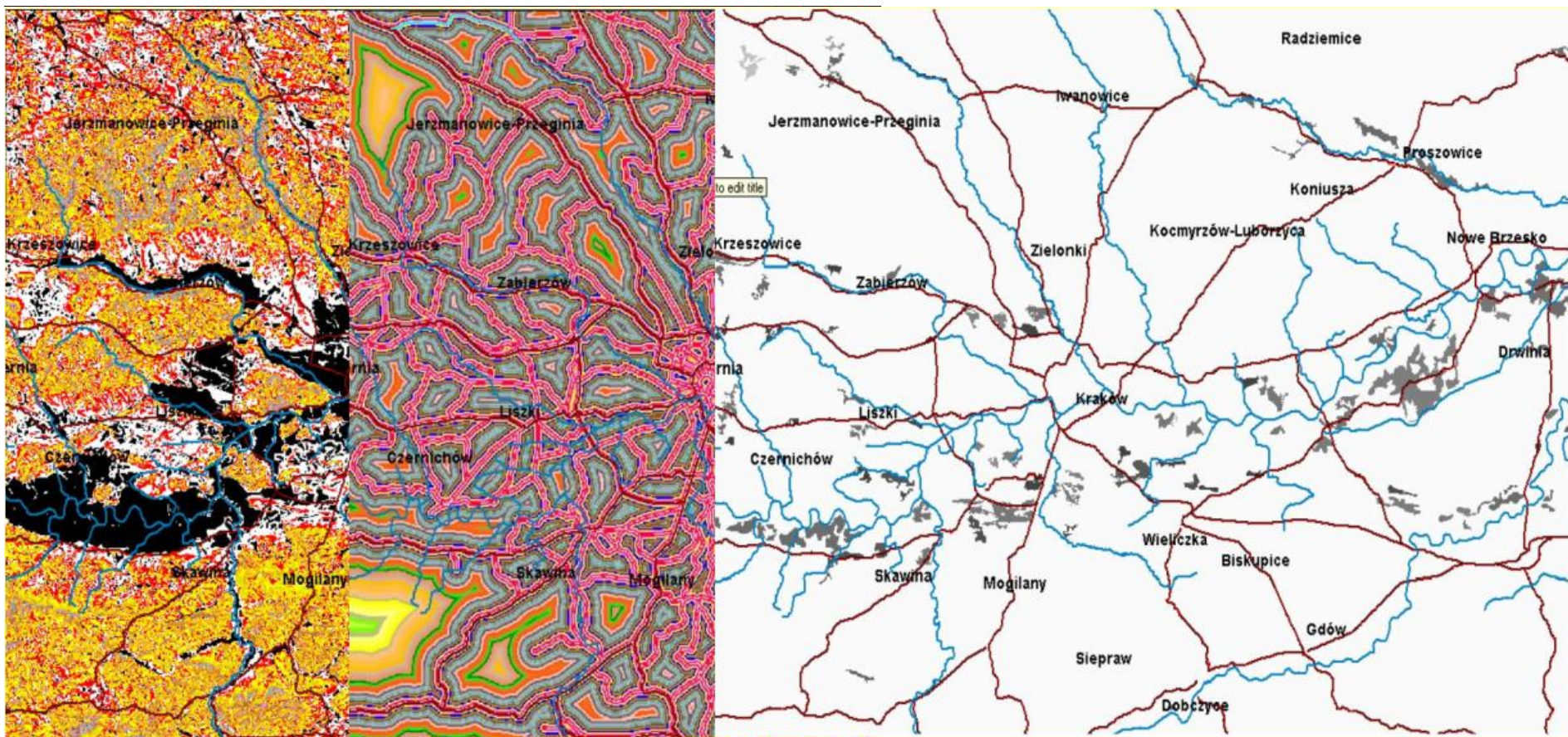
Zastosowanie c.d

**Wybrać wszystkie lasy
w powiecie brzeskim...**



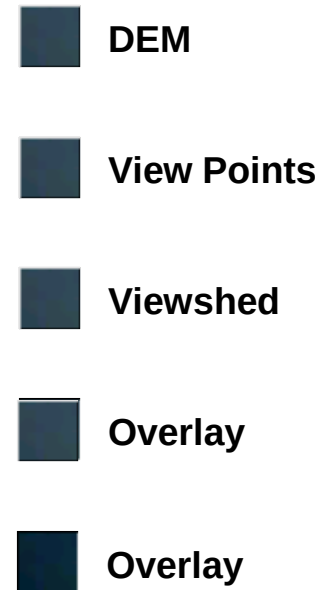
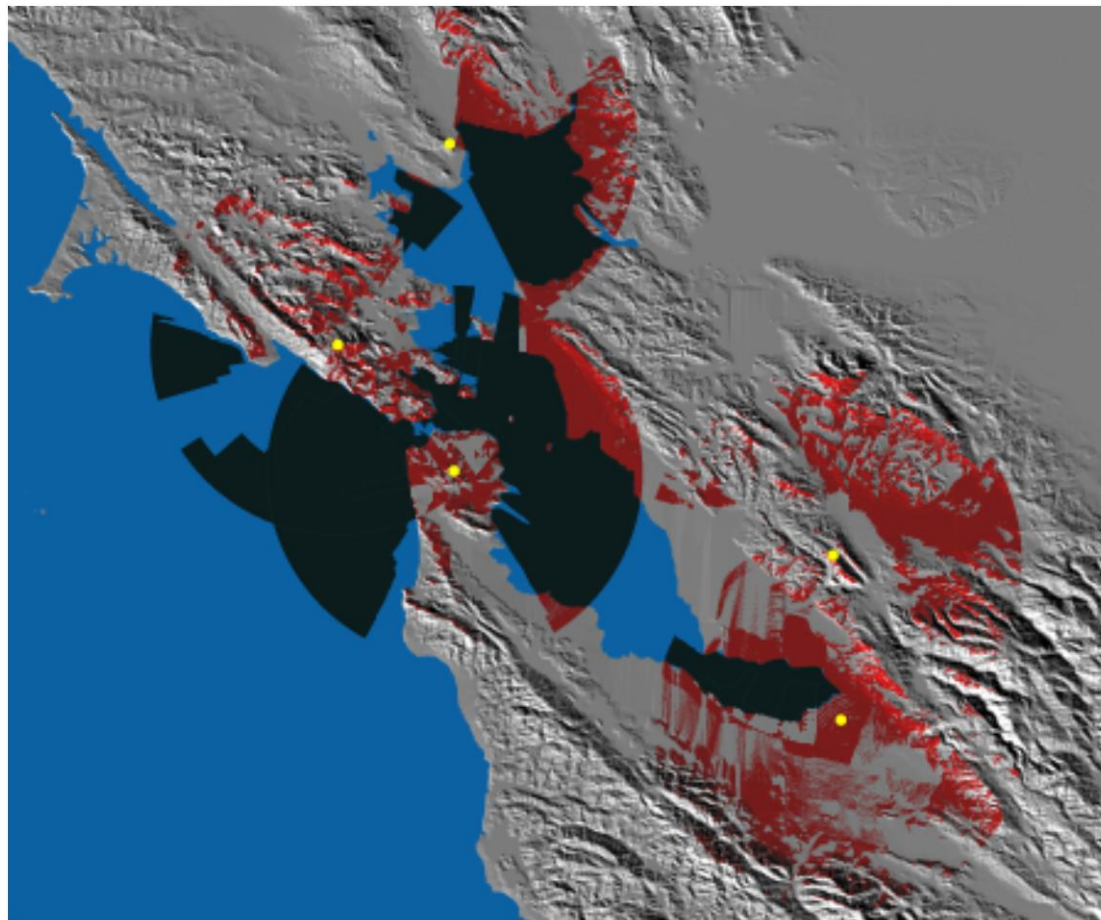
Zastosowanie c.d

- urzędy administracji lokalnej – do zarządzania gruntami oraz nieruchomościami, planowania przestrzennego, Spaw



Zastosowanie c.d

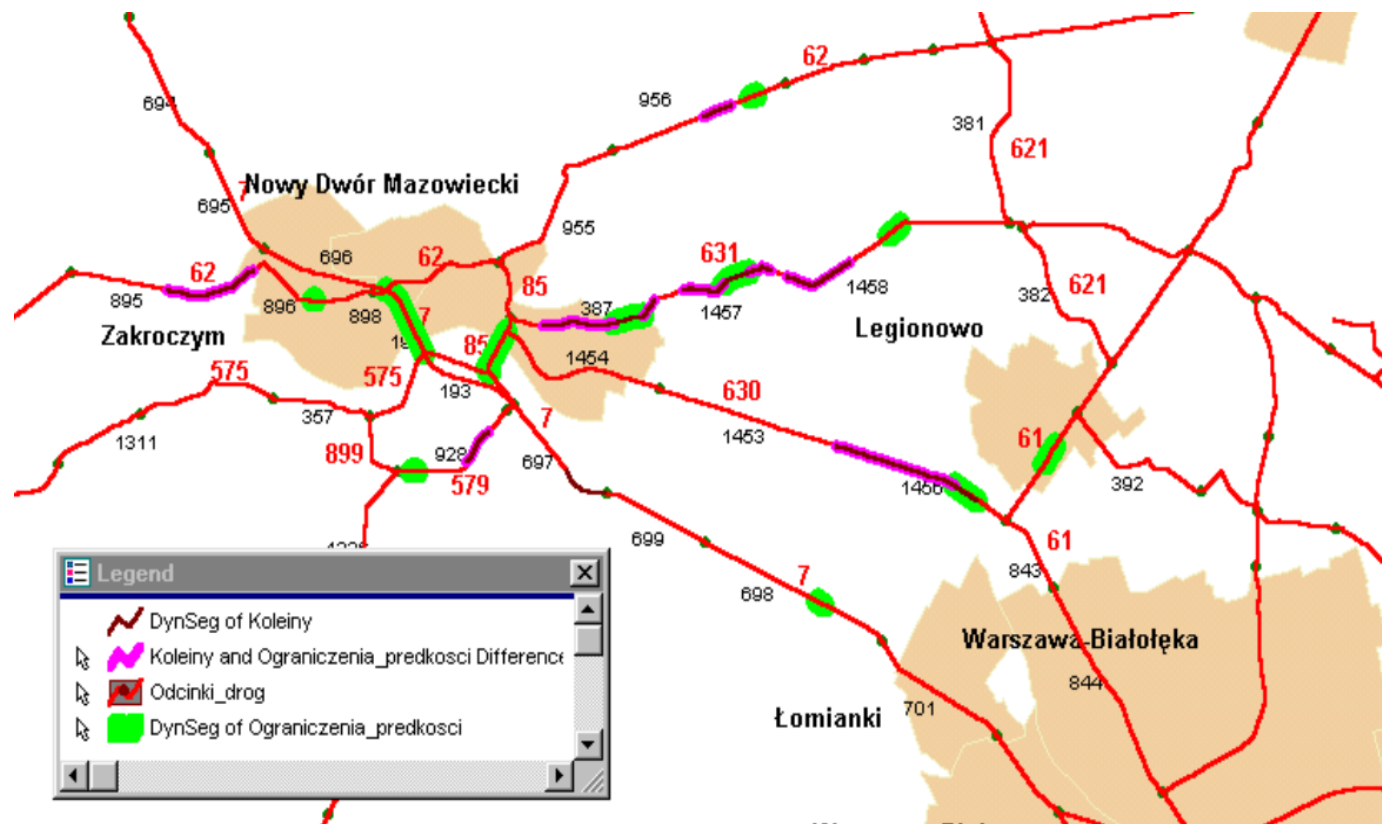
- Telefonia cyfrowa GSM, analiza widoczności i ukształtowania terenu



Zastosowanie c.d

- Firmy transportowe – optymalizacja tras przejazdów, śledzenie ruchu pojazdów

Zadanie: Znaleźć fragmenty dróg na których występują koleiny a nie ustawiono ograniczeń prędkości

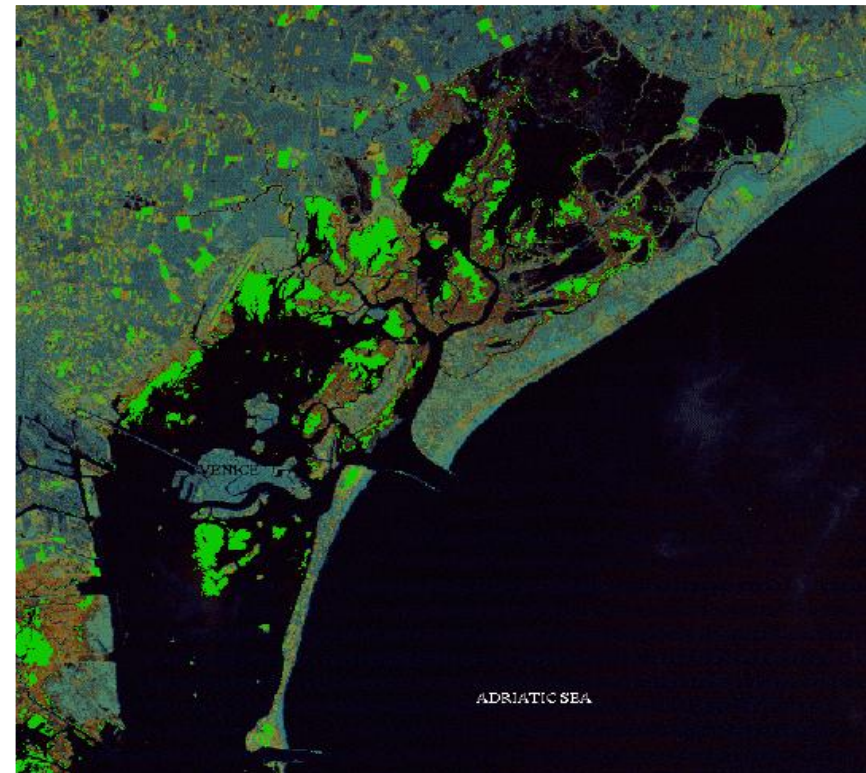


Zastosowanie c.d

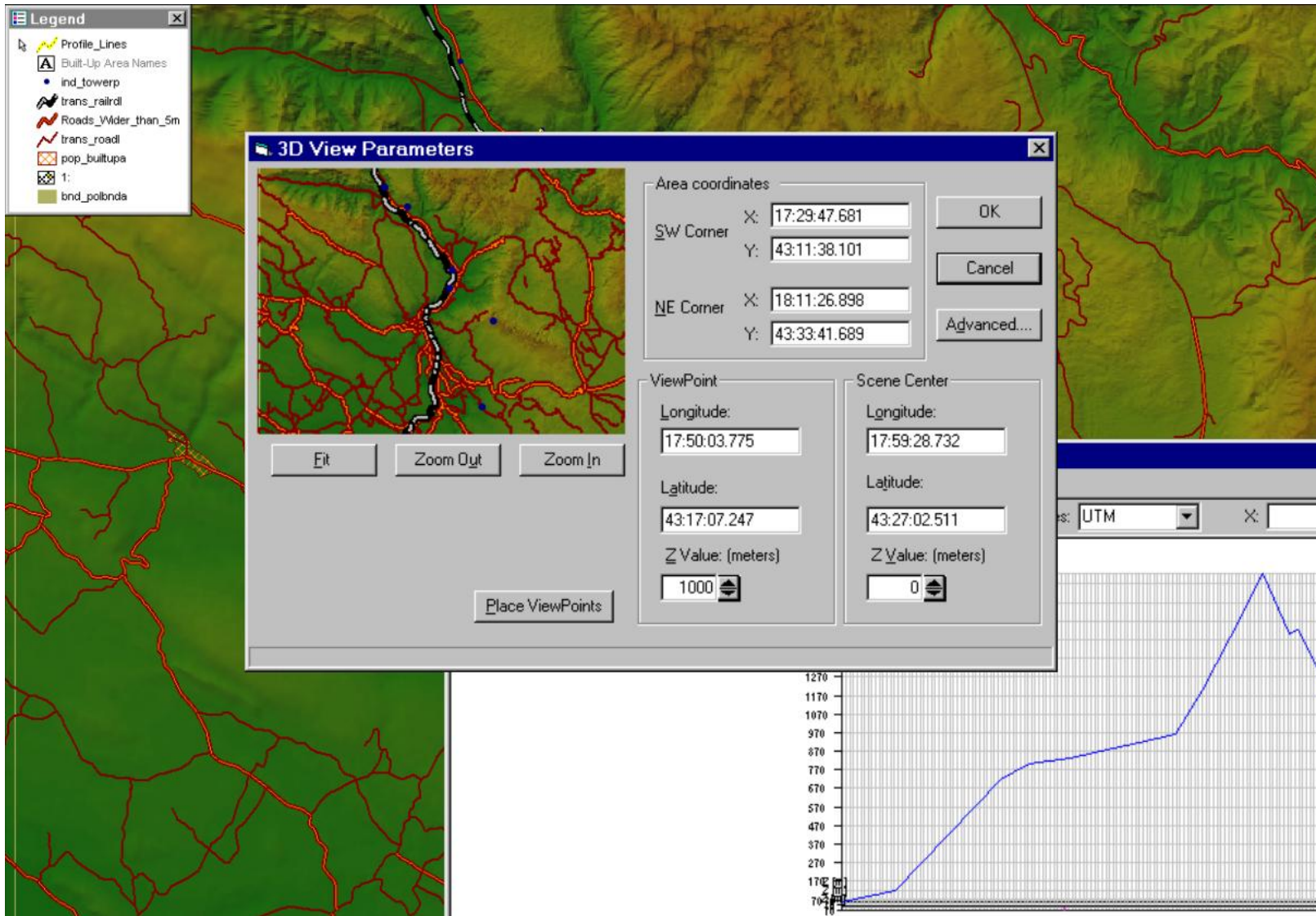
- agencje obrotu nieruchomościami – **ewidencja nieruchomości**
- agencje marketingowe – **analizy rynkowe, planowanie kampanii reklamowych**
- firmy handlowe – **analiza rynku zbytów, planowanie rozmieszczenia oddziałów, optymalizacja tras dostaw**

Zastosowanie c.d

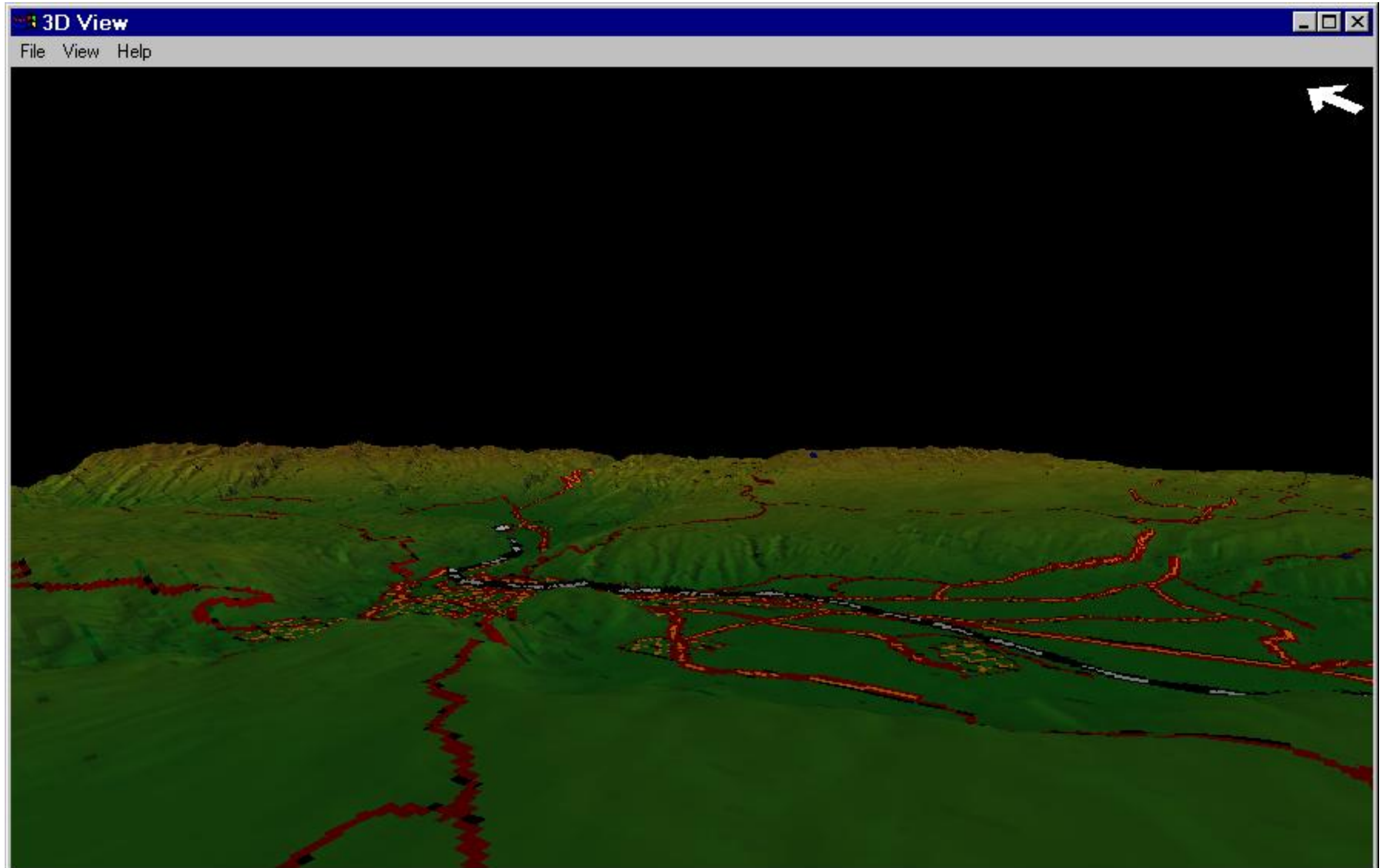
- **zakłady ubezpieczeniowe** – analiza zdarzeń na różnych obszarach, obserwacja zmienności natężenia danego zjawiska w zależności od położenia



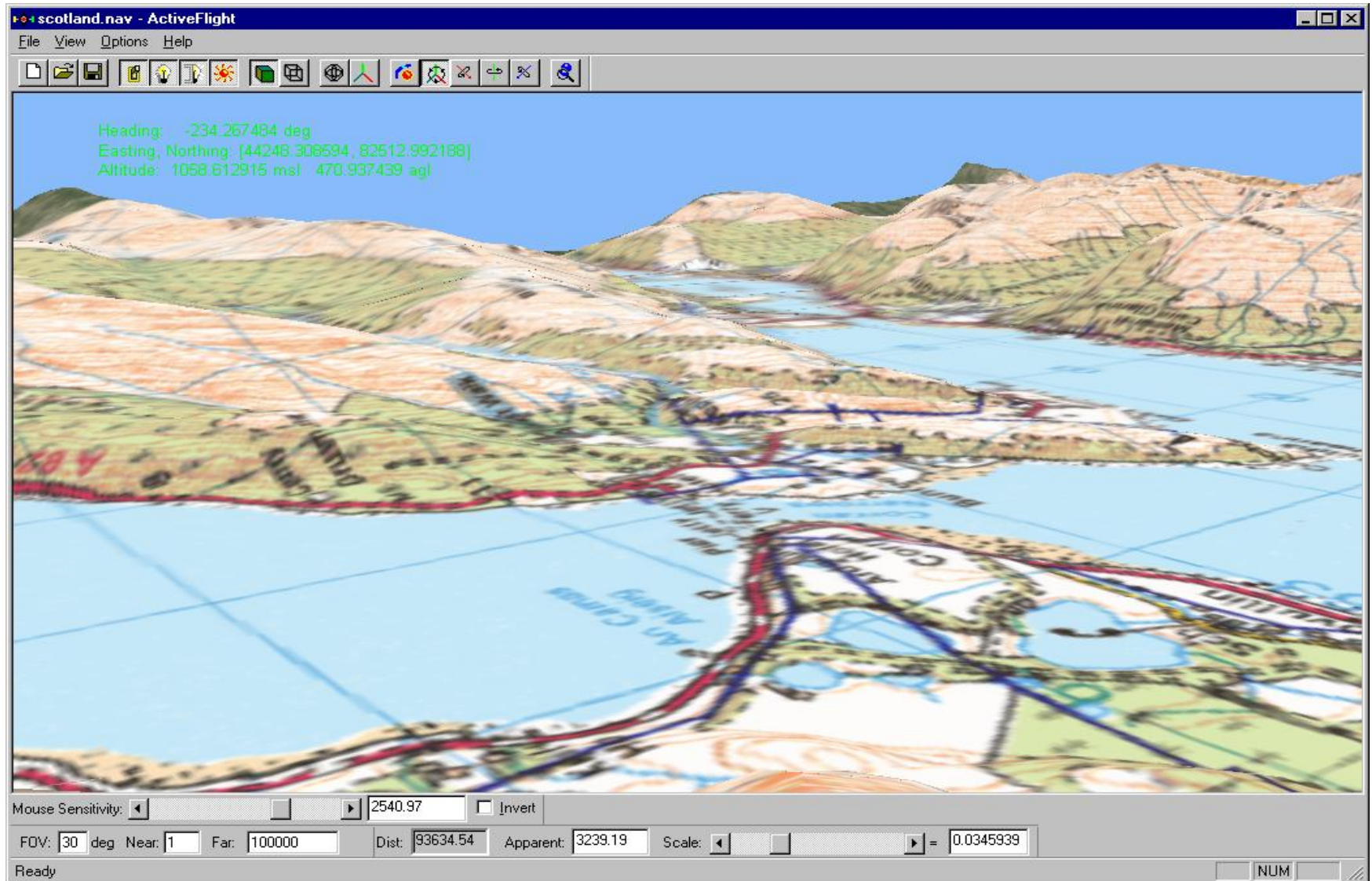
Możliwości



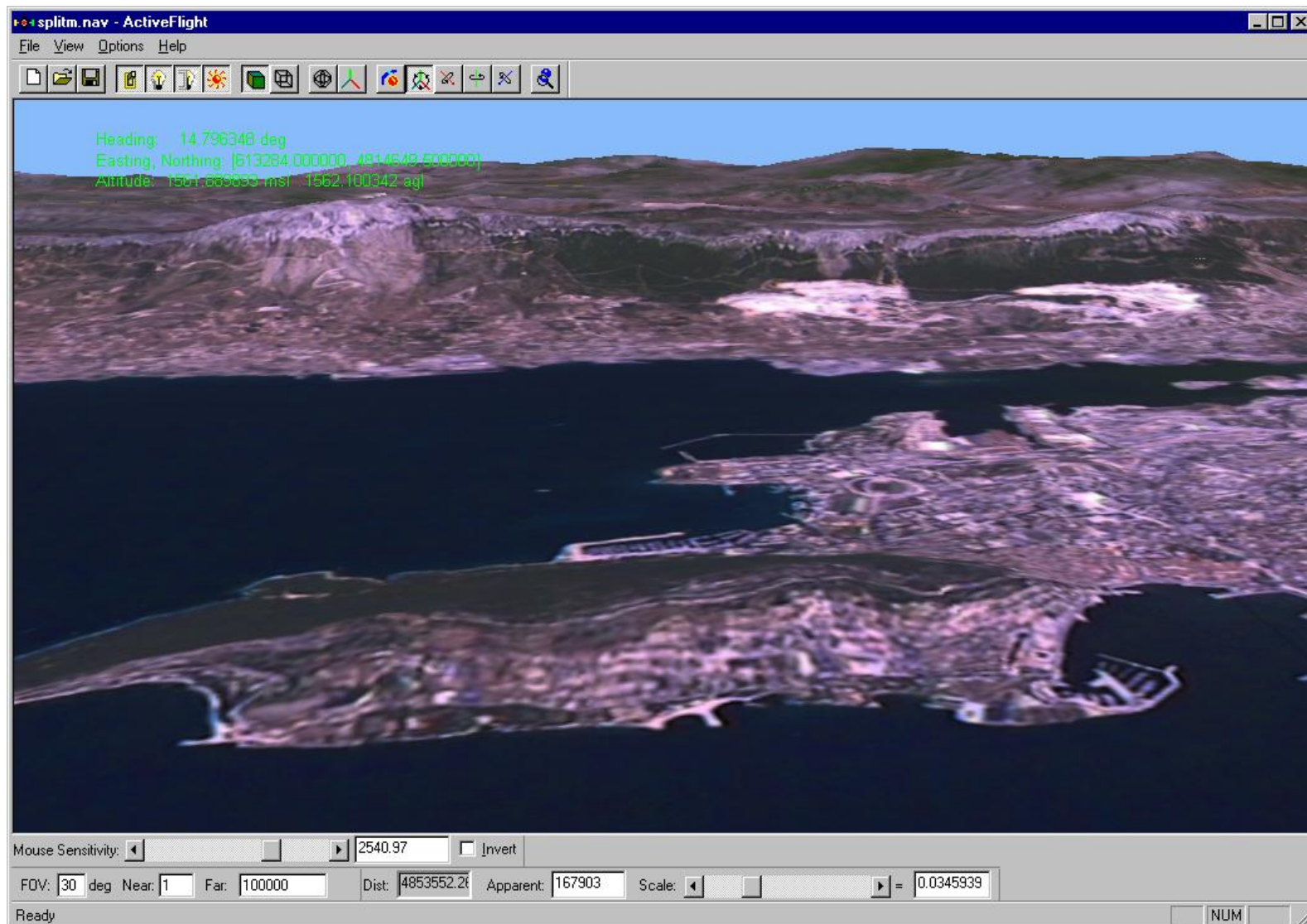
Możliwości



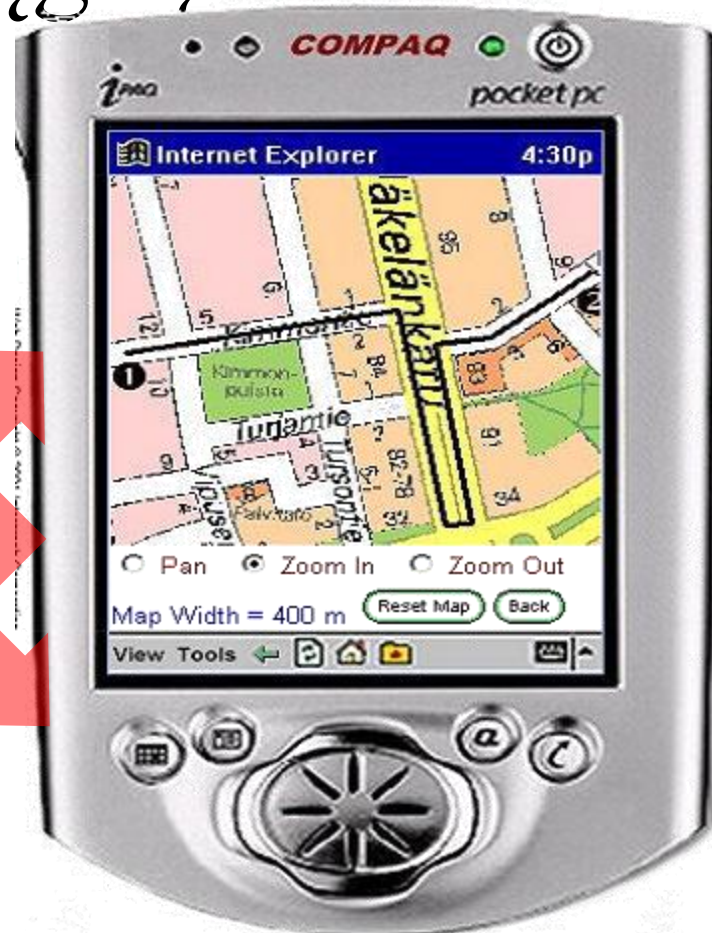
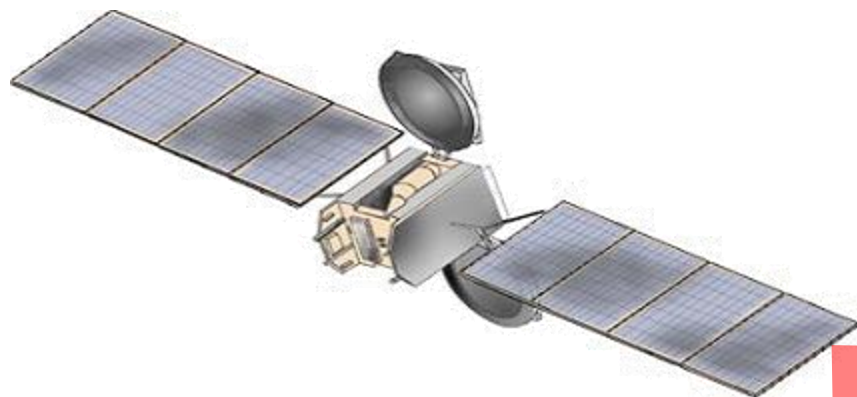
Możliwości



Możliwości

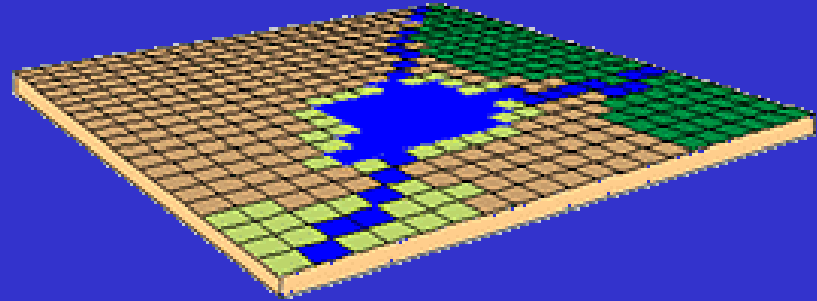


Co możemy osiągnąć?



Modele danych

- RASTER



- WEKTOR



- ŚWIAT

REALNY



Reprezentacja elementów przestrzennych

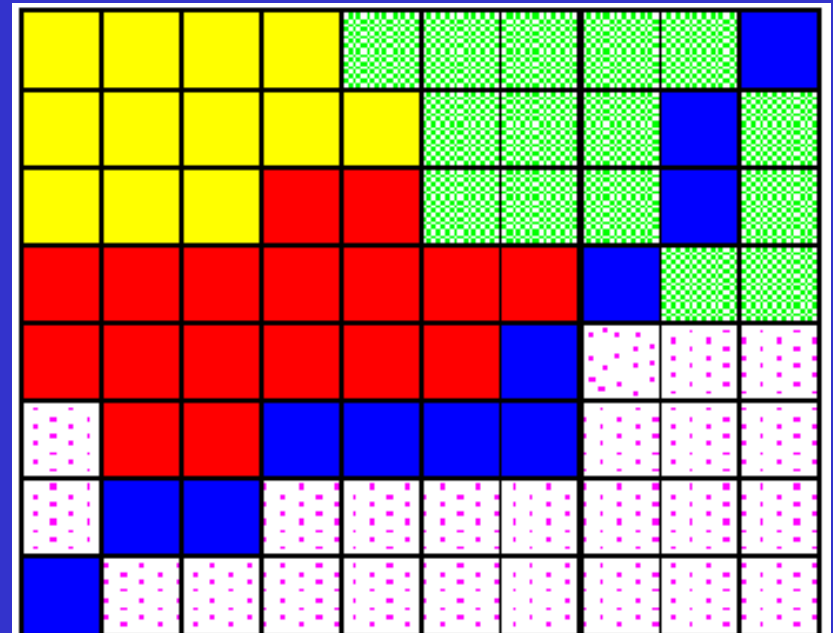
Raster

Przechowuje wartość atrybutu Digital Number (DN) w pikselach uporządkowanych w wiersze i kolumny

Piksel ma zwykle jednolity kwadratowy kształt

Dane mają charakter
“ciągły” (jak na obrazie), or
“tematyczny” (gdzie wartość
piksele reprezentuje atrybut
klasy obiektu.

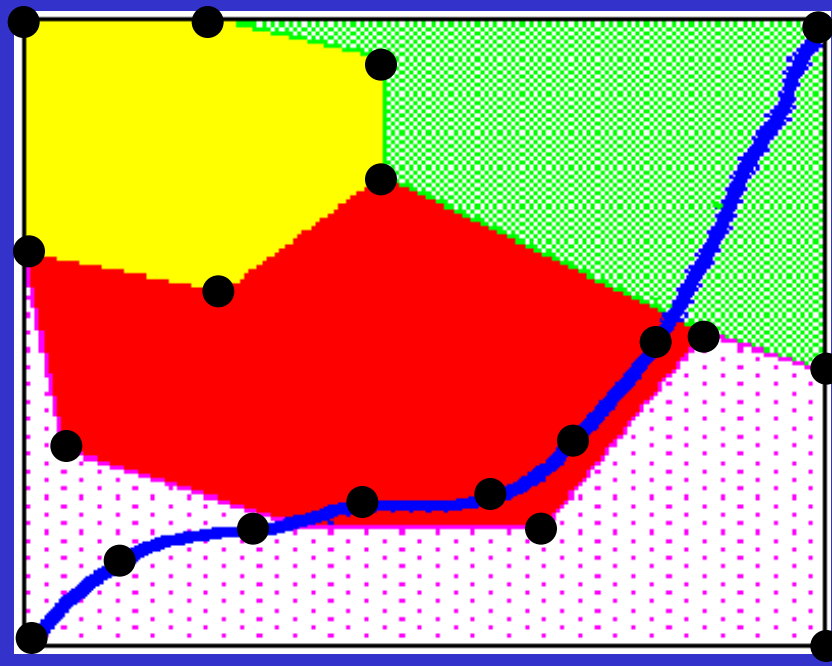
Różne formaty (TIFF, GIF,
GRD, ERDAS.img etc)



Reprezentacja elementów przestrzennych Wektor

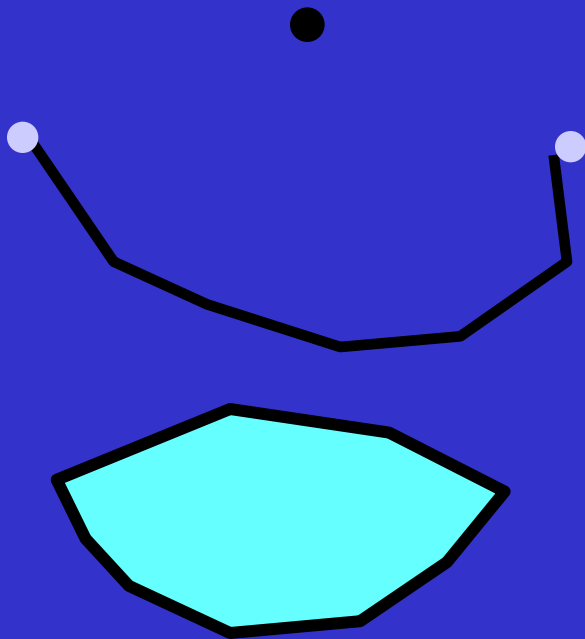
Pozwala na określanie przestrzennej lokalizacji w sposób ciągły, nie dzieląc przestrzeni na dyskretne kwadraty

Obiekt przechowywany jest za pomocą współrzędnych



Encja

Obiekty zwykle przedstawiane są za pomocą:



Punkt – najprostszy element

Linia (arcs) – ciąg punktów połączonych ze sobą

Polygon – zamknięty ciąg punktów połączonych ze sobą

Model danych wektorowych

Spaghetti

Obiekty

Obiekty topologiczne

Wektorowy- definicja

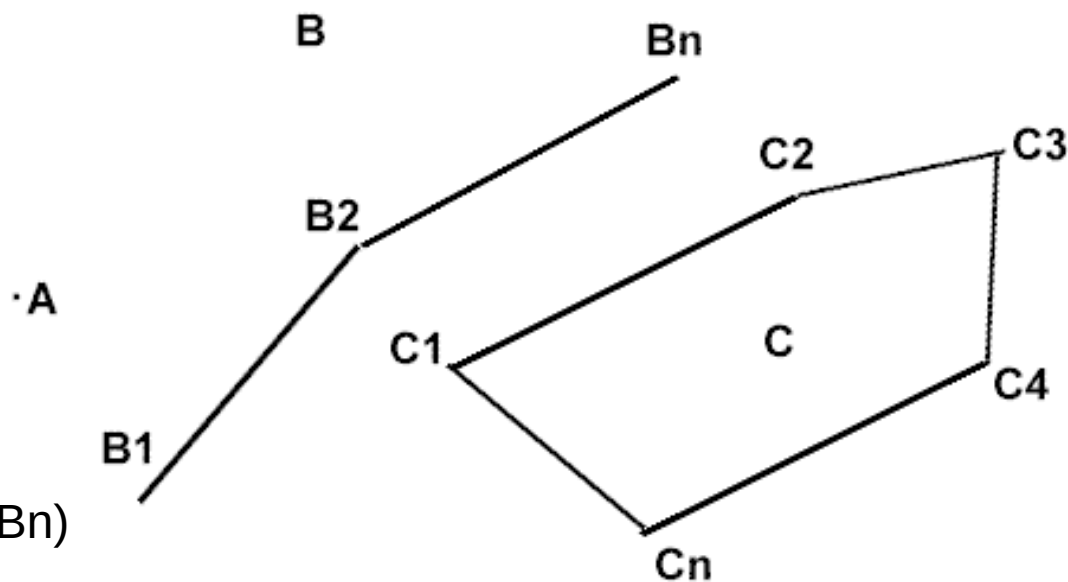
- Zbudowany jest w oparciu o ciągi współrzędnych $x, y, (z)$. Na podstawie współrzędnych zapisanych w odpowiednim formacie systemy GIS budują reprezentację obiektów punktowych, liniowych lub powierzchniowych.

Opis elementów:

A, (x_A, y_A)

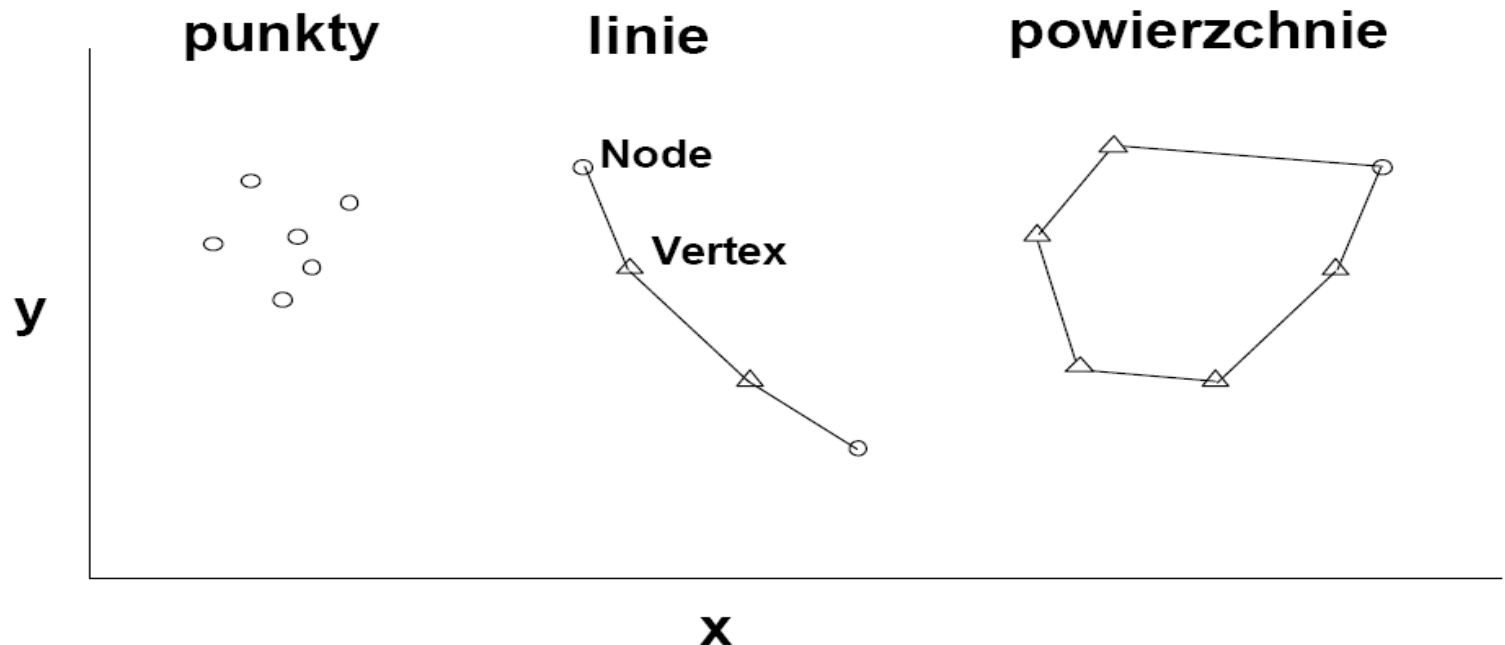
B, $(x_{B1}, y_{B1}, x_{B2}, y_{B2}, \dots, x_{Bn}, y_{Bn})$

C, $(x_{C1}, y_{C1}, x_{C2}, y_{C2}, \dots, x_{Cn}, y_{Cn}, x_{C1}, y_{C1})$

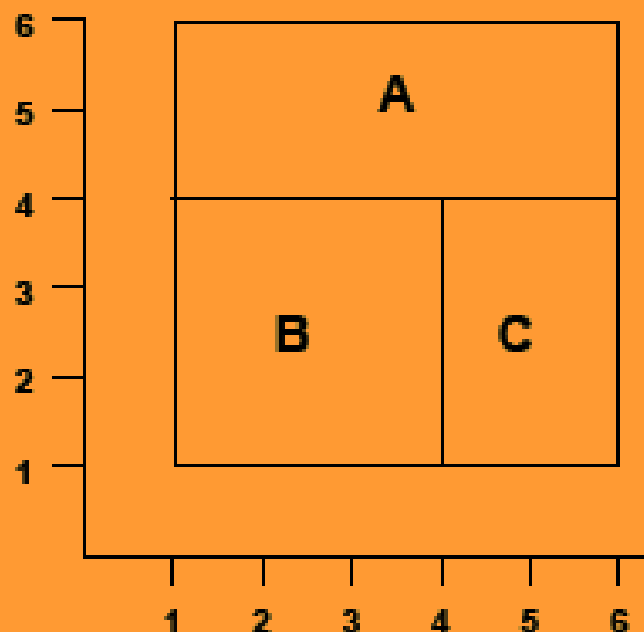


Wektorowy- struktura

- punkty zapisywane są jako pary współrzędnych X, Y
- linie to uporządkowane serie par współrzędnych
- powierzchnie (poligony) to uporządkowane serie par współrzędnych X, Y, gdzie punkt początkowy i końcowy to ten sam punkt



Prosty model wektorowy



Prosty model wektorowy

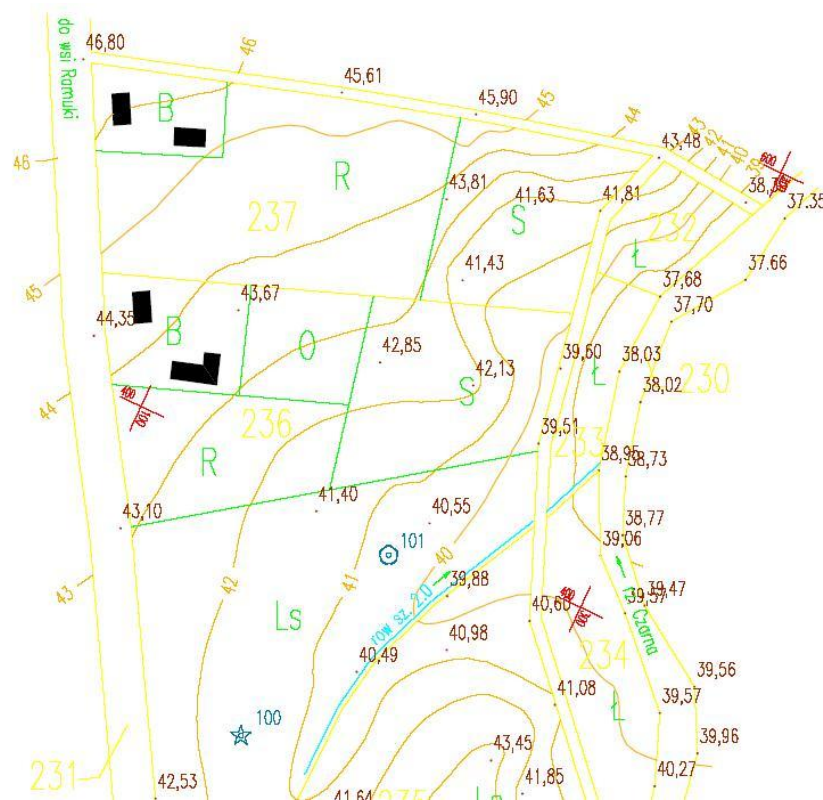
Punkty i linie mogłyby być zakodowane w podobny sposób. **Nie ma związku pomiędzy punktami, liniami i powierzchniami.**

Pow	Współrzędne
A	(1,4), (1,6), (6,6), (6,4), (4,4), (1,4)
B	(1,4), (4,4), (4,1), (1,1), (1,4)
C	(4,4), (6,4), (6,1), (4,1), (4,4)

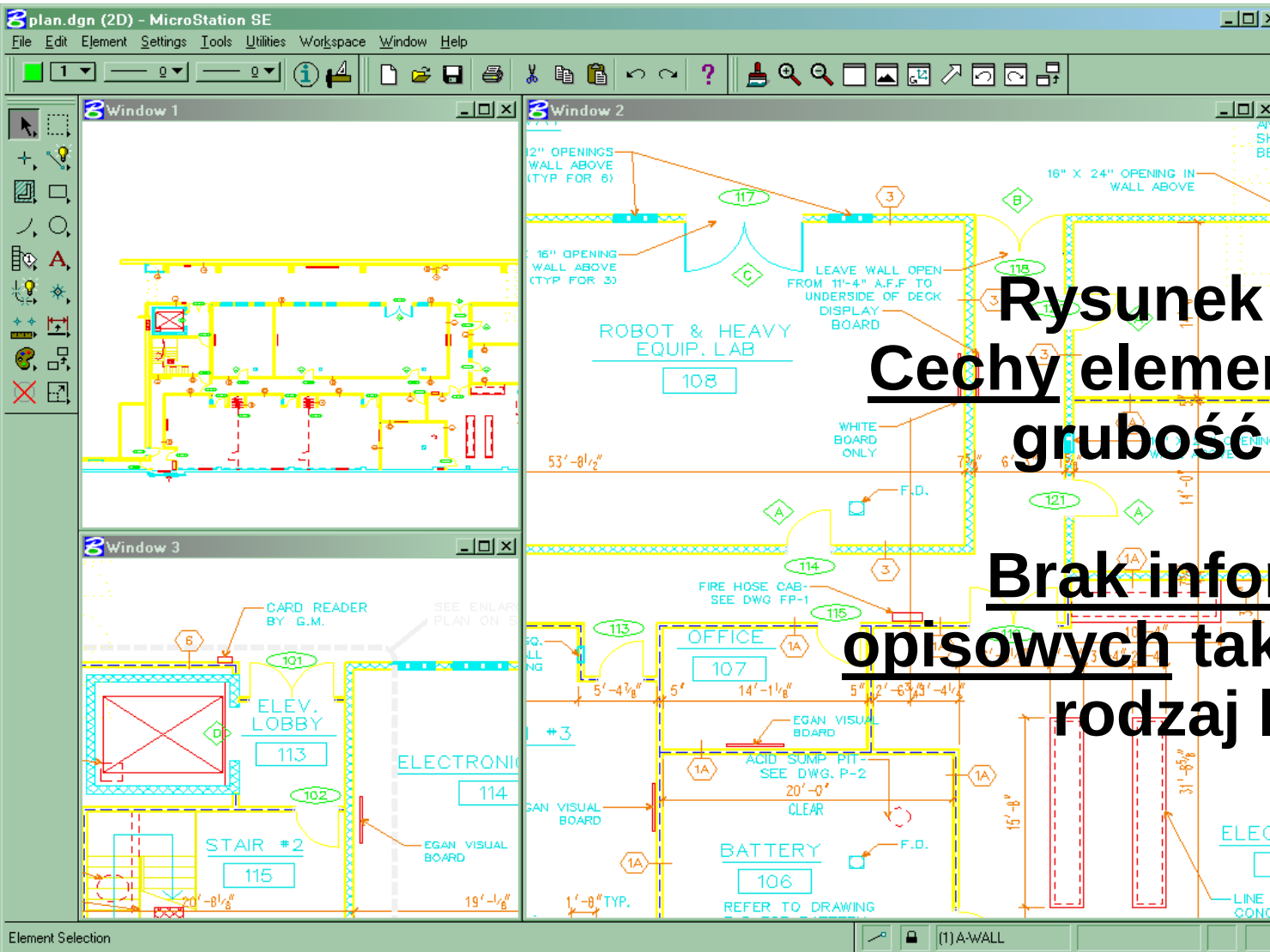
Wektorowy CAD

CAD (ang. Computer Aided Design)

- oprogramowanie zaprojektowane do wspomagania procesu projektowania i rysowania w środowisku komputerowym. Stosowane w dyscyplinach inżynierskich jak mechanika, architektura, stanowiło podstawy do rozwoju wektorowych pakietów GIS.



CAD



Rysunek CAD: Cechy elementu: kolor, grubość linii...

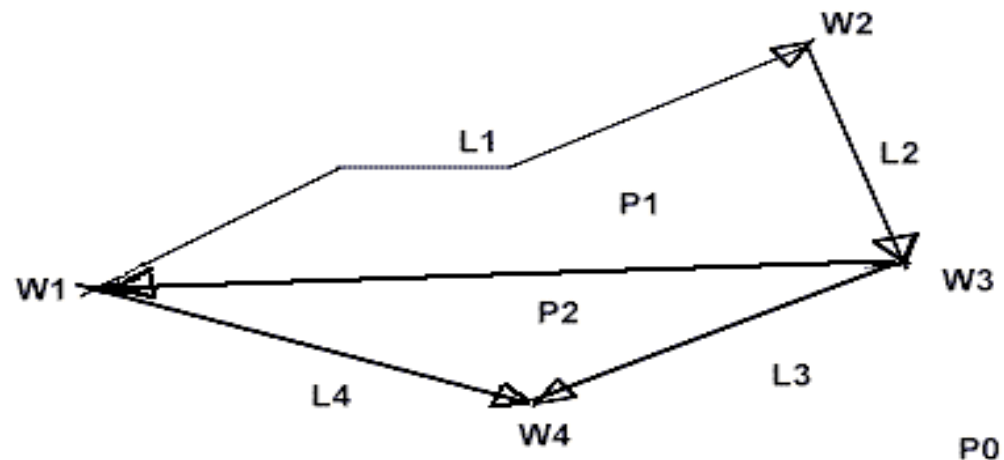
Brak informacji
opisowych takich jak np.
rodzaj lasu

Wektorowy- topologia

•W topologicznym modelu danych, oprócz położenia obiektu (X,Y) definiowany jest jego związek z innymi obiektami oraz ich wzajemne relacje.

Określa się zależności topologiczne istniejące między obiektami:

- zerowymiarowymi (punktami węzłowymi),
- jednowymiarowymi (liniami granicznymi),
- dwuwymiarowymi (obszarami).



Model Spaghetti

W tym podejściu każdy obiekt geometryczny jest reprezentowany niezależnie od innych już istniejących w bazie. Żadne zależności topologiczne nie są dodatkowo trzymane w bazie.

Plusy:

- Prostota wprowadzania danych oraz ich utrzymanie.

Minusy:

- Brak zdefiniowanej możliwości ustalenia punktów wspólnych dla dwóch wielokątów (możliwe pojawienia się „niczyjej” przestrzeni pomiędzy wielokątami, które logicznie powinny być przystające).

Model topologiczny

•Plus

- Została całkowicie wyeliminowana redundancja danych – wielokąty przystające nie będą już miały duplikowanych punktów w bazie danych, bo są one utworzone z tego samego łuku.
- Dodatkową zaletą w stosunku do modelu sieciowego jest jeszcze większe wzbogacenie informacji topologicznej przechowywanej w bazie. Pewne zapytania będą wykonywane natychmiast. Brak redundancji. Łatwość zmiany granicy między wielokątami vs. Spaghetti.

•Minus

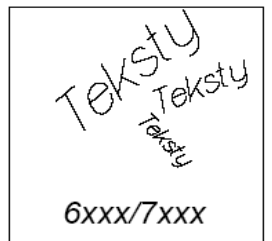
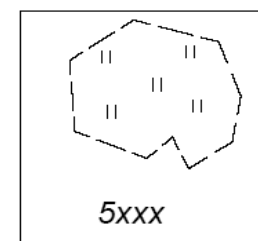
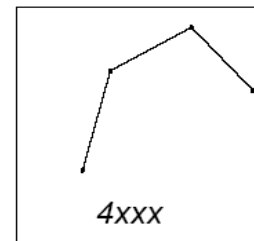
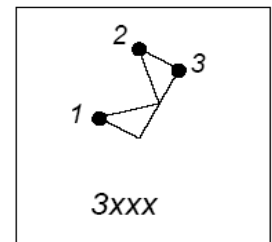
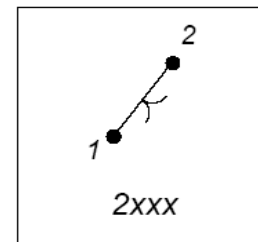
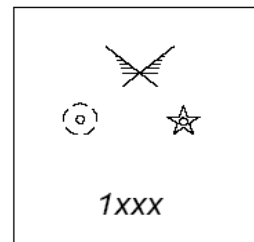
- Niektóre obiekty trzymane w bazie nie mają żadnego fizycznego uzasadnienia w świecie rzeczywistym. Złożoność powstających struktur jednak może zwalniać niektóre operacje bazodanowe.
- Przy dodawaniu nowego obiektu niezbędne jest przeliczenie części grafu, aby był nadal poprawny z naszego punktu widzenia.

Znaki kartograficzne

Znaki kartograficzne - umowne graficzne oznaczenia stosowane na mapach w celu przedstawienia treści w danej skali.

Wyróżnia się znaki kartograficzne:

- punktowe (np. drzewa),
- liniowe (np. rzeki, drogi),
- powierzchniowe (np. lasy)



Punktowe



112

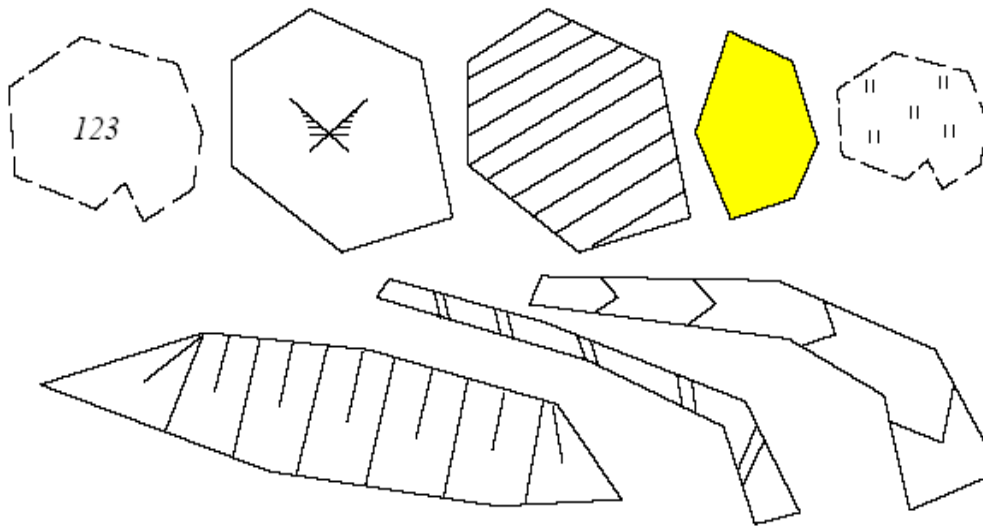
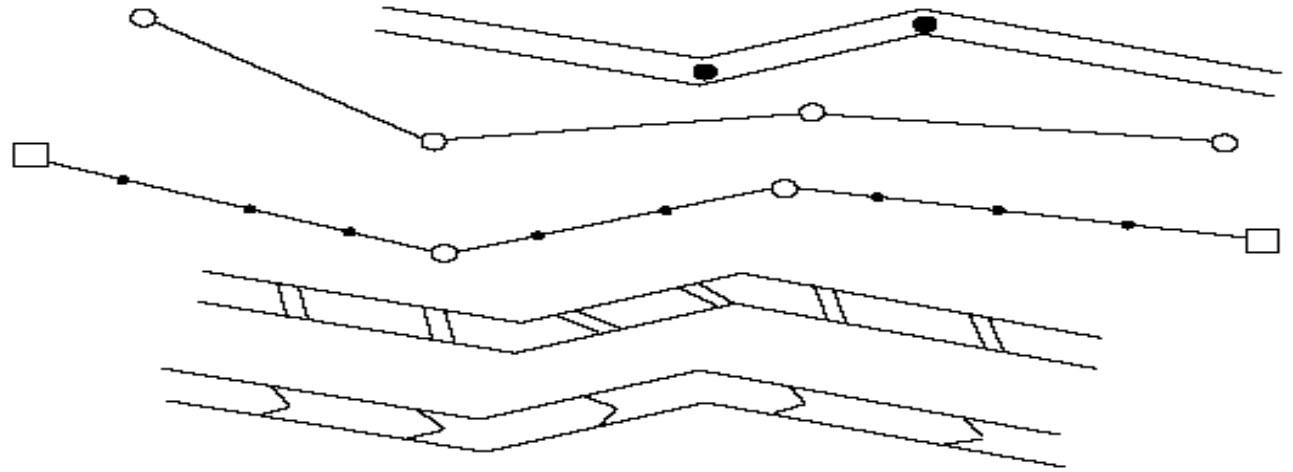


w $\frac{123.34}{122.20}$



Znaki kartograficzne

Linowe



Powierzchniowe

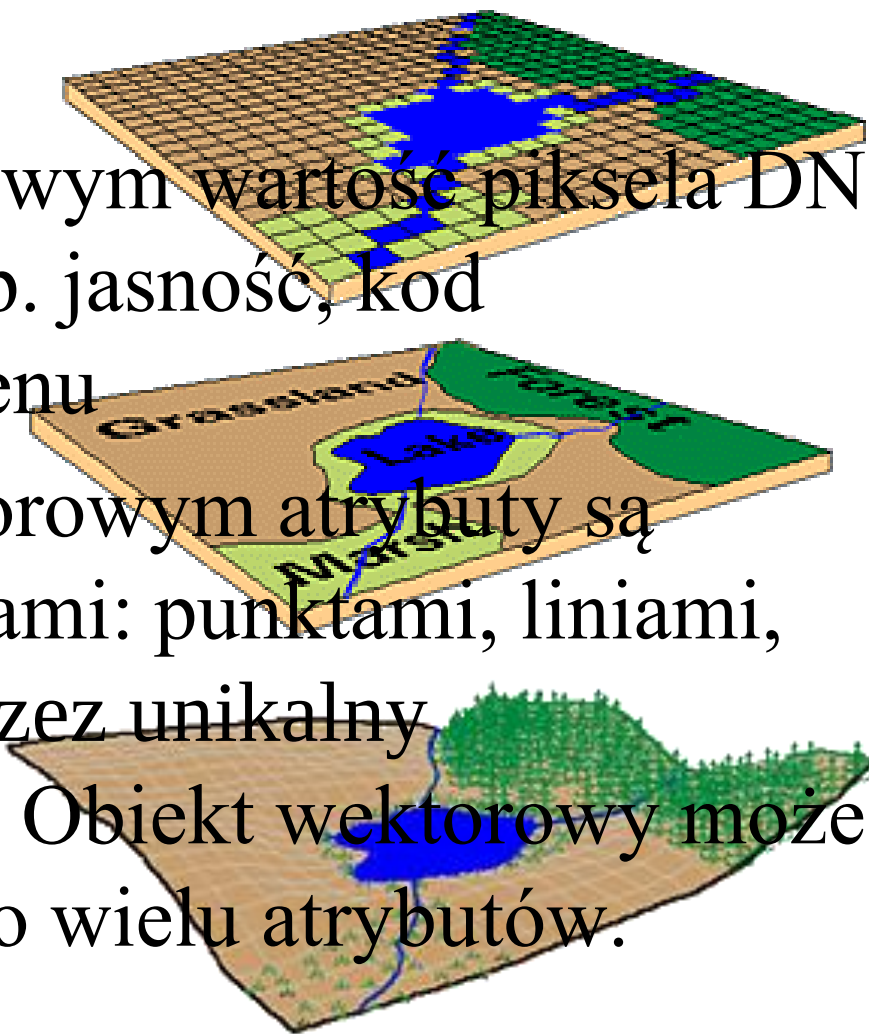
Topologiczny model danych wektorowych

- Węzeł (specjalny typ obiektów punktowych). **Koniec** linii lub **punkt przecięcia** dwóch linii.
- Ciąg punktów (linia, która ma początek i koniec w węźle). Może być pojedynczym segmentem lub zbiorem kilku segmentów i mieć **kierunek, stronę lewą i prawą**.
- Poligon - całkowicie zamknięty obszar za pomocą pojedynczego lub wielu ciągów punktów. Może mieć określony zarówno obszar wewnętrzny jak i zewnętrzny.

Zależności: przecięcia, sąsiedztwo, wewnątrz, na zewnątrz, pomiędzy, “dziura” lub “wyspa” poligonu

Atrybuty

- W modelu rastrowym wartość piksela DN jest atrybutem np. jasność, kod użytkowania terenu
- W modelu wektorowym atrybuty są łączone z obiektami: punktami, liniami, poligonami poprzez unikalny identyfikator ID. Obiekt wektorowy może być połączony do wielu atrybutów.



Raster vs. Wektor

Raster Zalety

Najprostszy format danych

Łatwość wykonywania operacji matematycznych i „nakładkowania”

Łatwo rejestrować, włączać do GIS obrazowe dane lotnicze i satelitarne

Lepsza reprezentacja danych „ciągłych”

Wektor Zalety

Dokładne określanie położenia, najlepszy model dla obiektów typu np. drogi

Zwarty format zapisu

Można dołączać nieskończona ilość atrybutów.

Raster vs. Wektor

Raster Wady

Ogromna rozmiar plików dla wysokorozdzielczych danych

Możliwość opisu rzeczywistości zależy od rozdzielczoci rastra (tzn.wielkości piksela)

Tylko jeden atrybut jest przypisywany pikselowi

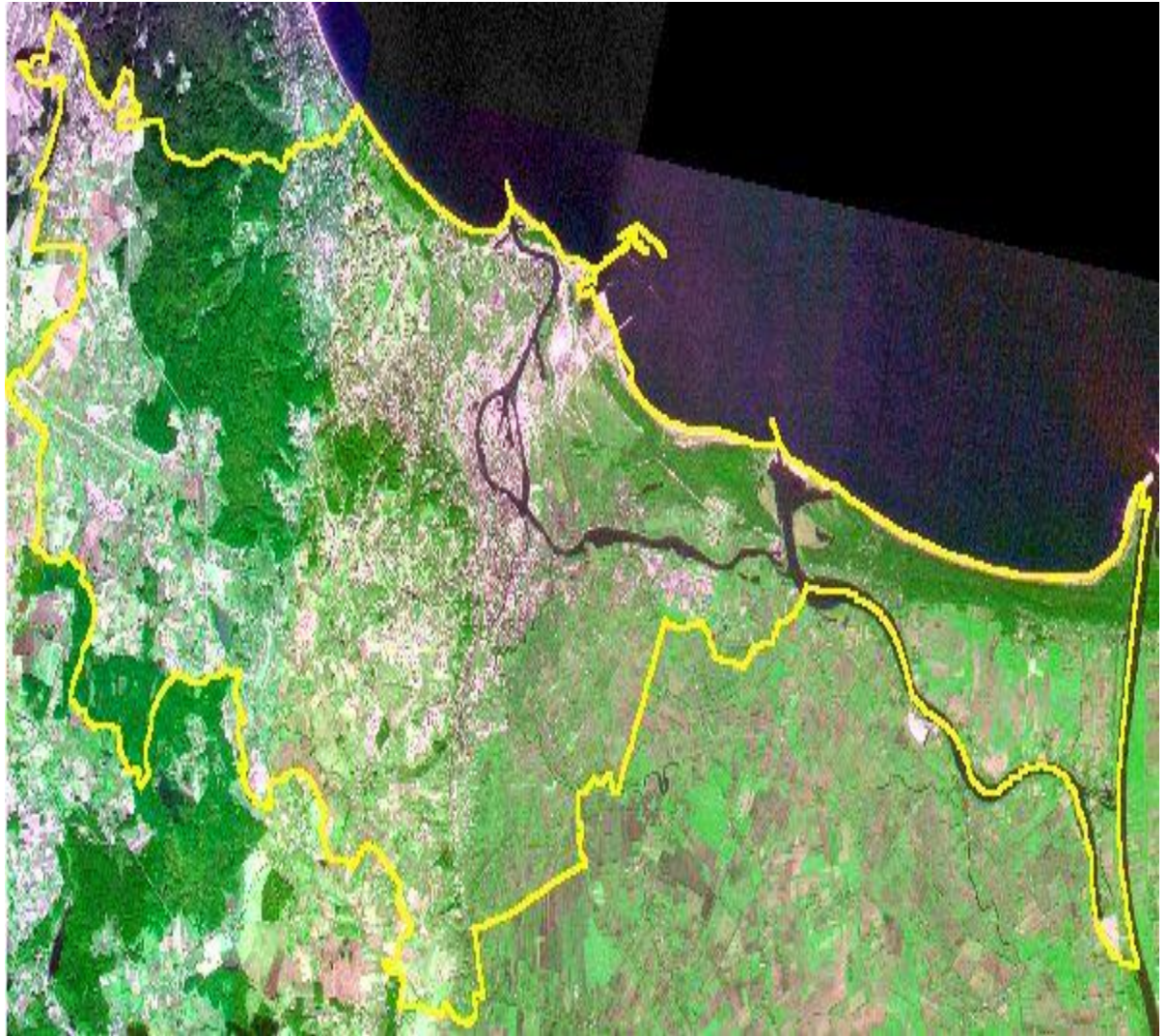
Wektor Wady

Bardzo słaba możliwość prezentacji danych ciągłych („fuzzy”.....)

Złożona struktura danych wymagająca mocnych „silników obliczeniowych”

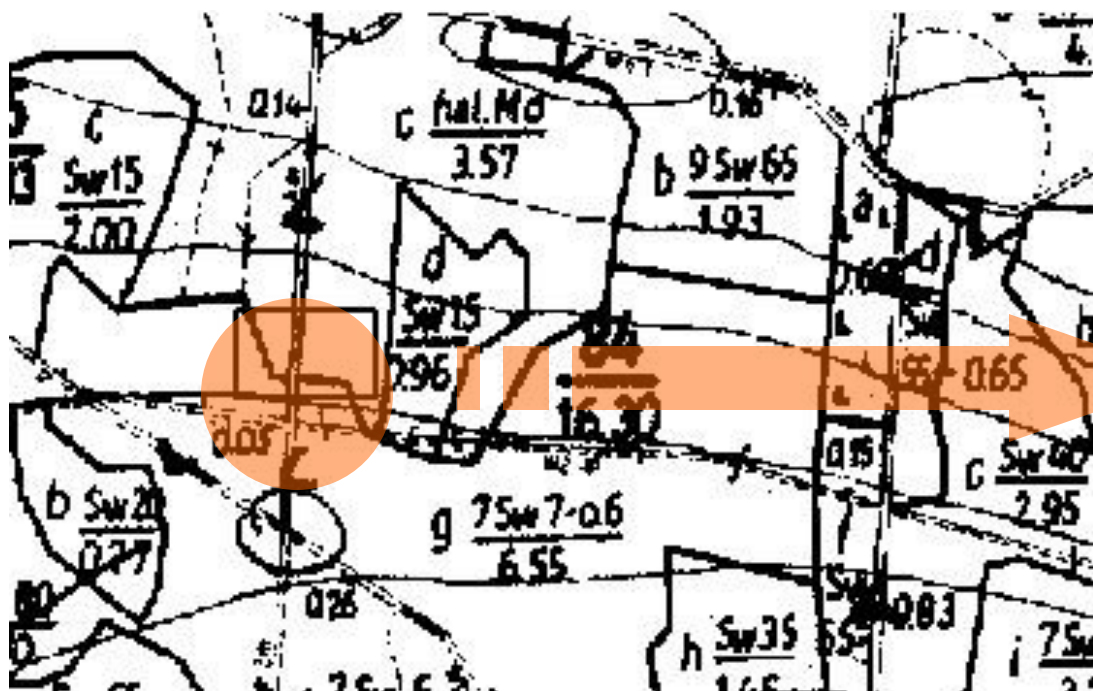
Wiele formatów danych wektorowych => potrzebne procedury konwersji

- Raster
- Mapy rastrowe
- Zdjęcia
- Georeferncja
- Kalibracja
- Konwersja



Rastrowy

- Raster - stanowi obraz graficzny przedstawiający daną przestrzeń. Uzyskuje się go najczęściej poprzez skanowanie. Obrazy rastrowe tworzone są przez zbiór uporządkowanych punktów (pikseli).

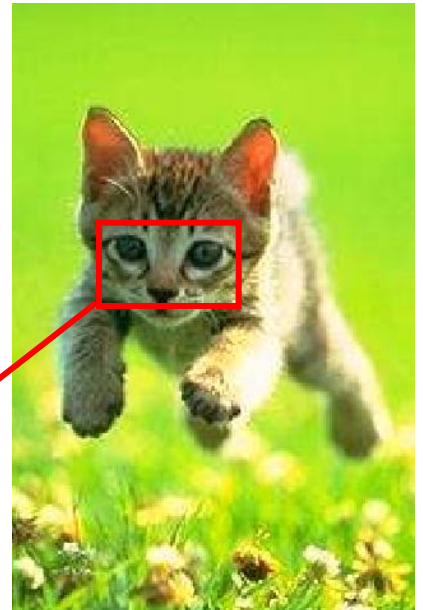
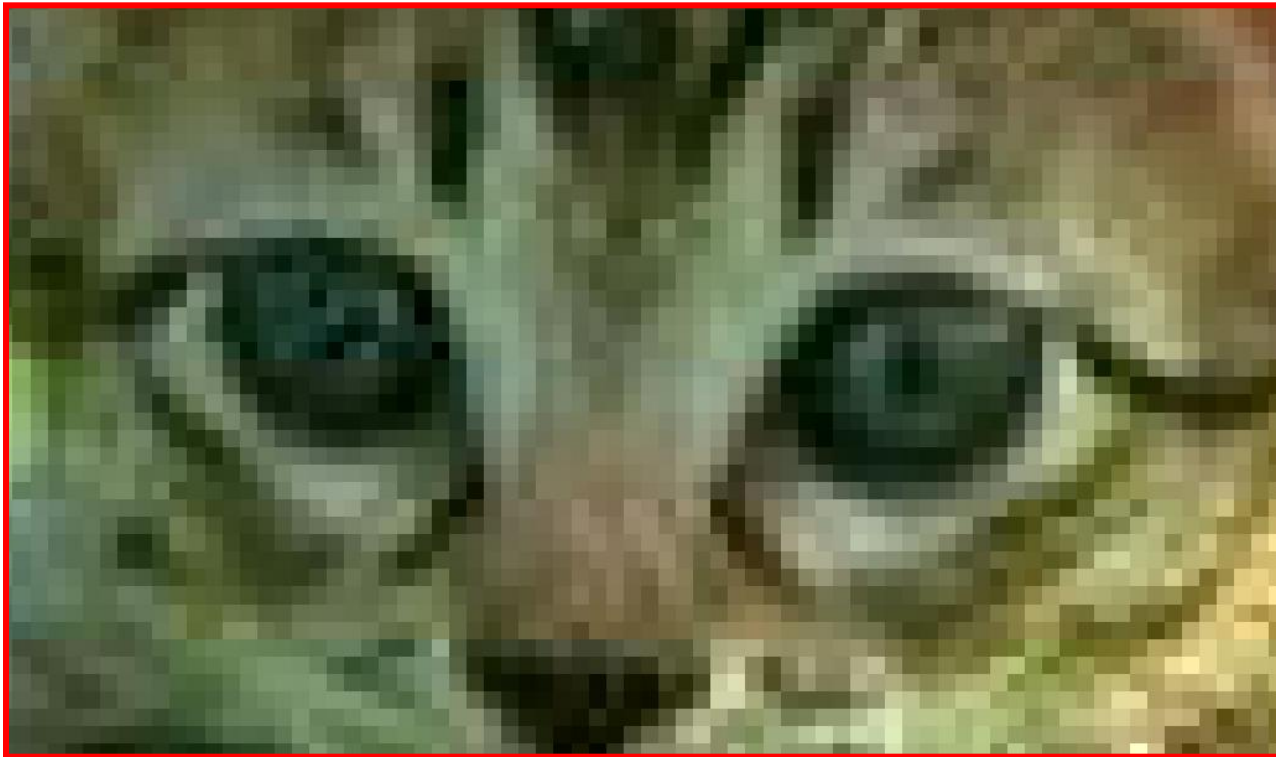


Cechy charakterystyczne

- Prosta struktura zapisu danych
- Prostsza implementacja szeregu analiz przestrzennych np. nachylenie terenu
- Odpowiedni do reprezentacji zjawisk o charakterze ciągłym
- Potrzeba dużej mocy obliczeniowej do przetwarzania danych rastrowych
- Potrzeba dużej pojemności nośników danych do składowania obrazów

Raster

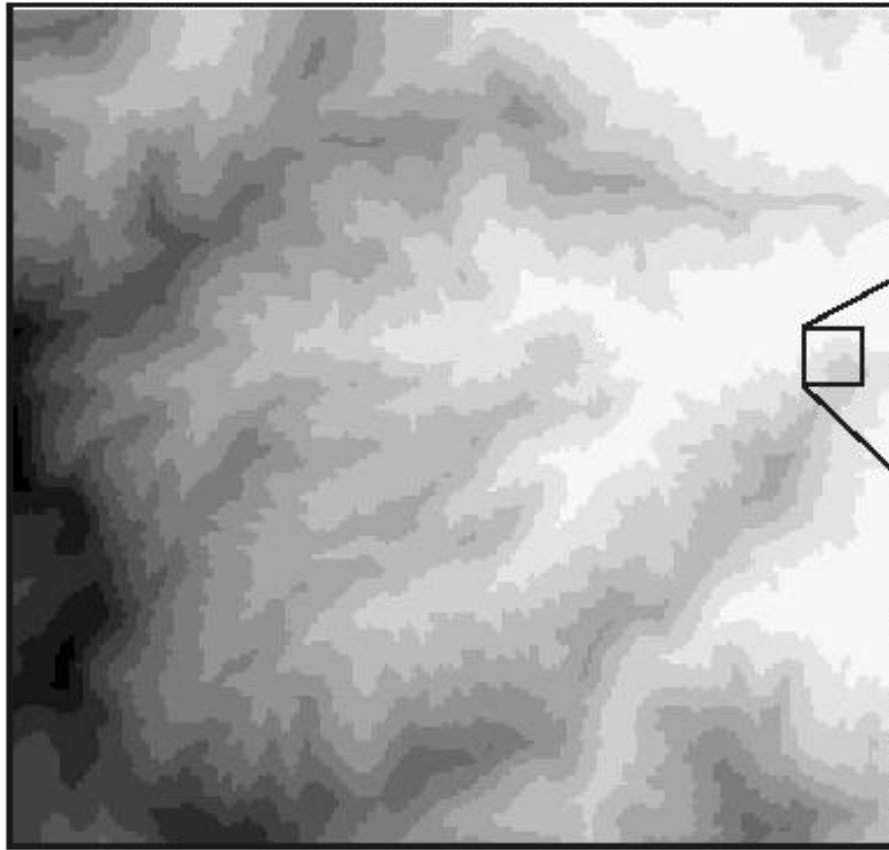
- Struktura rastra



Zapis danych

[illegible]

Atrybuty



645	650	654	658	653	648
664	666	670	672	668	659
678	682	684	693	689	680
703	708	714	721	719	716
728	732	738	744	745	732
730	739	744	749	748	735

Przykłady rastrów

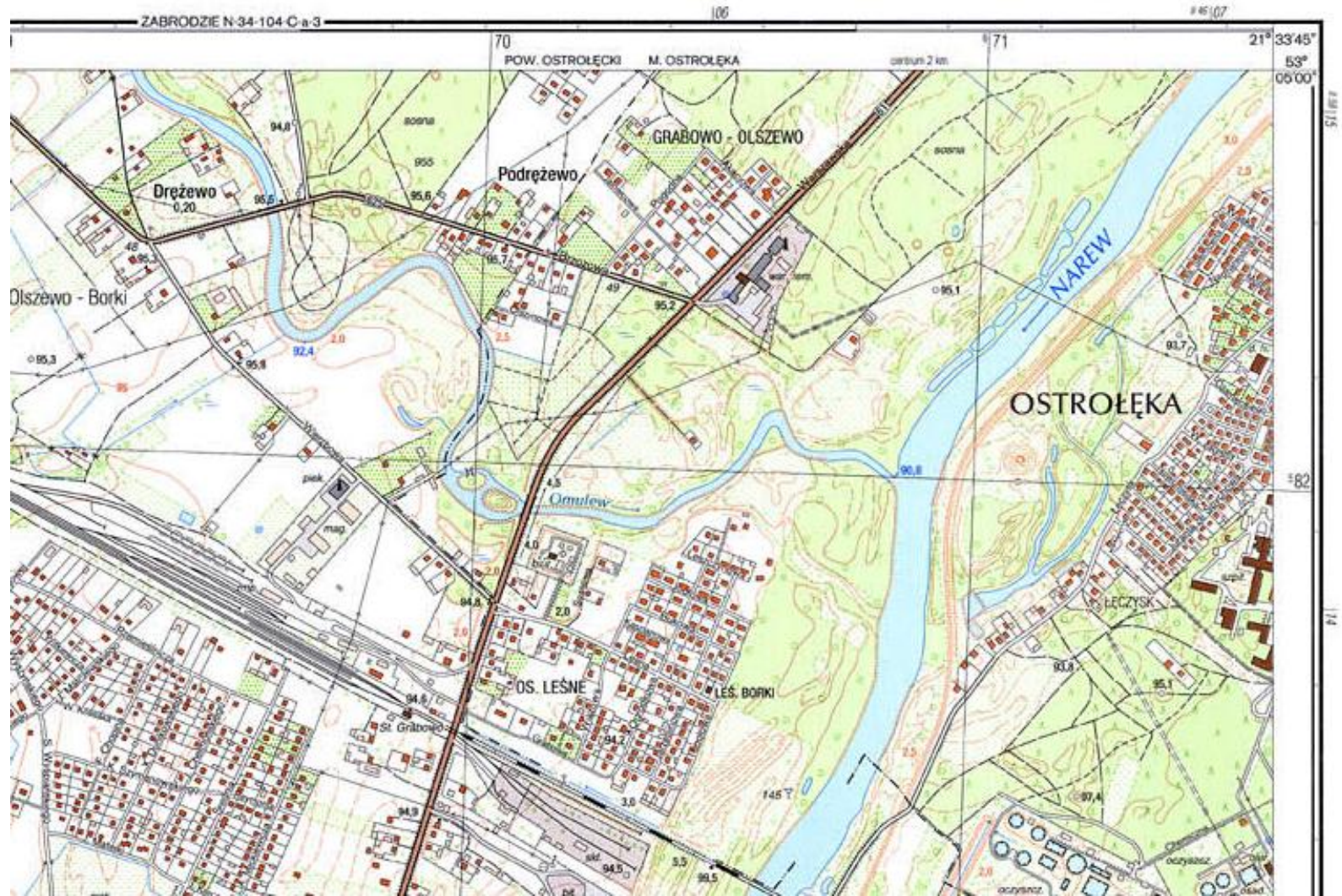
- Mapy
 - Cywilna mapa topograficzna
 - Wojskowa mapa topograficzna
 - Mapa zasadnicza
 - Mapa ewidencyjna
 - Mapa tematyczna
 - Inne
- Zdjęcia
 - Lotnicze
 - Satelitarne
 - Fotogrametria naziemna

Mapa topograficzna

OLSZEWO - BORKI

MAPA TOPOGRAFICZNA

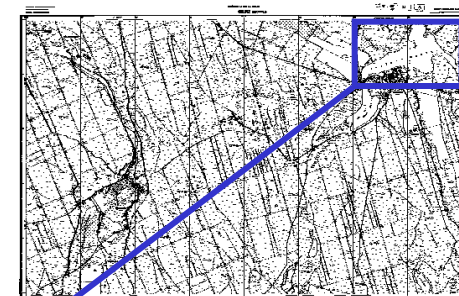
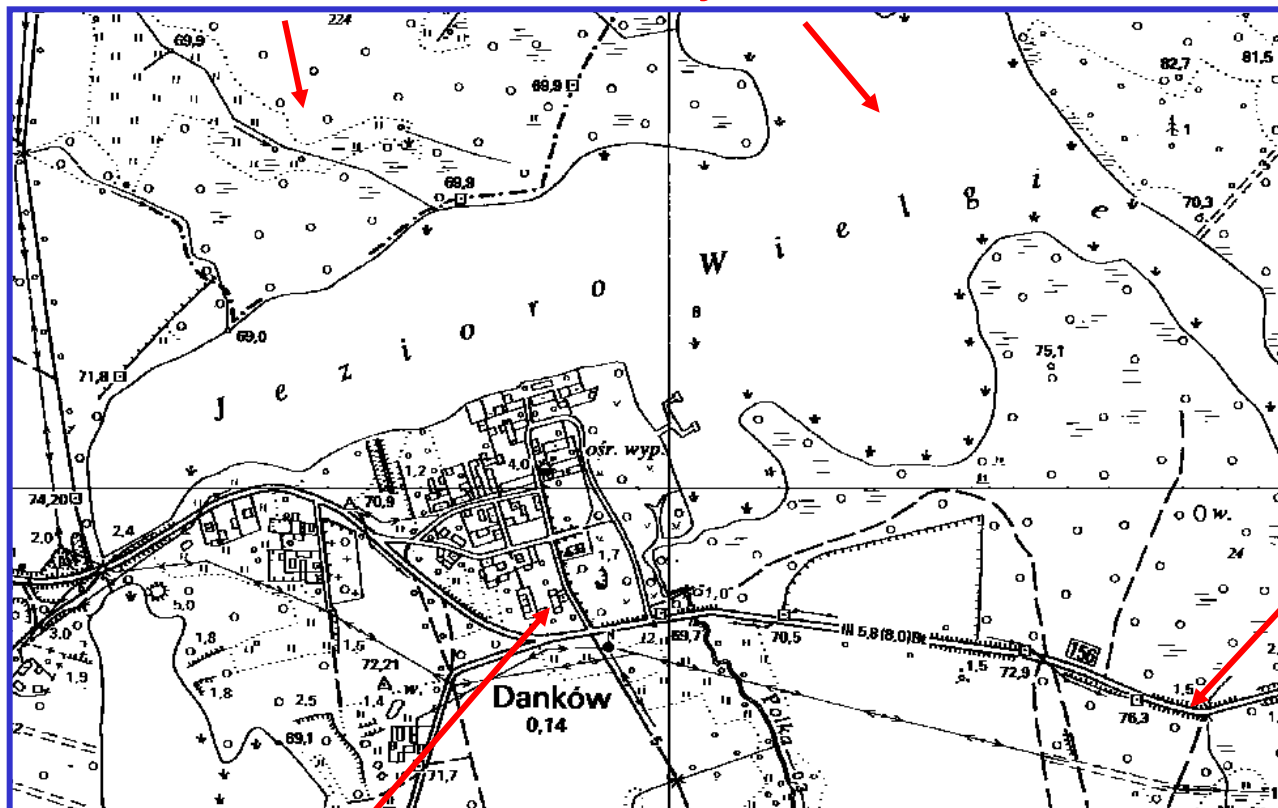
N-34-104-C-c-1



Mapa Topograficzna

Roślinność

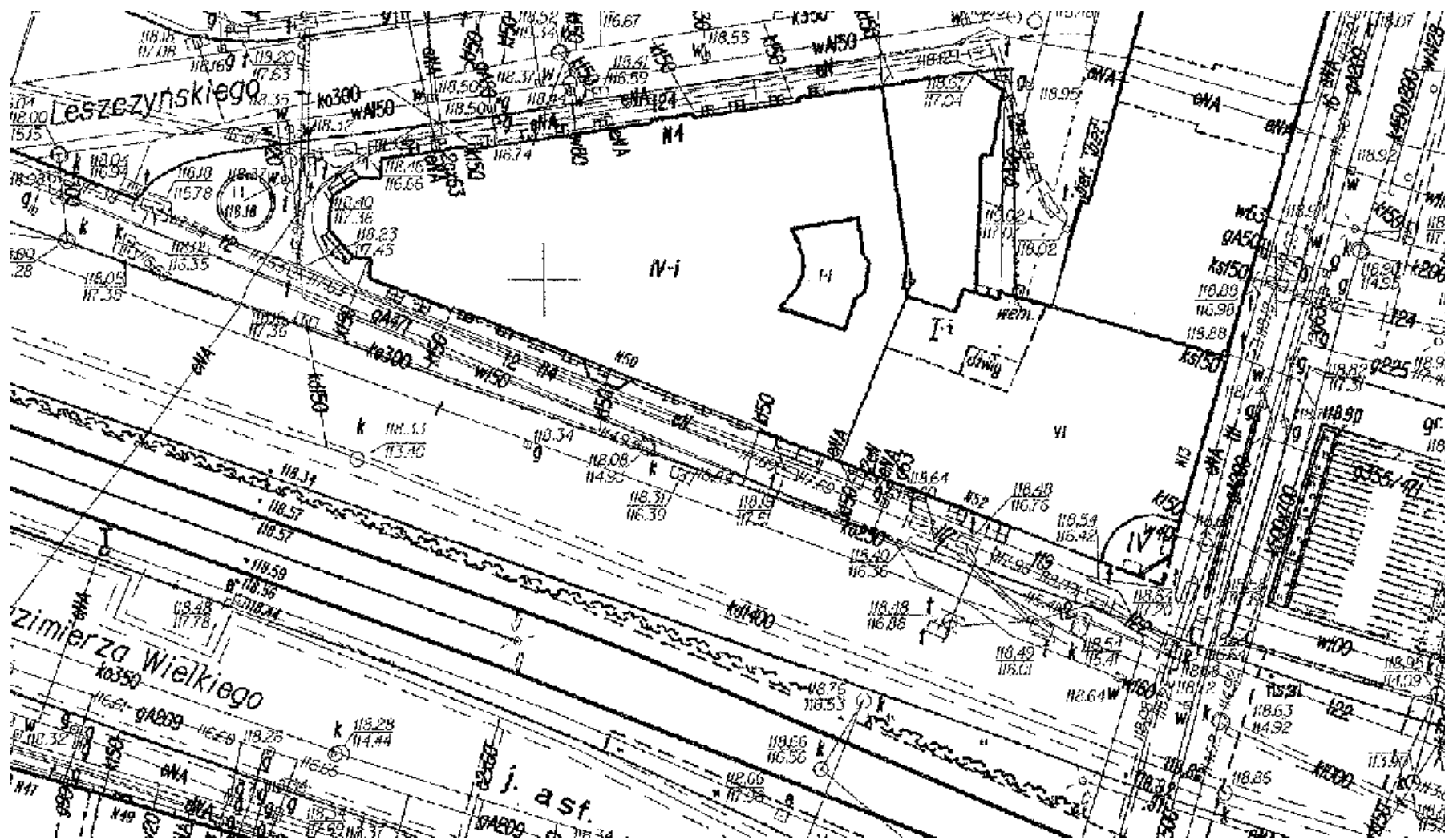
Wody



Drogi

Budynki

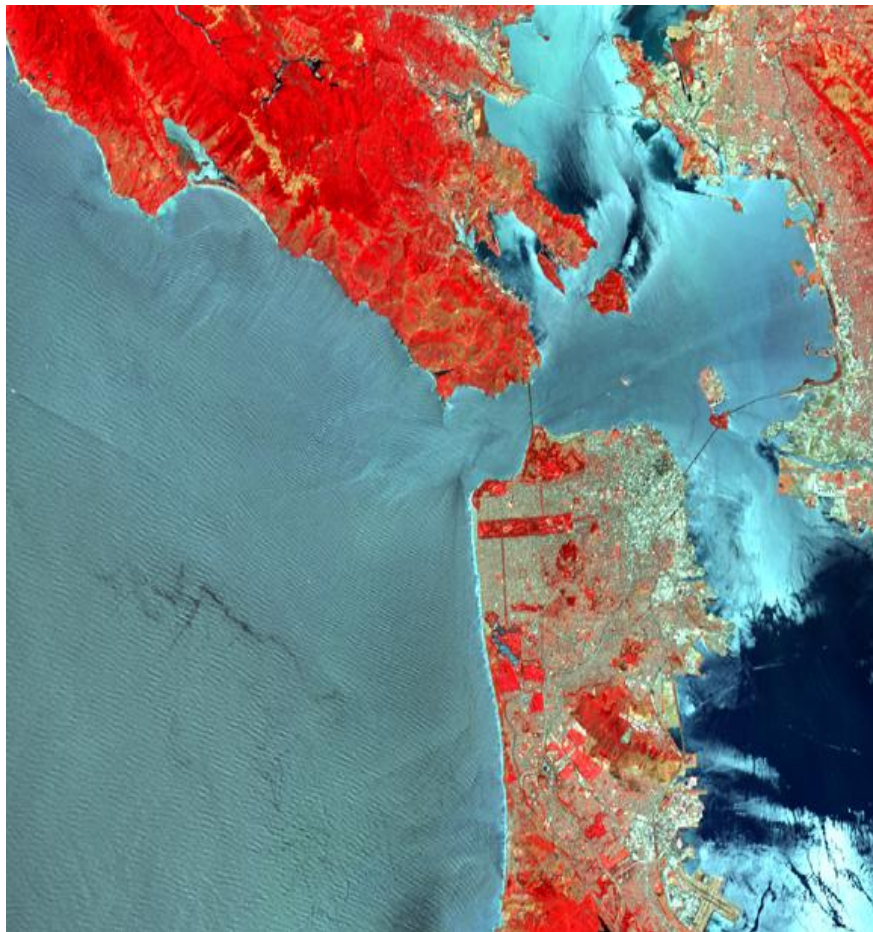
Mapa zasadnicza



Mapa ewidencyjna



Obrazy satelitarne/lotnicze



L.A. 20m



Waiblingen 0.1m

Podkład



Piksel / Rozdzielczość

10cm



25cm



50cm



100cm

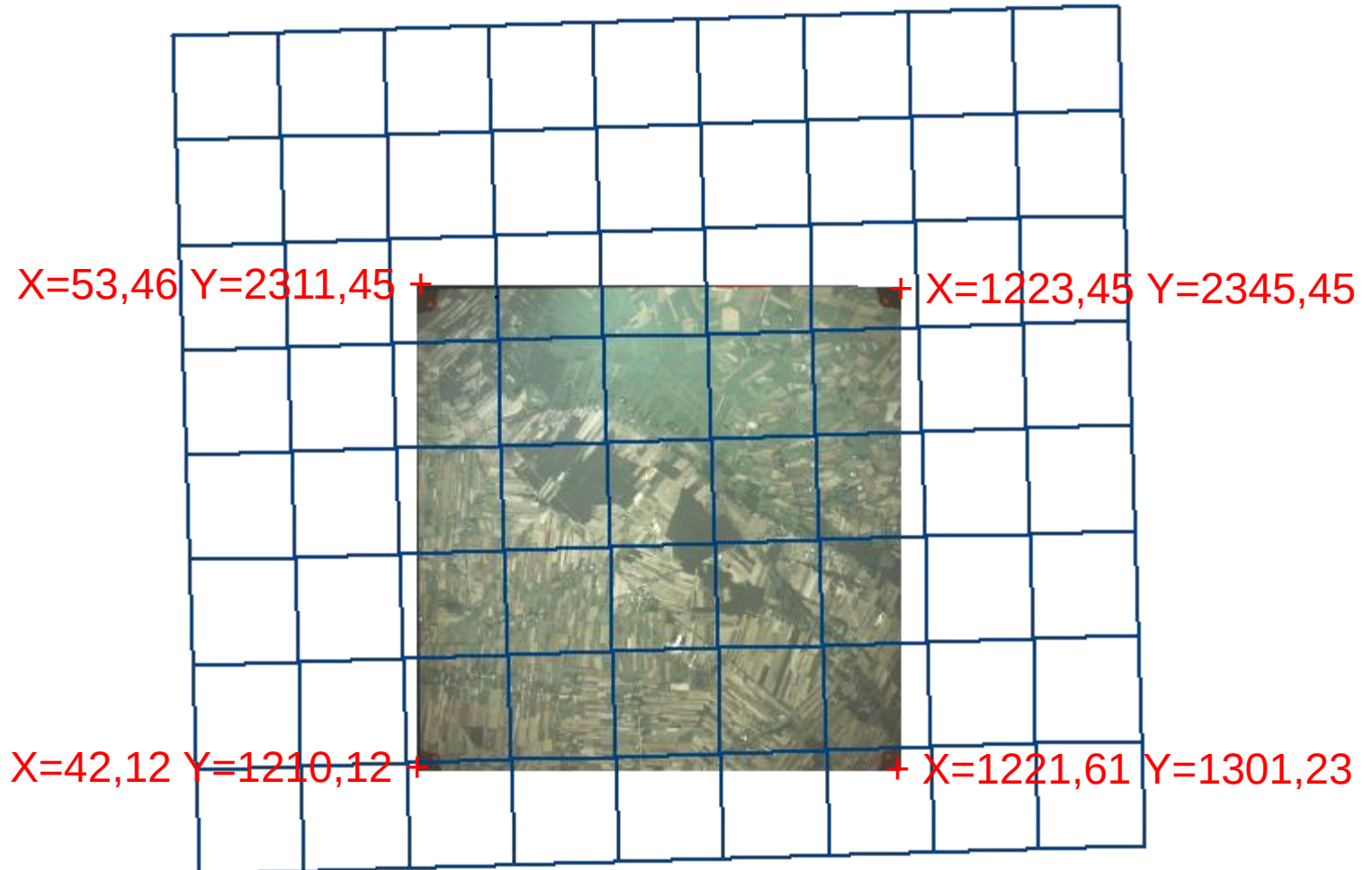


Rodzaje Rastrów



Georeferencja

- Umieszczenie obrazu w zdefiniowanej przestrzeni



Georeferencja



Nr	X	Y
1	100	100
2	110	100
3	120	100
4	100	80
5	110	80
6	120	80
7	100	60
8	110	60
9	120	60

Rejestracja obrazu rastrowego

- Rejestracja (albo kalibracja rastra) jest to transformacja pozyskanego obrazu rastrowego do przyjętego w układu współrzędnych.



Rodzaje produktów opartych na zdjęciach

Obrazy nieprzetworzone

Obrazy zrektyfikowane

Obrazy georeferencyjne

Ortofotomapy



Mapa utworzona ze zdjęć lotniczych lub zobrazowań satelitarnych, przetworzona kartometrycznie (transformowana za pomocą rzutu prostokątnego), pozbawiona zniekształceń geometrycznych, z dołączonymi elementami typowymi dla map wektorowych (siatką kartograficzną, podziałką i innymi elementami legendy mapy) oraz uwzględniająca hipsometrię. Czyli po prostu zapisany obraz powierzchni terenu przetworzony do postaci kartometrycznej z obrazów źródłowych.

Ortofotomapa satelitarna



Ortofotomapa lotnicza

