

GEOMATYKA

studia stacjonarne
program rozszerzony, **wykład 2.**
2026



dr inż. Paweł Strzeliński

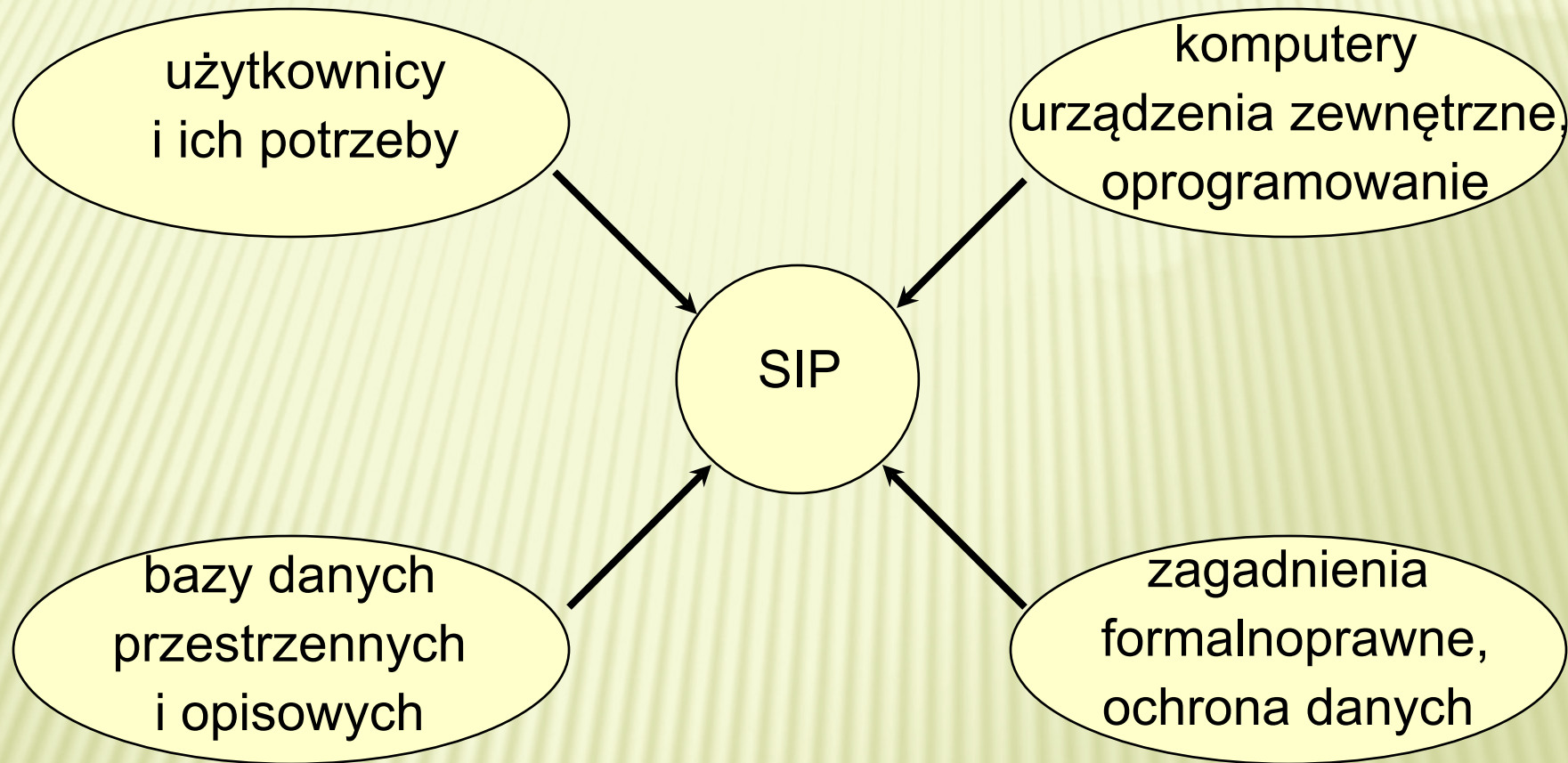
**Biuro Urządzania Lasu
i Geodezji Leśnej
Oddział w Brzegu**

**Katedra Urządzania Lasu
Wydział Leśny i Technologii Drewna
UP w Poznaniu**

KRYTERIA PODZIAŁU SIP

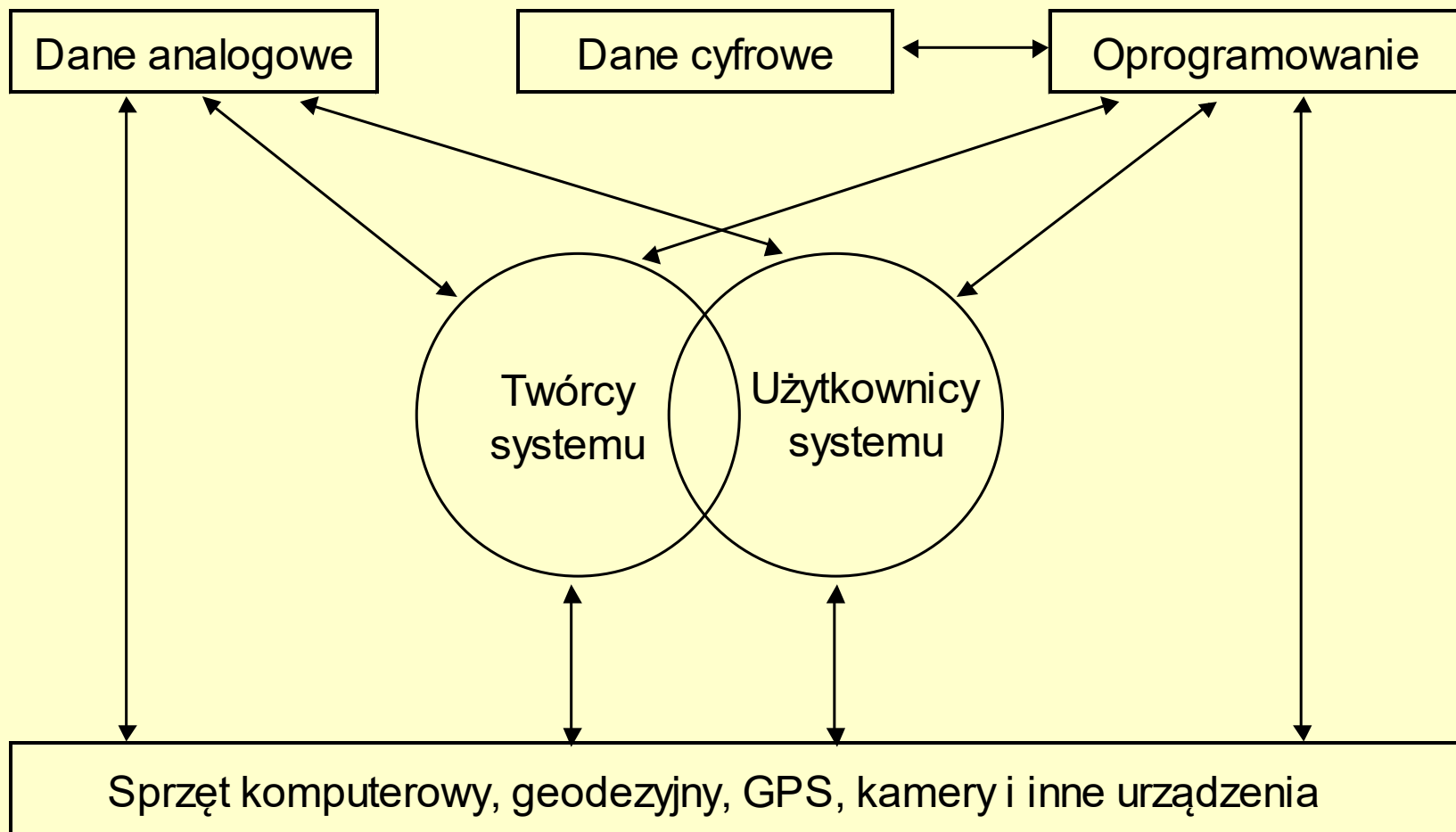
- ① obszaru:
 - systemy obiektowe
 - lokalne
 - regionalne
 - krajowe
 - kontynentalne
 - globalne
- ② źródła informacji:
 - pierwotne (np. kataster)
 - wtórne (np. plan zagospodarowania przestrzennego)
- ③ zakresu użytkowania:
 - jeden użytkownik (np. nadleśnictwo)
 - wielu użytkowników (np. RDLP)
- ④ struktury funkcjonowania:
 - scentralizowane
 - rozproszone
- ⑤ przeznaczenia:
 - ewidencja
 - kartografia (redakcja map)
 - planowanie przestrzenne
 - gospodarka terenami
 - monitoring środowiska

SCHEMAT SIP



(źródło: Okła i in., 2000)

SCHEMAT SIP



INFORMACJE

LUDZIE

URZĄDZENIA

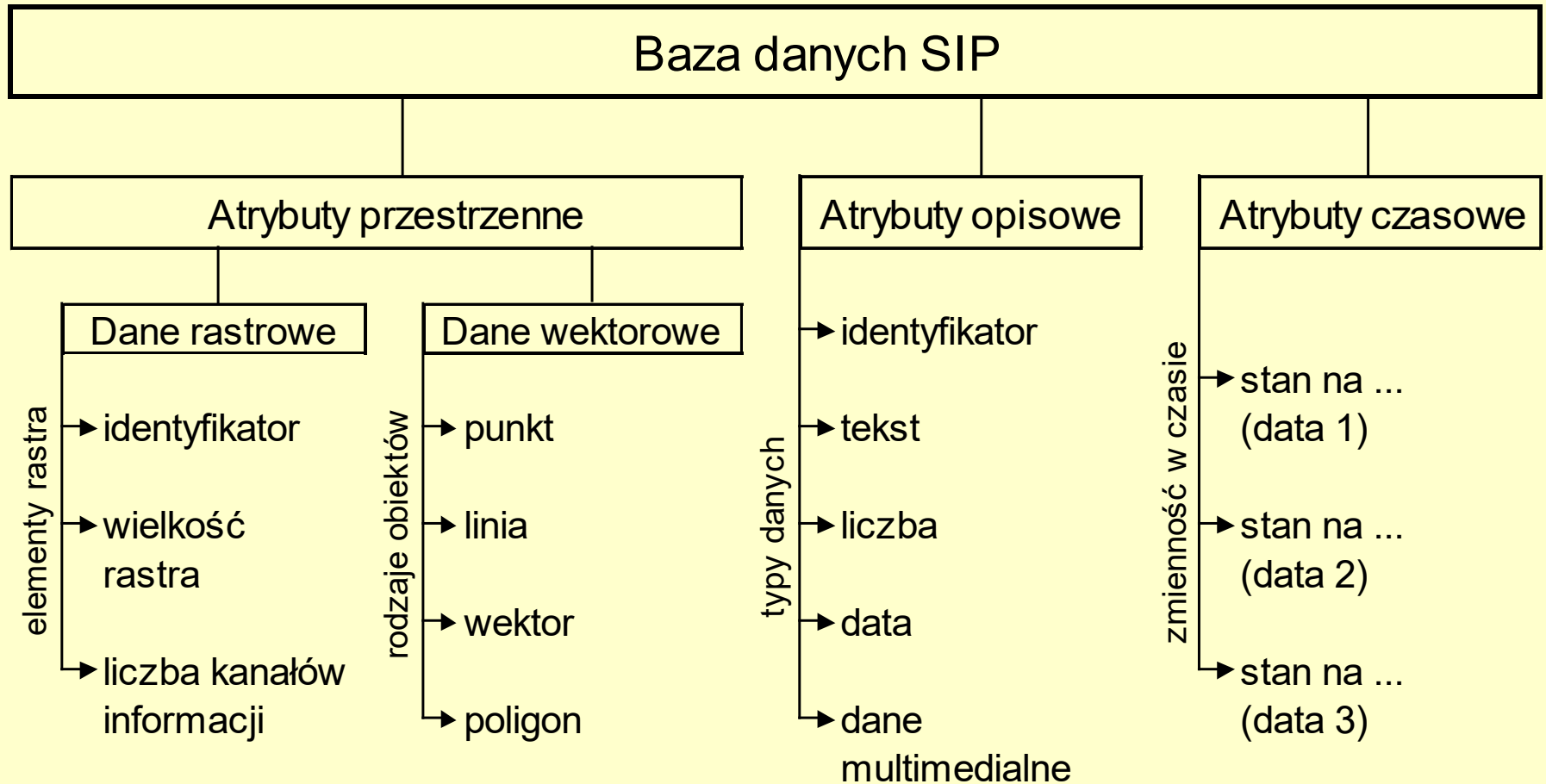
STRUKTURA SIP

- **Atrybut** – najmniejsza jednostka systemu, opisująca warstwę informacyjną.
- **Warstwa informacyjna** – zbiór jednolitych (najczęściej geometrycznie) obiektów, opisywanych szeregiem atrybutów.
- **Zbiór warstw informacyjnych** – odwzorowanie dowolnej sytuacji terenowej.

przykłady

Każdy obiekt występujący w terenie można opisać jako **punkt**, **linię**, **poligon** lub **bryłę**, a także jako **obiekt ciągły** (*np. powierzchnia terenu, powierzchnie lub przestrzenie opisujące występowanie różnorodnych zjawisk*).

ATRYBUTY DANYCH W BAZACH DANYCH SIP



(źródło; Miś i in., 2001)

CHARAKTERYSTYCZNE OBSZARY ZASTOSOWAŃ SIP

- Wspomaganie decyzji:
 - optymalna lokalizacja,
 - optymalna trasa,
 - najefektywniejsze wykorzystanie,
- Gromadzenie i integracja danych przestrzennych:
 - przetworzenie różnych informacji do postaci cyfrowej i wspólnego układu odniesienia,
 - inteligentne bazy danych przestrzennych (METABAZY i METADANE),
- Analizy przestrzenne:
 - monitoring,
 - kontrola i planowanie,
 - prognozowanie,
 - symulacje zmian i możliwości.

MOŻLIWOŚCI ANALITYCZNE SIP

Jako przykład zastosowania analiz GIS w zadaniach decyzyjnych można podać siedem rodzajów problemów w postaci pytań-haseł [Berry, 1992]:

1. **czy można to pokazać w postaci mapy?** (dotyczy problemów zastąpienia tradycyjnych sposobów sporządzania map techniką kartografii komputerowej);
2. **gdzie się coś znajduje?** (położenie w przestrzeni określonych obiektów i ich cech);
3. **gdzie się coś zmieniło?** (problem analiz i prezentacji kartograficznej zmian czasowych dowolnych elementów w przestrzeni objętej działaniem systemu);

MOŻLIWOŚCI ANALITYCZNE SIP

4. **jaka istnieje relacja?** (wszystkie zagadnienia związane z porównywaniem pomiędzy dowolnymi fragmentami przestrzeni, a dotyczące np. odległości, spadków terenu, widoczności, różnorodności przyrodniczej);
5. **gdzie to jest najlepsze?** (pytania związane z procedurami wyszukiwania miejsc w przestrzeni, spełniających określone warunki);
6. **co na to wpływa?** (zagadnienia związane z wykorzystywaniem GIS, jako narzędzia do testowania hipotez o istnieniu związków pomiędzy elementami układów przyrodniczych);
7. **co będzie jeżeli ...?** (pytania występujące często jako wstępne przy wyszukiwaniu miejsc spełniających określone warunki oraz modelowaniu systemowym, umożliwiając uwzględnienie szczególnych, nietypowych warunków).

ŹRÓDŁA DANYCH DLA SIP

- Mapy analogowe
- Zdjęcia lotnicze
- Obrazy satelitarne
- Odwzorowania radarowe
- Skaniny laserowe
- Pomiar geodezyjne (w tym GPS)
- Istniejące bazy danych opisowych
- Inne źródła

Te źródła
szczegółowo będą
omawiane
na 4, 5 i 6 wykładzie

ŹRÓDŁA DANYCH DLA SIP – MAPY ANALOGOWE

- mapy leśne opracowane i aktualizowane przez Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej (mapy gospodarcze w skali 1 : 5 000, mapy przeglądowo-gospodarcze w skali 1 : 10 000 i mapy przeglądowe w skali 1 : 20 000 lub 1 : 25 000), sporządzane dla poszczególnych obrębów leśnych i nadleśnictw,
- mapy geologiczne w skali 1 : 50 000, sporządzone na podkładzie topograficznym dla 95% powierzchni kraju,
- mapy geomorfologiczne w skali 1 : 50 000, dotyczące form rzeźby terenu, dla kilkunastu procent powierzchni kraju,
- mapy hydrograficzne w skali 1 : 50 000, wykonane dla około 25% Polski,
- mapy glebowo-rolnicze opracowane przez Instytut Upraw, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, w skali 1 : 5 000 (typy genetyczne gleb, klasy bonitacyjne gleb, utwory powierzchniowe), 1 : 25 000 (efekt generalizacji map w skali 1 : 50 000), 1 : 100 000 i 1 : 300 000,
- mapa przeglądowa potencjalnej roślinności naturalnej Polski w skali 1 : 300 000.

ŹRÓDŁA DANYCH DLA SIP – ZDJĘCIA LOTNICZE

- Zdjęcia lotnicze (z niskiego lub wysokiego pułapu)

- panchromatyczne zdjęć lotniczych (początki),
- zdjęcia „czarno-białe” w podczerwieni,
- fotografia barwna:
 - w barwach naturalnych (barwne odbitki z materiałów fotograficznych negatywowych i diapozytywowych) ,
 - w barwach umownych (np. filmy barwne - spektrostrefowe),
- **lotnicza fotogrametria cyfrowa (w Polsce od 2004).**

ŹRÓDŁA DANYCH DLA SIP – ZDJĘCIA LOTNICZE

- Zdjęcia lotnicze (z niskiego lub wysokiego pułapu) – cd...

- w barwach umownych - filmy barwne – **spektrostrefowe**:

emulsje w takich filmach (dwu- lub trzywarstwowe) charakteryzują się tym, że każda warstwa emulsji jest uczulona na inny zakres promieniowania (jedna z nich jest wrażliwa na promieniowanie podczerwone).

Pomimo, że obraz ma barwy nierzeczywiste, jednak są one tak dobrane, aby możliwe było uzyskanie maksymalnego kontrastu barwnego dla interesujących nas cech terenu.

Zdjęcie lotnicze spektrostrefowe, wykonane na dwuwarstwowym filmie SN-6M.

Źródło: archiwum prof. T. Zawity-Niedźwieckiego

Zdjęcie lotnicze spektrostrefowe, wykonane na trójwarstwowym filmie Kodak Aerochrome IR 2443.

Źródło: archiwum prof. T. Zawity-Niedźwieckiego

ŹRÓDŁA DANYCH DLA SIP

- BAZY DANYCH I INNE ŹRÓDŁA

- **Istniejące bazy danych**

- Operaty urządzeniowe
- Operaty siedliskowe
- SILP
- Programy ochrony przyrody
- Waloryzacje i inwentaryzacje
- Plany zagospodarowania przestrzennego
- Inne opracowania

- **Inne źródła**

- Archiwa fotograficzne
- Filmy
- Bibliografia
- Wywiady

MODELE DANYCH PRZESTRZENNYCH

Istnieją dwa zasadnicze sposoby przedstawiania danych przestrzennych:

- postać rastrowa (siatka regularnych pól podstawowych),
- postać wektorowa (zapis przy pomocy współrzędnych).

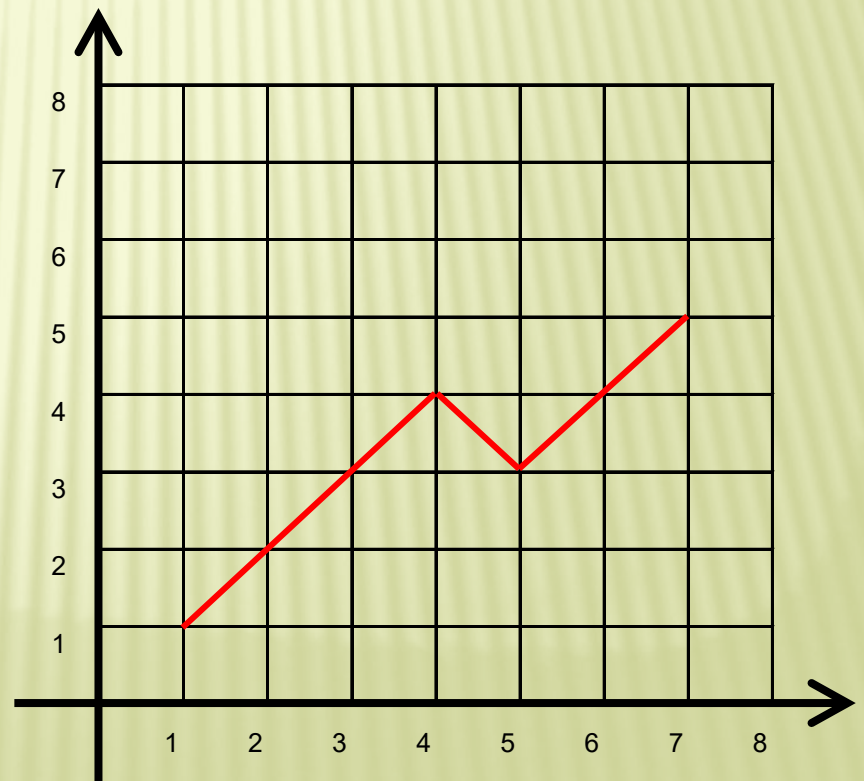
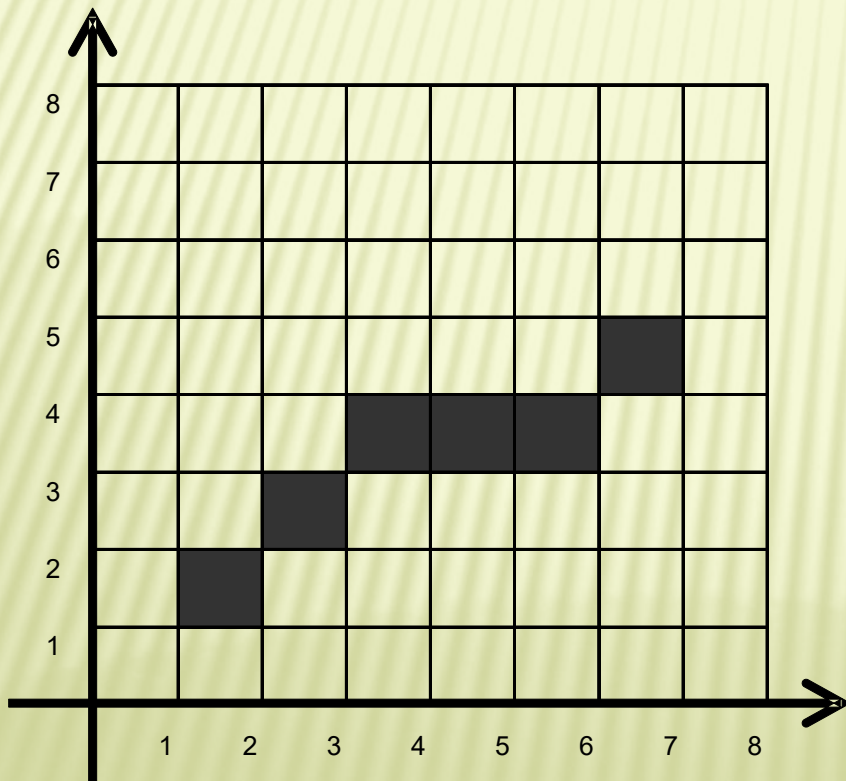
Model rastrowy jest najprostszym sposobem organizacji danych. W modelu tym używa się najczęściej siatki kwadratów lub prostokątów. Pojedyncze pola tej siatki nazywane są rastrami (**pikselami**).

Piksel jest najmniejszą jednostką powierzchni, której przypisywane są atrybuty przestrzenne i opisowe. Najczęściej używa się w tym modelu struktury, w której zmienna, np. wysokość nad poziomem morza lub rodzaj pokrycia terenu, jest określana dla każdej komórki regularnej siatki nałożonej na mapę. Rastrowa struktura danych składa się z rzędów i kolumn. Numery rzędu i kolumny określają współrzędne danej komórki rastra.

MODEL RASTROWY

Struktura rastrowa jest naturalną strukturą danych obrazu cyfrowego.

W przypadku zdjęć lub obrazów poszczególne komórki rastra noszą nazwę pikseli.



PROSTY MODEL RASTROWY

Przykładem zastosowania prostego rastrowego modelu danych przestrzennych może być rastrowa mapa przedstawiająca poletko doświadczalne, z regularną siatką kwadratów, na której naniesiono informacje o rozmieszczeniu badanej rośliny. Na rastrową strukturę składają się rzędy i kolumny, których numery wyznaczają współrzędne określonej komórki rastra.

Zmiana dokładności może nastąpić tylko w sposób skokowy z krokiem równym rozmiarowi komórki siatki rastra.

MODEL RASTROWY HIERARCHICZNY

Przykładem bardziej złożonego modelu rastrowego jest rastrowy model hierarchiczny.

Model ten polega na zagęszczaniu komórek siatki w miejscach, gdzie znajdują się elementy o mniejszych rozmiarach.

Siatka ta nie jest zapisywana w formie tablic, ale w postaci drzewa, w którym każda komórka ma swój numer adresowy.

Sposób numerowania komórek ma charakter hierarchiczny.

Numery poszczególnych komórek są tworzone na podstawie numerów komórek niższych poziomów.

MODEL RASTROWY HIERARCHICZNY

MODEL WEKTOROWY

Model wektorowy polega na zapisie punktów i linii oraz wieloboków (poligonów) za pomocą układu współrzędnych.

Model ten posiada wady związane z identyfikacją obiektów nakładających się tzn. o tych samych współrzędnych.

Stosowanie modelu zapisu wektorowego umożliwia dokładne przedstawienie granic poszczególnych jednostek przestrzennych, którym przyporządkowane są określone atrybuty opisowe, np.: drzewostan, oddział, działka zrębowa, ostęp, linie gospodarcze i oddziałowe.

MODEL WEKTOROWY

MODEL WEKTOROWY

Podstawowe typy obiektów w wektorowym modelu danych przestrzennych

wektor 0-wymiarowy

wektor 1-wymiarowy

wektor 2-wymiarowy

MODEL WEKTOROWY

Podstawowe typy obiektów w wektorowym modelu danych przestrzennych

wektor 3-wymiarowy

przykład

MODEL WEKTOROWY

Dane wektorowe mogą być zapisywane w postaci:

- prostego modelu wektorowego
- topologicznego modelu wektorowego

PROSTY MODEL WEKTOROWY

- Prosty model wektorowy (bez topologii)

MODEL WEKTOROWY TOPOLOGICZNY

- Topologiczny model wektorowy

Topologia jest metodą matematyczną używaną do definiowania przestrzennych relacji między obiektami.

Dostarcza ona informacji o tym, które obiekty graniczą ze sobą, które punkty tworzą boki danego poligonu, a które punkty jednocześnie należą do dowolnych dwóch poligonów.

Topologiczny model wektorowy, oprócz kodowania współrzędnych, jak to było w modelu prostym, tworzy w nim także topologię, wyrażającą wzajemne względne rozmieszczenie punktów, linii i poligonów.

NUMERYCZNY MODEL TERENU

Numeryczny model terenu **NMT** (ang. **Digital Terrain Model – DTM**) oznacza zbiór odpowiednio wybranych punktów powierzchni o znanych współrzędnych oraz algorytmów umożliwiających odtworzenie jej kształtu dla określonego obszaru.

Wyróżnia się dwa podstawowe rodzaje modeli transformacji danych punktowych w trójwymiarowy obraz terenu:

- model wektorowy, stanowiący nieregularną siatkę trójkątów (TIN),
- model rastrowy, w postaci regularnej siatki, najczęściej kwadratów.

NUMERYCZNY MODEL TERENU – MODEL TIN

Model TIN polega na tworzeniu sieci trójkątów opartych wierzchołkami o punkty kontrolne.

Technika łączenia punktów kontrolnych w sieć trójkątów nosi nazwę triangulacji Delaunay (Delone).

NUMERYCZNY MODEL TERENU – MODEL TIN

NMT w strukturze TIN

Źródło: Kurczyński Z. (http://www.geoforum.pl/pages/index.php?page=nmt_tele)

NUMERYCZNY MODEL TERENU – MODEL TIN

Źródło: http://www.numerical-tours.com/matlab/meshwav_2_subdivision_surfaces/

Źródło: <https://www.cgtrader.com/3d-models/plant/other/five-scanned-old-tree-stump-3d-models-collection-for-cg>

NUMERYCZNY MODEL TERENU – MODEL GRID

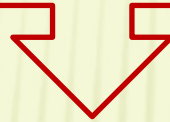
NMT w strukturze GRID, uzupełnionej liniami nieciągłości terenu (widok perspektywiczny).
Źródło: Kurczyński Z. (http://www.geoforum.pl/pages/index.php?page=nmt_tele)

NUMERYCZNY MODEL TERENU – MODEL GRID

NUMERYCZNY MODEL TERENU – MODEL GRID

NUMERYCZNY MODEL TERENU – METODY TWORZENIA

- **Naziemny skaning laserowy (TLS – Terrestrial Laser Scanning)**
- **Lotniczy skaning laserowy (ALS – Airbone Laser Scanning)**



technologia skaningu laserowego zostanie przedstawiona na ostatnim wykładzie

- **Interferometria radarowa (InSAR – Interpherometry Synthetic Aperture Radar)** – polega na obrazowaniu powierzchni terenu w zakresie mikrofalowym (radarowym) z pułapu lotniczego lub satelitarnego; metoda przydatna do opracowania NMT na dużych obszarach

NUMERYCZNY MODEL TERENU – OBRAZ LASEROWY

Efektom przetwarzania danych lidarowych jest punktowa reprezentacja pewnej powierzchni, może to być:

- **Numeryczny Model Terenu – NMT** (ang. **DTM** – Digital Terrain Model),
- **Numeryczny Model Pokrycia Terenu – NMPT** (ang. **DSM** – Digital Surface Model) lub szczegółowo w odniesieniu do drzewostanu – Numeryczny Model Warstwy Koron (NMWK) (Będkowski 2005).
- **znormalizowany Numeryczny Model Pokrycia Terenu** (ang. **nDSM** – normalized Digital Surface Model), który w odniesieniu do powierzchni leśnej powstaje przez „odjęcie” NMT od NMPT, a więc otrzymujemy numeryczny model powierzchni koron.

NUMERYCZNY MODEL TERENU – OBRAZ RADAROWY

Interferogram

Przetworzony obraz radarowy

Źródło: Kurczyński Z.

(http://www.geoforum.pl/pages/index.php?page=Interferometria_radarowa&id_catalog_text=181)