**Chmury punktów**- zbiór bardzo dużej liczby punktów o określonej współrzędnej w jednorodnym układzie odniesienia

txt, xyz, pts

e57, las, laz

**LAS - \*.las, dane ALS**

Pliki binarne zawierające chmurę punktów pochodzącą z lotniczego skaningu laserowego (LIDAR).

Poza xyz zawierają wiele atrybutów, np. klasę, intensywność odbicia.

**Przykłady klas:**

1. Punkty przetwarzane ale nieklasyfikowane
2. Punkty leżące na gruncie
3. Punkty reprezentujące niską wegetację
4. Punkty reprezentujące budynki, budowle oraz obiekty inżynierskie
5. Punkty reprezentujące szum
6. Punkty reprezentujące obszary pod wodami

**LAZ - \*.laz, dane ALS**

Format uwzgledniający metodę kompresji chmur punktów LIDAR o nazwie LASzip

Od 2010 roku dane LIDAR w Polsce. LIDAR zbierany co ~10 lat.

12 pkt na metr w miastach, 4 punkty na metr w innych obszarach.

**Źródła danych wysokościowych:**

* pomiar geodezyjny (GNSS, tachimetria, niwelacja) - dokładne ale rzadkie
* skanowanie laserowe
  + lotnicze
  + satelitarne
  + naziemne
* fotogrametria (lotnicza, satelitarna, naziemna)
  + zdjęcia pionowe i ukośne
* interferometria radarowa
* digitalizacja warstwic

**Numeryczny model rzeźby terenu:**

* dyskretna (punktowa) reprezentacja wysokości topograficznej powierzchni terenu wraz z algorytmem interpolacyjnym umożliwiającym odtworzenie jej kształtu w określonym obszarze
* funkcja h (x,y) - zapis 2.5D
* nmt, dtm – dopuszczalne i akceptowalne
* dem(digital elevation model), dhm, dgm(digital ground model), - niedopuszczalne

**Numeryczny model pokrycia terenu:**

* reprezentacja powierzchni terenu wraz z obiektami wystającymi ponad tę powierzchnię

**Numeryczny model terenu**

* **podstawowe struktury:**
  + nieregularna siatka trójkątów (TIN)
  + regularna siatka kwadratów - model rastrowy (GRID)
  + model hybrydowy
  + regularna siatka sześciokątów (hexagonal grid)
  + model hierarchiczny – hierarchical grid (nested)

Esri TIN – kilka plików stowarzyszonych ze sobą. ESRI nie rozwija już TIN-ów.

Intergraph TIN - Topological Triangle Network

**Dane 3D w Pzgik:**

* Dane pomiarowe
  + ASCII TBD
  + LAS
* Numeryczny model terenu
  + ASCII NMT
  + ASCII GRID
  + ESRI TIN
  + Intergraph TTN
  + Intergraph GRD
  + Warstwice DGN/DXF (kiedyś)
* Numeryczny model pokrycia terenu
  + ASCII NMPT
  + ASCII GRID
* Zgeneralizowany NMT-10
* Modele siatkowe

**Siatka GRID**

* Formaty rastra:
  + ASCII GRID
  + TIFF
  + IMG
  + GeoTIFF
  + JPG, JGW
  + GTX
  + GXF
  + DEM, DAT (txt)

**Interpolacja wartości rastra NMT**

* metoda numeryczna polegająca na wyznaczaniu w danym obszarze wartości z użyciem określonej funkcji interpolacyjnej na podstawie istniejących danych pomiarowych
  + Triangulacja wraz z liniową interpolacją
  + Metoda odwrotności odległości (do potęgi)
  + Metoda kriging (domyślnie)
  + Metoda naturalnego sąsiada
  + Metoda najbliższego sąsiada

**Rozdzielczość przestrzenna** – parametr modelu terenu określający jakość i dokładność modelu. Określony przez wielkość oczka modelu utożsamianą z wielkością piksela modelu rastrowego.

Uzupełnianie braków danych (void filling) kiedy np. Laser nie odbija się od wody.

**ASCII NMT** (dawniej ASCII XYZ)

* Pliki tekstowe zawierające współrzędne X, Y, Z w regularnej siatce o oczu 1 m
* Dokładność 0.2m

Model hybrydowy łączy raster z dodatkowymi elementami.

**ASCII TBD** – model o niższej rozdzielczości

* W postaci tekstowej organizowany w warstwach
  1. P punkty siatki
  2. J – obszary planarne
  3. C - cieki
  4. K – punkty wysokościowe, np. szczyty
  5. O – obiekty inżynieryjne
  6. Pz – punkty na obszarach wydzielonych
  7. S – linie nieciągłości
  8. Sz – linie nieciągłości w obszarach wydzieleń
  9. Z – obszaru wydzielone (o obniżonej dokładności, np. lasy)
* Wykorzystywany do rzutowania zdjęć żeby robić ortofotomapę
* Bardziej topograficzny
* Niefajny
* Godło i rozszerzenie

Konwersja geoplików

* Zamiana formy z analogowej do cyfrowej (rastrowej do wektorowej)
* Dodawanie georeferencji

Konwersja TIN do GRID - proste

Konwersja GRID do TIN - trudniejsza

**VIP – Very Important Point**

* Opracowany przez Chen i Guevara jako metoda pozyskiwania punktów istotnych dla tworzenia modelu o strukturze nieregularnej

**TPI – Topographical Position Index**

Algorytm wyszukiwania punktów istotnych

**Z-tolerance**

Podejścia w modelowaniu 3d miast:

* Model-based
* Data-driven

Podział modeli 3d – struktura:

* bryły
* Powierzchnie siatkowe
* Powierzchnie matematyczne

Model powierzchni trójkątów (mesh)

Powierzchnie NURB

SHP, VRML, X3D, KML, Collada(.dae), 3D PDF, PLY, OBJ, STL, 3DTiles, .fbx, .RVT,

IFC – w BIM

CityJSON – pod cityGML standard modelu 3d wg OGC

Podejście data-driven

* Próbujemy wpasować płaszczyzny w chmury