



# **Geoinformatika**

## **IV - TIN a sběr dat**

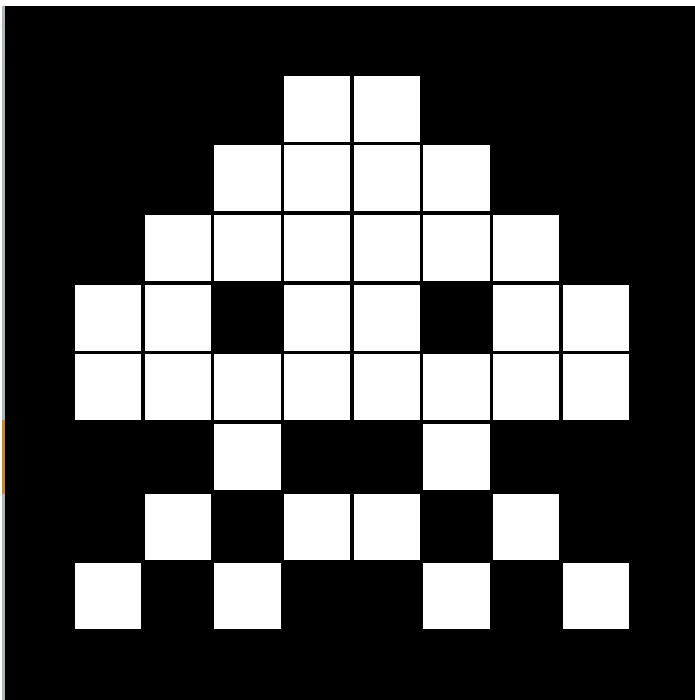
### **jaro 2023**

**Lukáš Herman, Petr Kubíček**

**kubicek@geogr.muni.cz**

**Laboratory on Geoinformatics and Cartography (LGC)  
Institute of Geography  
Masaryk University  
Czech Republic**

- K čemu slouží?
- Co to je?

**A****B****C****D**

10 1

4 1 2 0 4 1

3 1 4 0 3 1

2 1 6 0 2 1

1 1 2 0 1 1 2 0 1 1 2 0 1 1

1 1 8 0 1 1

3 1 1 0 2 1 1 0 3 1

2 1 1 0 1 1 2 0 1 1 1 0 2 1

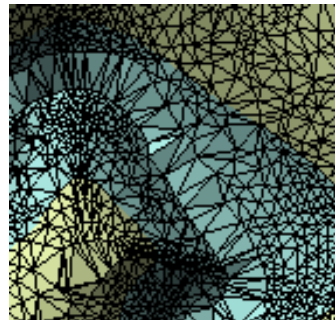
1 1 1 0 1 1 1 0 2 1 1 0 1 1 1 0 1 1

10 1



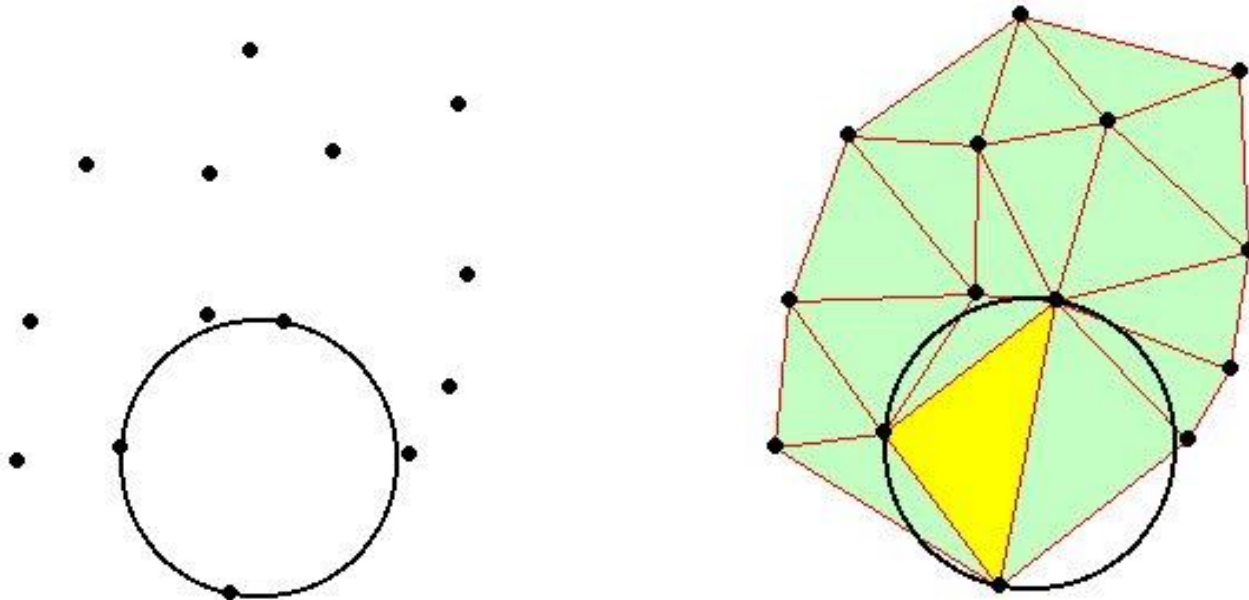
# Nepravidelná trojúhelníková síť

- Nepravidelné rastrové reprezentace - problémy s tvorbou, analýzou i uložením – prakticky se nepoužívají.
- Výjimkou je Nepravidelná trojúhelníková síť TIN (**Triangulated Irregular Network**).
- Reprezentuje povrch jako soubor trojúhelníků (**trojúhelníková**), které jsou definovány třemi body umístěnými kdekoliv v prostoru. (**nepravidelná**) a pro tyto trojúhelníky uchovává topologické vztahy (**síť**).
- Často se používá pro reprezentaci povrchů, například digitálního modelu reliéfu – DMR.



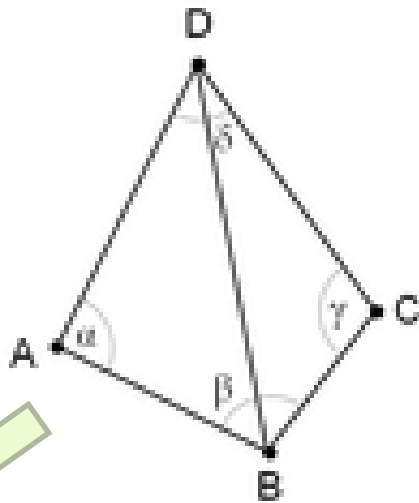
# Principy triangulace

- TIN je založen na tzv. Delaunay triangulaci (DT)
- Pro sadu bodů  $P$  platí, že DT je validní, pokud uvnitř kružnice opsané k libovolnému trojúhelníku neleží žádný jiný bod množiny  $P$ .

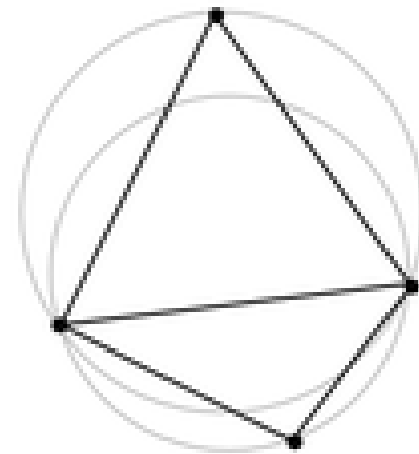


# Příklad tvorby trojúhelníků

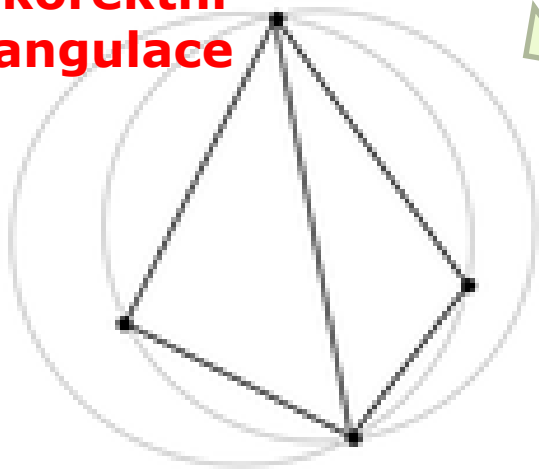
$\alpha + \gamma$  je **větší** než  $180^\circ$



$\alpha + \gamma$  je **menší** než  $180^\circ$



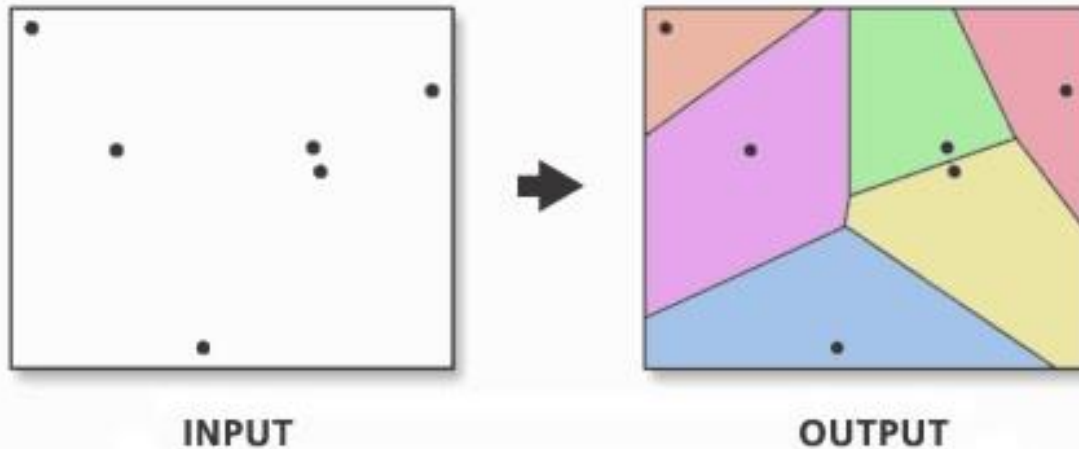
**Nekorektní  
triangulace**



**Geoinformatika**

**Korektní triangulace**

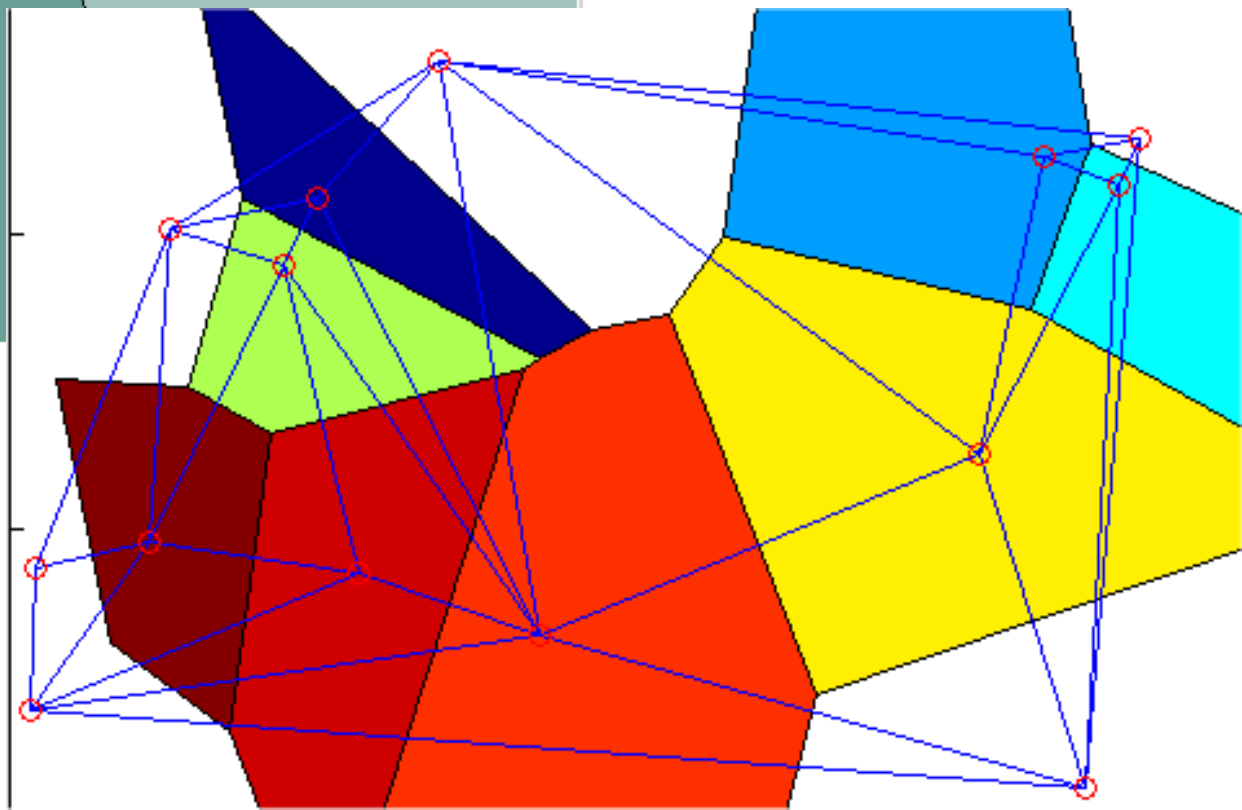
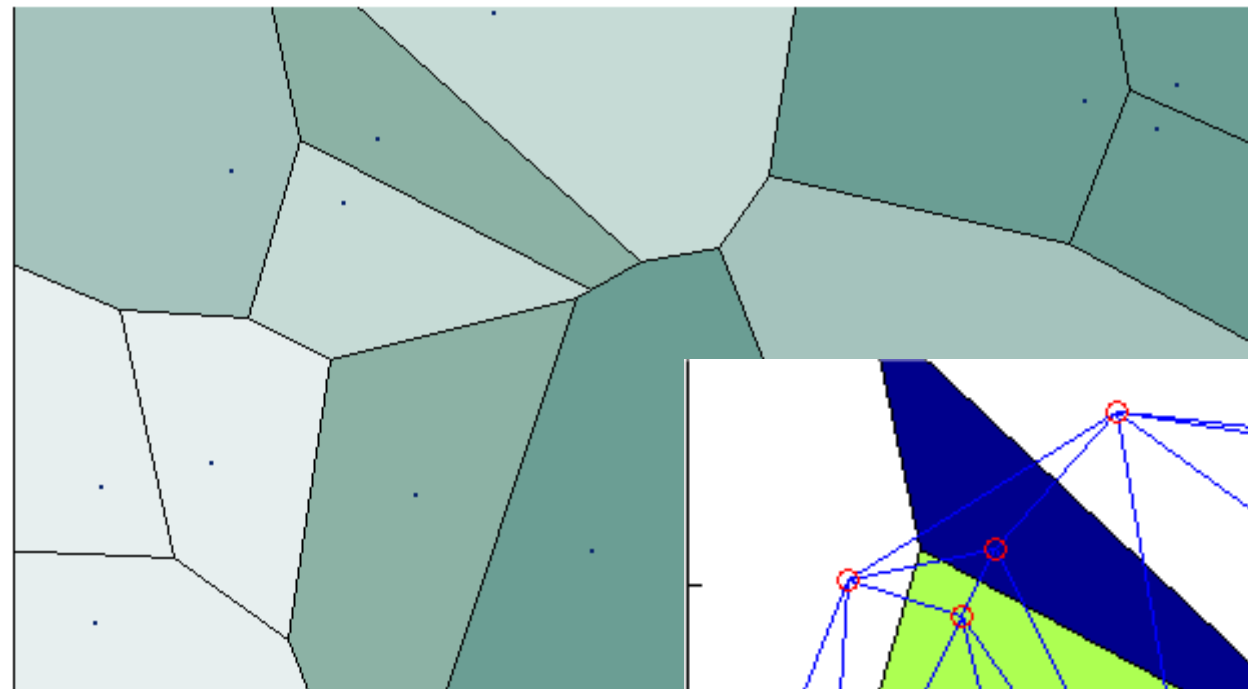
# Analýzy sousedství (Proximity analysis) –

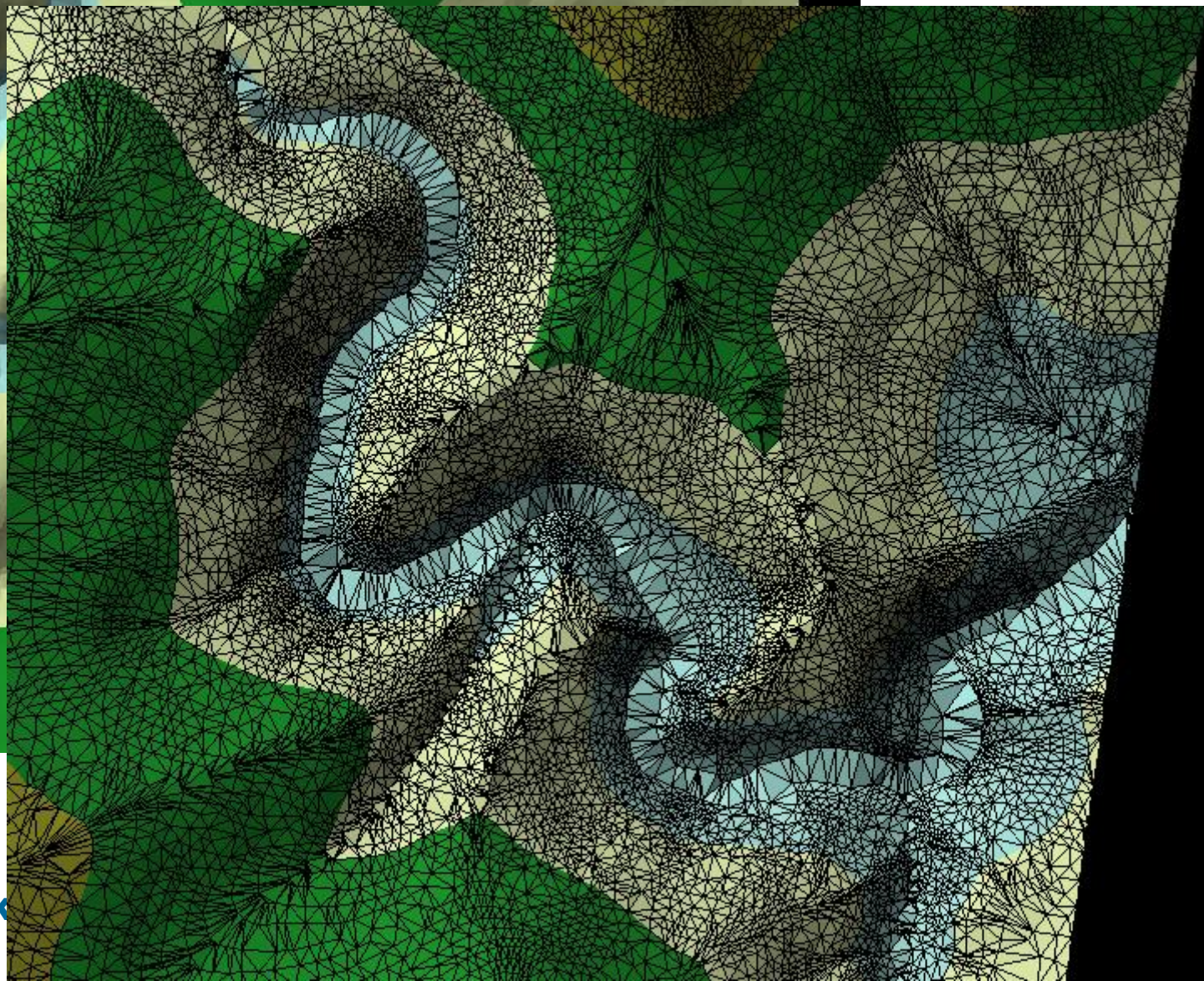
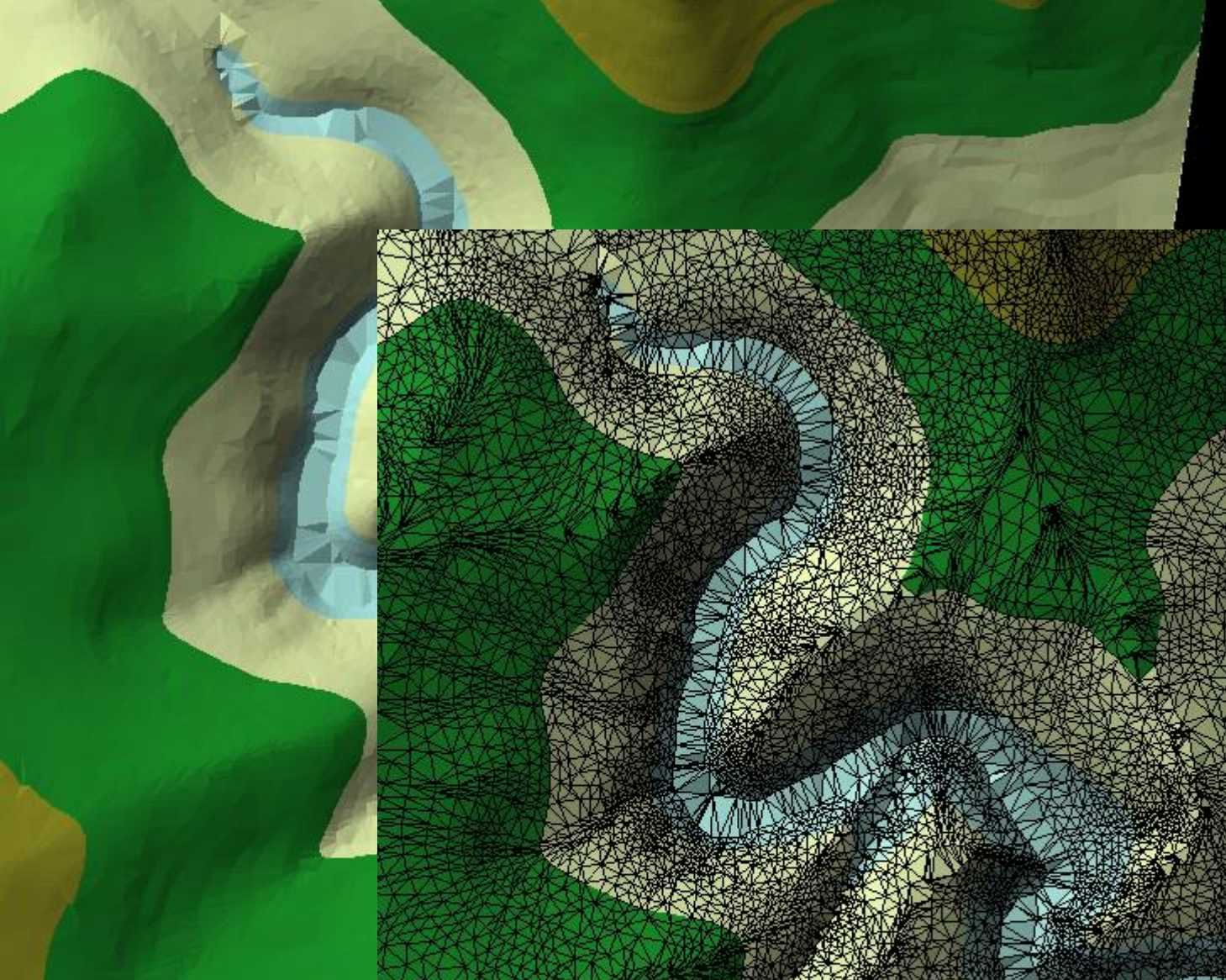


- Každá polygon obsahuje jeden bod vstupního souboru. Každé místo polygonu je blíže k tomuto bodu, než k jakémukoliv dalšímu bodu vstupního souboru.
- Thiessenovy polygony, Voronoi cell (Voroného tesalace) – konstrukce??



# Dělení plochy - tesalace Voroného polygony





**Geoinformatik**



# TIN – porovnání s rastry

+

- **zmenšení objemu uložených údajů při reprezentaci nehomogenních povrchů,**
- **větší přesnost a věrnost pro nehomogenní povrchy**
- **struktura automaticky obsahuje informace o sklonu a směru tohoto sklonu.**
- **kompatibilita s moderními grafickými kartami**

-

- **složitost datové struktury a tím i algoritmů s ní pracujících.**



# Datové modely – shrnutí

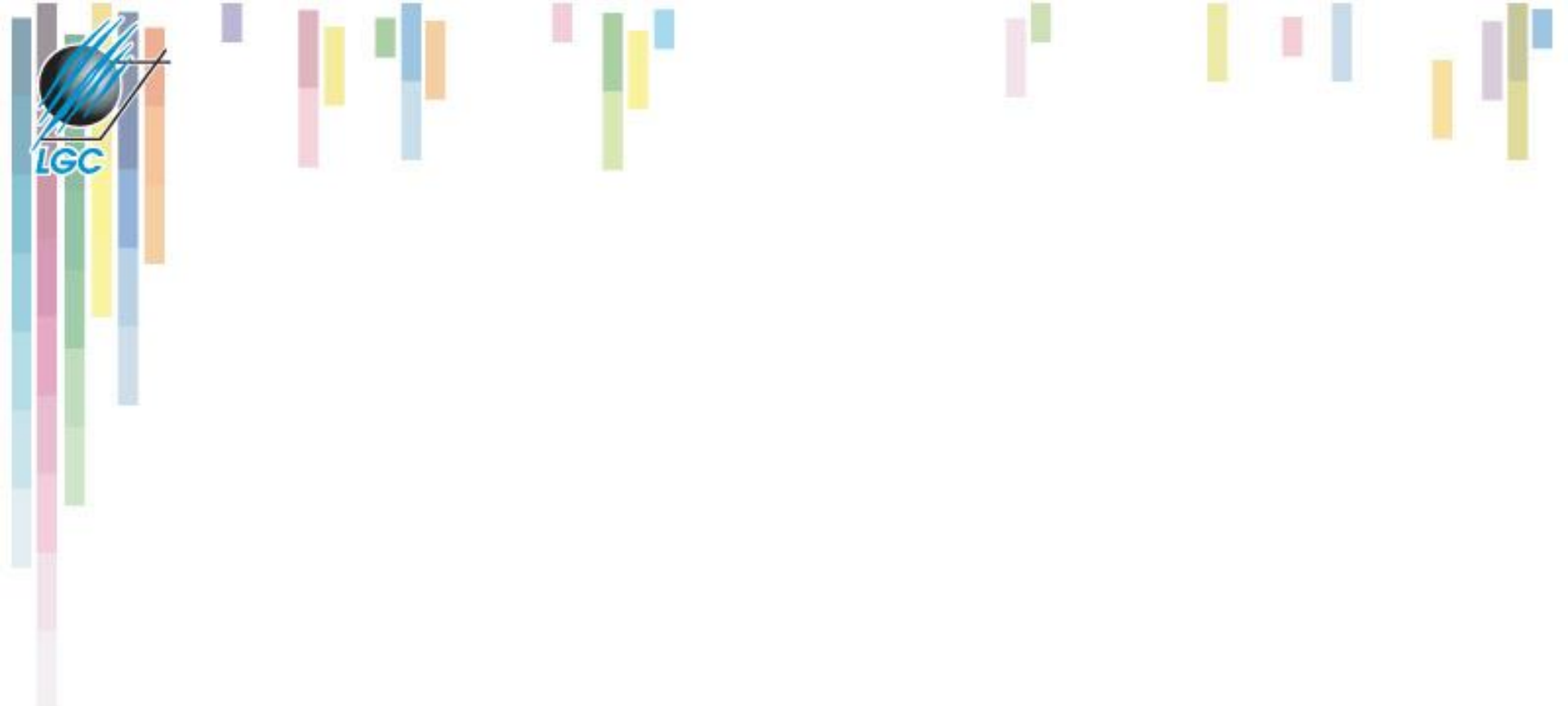
## Vektorová data

- geometrie prostorových objektů je vyjádřena za použití **geometrických elementů**;
- základními geometrickými elementy jsou: **bod, linie, polygon**;
- je možné pracovat s **jednotlivými objekty** jako se samostatnými celky;
- **atributy** prostorových objektů jsou připojeny pomocí **tabulky**;
- **vztah** mezi prostorovými objekty je zajištěn pomocí **topologie**;

TIN je na pomezí

## Rastrová data

- rovinný prostor (pole, jev) je rozdělen **pravidelnou mřížkou** na jednotlivé dílky, zvané buňky (pixely);
- **poloha** pixelu je dána jeho souřadnicemi (**umístění v rastru**);
- každý **pixel** má v sobě jedinou hodnotu **atributu**;
- prostorové **vztahy** mezi objekty jsou **obsaženy** v rastru.



# SBĚR DAT



# Zdroje prostorových dat pro GIS

- **Naplňování databáze** je v drtivé většině případu jednoznačně nejnáročnějším a nejzdlouhavějším krokem v rámci GIS projektu.
- Obecně lze pro vstup použít **různé zdroje údajů**.
- V úvahu přicházejí zvláště mapy, náčrty v souřadnicovém systému, údaje z geodetických měření, fotogrammetrické snímky a obrazové záznamy DPZ, statistické údaje a další.
- Při pořizování dat je ale důležité vybrat vhodný způsob a vhodná technická zařízení, která mi umožní **získat data ve vhodné přesnosti a za přijatelnou cenu**.
- **V zásadě je možné zdroje dat rozdělit na primární a sekundární.**



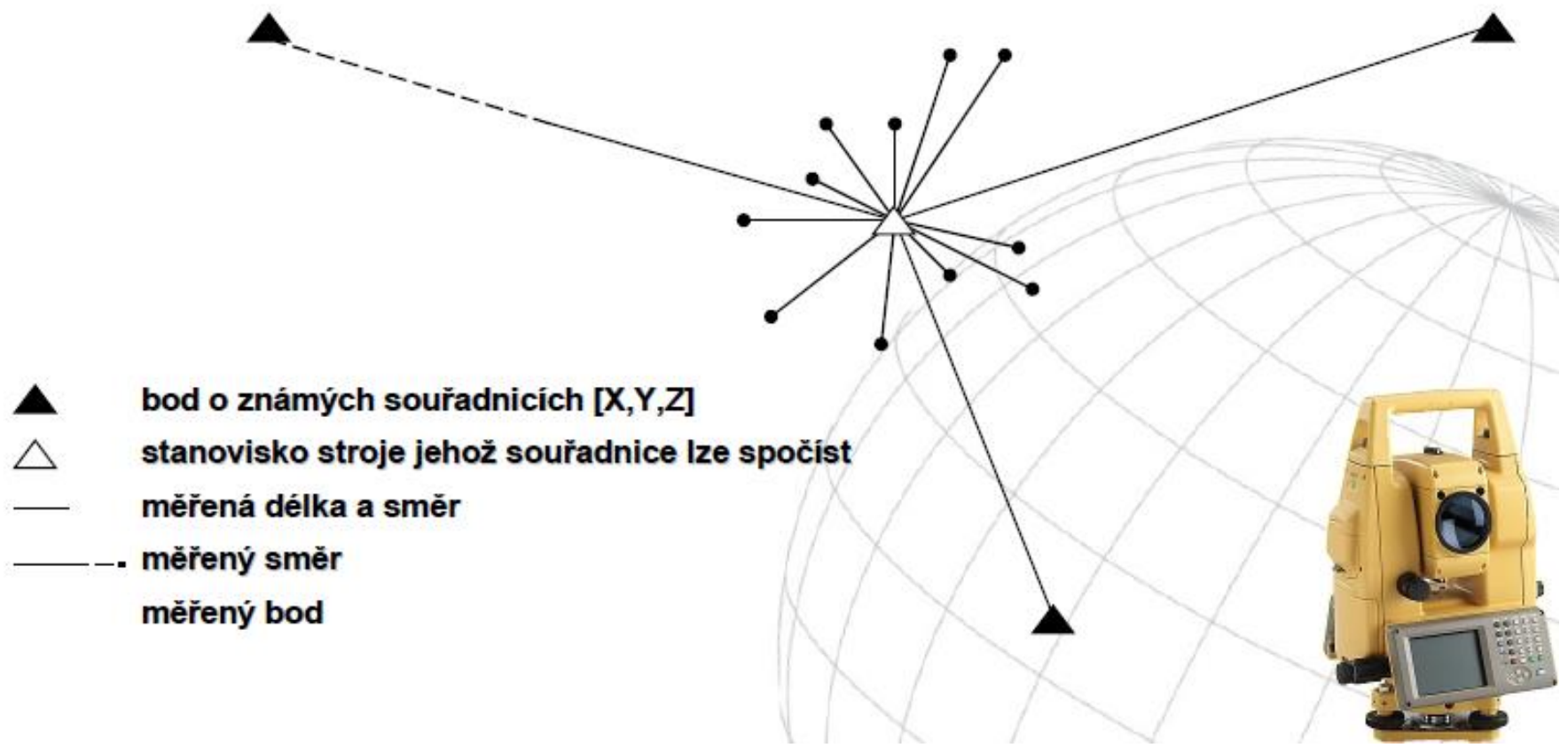
# Zdroje prostorových dat pro GIS

- **Primární – přímo měřená data**
  - terestrická (pozemní/geodetická) měření
  - Globální polohové systémy (Global navigation satellite system **GNSS** – GPS, Glonass,...)
  - Fotogrammetrie
  - Dálkový průzkum Země (DPZ)
  - Laserové skenování (LIDAR)
- **Sekundární – již jednou zpracovaná data**
  - manuální vstup přes klávesnici
  - digitalizace
  - skenování a vektorizace



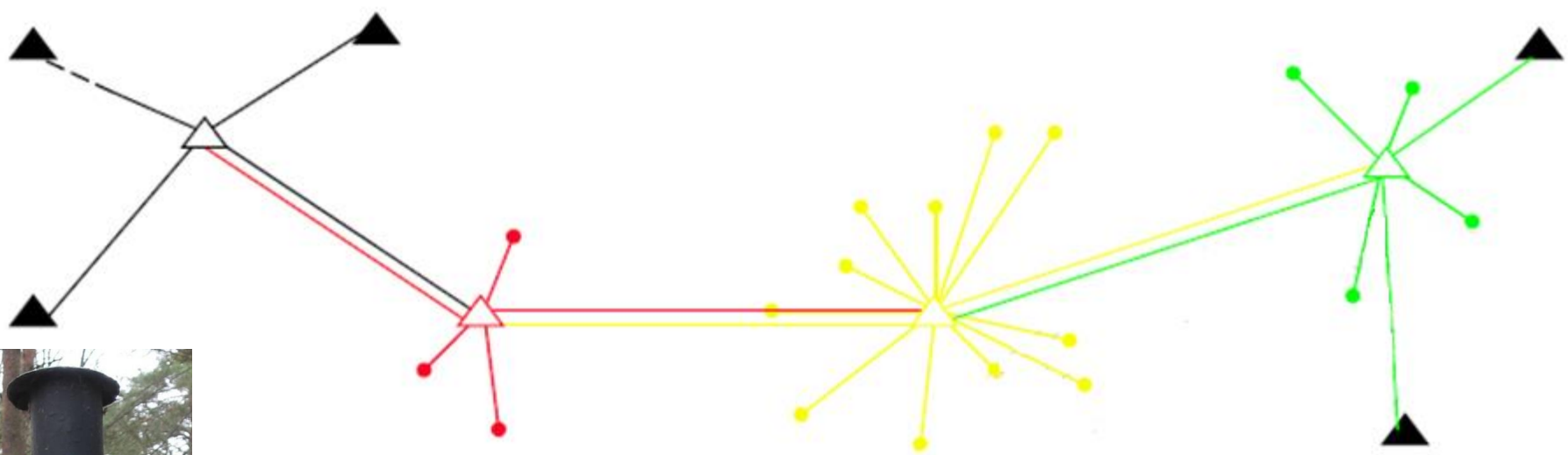
# Zdroje prostorových dat pro GIS

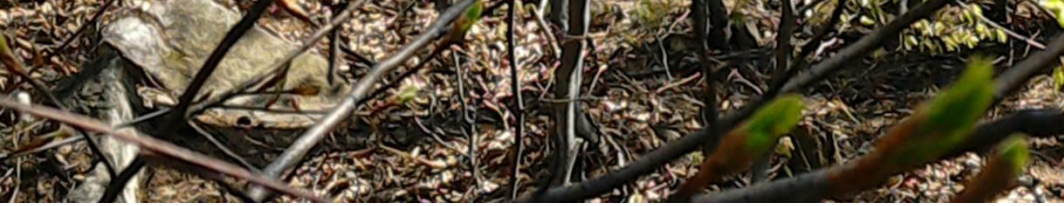
## Geodetická data





# Zdroje prostorových dat pro GIS







# Zdroje prostorových dat pro GIS - GNSS

**Global Navigation Satellite System (GNSS) –  
Globální družicový polohový systém**

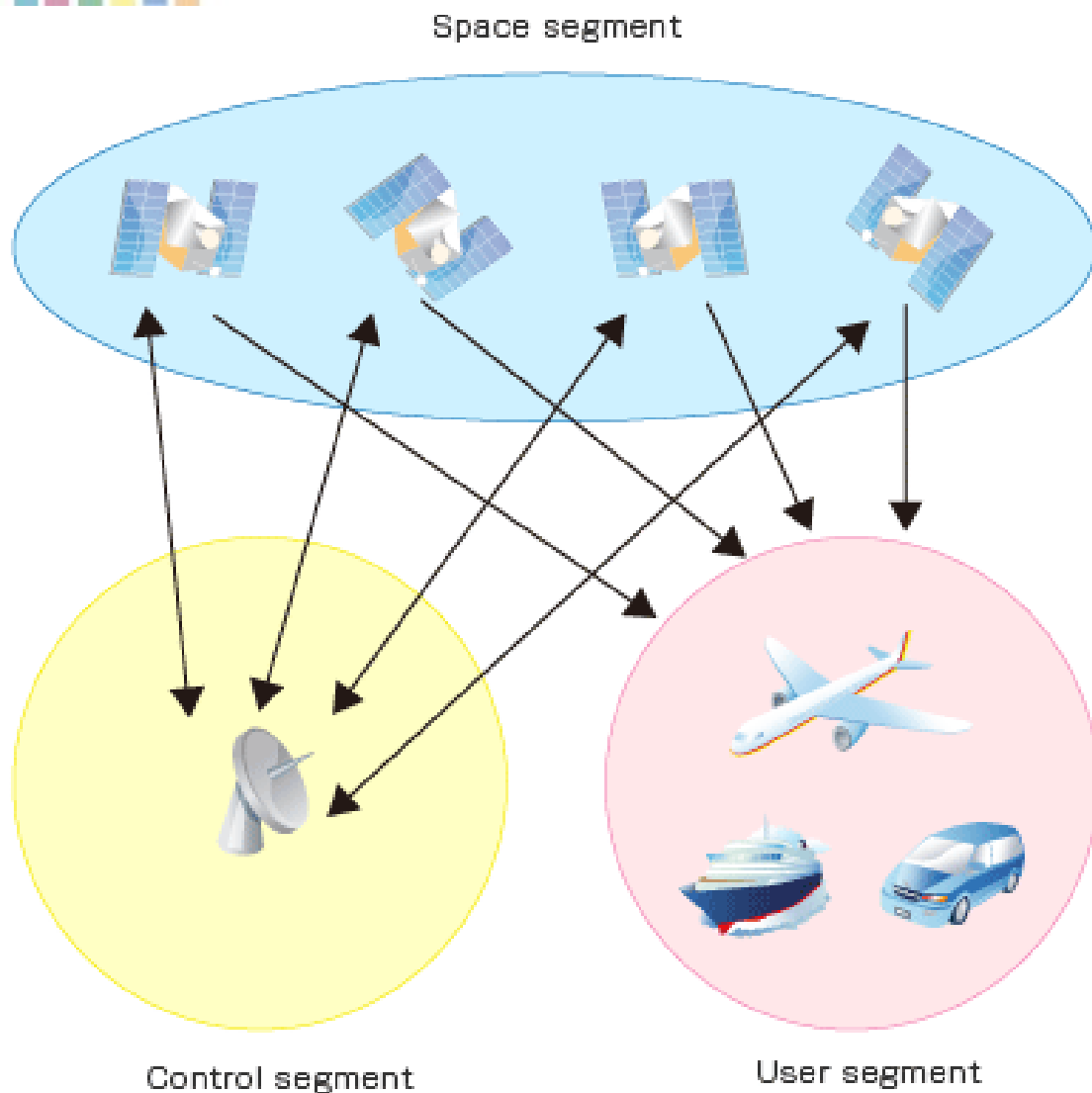
- **GPS NAVSTAR (Spojené státy americké)**
- **GLONASS (Ruská federace)**
- **Galileo (Evropská unie)**
- **Baidu (Čína)**

**Rádiový dálkoměrný systém**





# Segmenty GNSS



- **Uživatelský**
- **Řídící**
- **Vesmírný**
- GPS přijímač počítá rozdíly mezi vlastním časem a časem uvedeným v signálu družic pro zjištění vzdálenosti a polohy.
- Vlivy atmosféry, povrchu, pohybu.

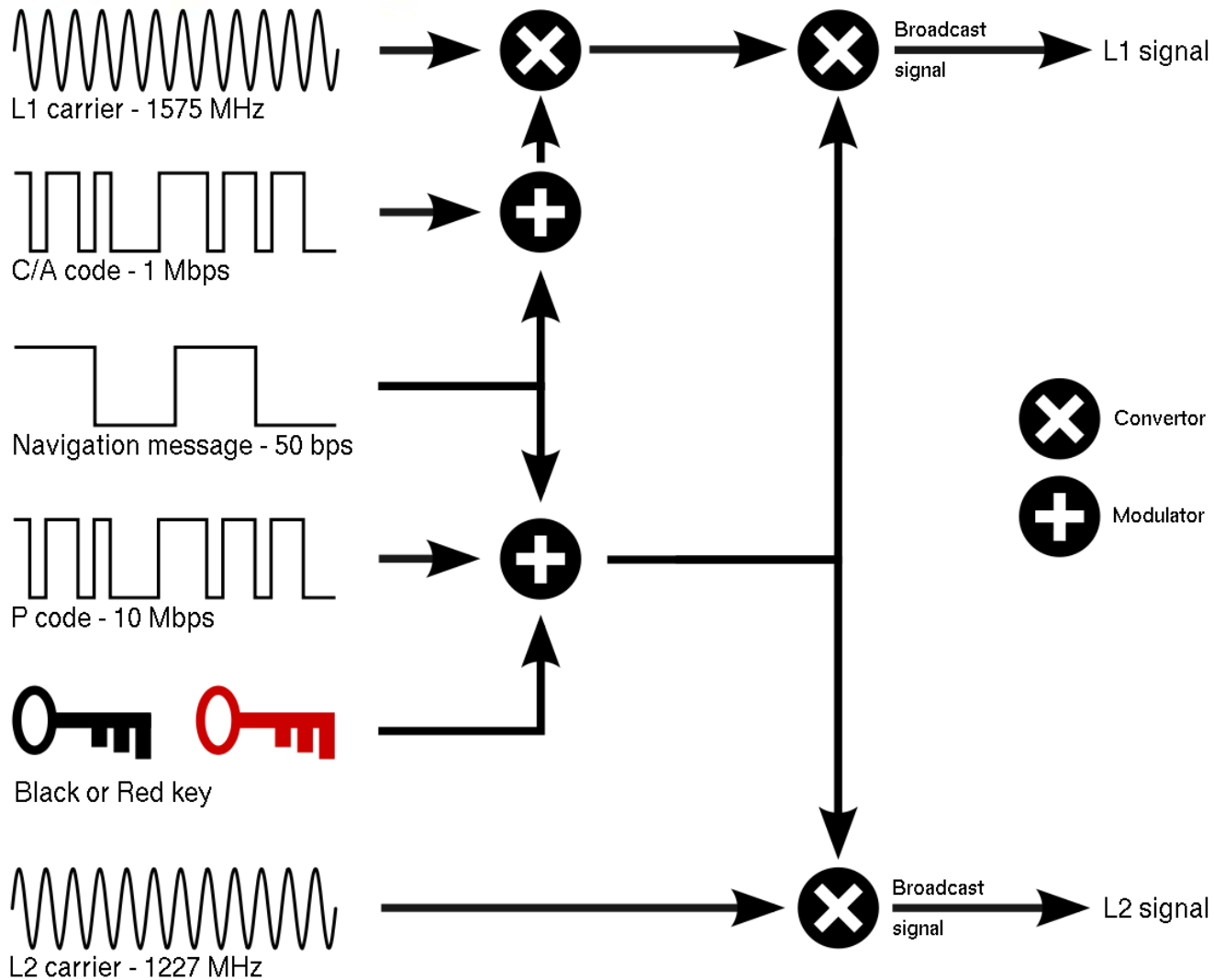


# Signály vysílané družicemi GPS

- družice vysílá signál, který tvoří **dvě nosné vlny L1 a L2 a navigační zprávu**.
- Obě vlny modulovány dvěma **pseudonáhodnými kódy** – **C/A kódem** (pouze pro L1, krátká vlnová délka) a **P-kódem** (L1 i L2, lze uzamknout).
- **navigační zpráva** – základní informace o každém satelitu. Obsahuje tři hlavní komponenty:
  - 1. GNSS datum a čas, statut satelitu a informaci o jeho stavu,
  - 2. orbitální informace (efemeridy) – umožní přijímači vypočítat polohu družice,
  - 3. almanach = informaci o všech satelitech na orbitu,



# Signály vysílané družicemi GPS





# Přijímač GNSS a výpočet polohy

Typy přijímačů dle:

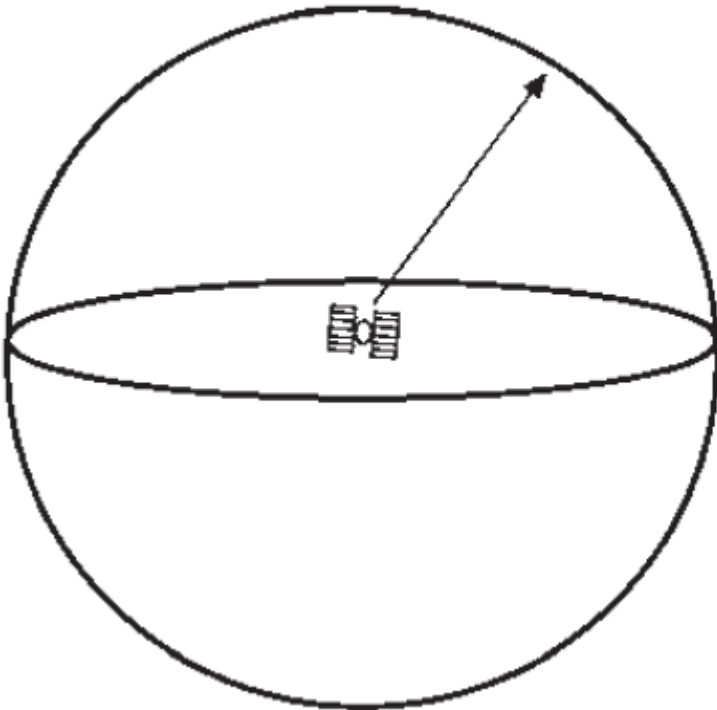
- 1. **Počet kanálů** – jednokanálové (1 družice, přepínání kanálů, starší), vícekanálové (signál ze všech dostupných, 40 kanálů).
- 2. **Typ měřených dat:**
  - Kódové měření – pracuje pouze s C/A kódem, přesnost 3–6 metrů, výpočet pomocí tranzitního času,
  - Fázová měření – pracuje přímo s fází nosných vln L1 a L2, založena na výpočtu z počtu vln nosného signálu mezi přijímačem a družicí, umožňuje postprocessing.
- 3. **Uživatelé:** geodézie, armáda (uzamčení P-kódu), civilní (autonavigace, turistika).



# Vliv počtu satelitů na určení polohy

- 1 satelit = vzdálenost GNSS – satelit
- Minimum 4 satelity

1 One measurement narrows down our position to the surface of a sphere

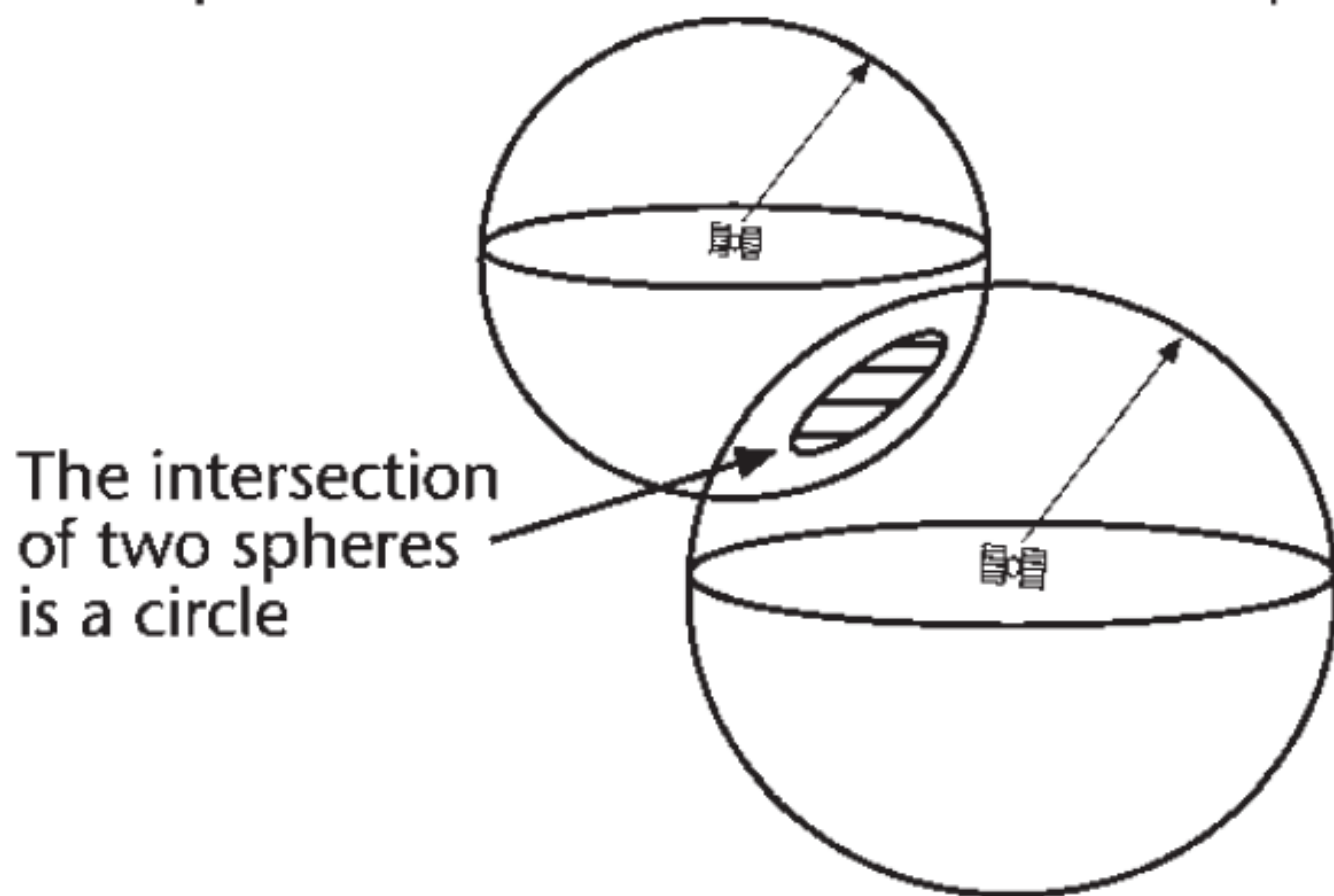


We are on the surface of this sphere



2

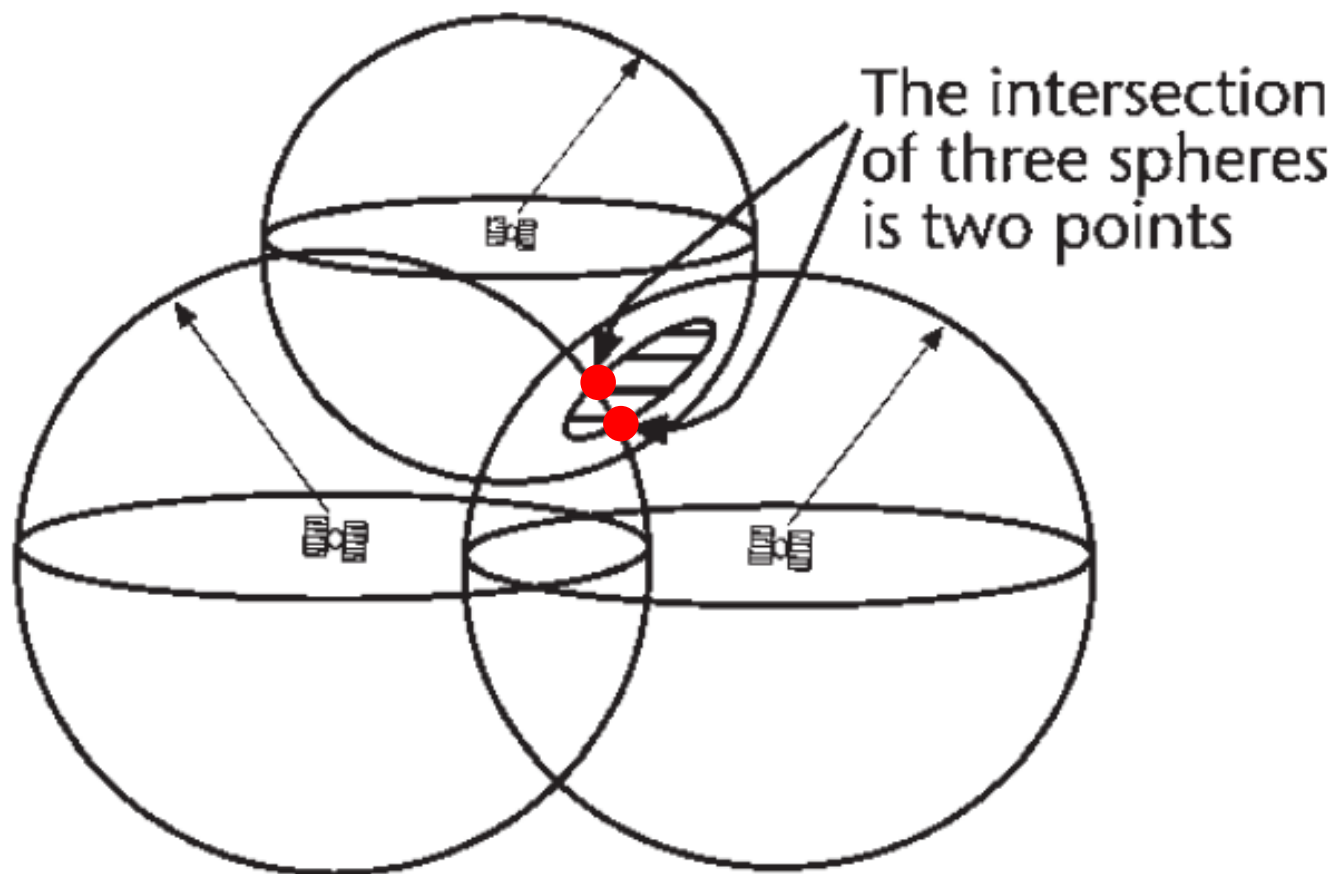
A second measurement narrows down our position to the intersection of two spheres



The intersection of two spheres is a circle

3

A third measurement narrows  
down our position to two points

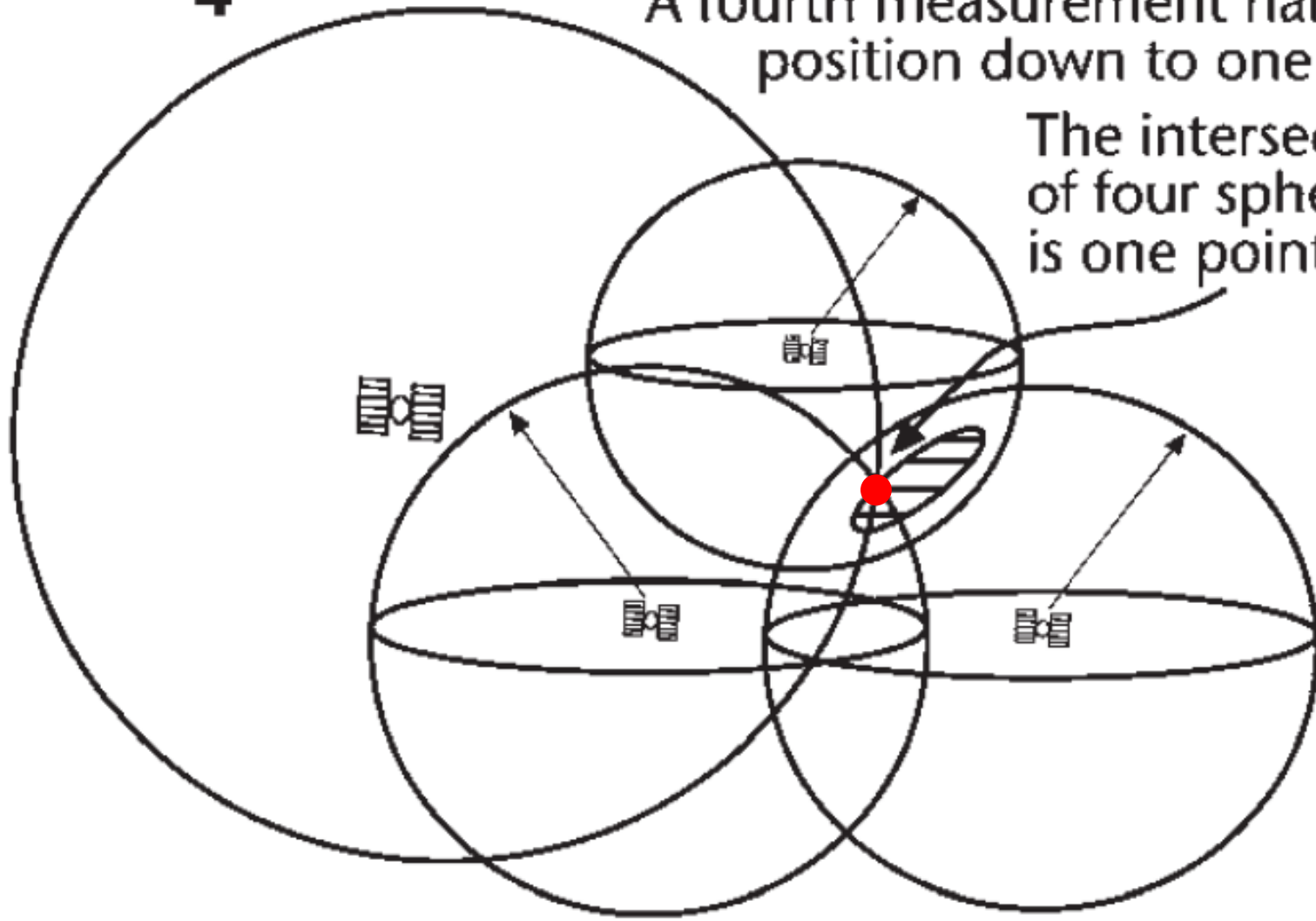




4

A fourth measurement narrows our position down to one point

The intersection of four spheres is one point





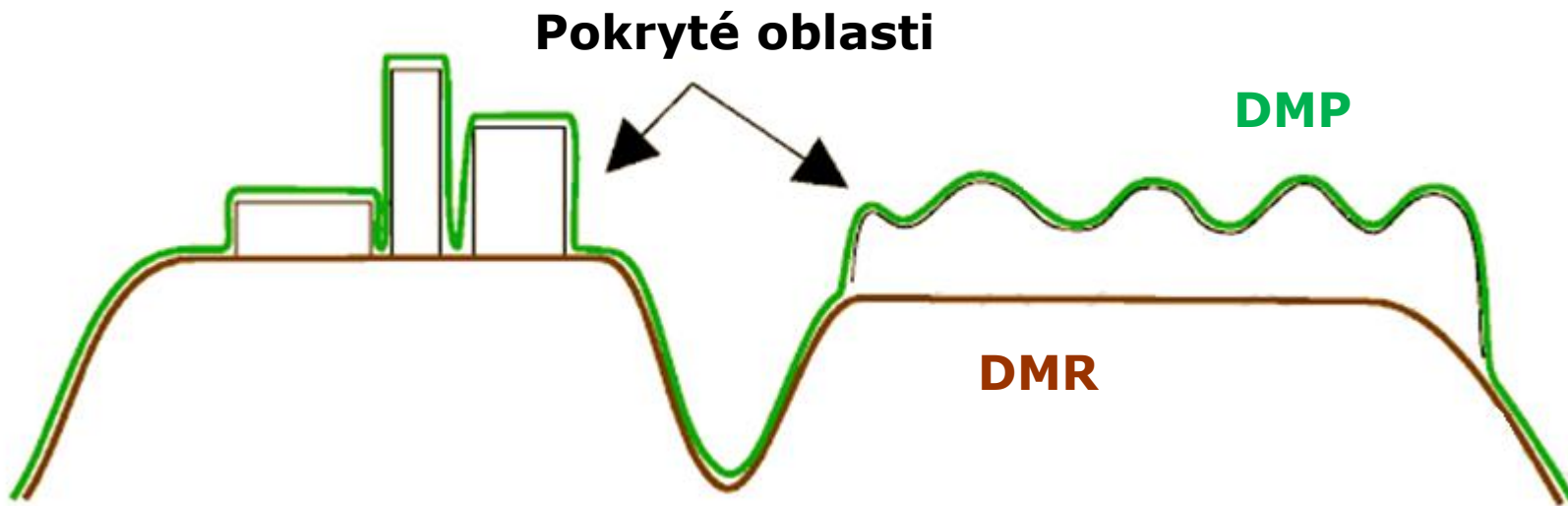
## Další charakteristiky GNSS dat

- Po **zpracování** jsou GPS data ve tvaru seznamu souřadnic a ty většina systémů umožní snadno zpracovat.
- GPS se hojně používá pro navigaci, sledování objektů (vozidel, ...) v reálném čase a analýzy v GIS na jejich základě.
- **GPS** udává geografické souřadnice v souřadnicovém systému **WGS 84**, tudíž pro použití v ČR je nutné u získaných dat většinou převést data do jiného souřadnicového systému (S-JTSK).
- **produkuje vektorová data.**

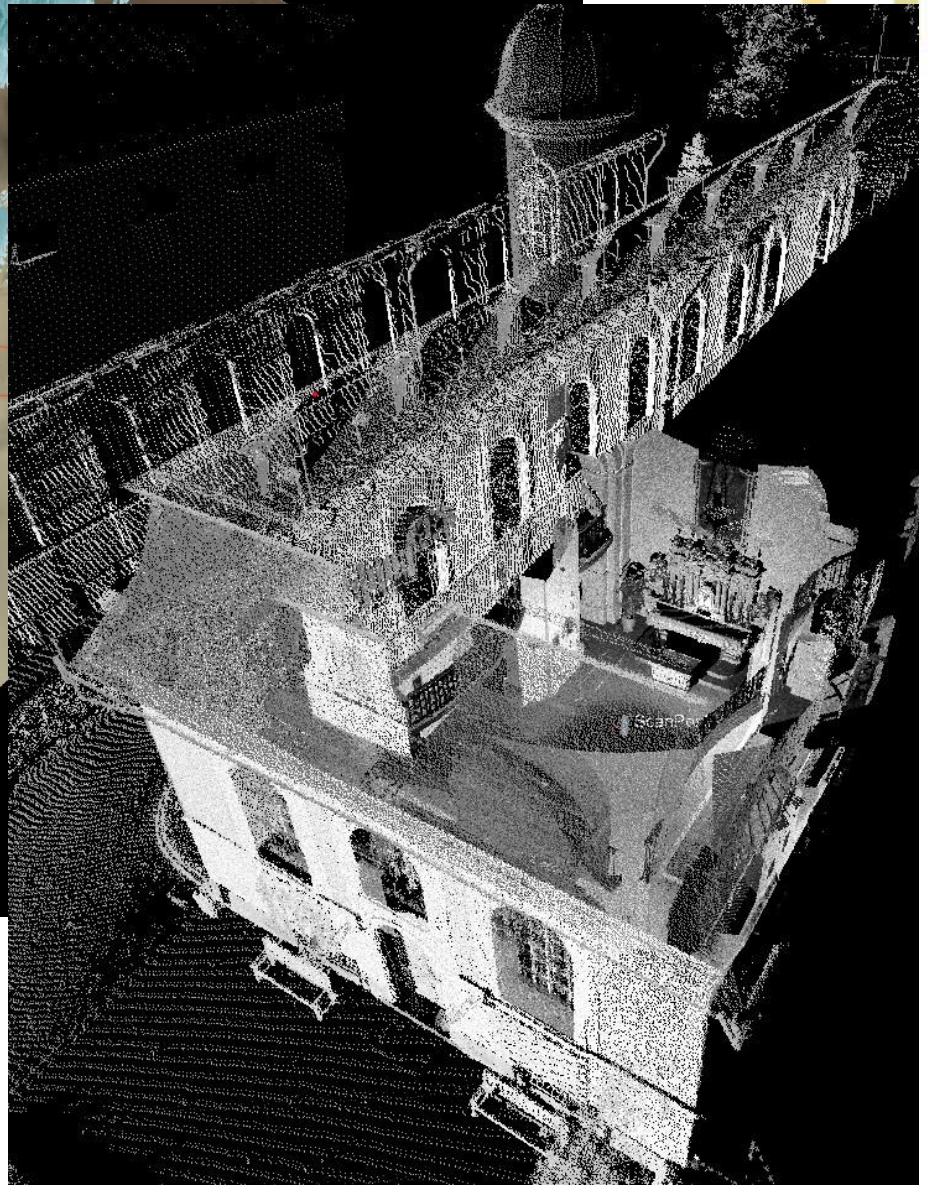
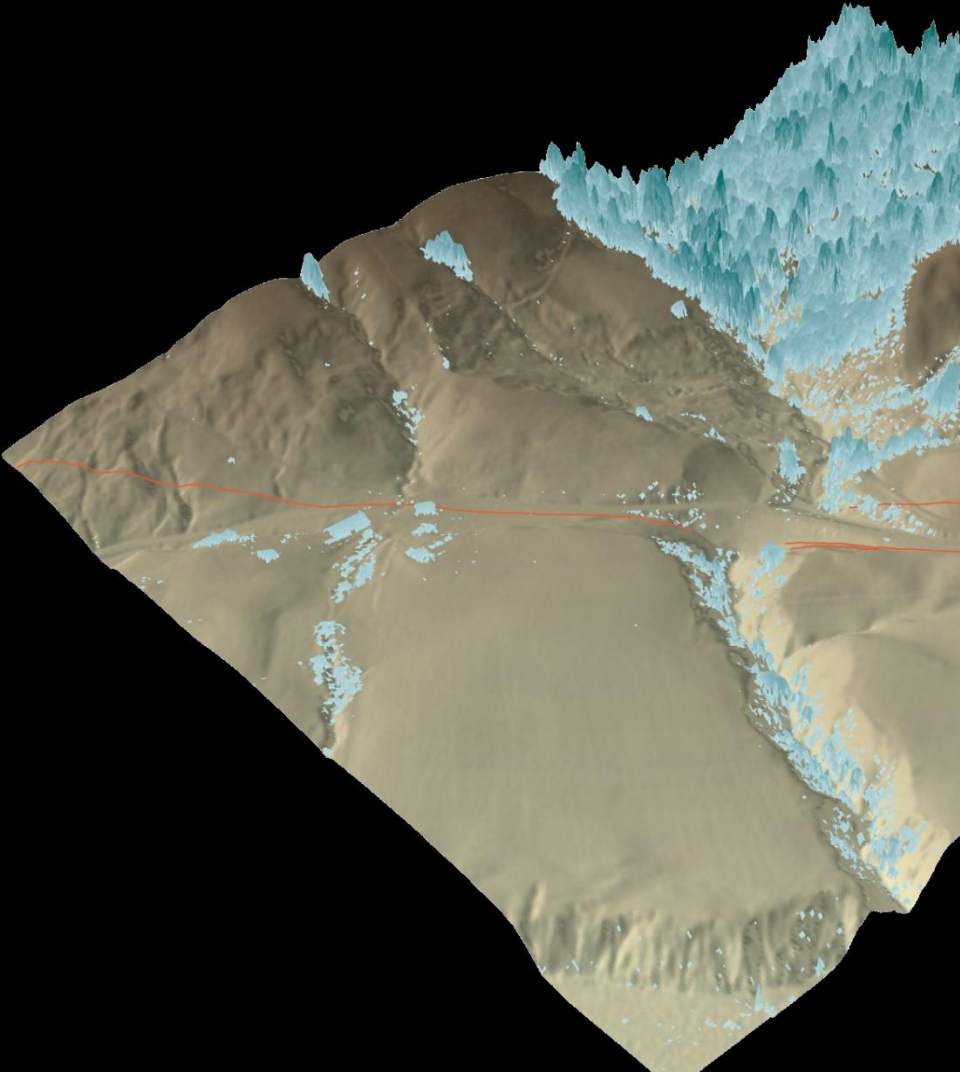
# Laserové skenování – LIDAR

- **Light Detection and Ranging (LIDAR)**
- Princip LIDAR je postaven na aktivním senzoru, který vyšle laserový paprsek a zaznamená jeho zpětný odraz.
- Odrazů může být několik, první je považován za digitální model povrchu (DMP, DSM – digital surface model). Poslední odraz je pak považován za digitální model reliéfu (DMR, DTM – digital terrain model).
- Teprve potom se senzor otočí a zaznamenává další bod!
- Existují letecké a pozemní scannery!

- **Digitální model povrchu x model reliéfu**



View to the northeast



**Geoinformatika**

Hledej v RÚIAN

### DMR

Nastavení

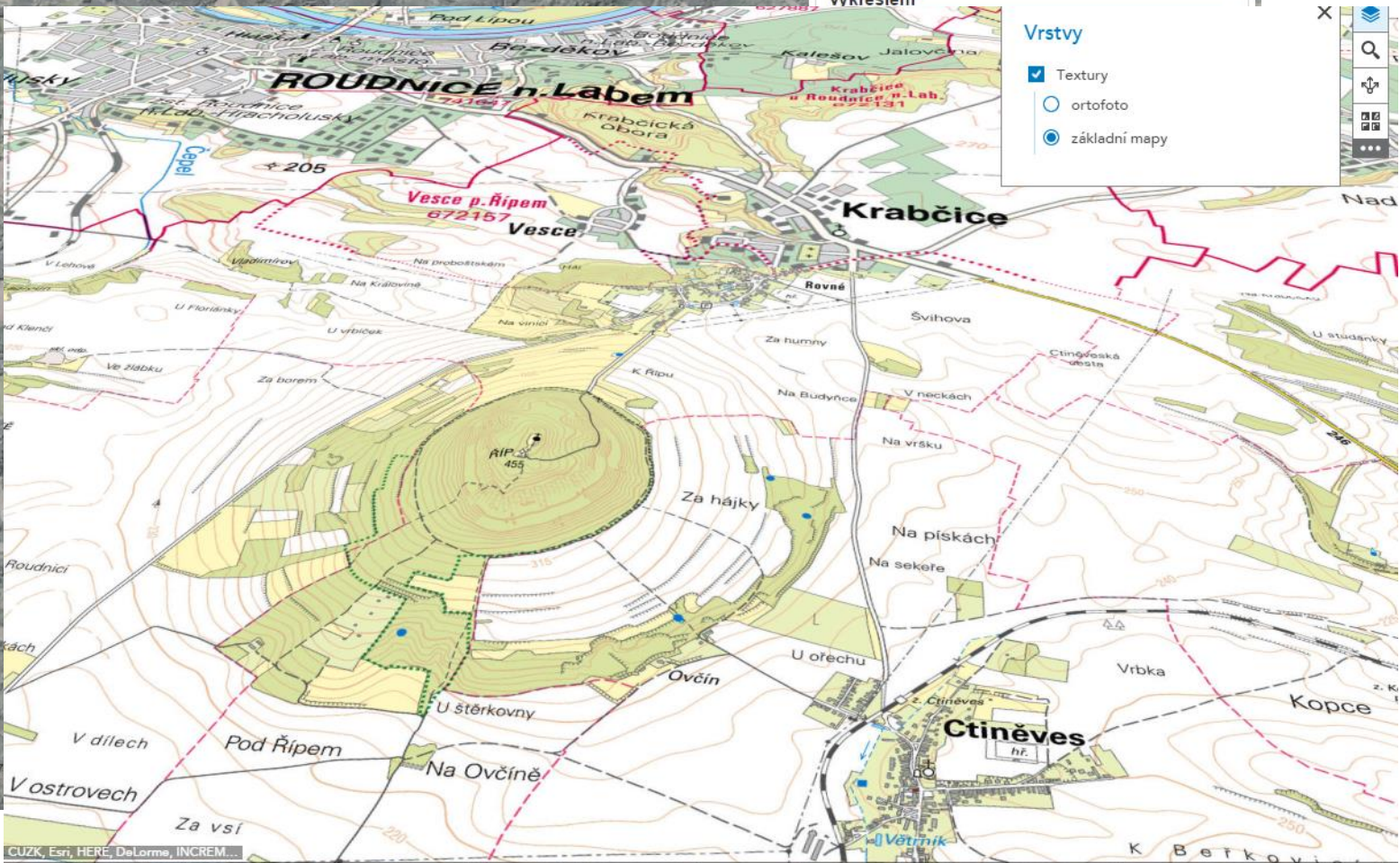
Zdroj dat DMR/DMP

DMR 4G   DMR 5G   **DMP 1G**

Wkreslení

### Vrstvy

- Textury
- ortofoto
- základní mapy

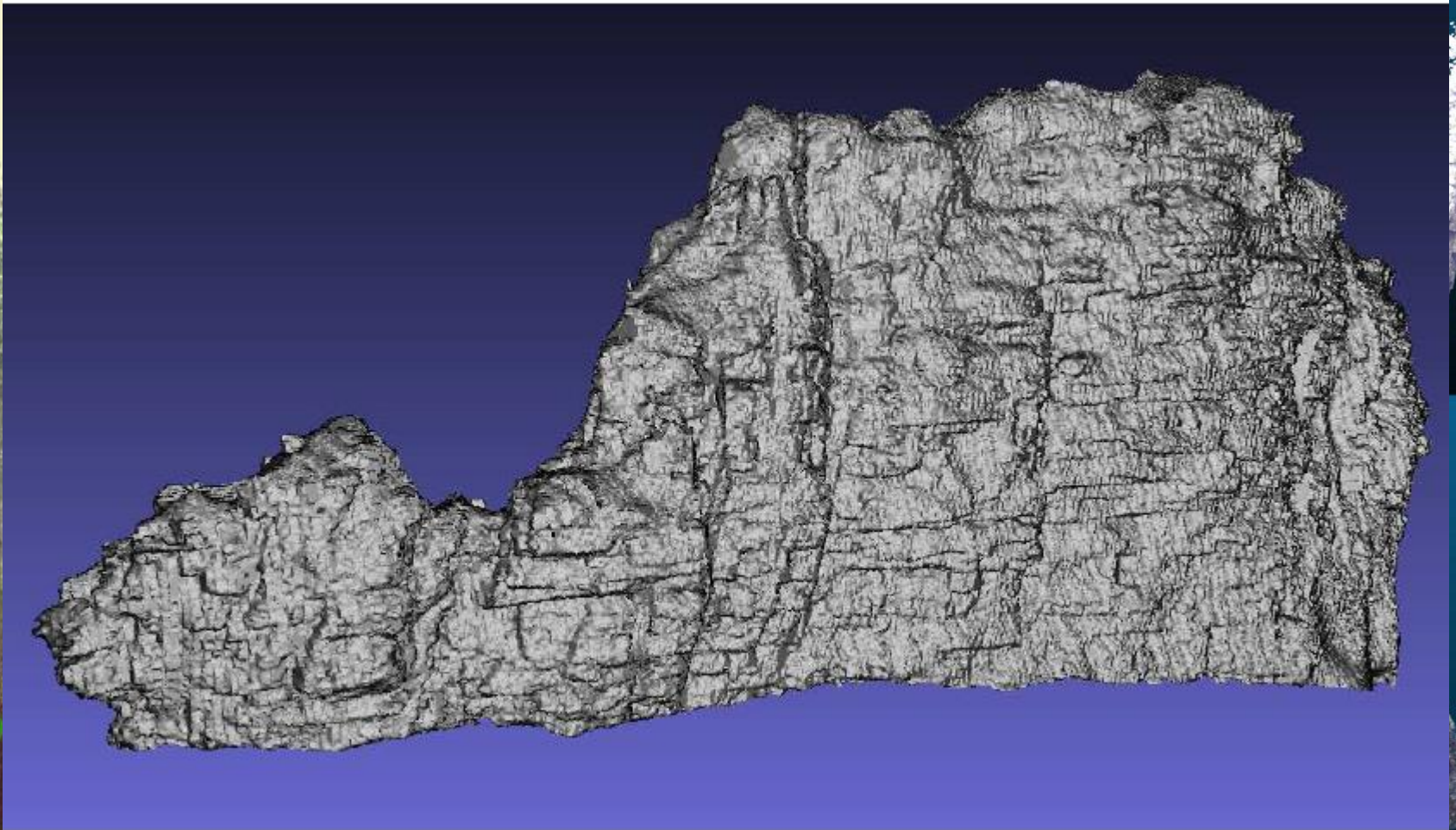


# LLS - problémy





# Horizontální skenování



Sphere8



# Sekundární zdroje dat

- **Sekundární zdroje dat jsou již jednou zpracované primární zdroje**
- **=> jsou v nich obsaženy chyby získané již během prvního zpracování dat, tudíž nemohou být přesnější než zpracovávané primární zdroje.**
- **Možnosti jejich vstupu do GIS**
  - manuální vstup přes klávesnici (pracné, zdlouhavé)
  - digitalizace
  - skenování a vektorizace
  - import dat.

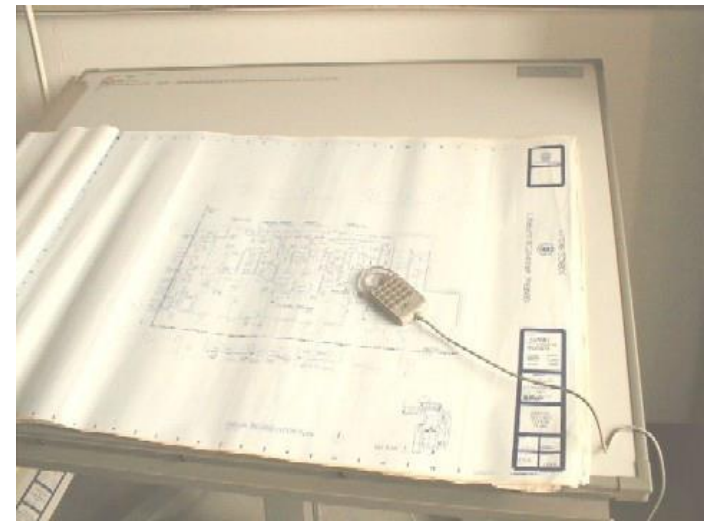
# Manuální digitalizace

- Využívá se tablet-digitizér, což je zařízení na snímání souřadnic s různě velkou pracovní plochou (obvykle A3-A0) a různou rozlišovací schopností a přesností .
- Je třeba kalkulovat i s měřítkem podkladu!
- Princip digitalizace – snímaný podklad se upevní na pracovní plochu a pomocí zaměřovacího kříže (kurzoru) je snímána poloha zaměřovaných bodů a z klávesnice nebo pomocí kurzoru se zadává identifikátor objektu.

dvě základní metody digitalizace:

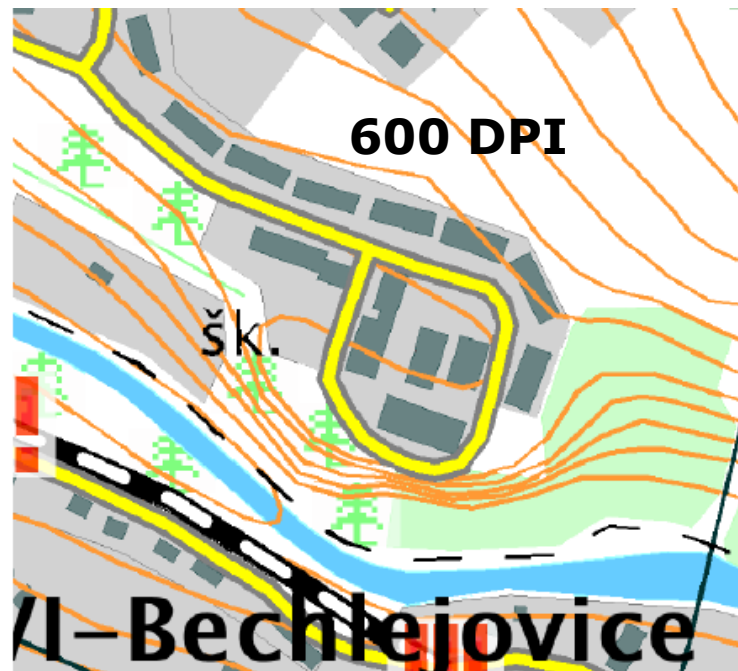
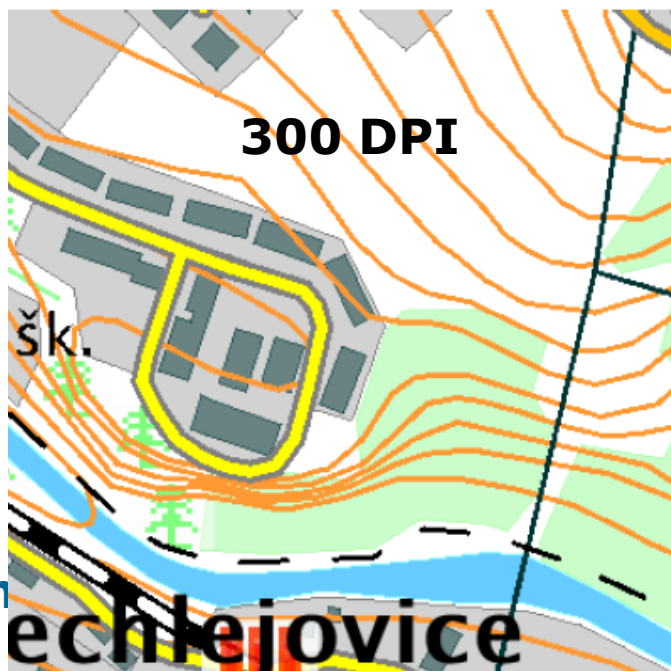
- **bodová** (point) - kliká se na každém vrcholu, který je třeba zaznamenat.
- **proudová** (stream) - počítač automaticky zaznamenává sekvence bodů v zadaném časovém nebo vzdálenostním intervalu.

**Geoinformatika**



- Stále rozšířenějším způsobem převodu dat z analogové do digitální (rastrové) formy.
- zařízeních sloužících k optickému snímání dokumentů.
- Typy skenerů:
  - Bubnové
  - Deskové (stolní)
  - Posuvné velkoformátové
  - 3D

- **Nejdůležitějšími hodnotícími ukazateli jsou:**
  - **optické rozlišení** (body na palec - Dots Per Inch, dpi),
  - **přesnost** - souvisí s tím, jak precizně je vyroben snímací senzor, tj. jak pravidelně jsou na něm umístěny snímací prvky,
  - **barevnost** či šedotónovost.



# Vektorizace

- **Automatická** - vše dělá počítač. Je to velice rychlé (co se týče nároků na uživatele), ale je nutné provádět čištění vektorových dat.
- **Polautomatická** - interaktivní metoda, s tím že počítač sám vektorizuje, ale uživatel jej koriguje na sporných místech (ArcScan).
- **Ruční** (on screen digitizing) - interaktivní, kdy uživatel provádí sám vektorizaci na základě rastrového podkladu. Některé systémy umožňují automatizovat alespoň přichycení na rastr (Kokeš, GeoMedia Pro).



# Manuální zadávání atributů

- Nejběžnější způsob zadávání atributových dat je manuálně, **pomocí klávesnice**, na což stačí pouze jednoduchý hardware.
- Možné problémy s **integritou** dat – lze kontrolovat.
- Atributy se následně navazují na prostorovou část pomocí **unikátního identifikátoru**, který prostorové prvky již obsahují (vytváří se obvykle již při jejich tvorbě).
- Kontrola **správnosti** zadaných údajů.
  - **Single Key Data Entry** - jeden operátor zadává atributová data a druhý operátor již zadaná data kontroluje (porovnává originál s vytištěnými výpisy, ...).
  - **Double Key Data Entry** - atributová data jsou zadávána dvěma na sobě nezávislými operátory (každý zadává stejná data) a poté se obě varianty v počítači porovnají. Při nalezení rozdílných hodnot se zadaný atribut překontroluje a opraví. Metoda se používá spíše na větší projekty, u kterých velice záleží na správnosti zadaných údajů.



# Skenování + rozpoznávání textu

- Další možností je scannování textu obsahující žadané atributy a poté jeho automatizované rozpoznávání pomocí nějakého **OCR** (Optical Character Recognition - nástroje na rozpoznávání písma) software.
- Tato metoda, ačkoli relativně velice rychlá, je stále **úspěšná jen z části** a je možné ji aplikovat většinou pouze na již tištěný text (i z psacího stroje). Po automatickém převodu je navíc nutné vše pečlivě zkontrolovat (podobně jako u manuálního zadání pomocí metody Single Key Data Entry).
- Problémy s diakritikou.
- Další nevýhodou je obvyklá **nutnost ručního navazování atributů** na prostorovou část, podobně jako u ručního zadávání dat.