

# Úvod do GIS

## Zpracování dat II

Pouze podkladová prezentace k přednáškám,  
nejedná se o studijní materiál pro samostatné  
studium.

Karel Jedlička



# Zpracování dat

- Převody mezi reprezentacemi
  - ...
  - Vektorizace
  - Rasterizace
  - Interpolace
  - Tvorba DMR (TIN, rastr)
  - Topologické čištění dat



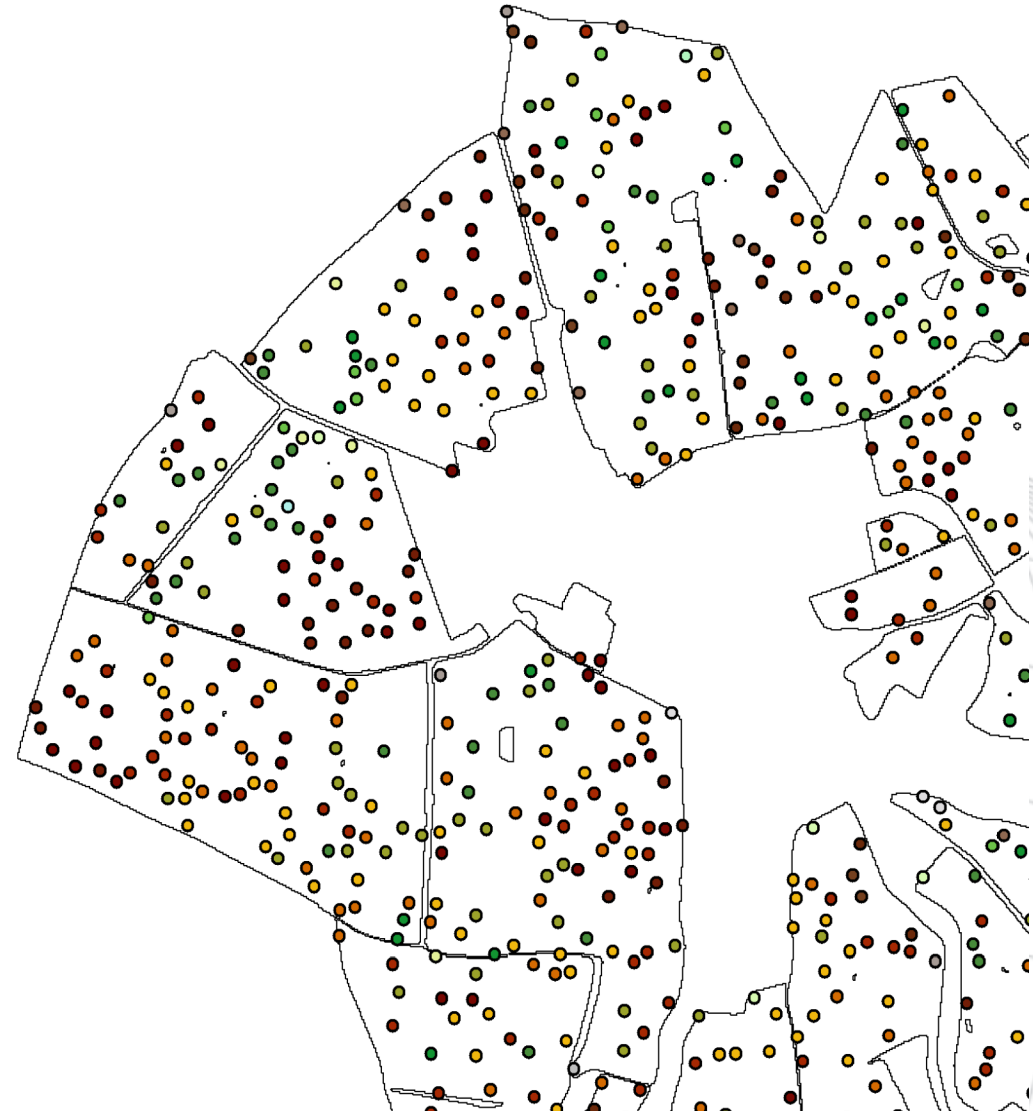
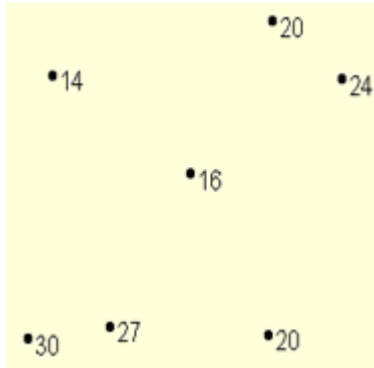
# Interpolace

- Existuje poměrně velké množství geografických dat získávaných pouze z bodů nepravidelně rozmístěných v prostoru, které mapují v principu spojité jevy.
- Jedná se například teplotu, nadmořské výšky, demografii, zásaditost půdy, koncentrace škodlivin, ...
- U všech těchto dat je nemožné získat informace měřením z celé lokality. Existují však metody, které pomáhají určit způsob získání co nejadekvátnější informace pro konkrétní problém (jev).
- K získání informace i na jiných místech, než byla konkrétně měřená, pak slouží **interpolace**.

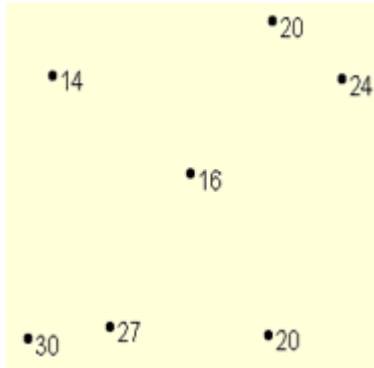
# Interpolace

- V GIS se používá hlavně při vytváření spojitých rastrových dat z naměřených bodových nebo liniových hodnot.
- Prakticky se jedná o speciální metody pro převod vektor-> rastr (rasterizace), kdy výsledkem převodu je rastr reprezentující souvislý povrch.
- Interpolovaná hodnota je platná pouze v konvexní obálce vstupních hodnot (i když rastr je vždy spočítán obdélníkový)!

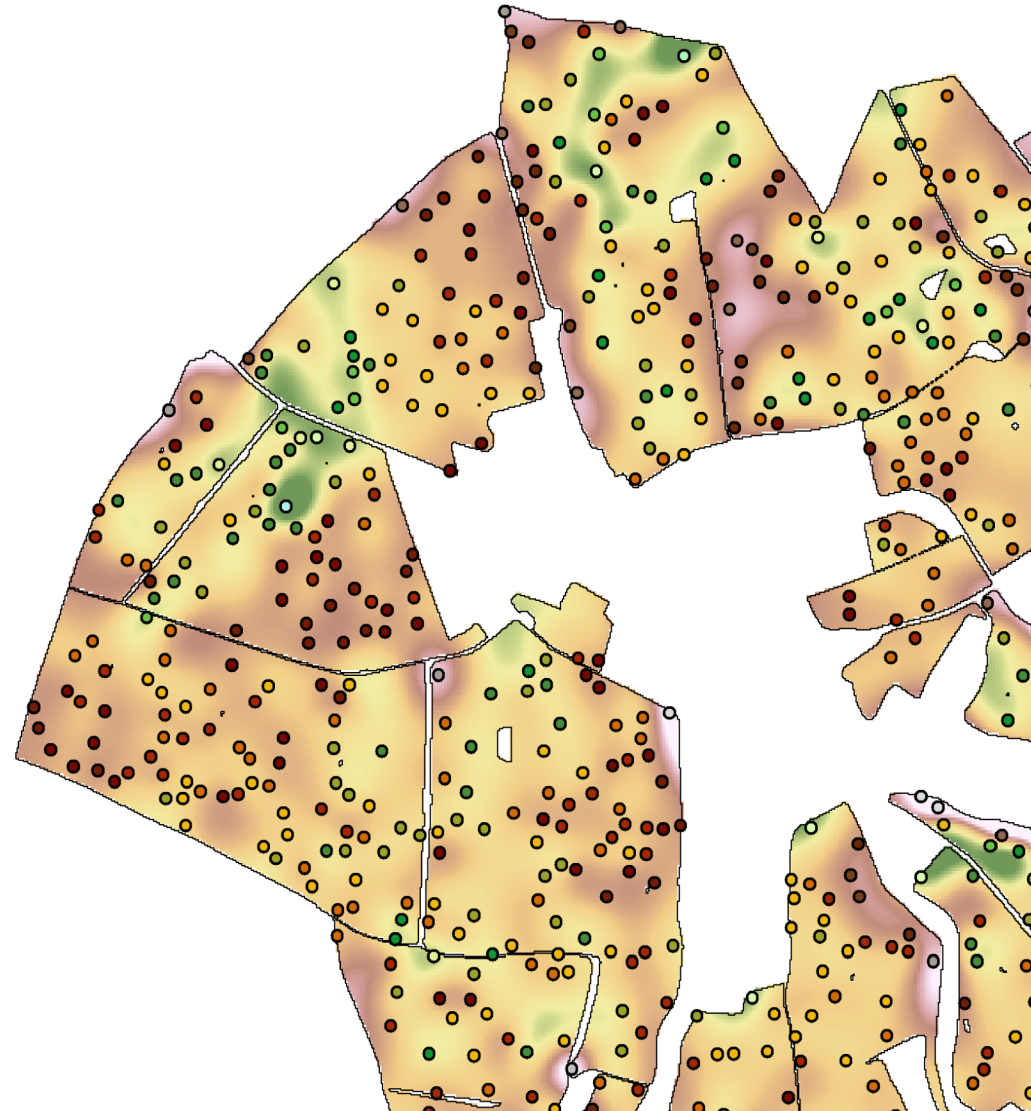
# Interpolace



# Interpolace



13	14	16	20	23
14	14	16	19	24
18	16	16	18	22
24	22	19	19	21
30	27	23	20	20



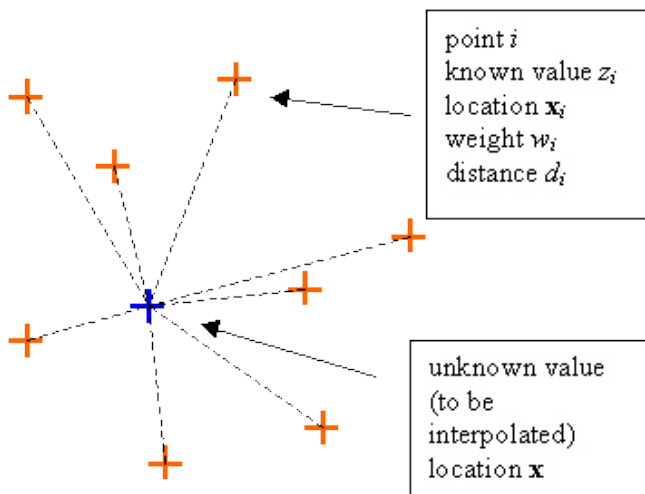
# Interpolace

- Některé interpolační metody:
  - Lineární interpolace
  - Inverzní vzdálenost
  - Přirozený soused
  - Metoda trendu
  - Kriging
  - ... a další (KMA/APA)



# Interpolace

- Metoda vážené inverzní vzdálenosti
  - Inverse Distance Weighted – IDW
  - určuje hodnotu v dané buňce pomocí lineárně vážené kombinace množiny vstupních bodů, kde váha je funkce inverzní vzdálenosti (čím dále je konkrétní bod od zjišťované buňky, tím menší má na její hodnotu vliv).



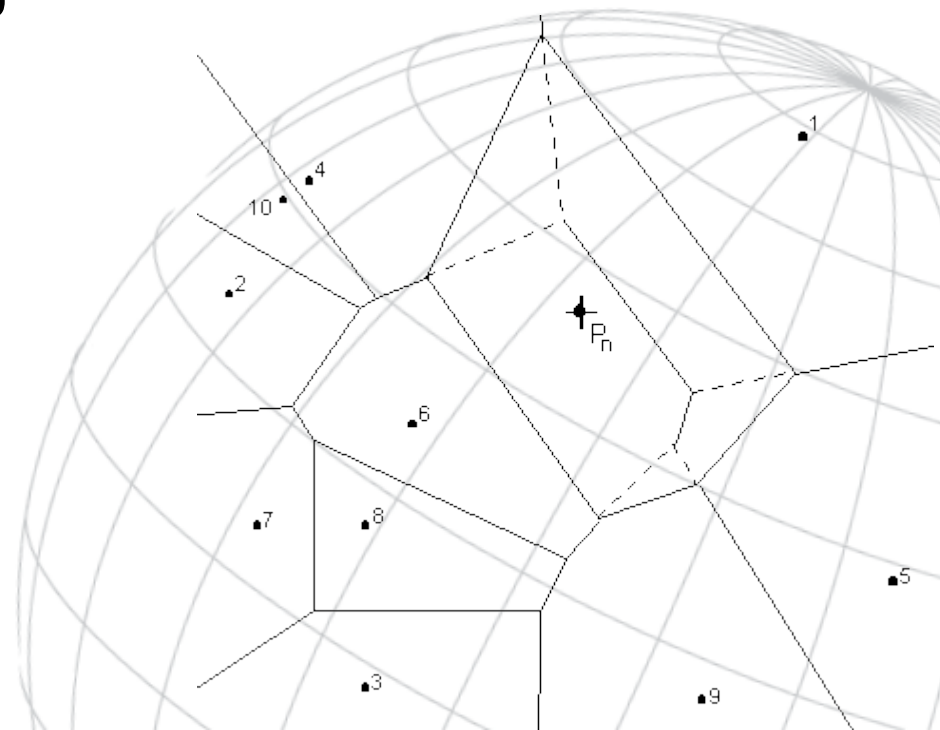
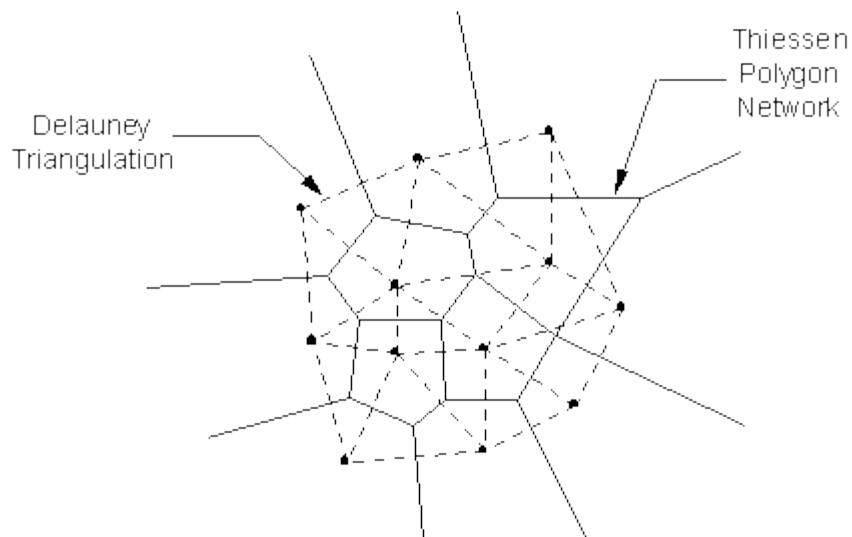
$$z = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \cdot z_i}{\sum_{i=1}^n w_i}, \quad \text{kde } w_i = \frac{1}{d_i^k}$$

$z_i$	známé hodnoty
$z$	počítaná hodnota
$d$	vzdálenost od známého bodu
$w_i$	váhová funkce, pro $k=1$ nepřímo úměrná vzdálenosti



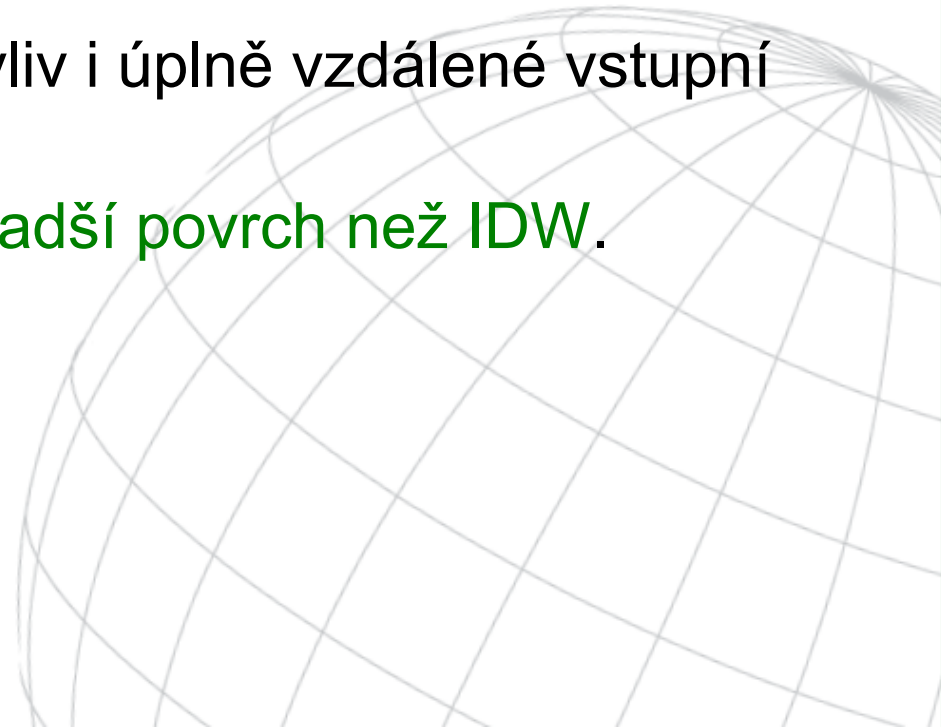
# Interpolace

- Přirozený soused
  - základní rovnice je stejná s IDW
  - rozdíl je v jinak volené váhové funkci: velikost ploch vstupních bodů, zasahujících do dočasně nově vloženého thiessenova polygonu.



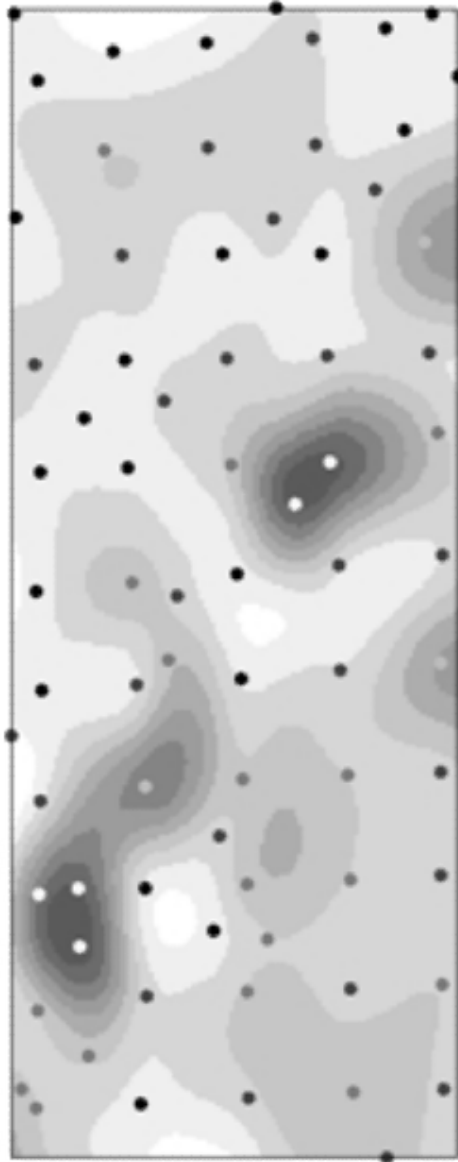
# Interpolace

- Metoda trendu
  - Používá polynomické regrese k proložení metody nejmenších čtverců celým povrchem. Je možné používat stupeň polynomu až  $n$ , ale obvykle se používá druhý až třetí stupeň.
  - Na hodnotu buňky mají vliv i úplně vzdálené vstupní body.
  - „Vyhledává trendy“ => hladší povrch než IDW.

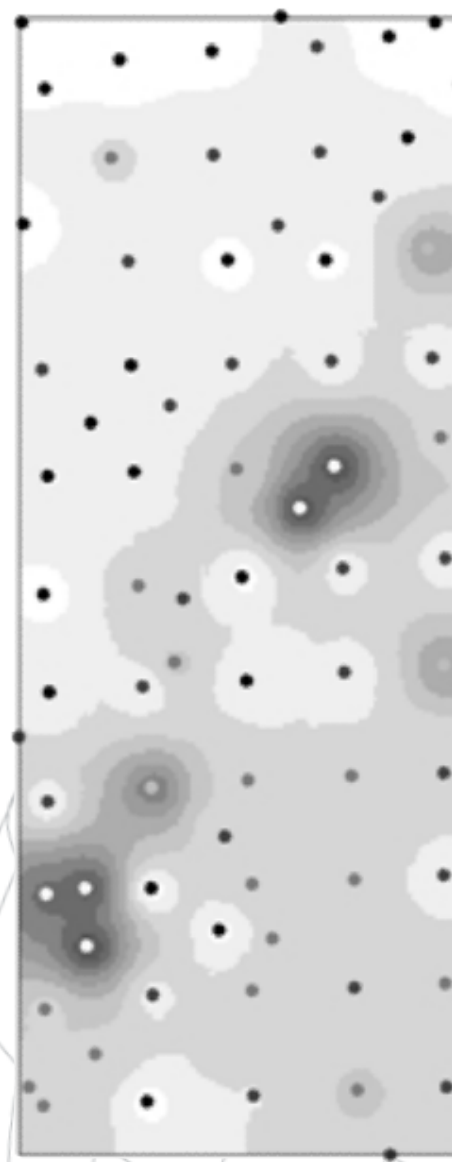


# Interpolace

Trend

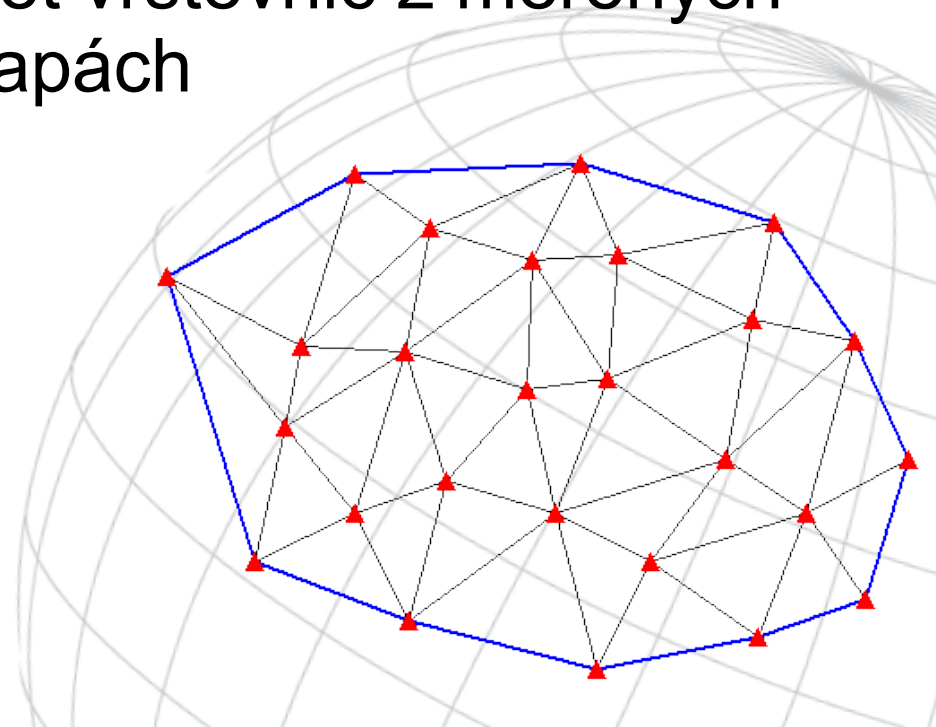


IDW



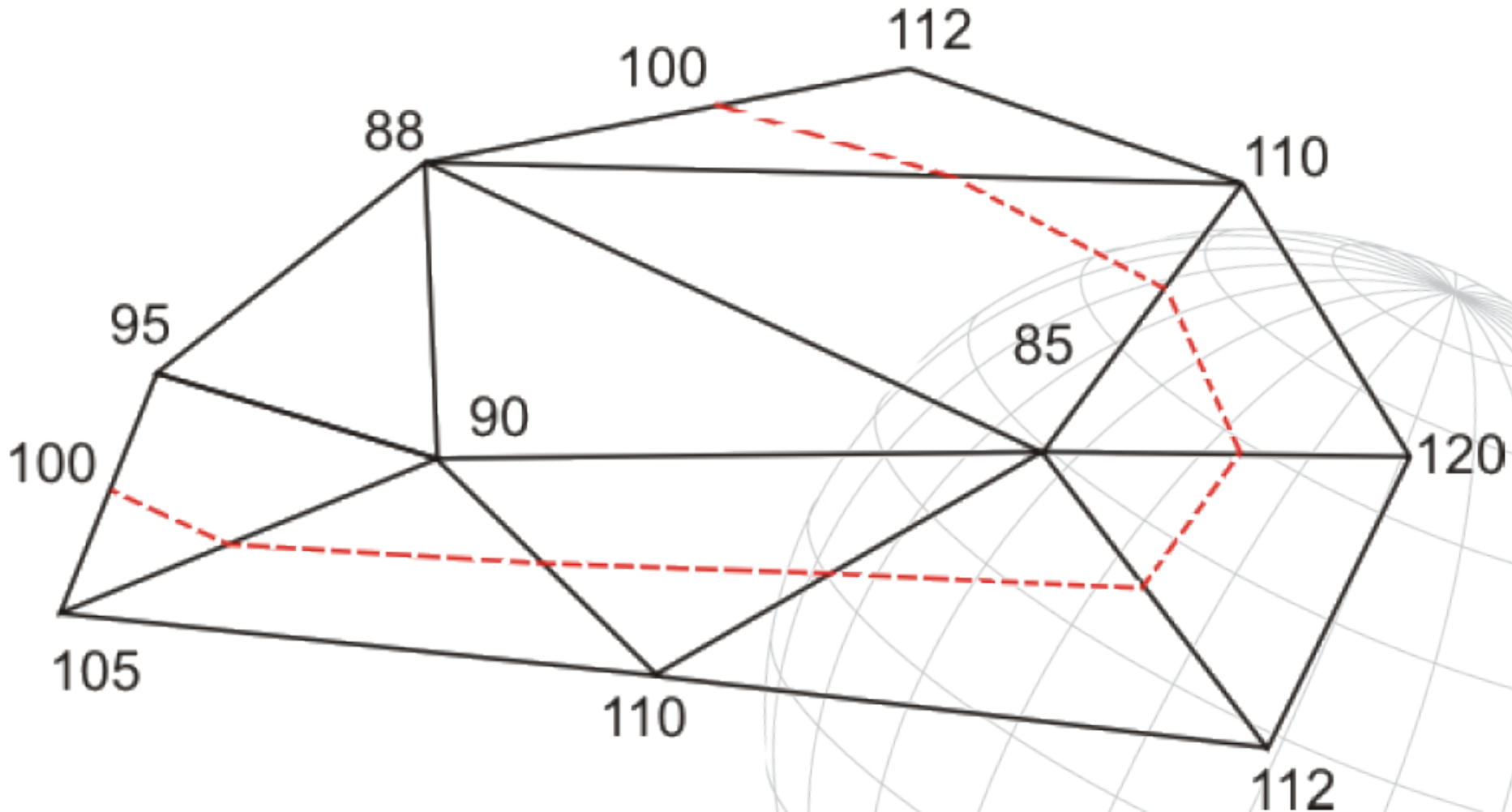
# Interpolace

- Lineární interpolace
  - tvorba TIN
  - ze tří bodů spočtená rovina
  - využívá se pro výpočet vrstevnic z měřených lomových bodů na mapách



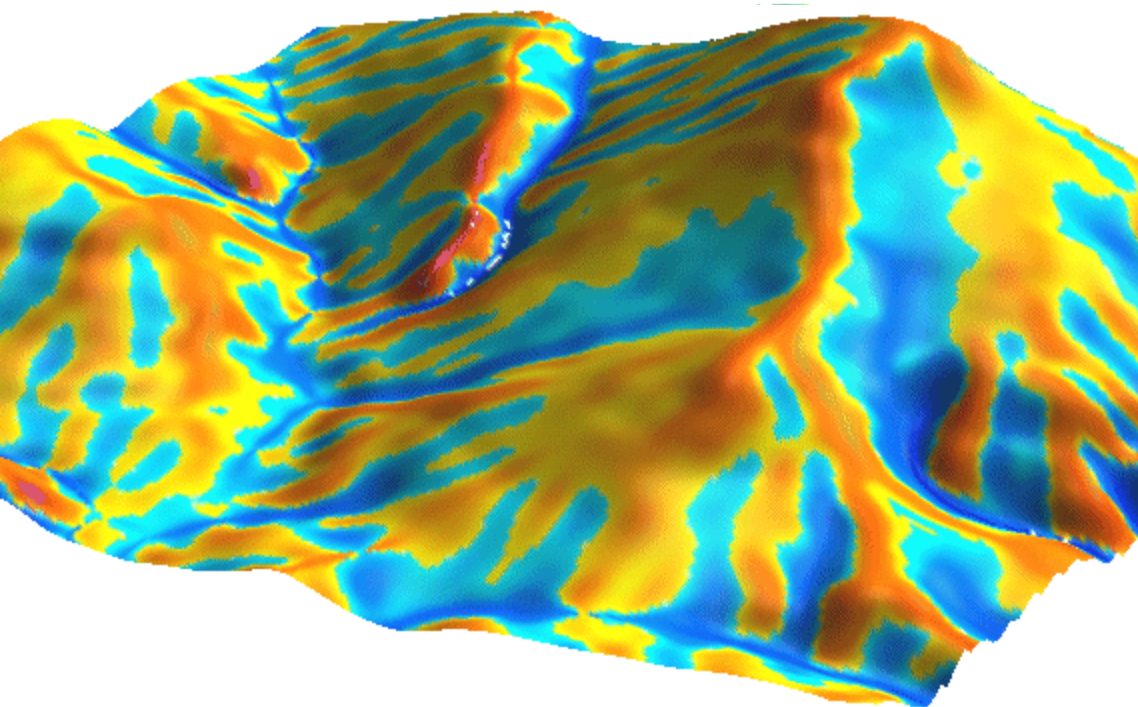
# Interpolace

- Výpočet vrstevnic z TIN



# Interpolace

Existuje množství různých interpolačních metod. Konkrétní metoda se vybírá podle charakteru interpolovaných dat (často **empiricky**).



- **Testování** vhodné interpolační metody lze provádět vypuštěním některých vstupních bodů a následným porovnáním rozdílů jejich hodnot a hodnot výsledného povrchu.

# Tvorba DMR

- Existuje celá řada digitálních modelů ...
  - Digitální model reliéfu (**DMR**, ang: DTM).
  - Digitální model povrchu (**DMP**, ang: DSM).
  - Digitální model území (**DMÚ**, ang: DLM).
  - ...
- V GIS je možné je reprezentovat jako:
  - **vektor** (pro účely kartografie),
  - **TIN** (velkoměřítková reprezentace),
  - **čtvercovou mříž** (**analýzy** využívající mapovou algebru – viz dále).

# Tvorba DMR

## +/- jednotlivých reprezentací

- Vektorové prvky umožňují **pokročilejší modelování vstupních dat** než rastrové. Lépe vystihují tvar terénu. Je u nich možné lépe atributově specifikovat, co reprezentují, nicméně, **nerepresentují povrch jako celek**.
- TIN **reprezentuje nejlépe povrch jako celek**, ale algoritmy pro něj jsou složité.
- mříž – vlivem vzorkování horší reprezentace povrchu jako celku, ale velkou výhodou jsou **jednoduché algoritmy pro analýzy**.

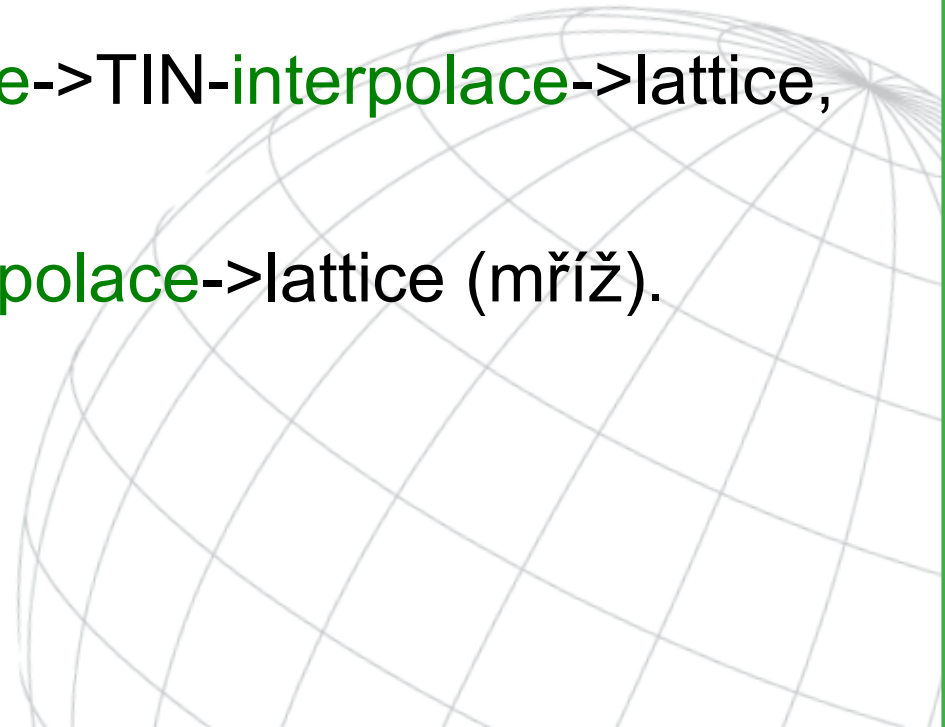


# Tvorba DMR

Převody mezi jednotlivými reprezentacemi DMx:

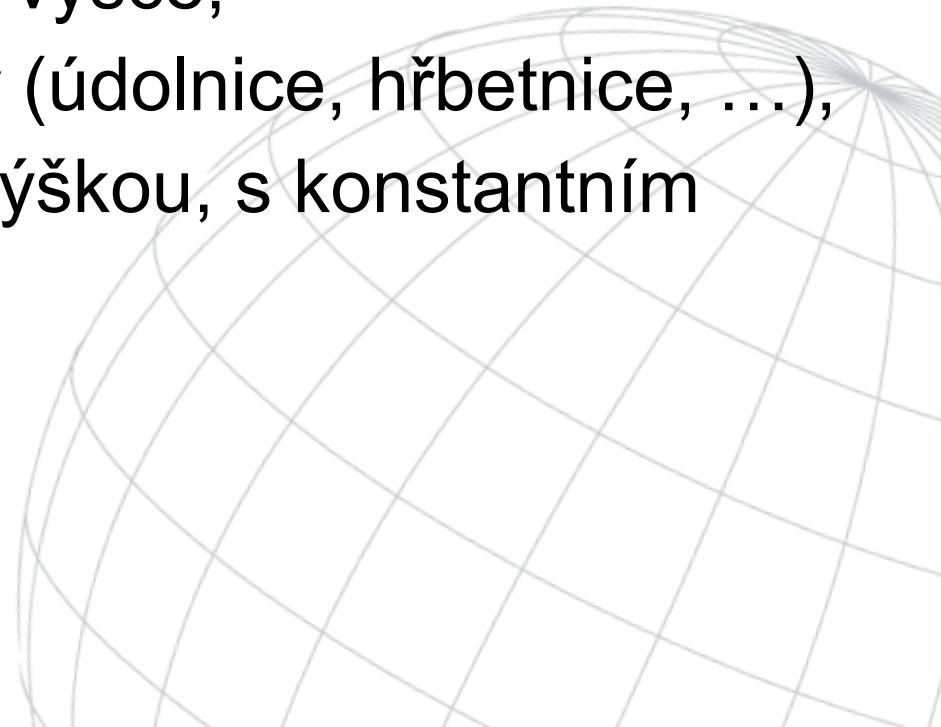
vektorové prvky-**triangulace**->TIN-**interpolace**->lattice,

vektorové prvky-**interpolace**->lattice (mříž).



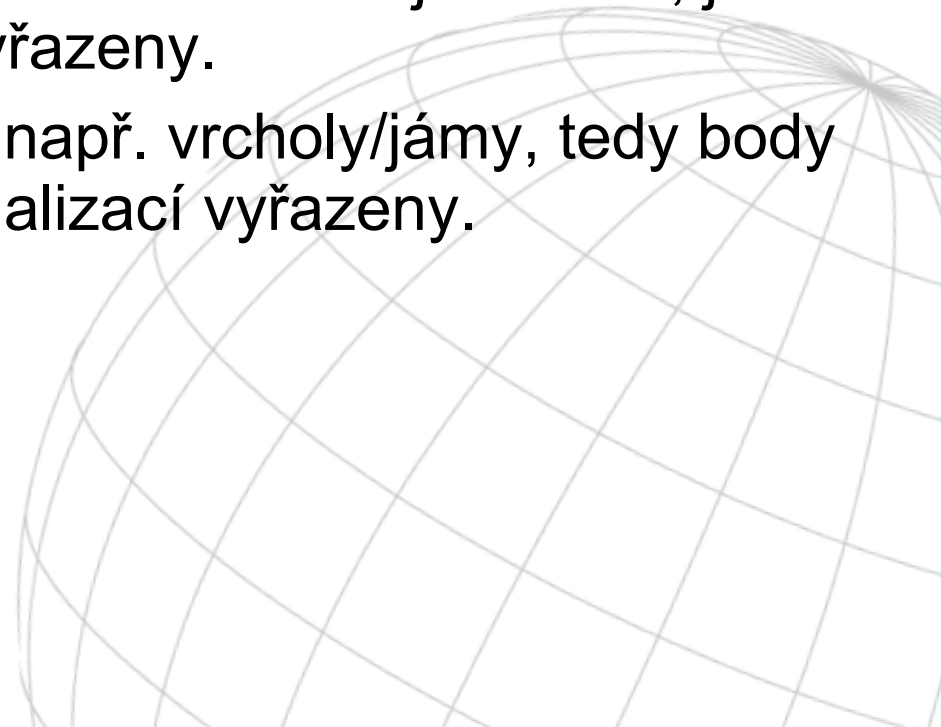
# Tvorba DMR

- **Morfologie** povrchu
  - svahy, údolí (většinou vrstevnicově vyjádřeno),
  - lokální vrcholky/jámy,
  - běžné body o známé výšce,
  - zlomové linie – hrany (údolnice, hřbetnice, ...),
  - plochy s konstantní výškou, s konstantním sklonem,
  - ...



# Tvorba DMR

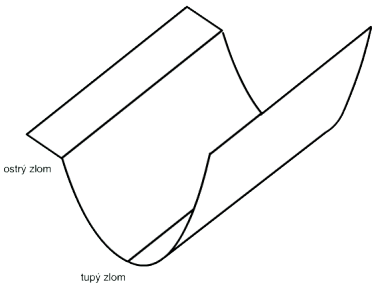
- Morfologické prvky vstupující do tvorby DMR je nutné zařadit do následujících kategorií:
  - **Běžné body** (Mass Points) – běžné body, které určují hodnotu (např. výšku), která je v daném místě. Při tvorbě TIN však nemusí tvořit vrchol trojúhelníku, jsou-li v rámci optimalizace vyřazeny.
  - **Povinné Body** (Points) – např. vrcholy/jámy, tedy body které nemohou být optimalizací vyřazeny.



# Tvorba DMR

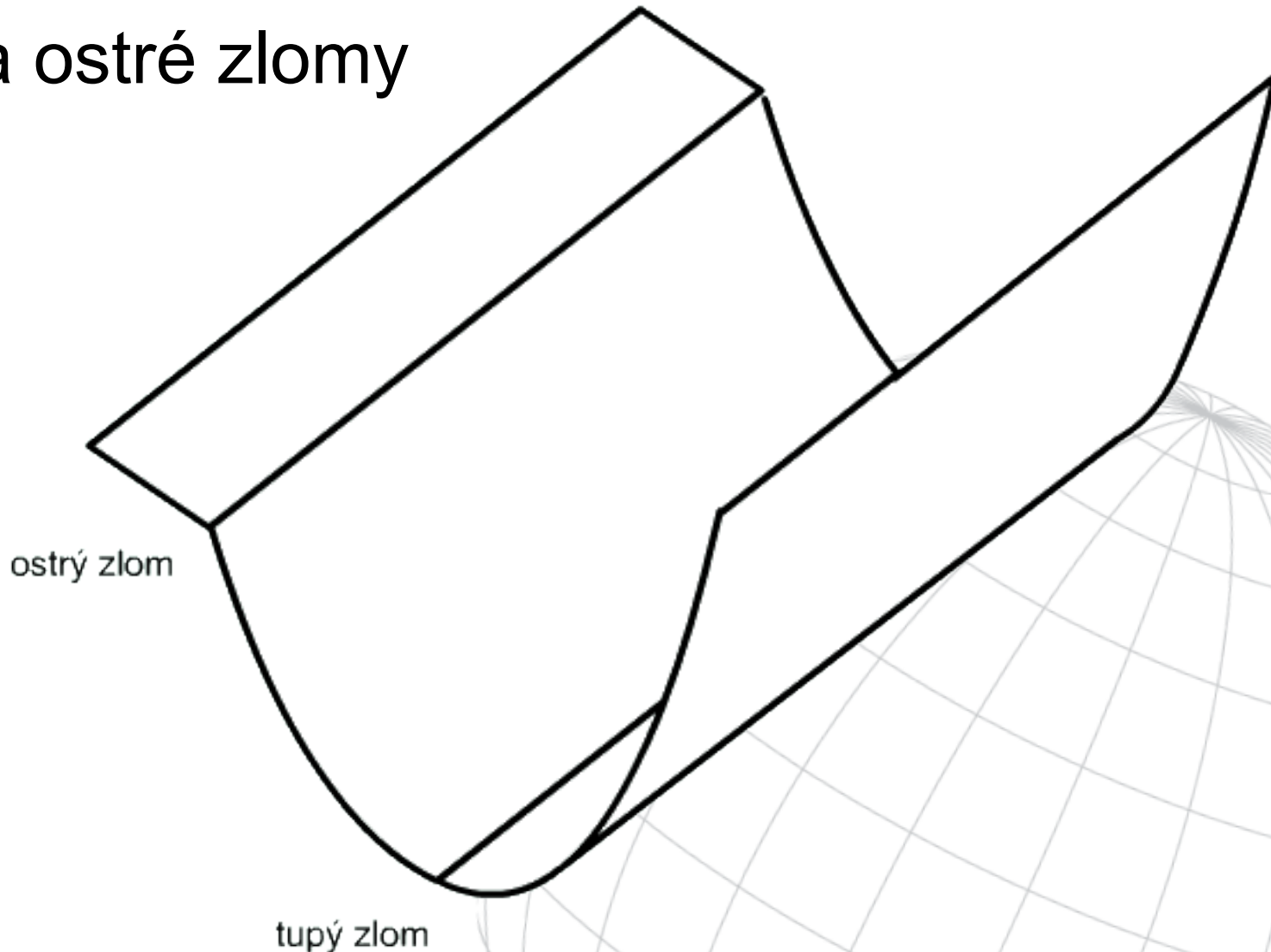
- **Linie** (Line, PolyLine) – např. vrstevnice, získávají se z nich běžné body pro triangulaci.
- **Měkké (tupé) zlomy** (soft breaklines) – vytvořený TIN musí obsahovat tyto objekty, ale nedefinují žádné zlomy v hladkosti povrchu (jejich příčná derivace je nenulová), viz obrázek . Může se jednat například o říční síť.
- **Tvrdé (ostré) zlomy** (hard breaklines) - definují zlomy v hladkosti povrchu. Různé odtrhové hrany, srázy, okraje vodních ploch a další.

Poznámka: Ve 3D modelu TIN není žádný rozdíl mezi tupými a ostrými zlomy, ale při následné interpolaci TIN do GRID jsou tyto informace využívány. Příčná derivace ostrých hran je nulová, interpolovaný lattice pak obsahuje zlomovou hranu



# Tvorba DMR

- Tupé a ostré zlomy

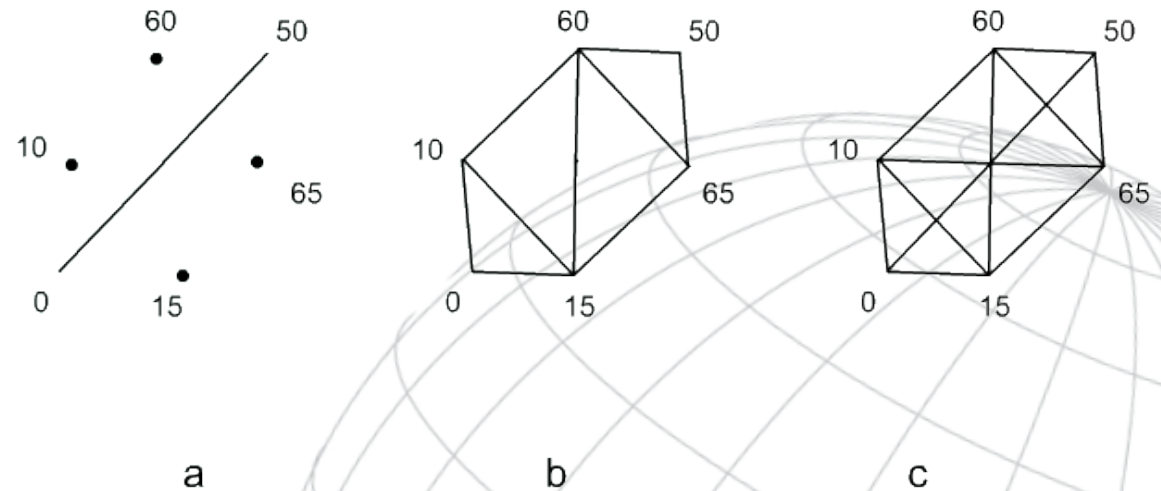
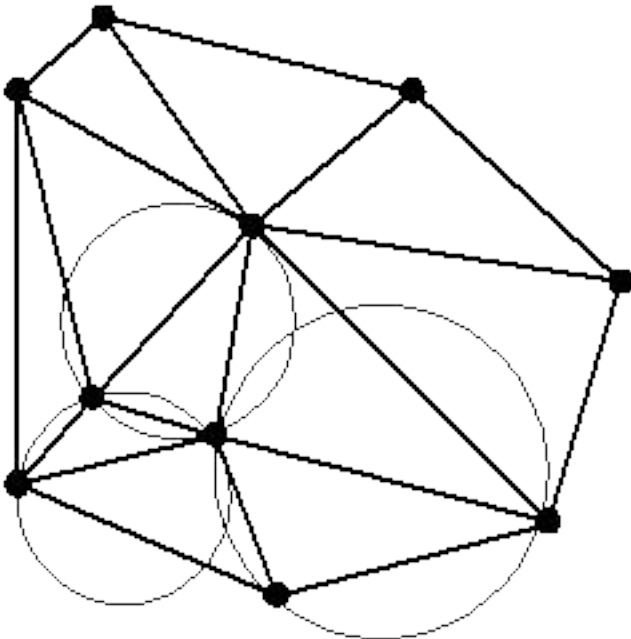


# Tvorba DMR

- **Polygony** (polygons) – např. plochy jezer, běžné body se získají z vrcholů linie tvořící polygon. Existují soft a hard; i clip, fill a erase.
- **Obálka** (clip polygon) – pomocí triangulace vzniká vždy konvexní TIN – pomocí obálky můžeme tento konvexní TIN oříznout na nekonvexní.
- **Výplň** (fill polygon) – nahradí Z hodnotu v daném polygonu konstantou (zase např. povrchy jezer, ...), nikoli však v TIN, zde je to pouze jako atribut, projeví se až při převodu do mříže.
- **Vymazání** (erase polygon) – podobné jako výplň, ale dané trojúhelníky spadající do polygonu nejsou používány v operacích počítajících povrch.
- **Výměna** (replace polygon) – podobné výplni, ale změna je provedena přímo v TIN.

# Tvorba DMR

- Triangulace
  - Delaunay triangulace s přihlédnutím k lomovým hranám



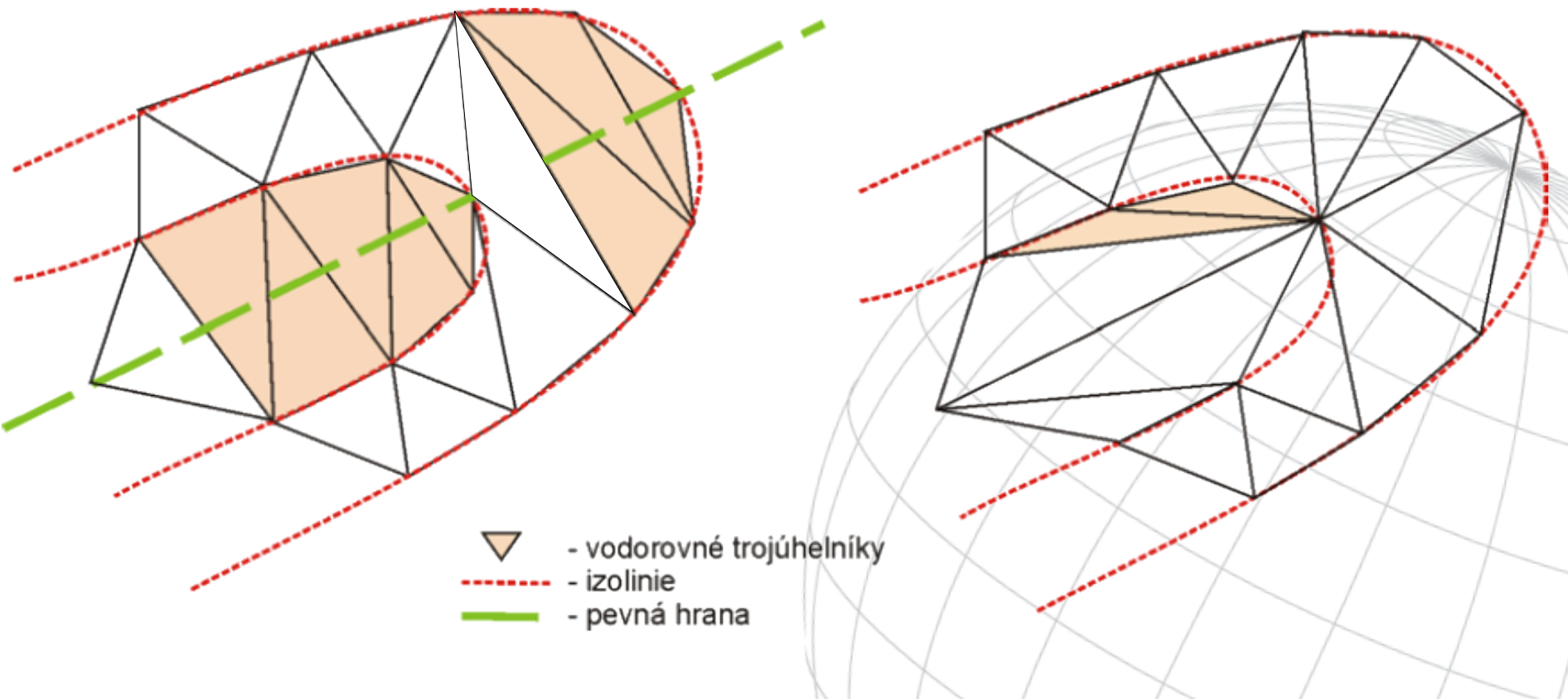
a - vstupní data pro TIN

b - TIN vytvořen z běžných bodů

c - TIN vytvořen z běžných bodů a zlomové linie

# Tvorba DMR

- Vliv lomových hran





# Tvorba TIN

- Triangulace bez lomových hran



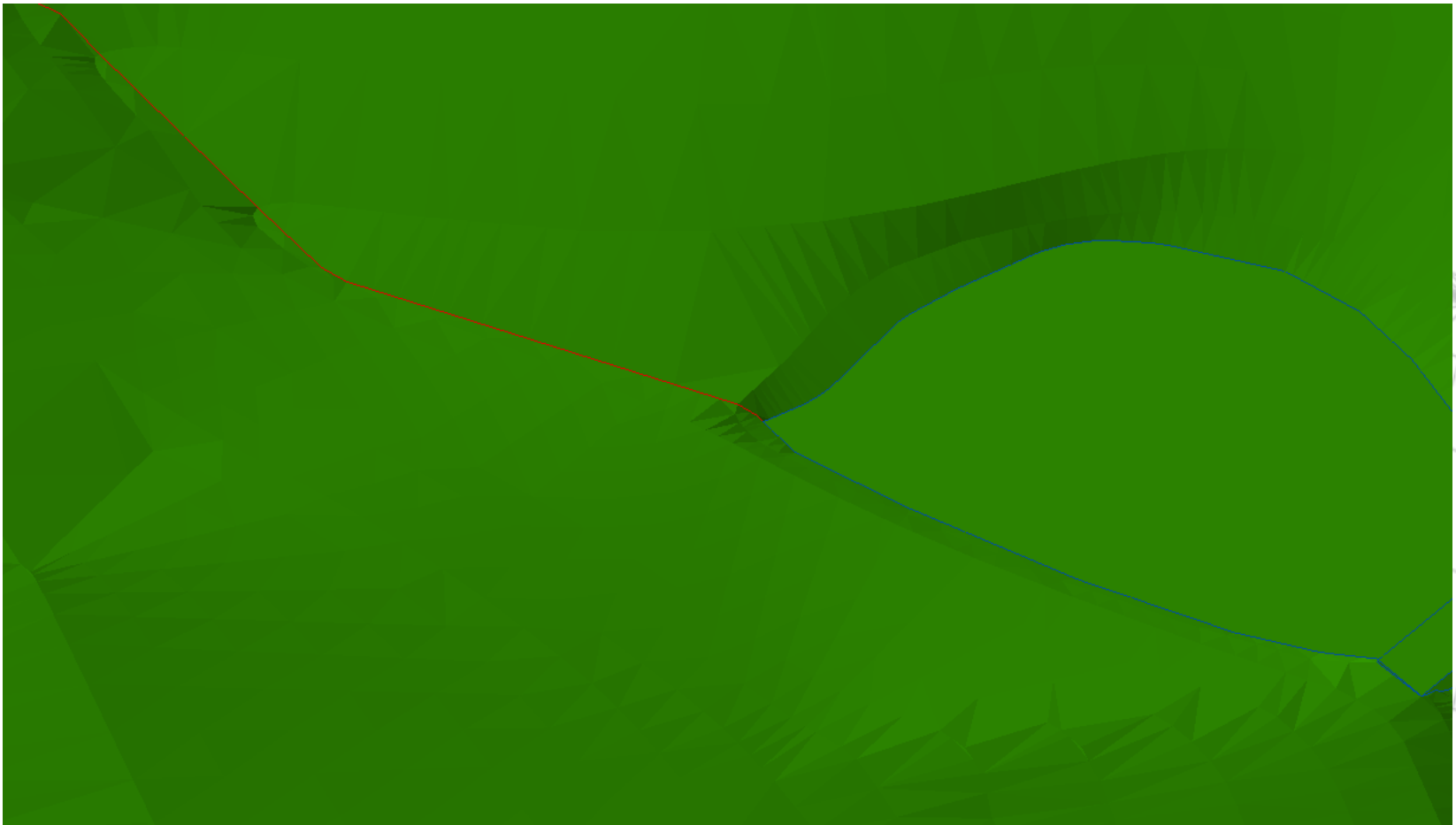
# Tvorba TIN

- Vliv lomových hran



# Tvorba TIN

- Vliv lomových hran



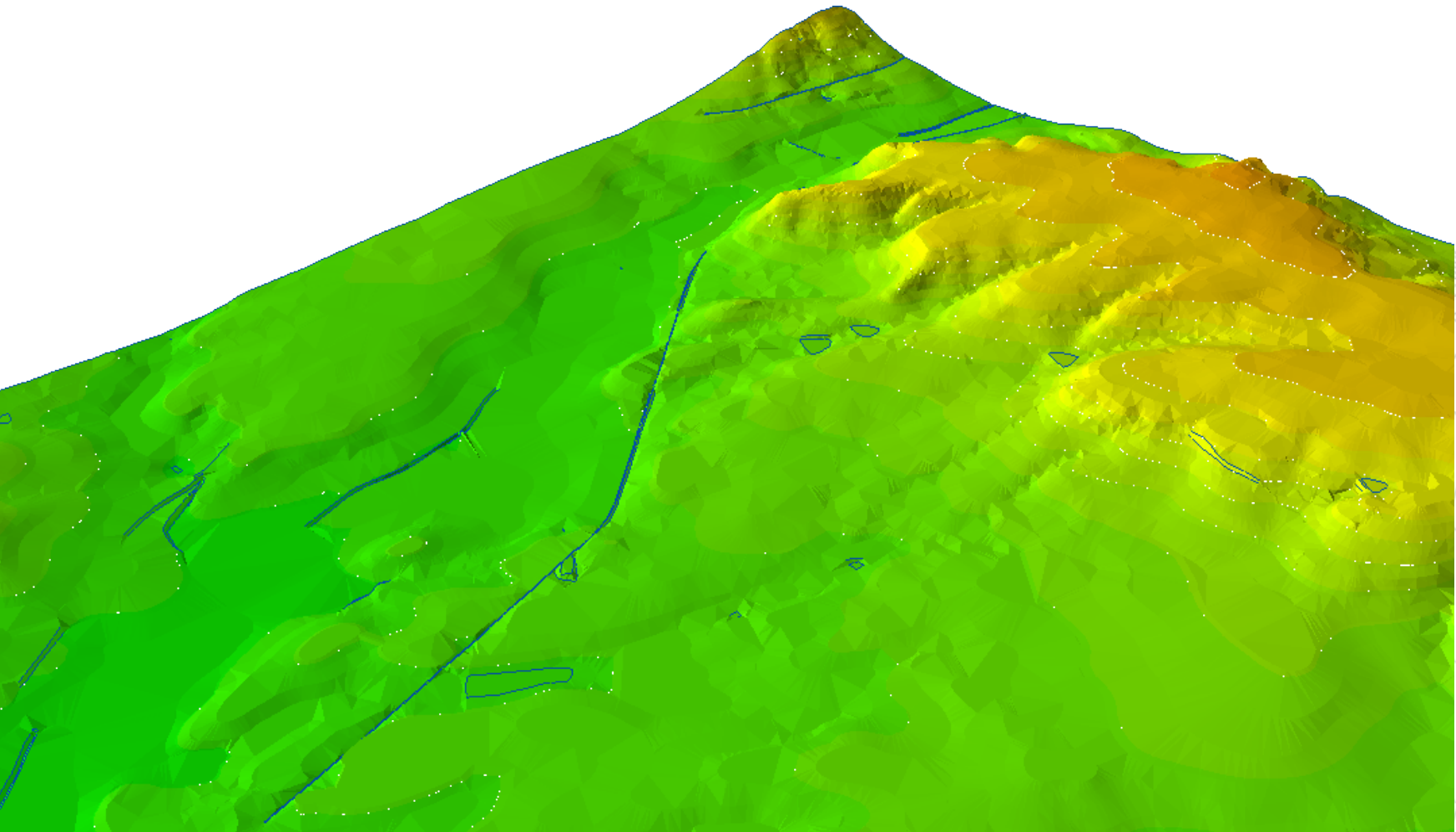
# Tvorba DMR

- Vliv lomových hran



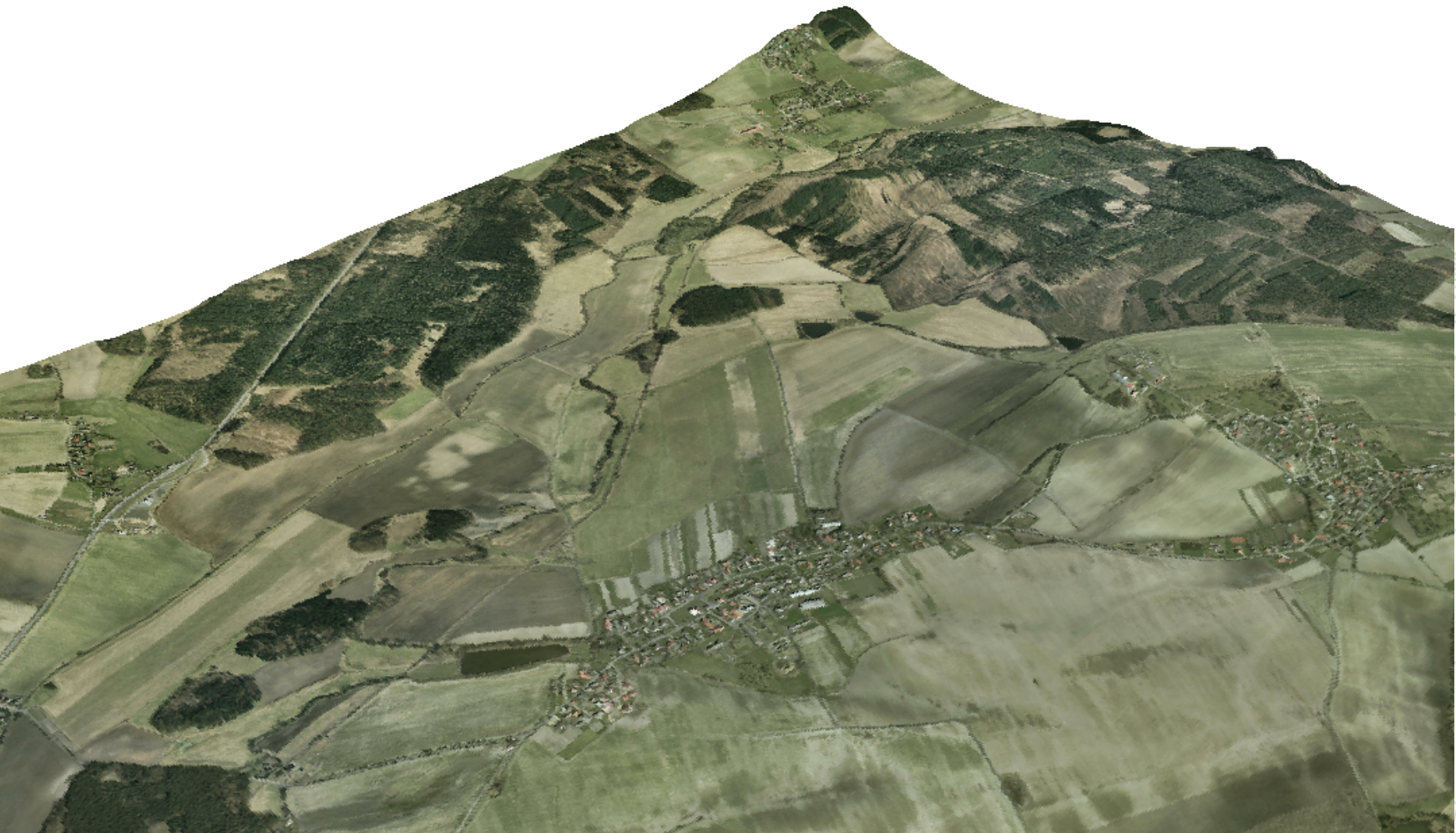
# Tvorba DMR

- DMR (TIN)



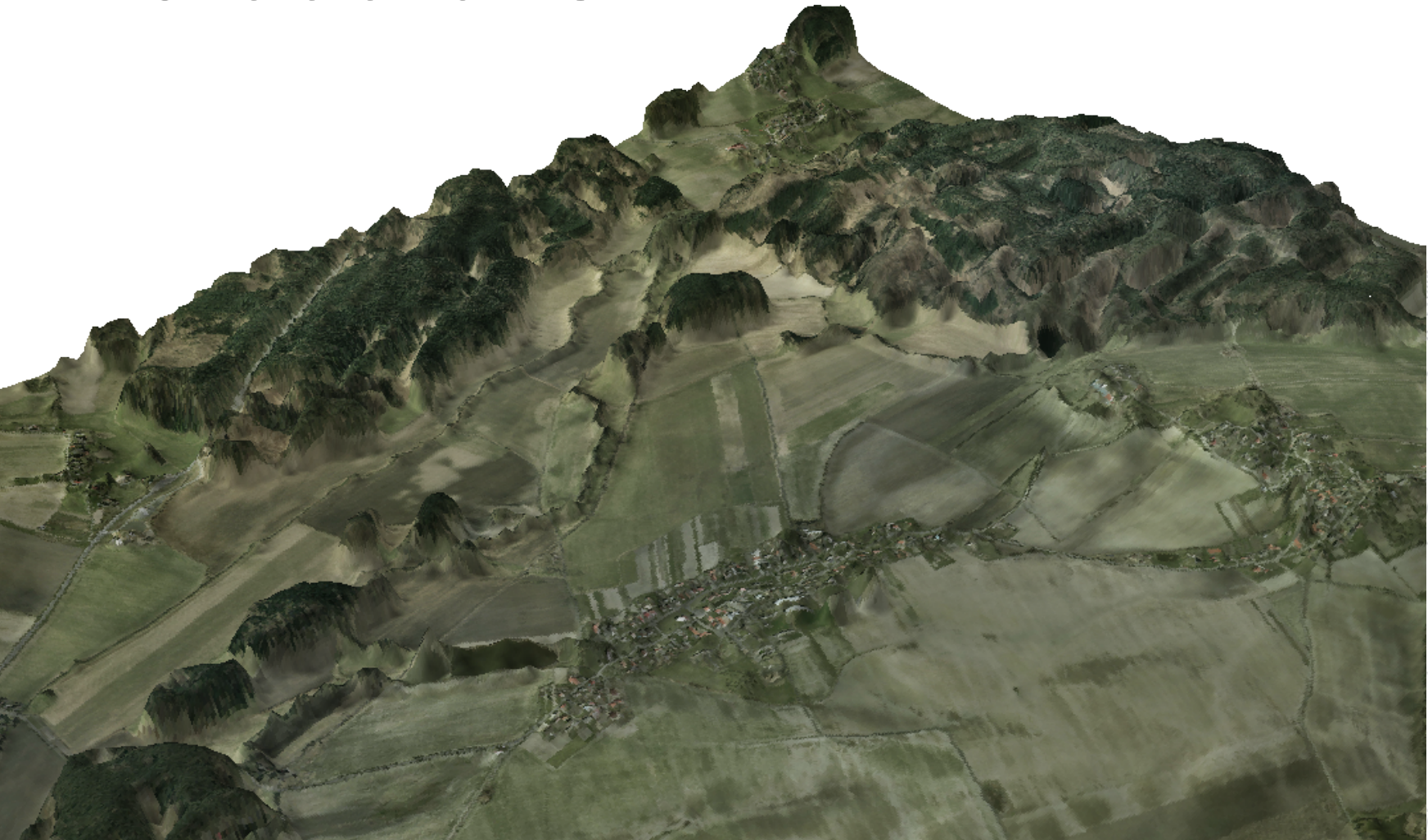
# Tvorba DMR

- Ortofoto na DMR



# Tvorba DMR

- Ortofoto na DSM



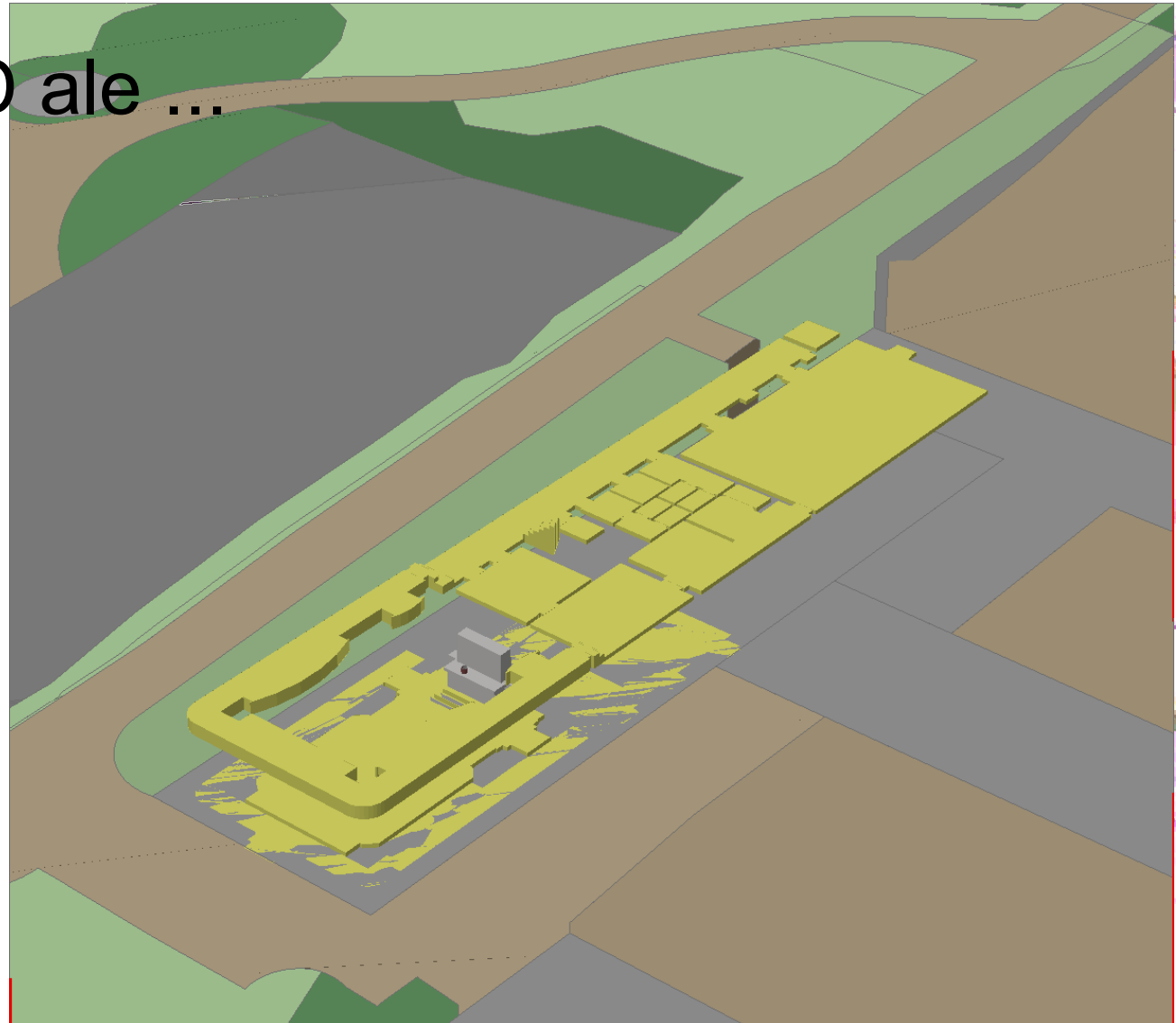
# Tvorba DMR

- TIN je 2,5 D
  - Hodnota  $z$  je definována jako funkce  $x, y$ , tj.  $z=f(x,y)$  a nikoli  $h=f(x,y,z)$ .
  - Jednoduše řečeno, jednomu bodu u kterého známe polohu (souřadnice  $x, y$ ), můžeme přiřadit jen jednu výšku (souřadnici  $z$ ).
  - **Jeskyně, převisy** a dokonce ani **kolmé stěny** budov tedy **nelze reprezentovat** v tomto modelu korektně. Proto se tyto jevy simulují posunem eventuálně se ožívují přidáváním 3D prvkových tříd na povrch (**DMR x DSM**).



# Tvorba DMR

- TIN je 2,5D ale ...

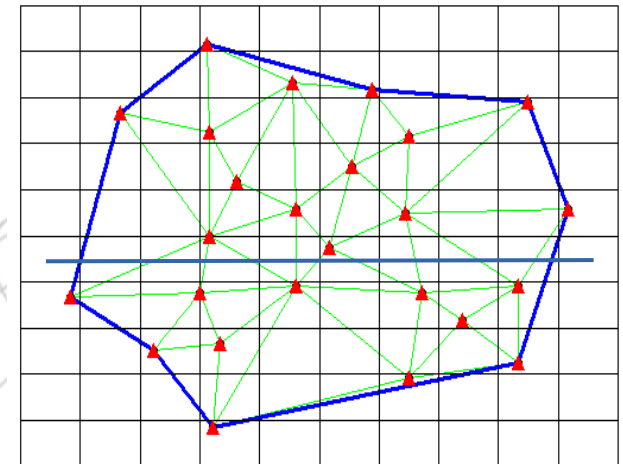
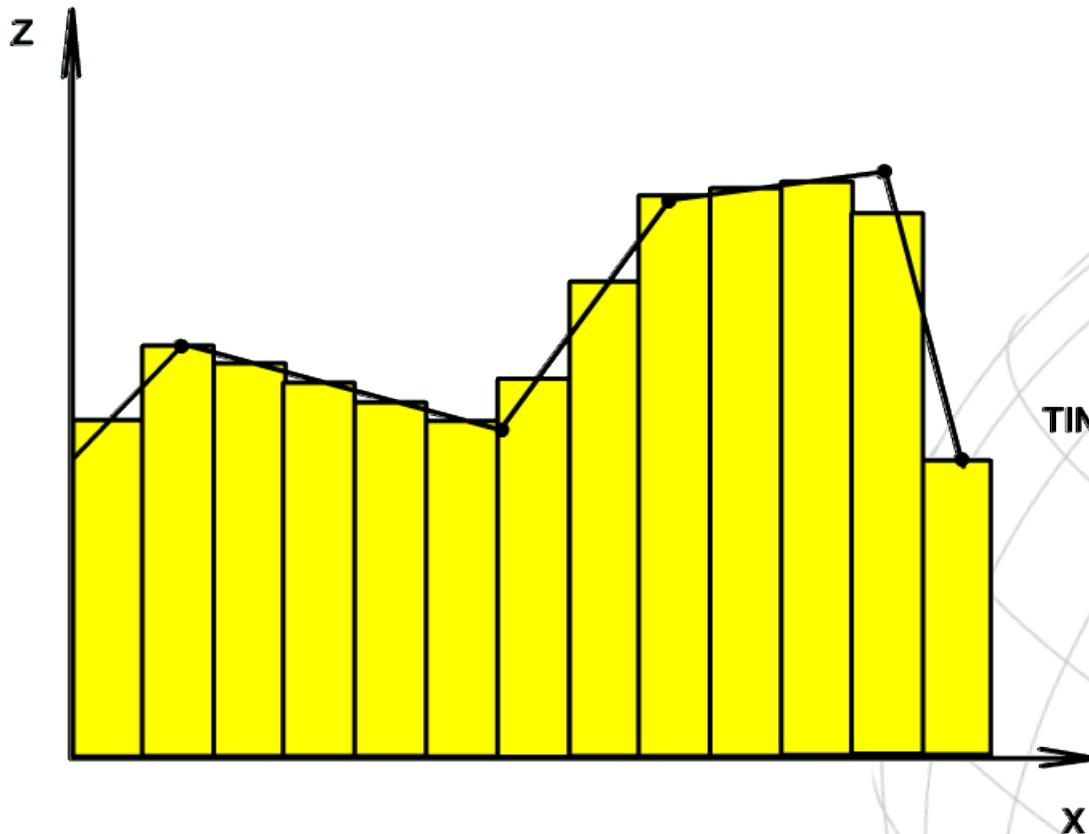


# Tvorba DMR

- Kvůli složitosti algoritmů nad TIN se pro určité druhy analýz (morfologie, hydrologie, šíření signálu...) využívá DMR reprezentovaného pomocí rastru.
- Převod se též nazývá interpolace neboť se opět jedná o dopočítávání mezilehlých hodnot v oblasti a to ze známých hodnot.
- Vstupem je samozřejmě TIN, my si průběh **lineární interpolace** ukážeme na jeho řezu.

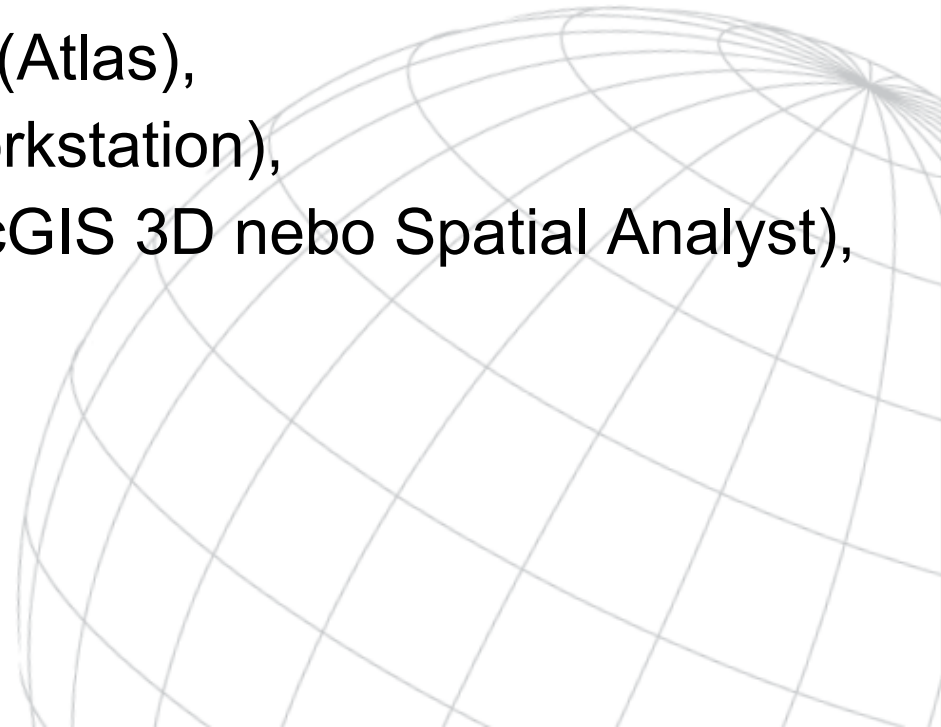
# Tvorba DMR

- Pomocí lineárních rovnic je vypočtena jeho hodnota  $Z$  pro střed každé buňky interpolovaného rastru a to z rovnice roviny  $Ax+By+Cz+D=0$ .



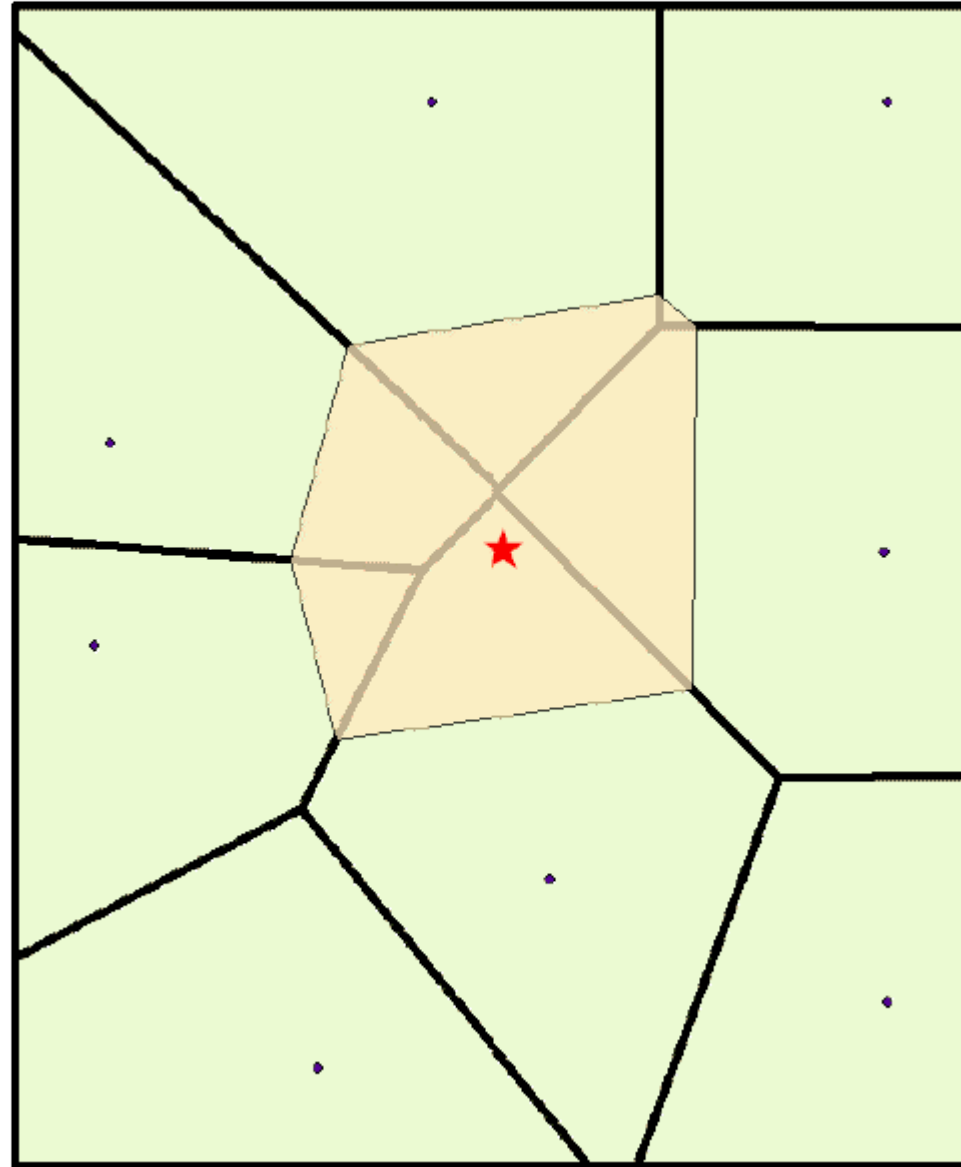
# Tvorba DMR

- Metody interpolace
  - lineární (ArcGIS 3D nebo Spatial Analyst).
  - vyhlazující:
    - doplnění trojúhelníků (Atlas),
    - kvintická (Arc/Info Workstation),
    - přirozený soused (ArcGIS 3D nebo Spatial Analyst),
    - ...



# Tvorba DMR

- Přirození sousedé
  - Nalezne Voroneho diagramy v nejbližším okolí a z nich váhovou funkcí vypočte Z souřadnici.
  - Vyhlazuje povrch, přičemž dbá na lomové hrany.

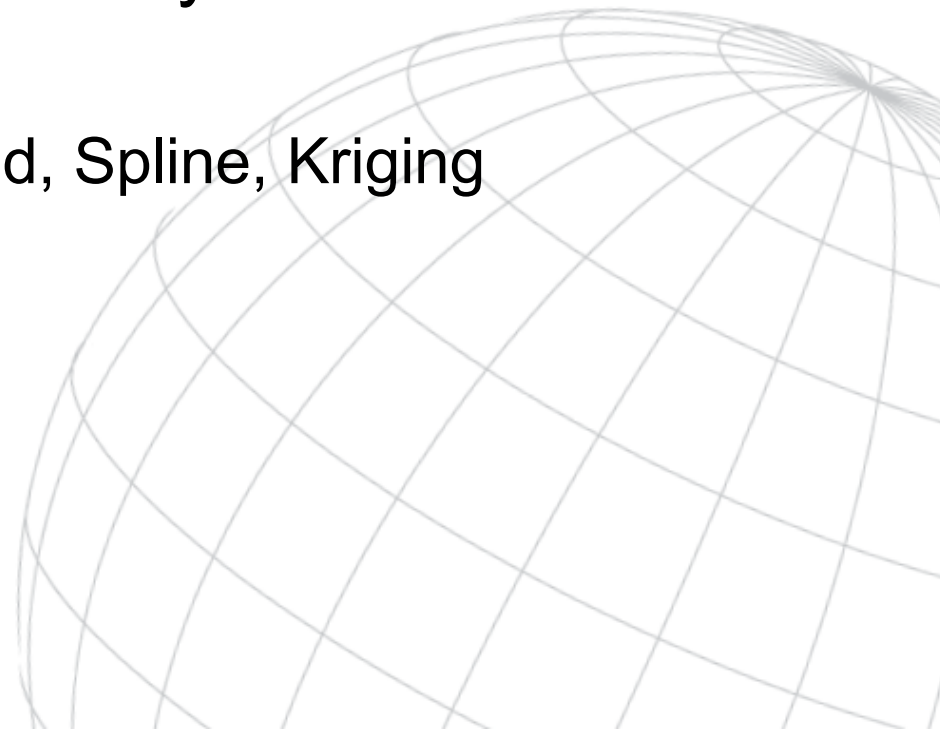


# Tvorba DMR

- Srovnání lineární a vyhlazovacích interpolací
  - Lineární
    - je rychlejší,
    - je lepší v případech, kdy jsou všechny významné body v TIN obsaženy (deprese, vrcholky, ...),
    - nezohledňuje lomové hrany (všechno jsou tvrdé zlomy).
  - Vyhlazovací
    - jsou výrazně pomalejší,
    - jsou výhodné pro povrchy, které nemají plnou vstupní informaci v TIN,
    - zohledňují lomové hrany.

# Tvorba DMR

- Přímá interpolace z vektorů
  - nejde přes TIN (viz interpolace v předešlé kap).
  - nezohledňuje lomové hrany
  - metody:
    - IDW, Přirozený soused, Spline, Kriging
    - ...
    - „Topo to Raster“



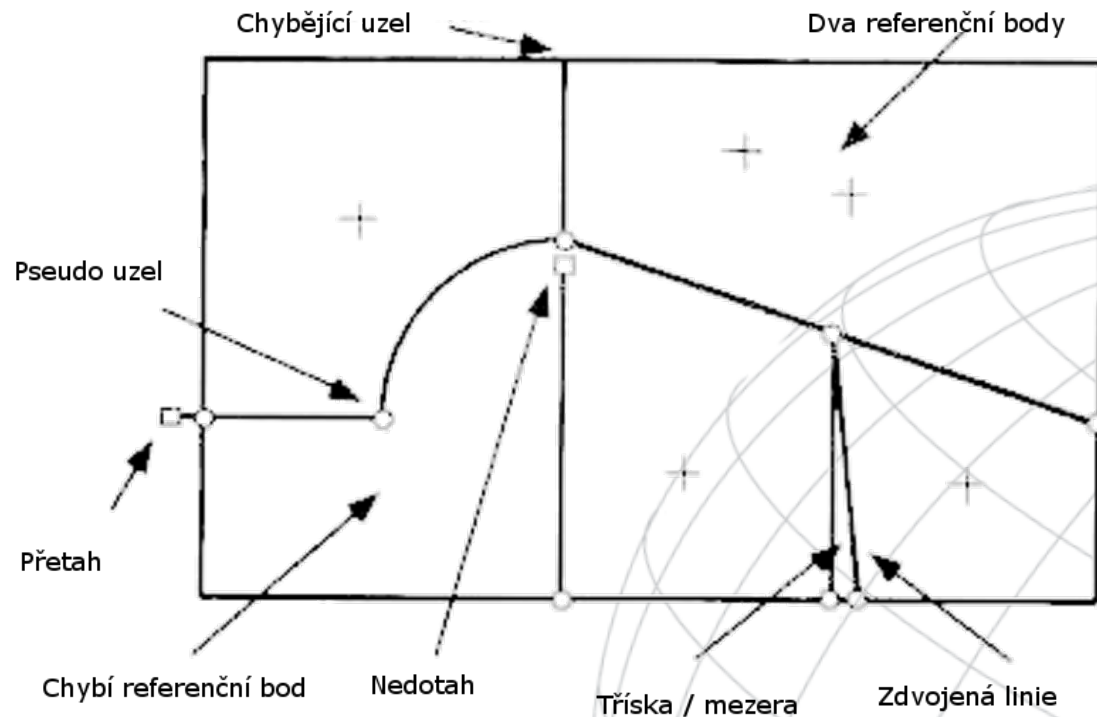
# Topologické čištění dat

- **Topologicky čistá data** jsou taková data, nad kterými je možné vytvořit topologii, aniž by se jakkoli změnila jejich poloha.
- Protože je topologie nutná pro uskutečnění nejrůznějších analýz, je nutné i u systémů nepodporujících explicitní uchování topologie, provádět její tvorbu (tzv. **topologie "on-the-fly"** – viz problematika vektorových datových modelů).
- Pro tvorbu topologicky čistých dat se používají **topologické koncepty** (konektivita, definice plochy, sousednost).



# Topologické čištění dat

- Příklady topologických chyb



# Topologické čištění dat

- Jednotlivé úlohy
  - Eliminace duplikátních linií (stejných i podobných).
  - Odstraňování nedotahů a přetahů.
  - Nalezení průsečíků dvou nebo více liniových prvků s následující segmentací.
  - Odstranění mezer (souvisí s nedotahy).
  - U reprezentací používajících pro reprezentaci polygonů metodu hranic a centroidů, odstranění nadbytečných centroidů.
  - ...

