



MUNI
MUNI

Geoinformatika

III. Rastrový datový model

jaro 2021

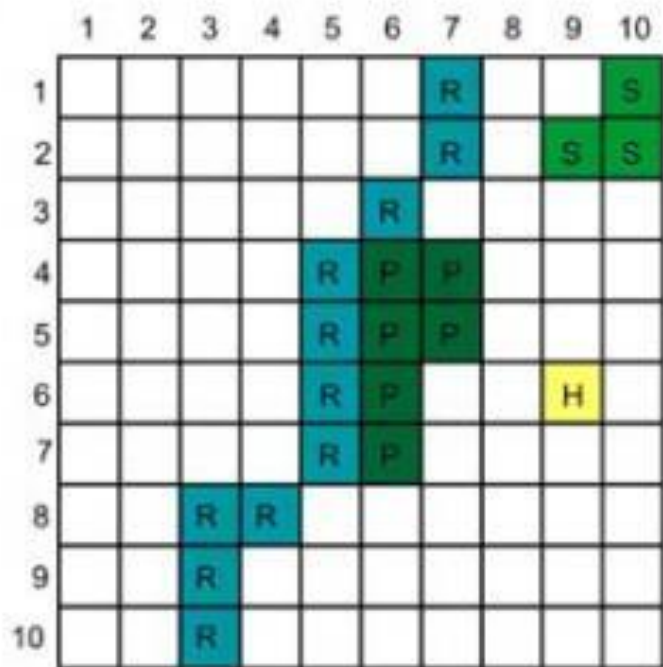
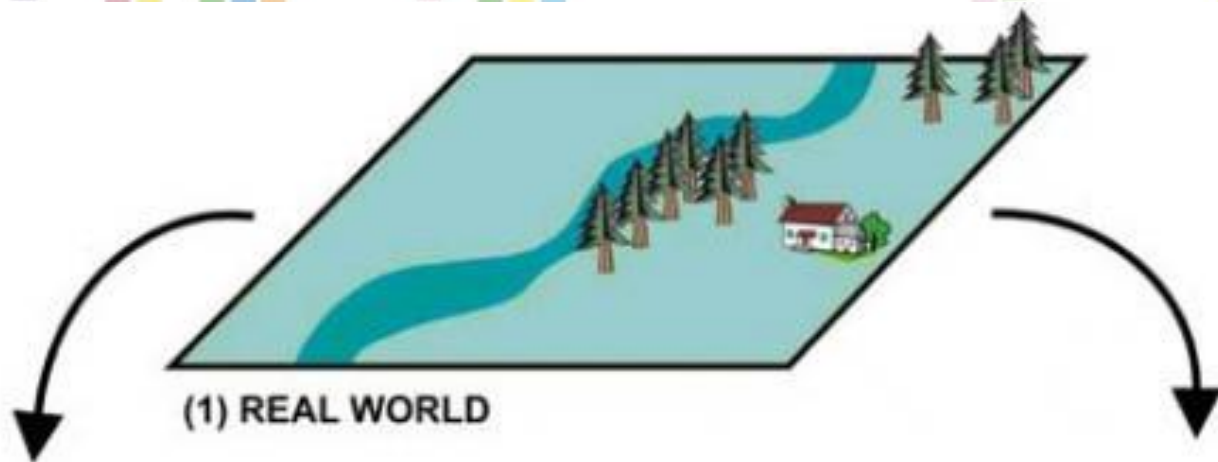
Petr Kubíček

kubicek@geogr.muni.cz

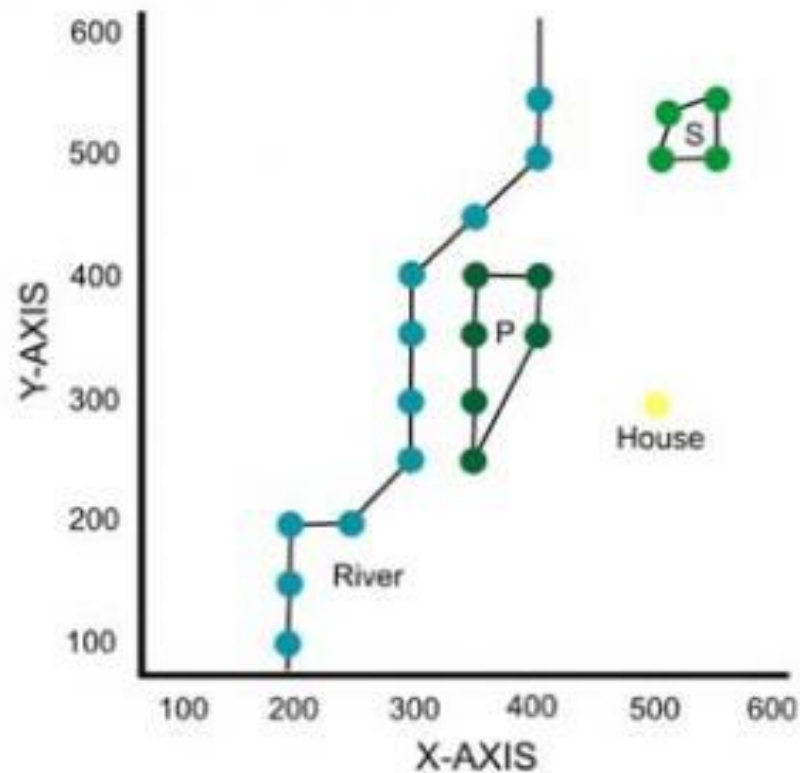
**Laboratory on Geoinformatics and Cartography (LGC)
Institute of Geography
Masaryk University
Czech Republic**



**Masaryk University
Czech Republic**



(2) RASTER REPRESENTATION



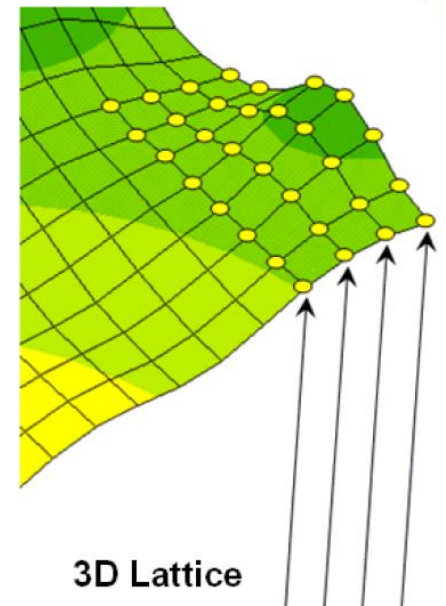
(3) VECTOR REPRESENTATION

Rastrová reprezentace

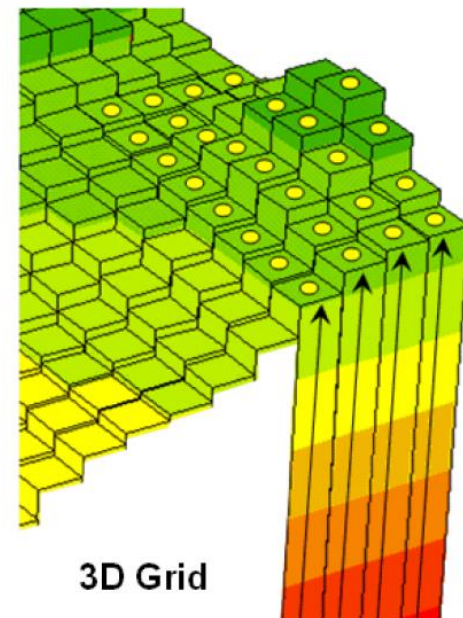
- **Zaměřuje se na lokalitu jako na celek**
- **Používá se pro reprezentaci jevů, které plošně pokrývají celou oblast, případně se i spojitě mění.**
- **Používá se i pro rasterizované vektorové vrstvy, pokud je následná analýza jednodušší nad rastrem.**
- **RAVE - VERA**

Rastrová reprezentace

- Základním stavebním prvkem je u rastrové struktury tzv. **buňka** (cell, pixel).
- Buňky jsou organizovány do **mozaiky**.
- Jednotlivé buňky obsahují **hodnoty** (values).
- **Typy tvarů buněk:**
 - čtvercová buňka (lattice, grid)
 - trojúhelníková buňka,
 - hexagonální buňka.



3D Lattice



3D Grid

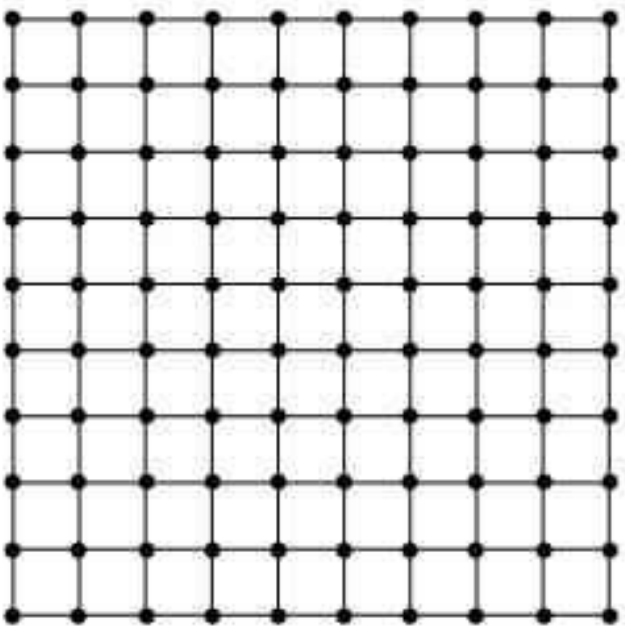


Typy rastrové reprezentace

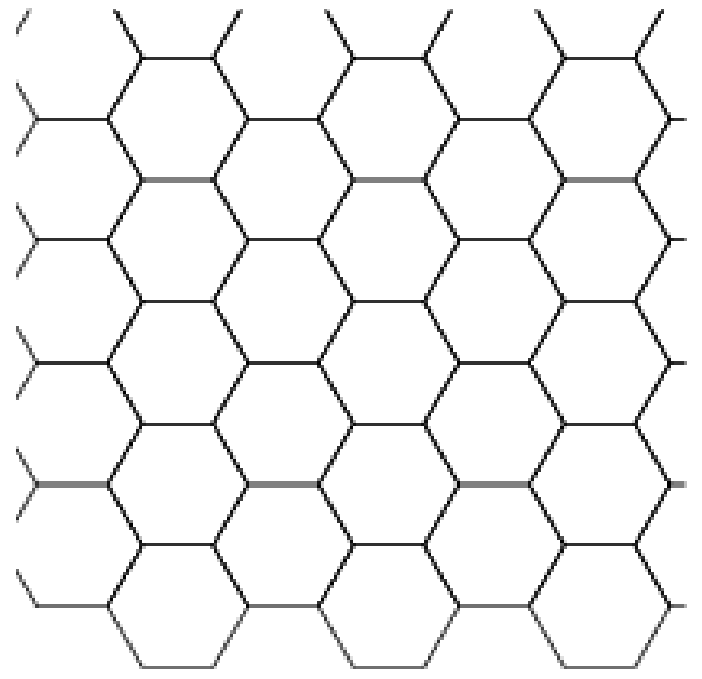
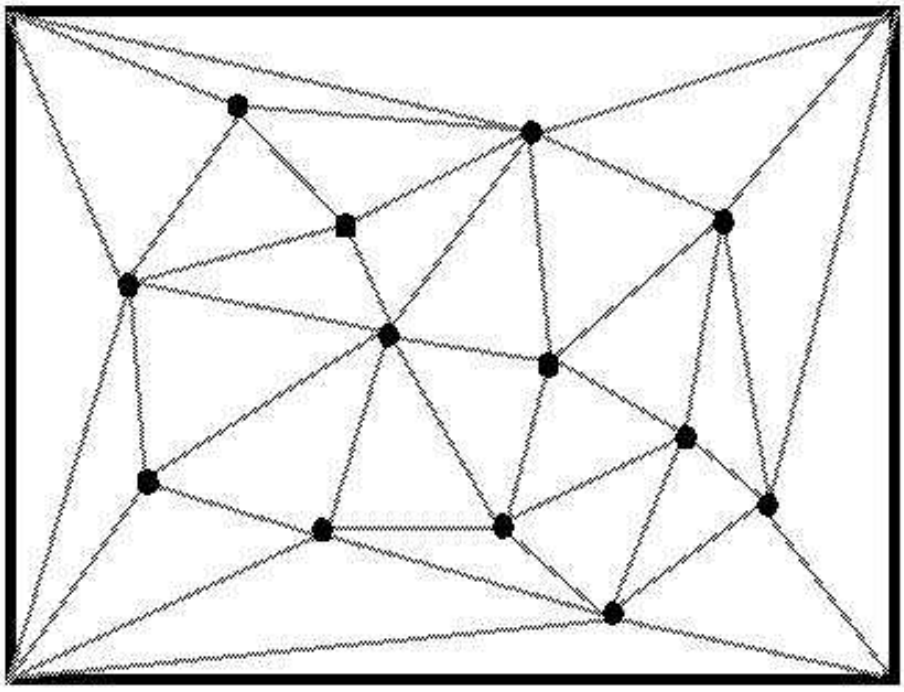
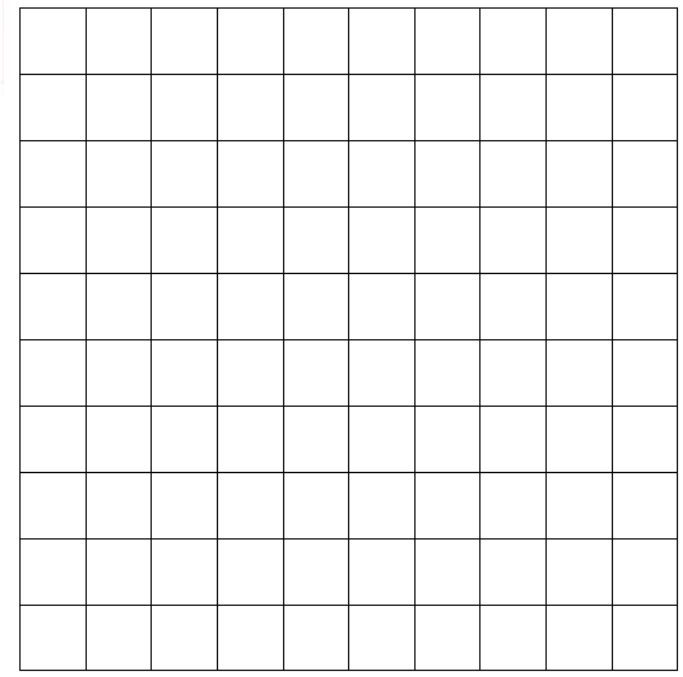
Rastrovou reprezentaci můžeme rozlišit podle způsobu dělení prostoru na:

- **pravidelné (regular) - všechny buňky mají stejnou velikost a tvar.**
 - jednodušší pro ukládání a zpracování údajů, zabírají ovšem na disku mnoho místa.
- **nepravidelné (irregular) - velikost i tvar jednotlivých buněk se liší.**
 - mohou mnohem lépe reprezentovat danou lokalitu (příklad roviny + zvlněná krajina),
 - zpracovávání je algoritmicky i výpočetně náročné. Hlavně pro DMR.

Lattice Network

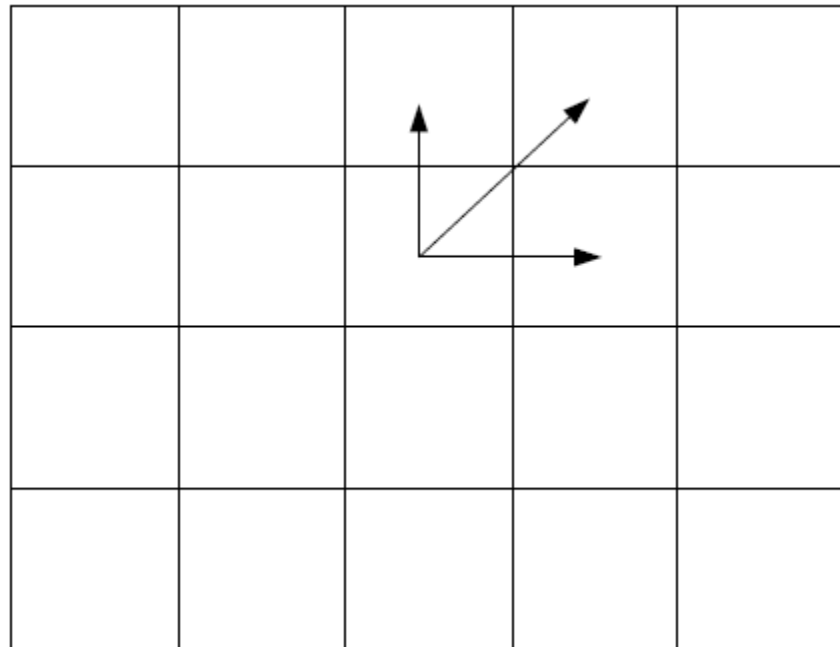


10 x 10 Grid

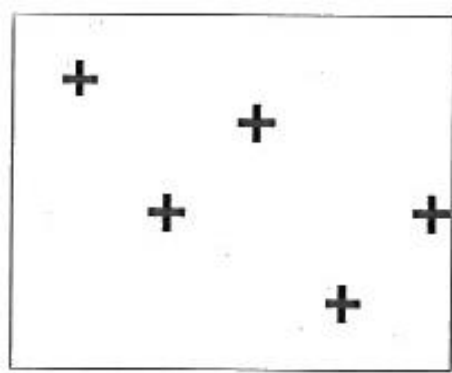


Topologie v rastru

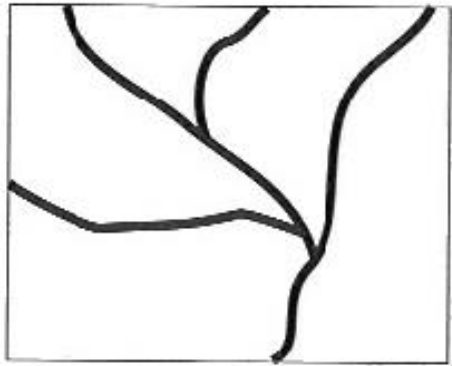
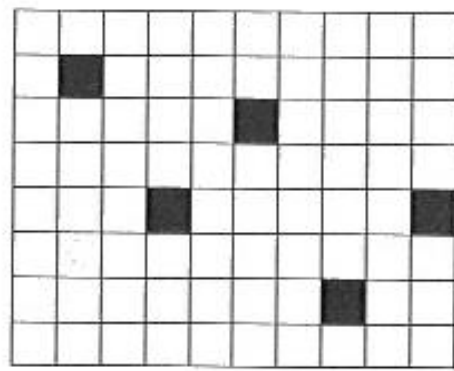
- **Topologie je v rastrovém modelu definována implicitně (je jasné, kdo je čí soused), tudíž není nutné ji explicitně ukládat jako pro vektorový model!**



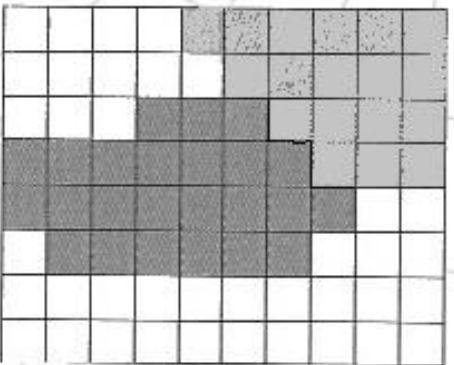
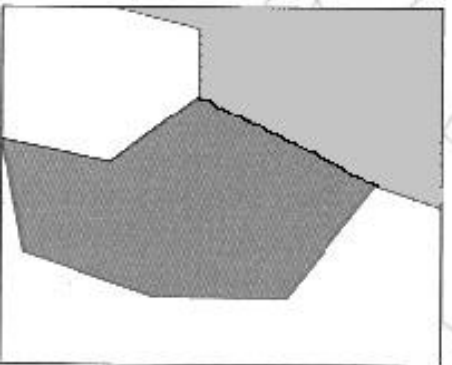
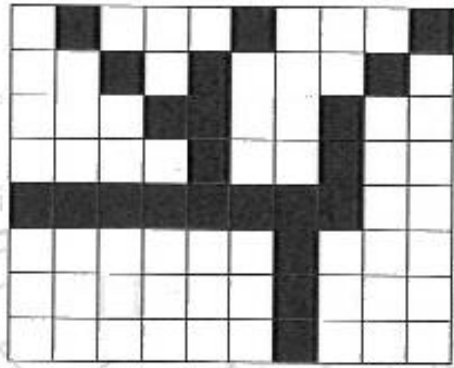
Reprezentace geometrie v rastru



Point features represented in a grid.



Linear features represented in a grid.



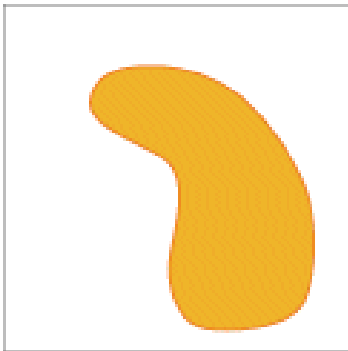
- **rastrová datová struktura může nést informace o bodech, liniích a plochách.**
- **Odlišné možnosti převodu mezi vektorem a rastrem.**



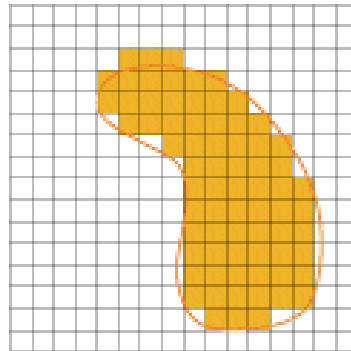
Faktory ovlivňující vyjádření v rastru - rozlišení

- Vliv velikosti buňky (\sim rozlišení) na tvar objektů (+ a -)

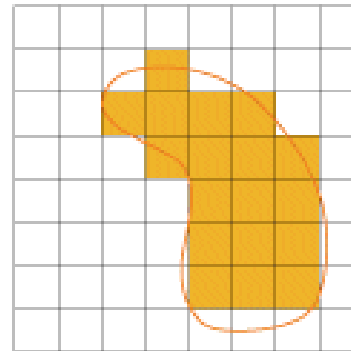
71 m²
polygon



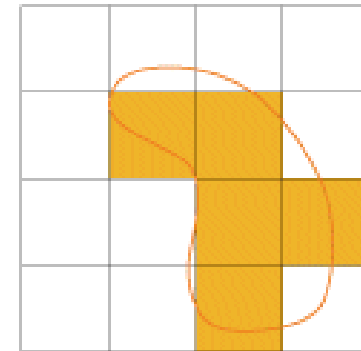
73 m²
1 m cell
16 x 16 cells



72 m²
2 m cell
8 x 8 cells



80 m²
4 m cell
4 x 4 cells



PRO

- Smaller cell size
- Higher resolution
- Higher feature spatial accuracy

PROTI

- Larger cell size
- Lower resolution
- Lower feature spatial accuracy

PROTI

- Slower display
- Slower processing
- Larger file size

PRO

- Faster display
- Faster processing
- Smaller file size



Faktory ovlivňující vyjádření v rastru – datové rozlišení

datové rozlišení („barevná hloubka“ rastru) - popisuje počet bitů použitých k popisu určité barvy pixelu v bitmapovém obrázku :

- **binární rastr** (0x1, výskyt x nevýskyt) – záznam 1 bitem.
- **8bitový rastr (2^8)** – 256 různých celočíselných hodnot, záznam 1 bajtem.
- **24bitový rastr** – 1,6 milionu různých celočíselných hodnot, 3 bajty.
- **kontinuální rastr** – hodnoty v reálných číslech, záznam 4 nebo 6 bajty.



24 bitů

16,7 mil. barev



8 bitů

256 barev



8 bitů

256 stupňů šedé

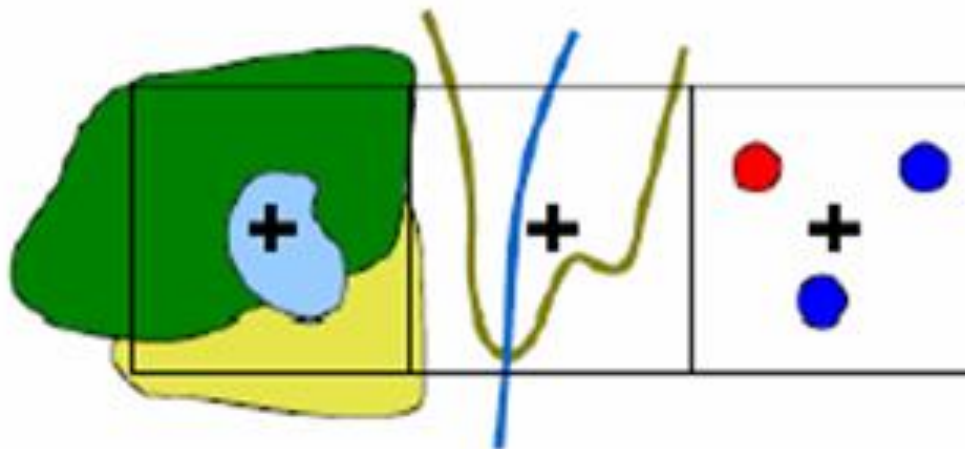




Tvorba rastru z vektorového modelu

způsob přiřazení hodnot zobrazovaného atributu (kvantitativní data) – při tvorbě modelu:

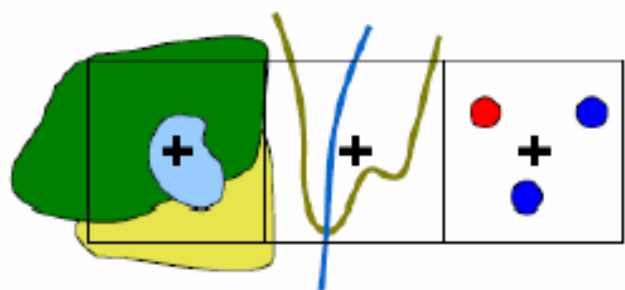
- jako bodová hodnota změřená **kdekoli v ploše buňky**
- jako **aritmetický průměr** u několika bodových měření
- jako **vážený aritmetický průměr**, kde váhou je plošný rozsah jednotlivých hodnot
- jako **maximální nebo minimální hodnota atributu** v ploše buňky
- jako hodnota atributu **s největší váhou** (i pro kvalitativní).



Řešení konfliktů

Problém - **jedna výsledná buňka obsahuje více různých objektů**. Pro řešení této se používají 3 základní metody, z čehož **první dvě se používají pro převod bodů, linií i polygonů** a zbývající jen pro **převod polygonů**:

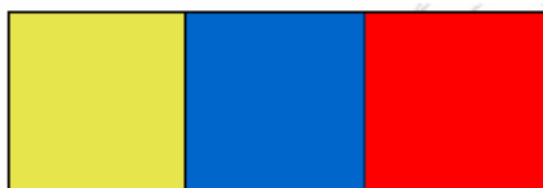
- **Metoda dominantního typu** vychází z principu, že u buňky, do které zasahuje více objektů, se vyjádří podíl její plochy, zabíraný každým z objektů a hodnota objektu s největším podílem je pak buňce přiřazena (u bodů a linií se podíl plochy nahrazuje počtem a příp. délkou objektů, které buňka obsahuje).
- **Metoda nejdůležitějšího typu** buňce přiřadí hodnotu, která je považovaná za nejdůležitější z hlediska aplikace.
- **Metoda centroidu**, buňka má přiřazenou hodnotu definovanou polohou jejího středu při průmětu do vektorové reprezentace.



Dominantní typ



Nejdůležitější typ

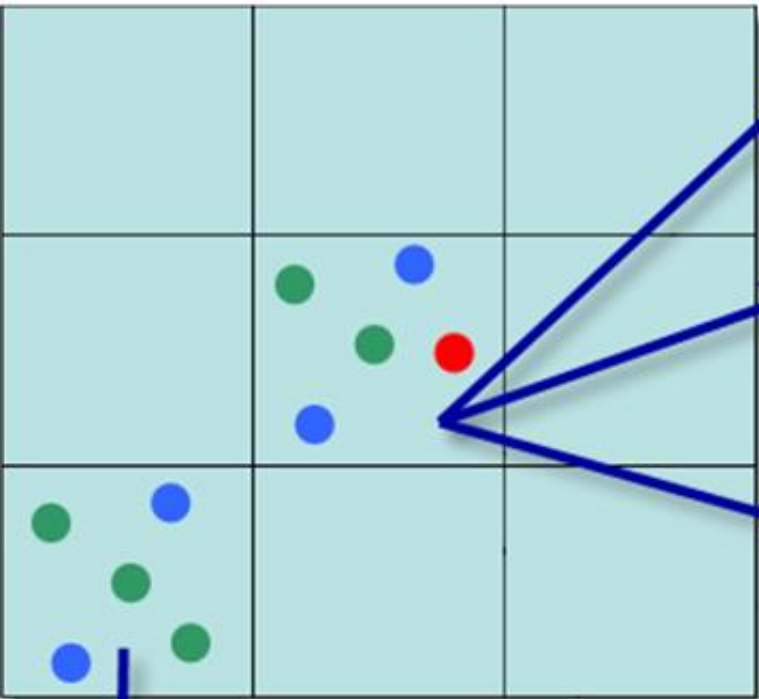


Centroidy

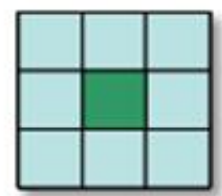




Příklady – pravidla pro rasterizaci bodů v ArcGIS

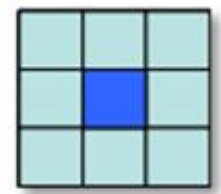


FID	Attribute
1	Green
2	Red
3	Blue
4	Blue
5	Green



Field = Attribute
 Method = MOST_FREQUENT
 Priority = NONE
 Outcome = Green
 Reason = Lowest FID

FID	Attribute	PriorityFID
1	Green	1
2	Red	1
3	Blue	1
4	Blue	3
5	Green	2



Field = Attribute
 Method = MOST_FREQUENT
 Priority = PriorityFID
 Outcome = Blue
 Reason = Highest priority

FID	ValueFID
1	1
2	8
3	5
4	3
5	2

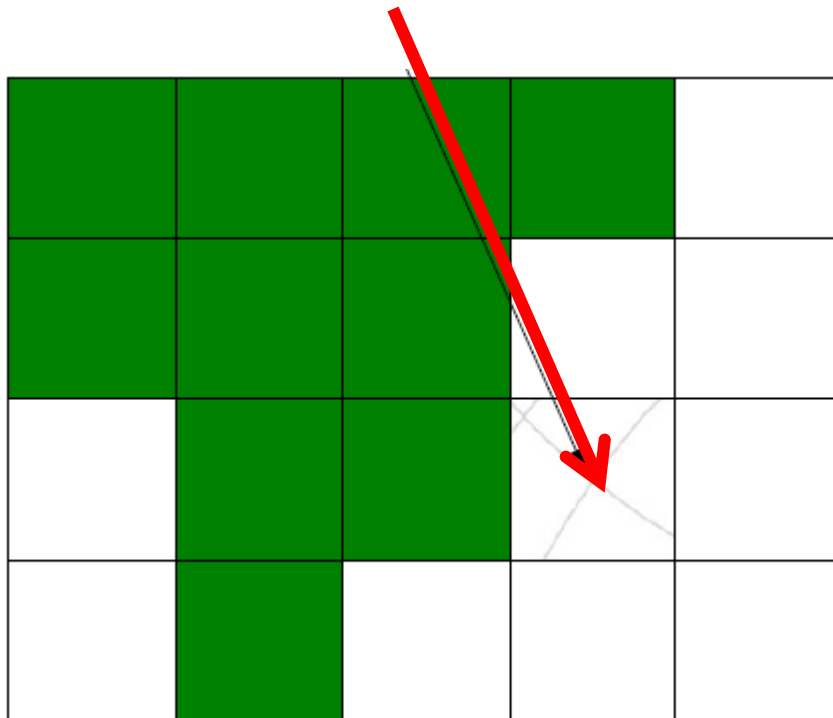


Field = ValueFID
 Method = STANDARD_DEVIATION
 Priority = Ignored
 Outcome = 2.774887323379517
 Reason = Priority field is only used with MOST_FREQUENT



Prázdné buňky

- Pokud je hodnota buňky definována jako prázdná (NoData), znamená to, že tato **buňka nese žádnou informaci o prostoru**, který reprezentuje.
- **0 je validní hodnota!**
- 999 obvykle použito pro No data

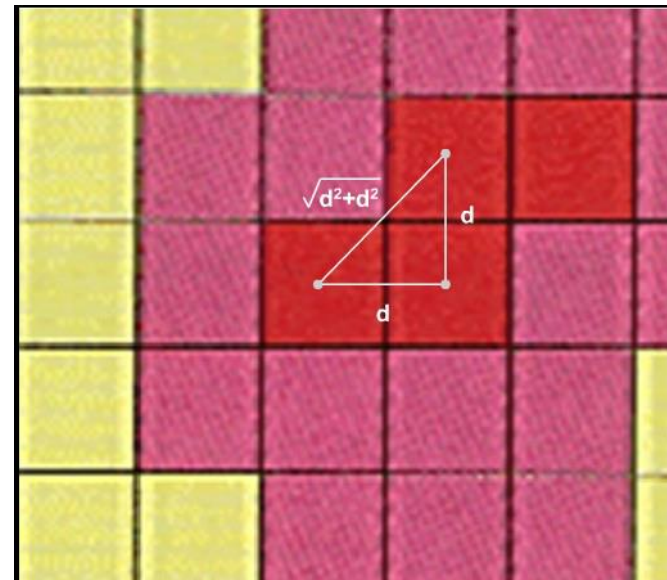
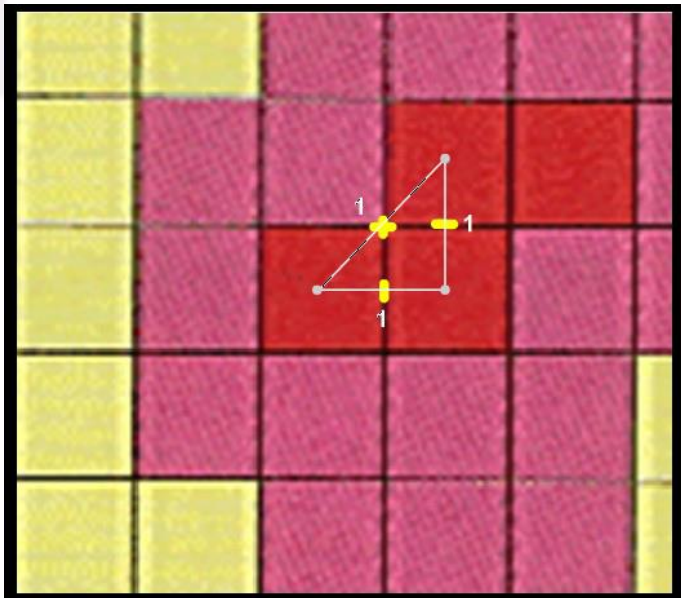




Metrika čtvercové mřížky

- V geometrii nastává problém metriky (způsob definice vzdálenosti dvou buněk) – odlišná vzdálenost středu čtverců.
- Euklidovská metrika

$$d = \sqrt{(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2}$$





Rastrová data výhody a nevýhody

výhody

- jednoduchost datové struktury
- snadné překrývání a kombinace obrazů s různým obsahem
- rychlé dotazování
- snadná tvorba uživatelských nadstaveb
- jednoduchá kombinace s jinými daty rastrové povahy (DPZ)
- snadné provádění analytických operací

nevýhody

- **značná paměťová náročnost (velký objem dat)**
- omezená přesnost, daná rozlišením rastru a orientací rastru (výpočty délek, vzdáleností, ploch ...)
- kvalita výstupů závislá na rozlišení rastru (nižší vizuální kvalita rastrových výstupů)
- nevhodnost pro síťové analýzy



Kompresní techniky pro rastry

- **Ztrátové**

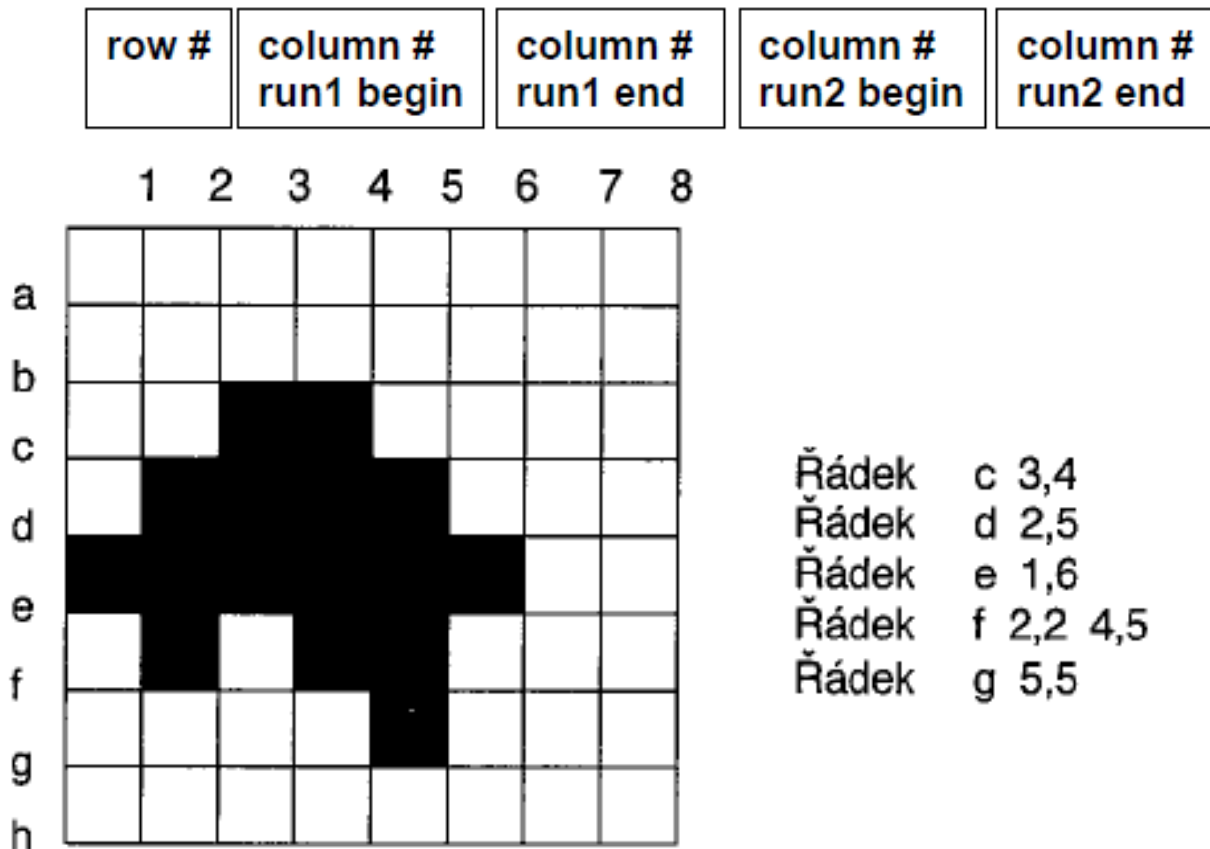
- komprimují lépe než neztrátové
- dochází ke ztrátě informace => někdy nevhodné!

- **Neztrátové**

- Run Length Codes – RLC
- Run Length Encoding – RLE
- Čtyřstrom – QuadTree
- Adaptivní komprese

Run Length Codes

- Definuje příslušnost buněk rastru k objektu po řádcích nebo sloupcích, přičemž udává jen **začátek a konec úseku buněk** v řádku či sloupci.
- Pro černobílé/binární rastry



Run Length Encoding

- Využití maticového zápisu dat.
- Efektivní při rozsáhlých homogenních oblastech dat

1 1 1 1 5 5 9 9 9 9 9 9 9 2 9 9 9
(4 1)(2 5)(7 9)(1 2)(3 9)

- Heterogenní ☹

0 1 0 1 2 3 5 2 1 4

(1 0)(1 1)(1 0)(1 1)(1 2)(1 3)(1 5)(1 2)(1 1)(1 4)

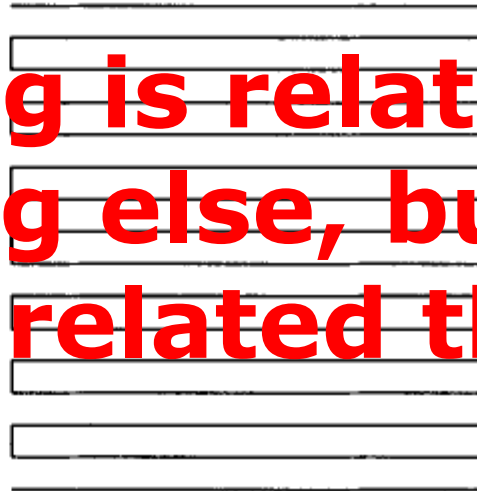
Jak zefektivnit kompresi?

Způsob procházení rastru

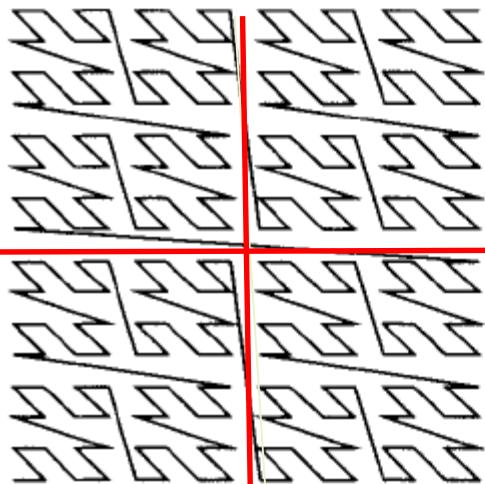
Everything is related with everything else, but near things are more related than distant things.



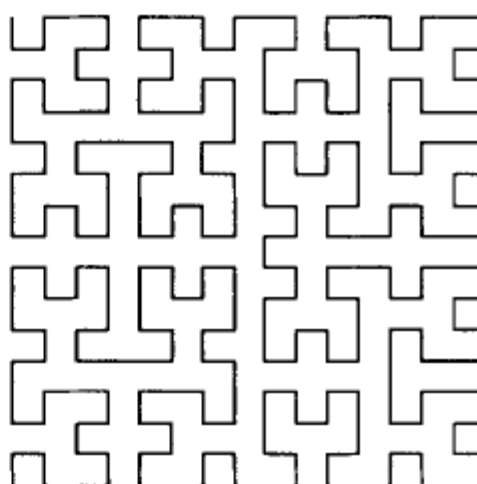
(a) Row Order



(b) Row-prime Order



(c) Morton Order

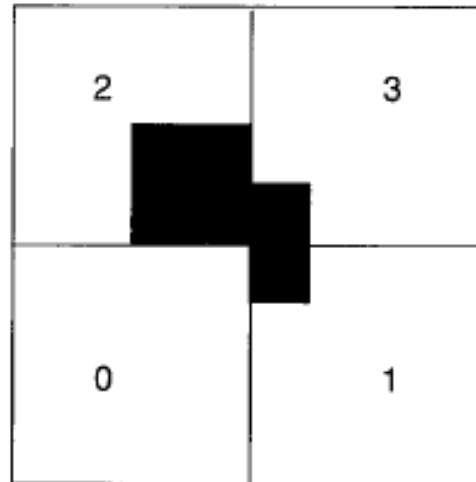
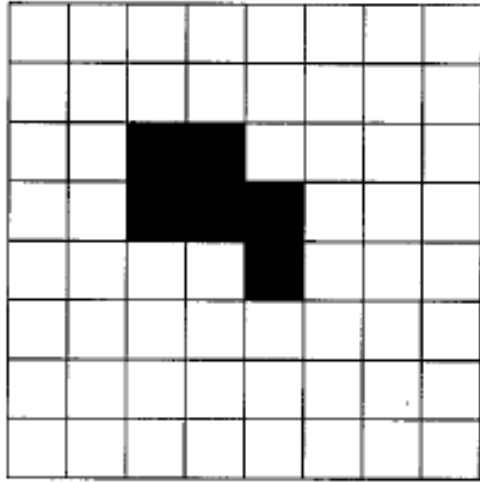


(d) Pi-Order

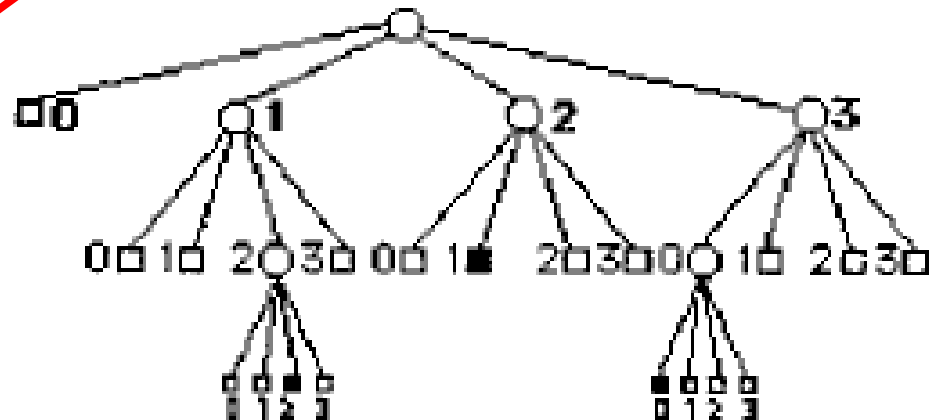
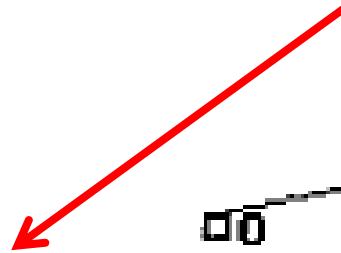
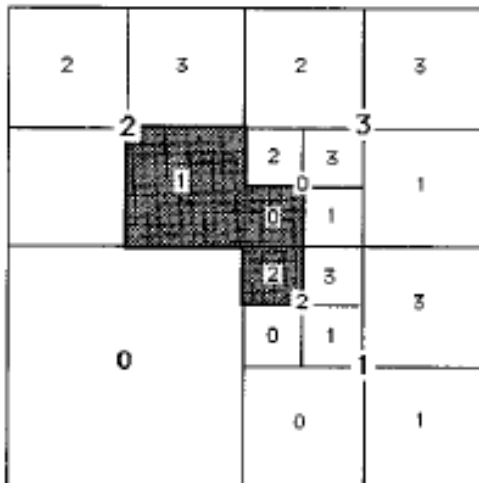
- A) a B) - alternativy postupného procházení.
- C) a D) - prostor vyplňující křivky (space-fill).
- B) a D) jsou více efektivní - souvislost s Toblerovým zákonem (First law of Geography, autokorelace).



Quad tree - čtyřstrom



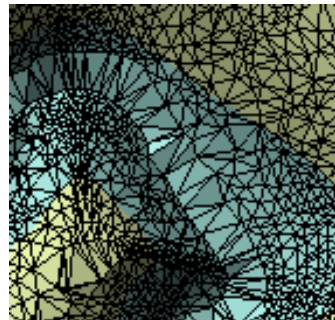
- Hierarchické uložení
- Dělení kvadrantů až do doby, kdy jsou homogenní.





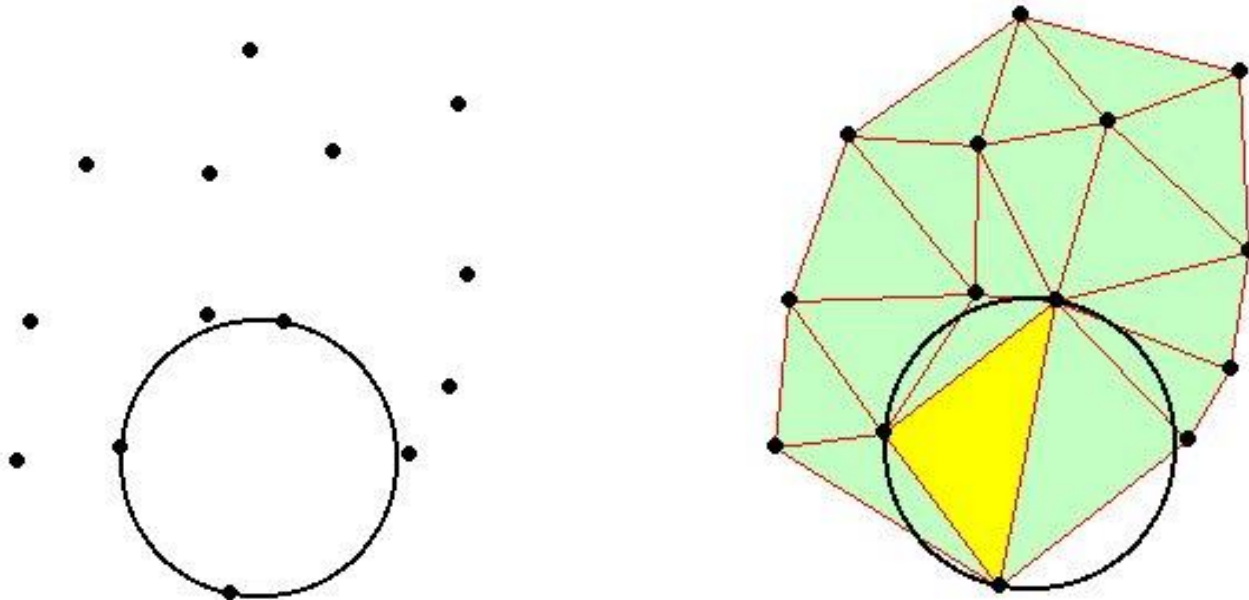
Nepravidelná trojúhelníková síť

- 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.



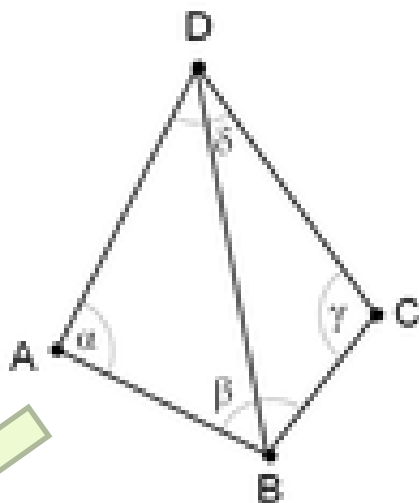
Principy triangulace

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

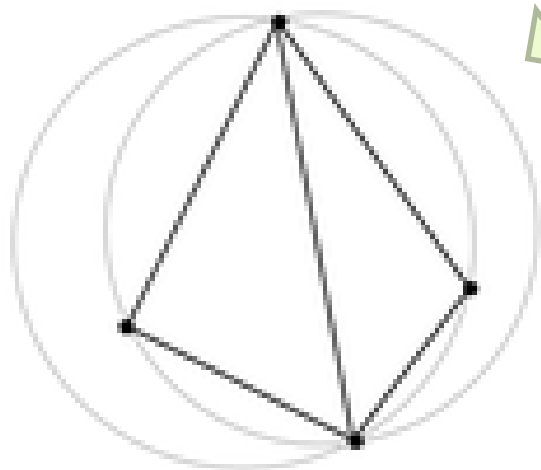


Příklad tvorby trojúhelníků

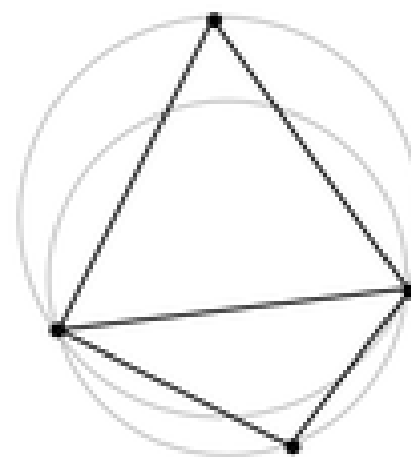
$\alpha + \gamma$ je **větší** než 180°



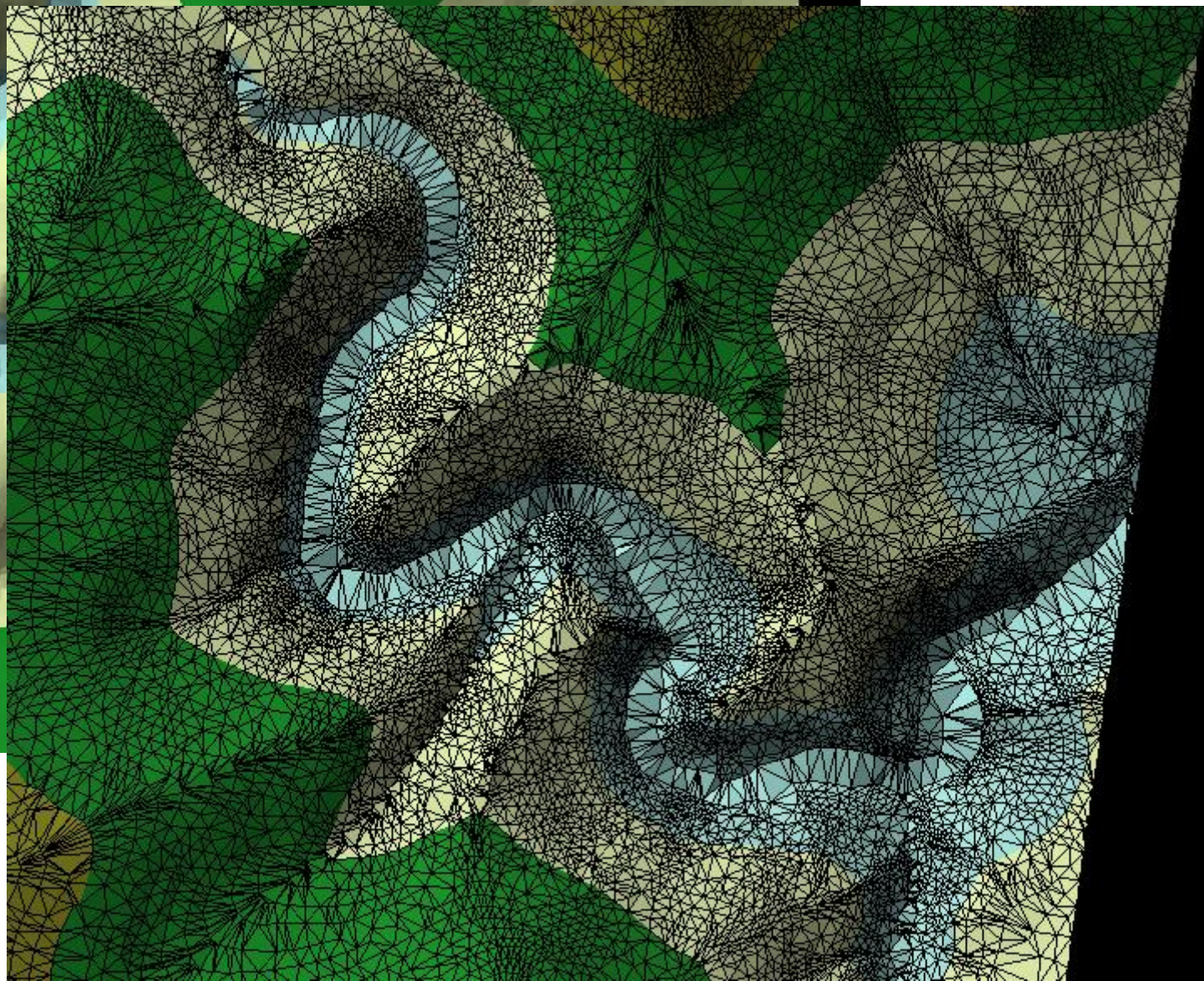
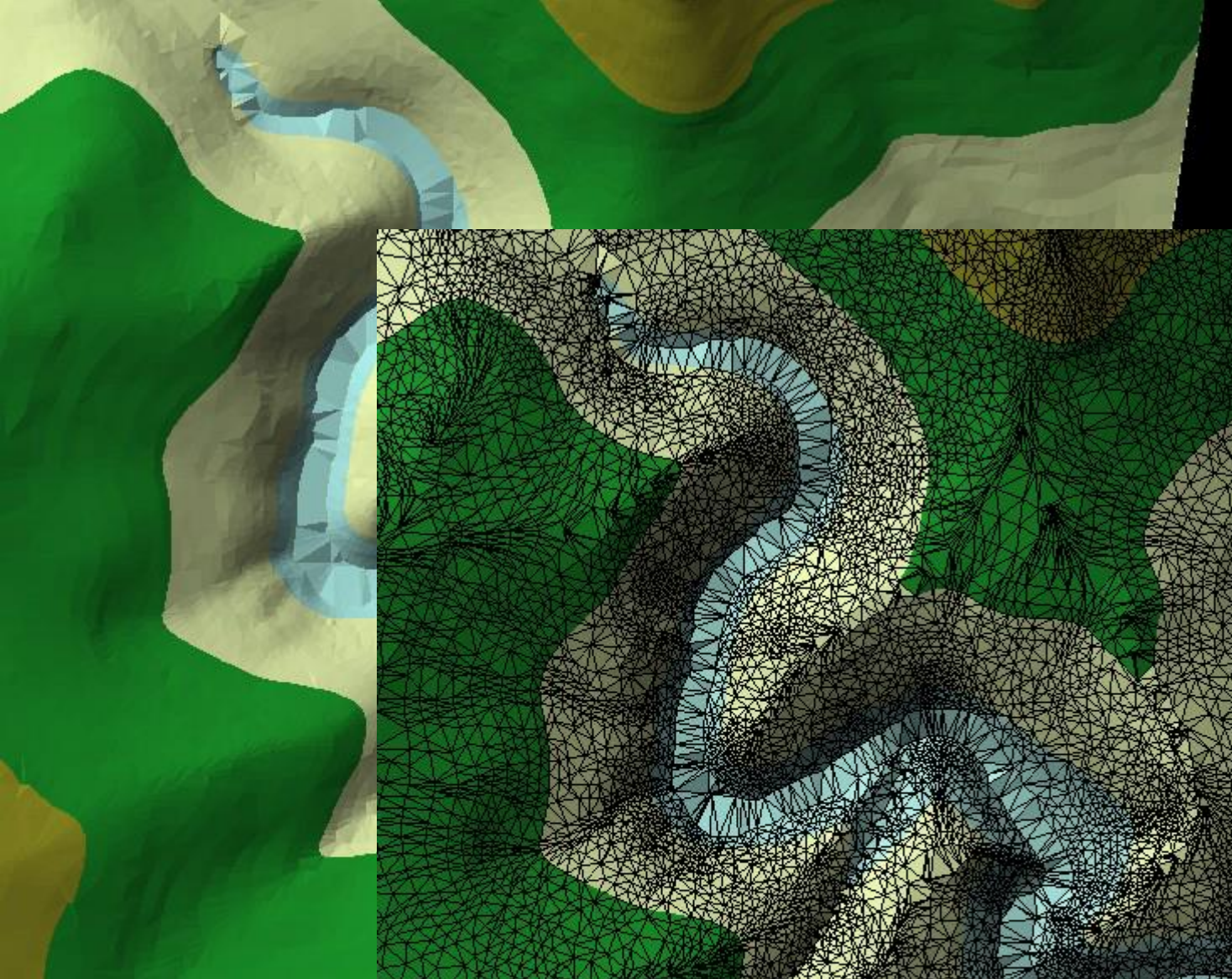
$\alpha + \gamma$ je **menší** než 180°



Nekorektní triangulace



Korektní triangulace



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.**