Kartografické modelování

I – Metody kartografického modelování

jaro 2020

Petr Kubíček

kubicek@geogr.muni.cz

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

Prerekvizity – na co navazujeme?

- **Z0262 Geoinformatika –** základní technologické znalosti a dovednosti.
- **Z2062 Geografická kartografie** – základní znalosti o tvorbě a podstatě map.
- **Z0135 Úvod do studia geografie** – základní oborové znalosti.
- …

Osnova

Základní teoretické okruhy + cvičení v ArcGIS

1. Metody kartografického modelování
2. Mapová algebra – historie, obecné základy
3. Třídy funkcí mapové algebry – lokální, fokální, zonální a globální.
4. Overlay algebra – typy překryvných funkcí, pravidla pro atributy.
5. Hydrologické modelování – D8, definice povodí, vodních toků.
6. Modelování terénu – základní topografické funkce, analýzy viditelnosti.
7. Modelování vzdálenosti – eukleidovské a nákladové povrchy.
8. Síťová analýza – základní typy, Dijkstrův algoritmus.
9. Prediktivní modelování – případové studie
10. Multikriteriální analýza – základní přístupy a příklady.

Literatura - knihy

- SKIDMORE, A. (ed). *Environmental modelling with GIS and remote sensing*.. 1st publ. London: Taylor & Francis, 2002. xvi, 268 s. ISBN 0-415-24170-7.
- DEMERS, Michael N. *GIS modeling in raster*. New York: John Wiley & Sons, 2002. xi, 203 s. ISBN 0-471-31965-1.
- Vybrané doporučené články - viz přednášky.

Organizace a ukončení

- **Zkouška – ústní zkouška – pozor změna oproti IS!**
- **Cvičení tvoří nedílnou část známky z předmětu.**
- **Cvičení – viz podmínky Mgr. Filip Málek**
- **Individuální domluva s cvičícím na termíny prezentační a zadávací.**

CO JE TO MODEL?

Modelování, model

- Modelování = prostředek poznávacího procesu
- Model = zjednodušené zobrazení skutečnosti, části objektivní reality či jevu.
- Model zobrazuje pouze vybrané znaky předlohy, které nás zajímají v konkrétním případě zkoumání, od ostatních vlastností se upouští.
- Účel modelu – rozhoduje o zobrazovaných vlastnostech
- Různé typy modelů – mapa, databáze, datový model, GIS model.

Datové modely v GIS (?)

OPAKOVÁNÍ:

- **Základní typy datových modelů**
- **Geometrická primitiva**
- **Topologie - principy a projevy v jednotlivých datových modelech.**
- **Výhody a nevýhody**

Základní typy modelů v geoinformatice

- **Různé přístupy ke klasifikaci (DeMers 2002)**
- **Uvedeme kategorie podle kterých se modely mohou odlišovat:**
  - **Deskriptivní** – popisuje existující geografická data a prostředí (mapa současné vegetace)
  - **Prediktivní** – nabízí předpověď (predikci) vývoje geografických dat (what if …, mapa potenciální vegetaci v případě klimatické změny).
  - **Preskriptivní** – ukazuje následky predikce (co, kde a PROČ), je schopen využít i nová data (BIG DATA), hodnotit rozhodnutí.
  - **Statické** – vztahy mezi daty v daném časovém okamžiku
  - **Dynamické** – zdůrazňuje změny geografických dat a vztahy mezi proměnnými (simulace odtoku, povodňové vlny…).

Základní typy modelů v geoinformatice

Matematické modely vyjádřené pomocí rovnic s parametry a proměnnými:

- **Deterministické** – pracuje pouze se zadanými hodnotami bez efektu náhody.
- **Stochastické** – bere do úvahy náhodné jevy a proměnné. Jeho výsledky mohou obsahovat míry chyb nebo nejistoty, které jsou obvykle vyjádřeny pravděpodobností (%) – pravděpodobnostní, statistické modely. Kriging.

Základní typy modelů v geoinformatice

- **Deduktivní – závěry jsou podloženy řadou předpokladů – například založených na vědeckých teoriích a fyzikálních zákonech.**
- **Induktivní – závěr podloženy empirickým pozorováním a měřením.**
  - Model sesuvů může být vytvořen například oběma způsoby podle toho, o co se opírá (fyzikální zákony x naměřená data).

Proces modelování

Postup tvorby modelu zahrnuje následující kroky:

- Definování cílů modelu v souladu s výzkumem (na konceptuální úrovni – co, kde, kdy, jak).
- Rozložení modelu na jednotlivé komponenty, definování jejich vlastností a vztahu mezi nimi.
- Návrh použitých algoritmů (matematické vztahy) a analogie GIS příkazů.
- Implementace a kalibrace modelu za využití reálných dat v konkrétním GIS prostředí. Cílem kalibrace je co nejvíce přiblížit výsledky modelu reálným měřením, aby mohly sloužit k předpovědi.
- Validace modelu na nezávislých datech před akceptací a nasazením do praxe. Validace – ohodnocení modelu v jiných podmínkách (=na jiných datech, než jak byl model vytvořen). Často rozdělení naměřených dat pro účel kalibrace a validace.

Role GIS v modelování

- Nástroj pro zpracování, zobrazení a integraci různých zdrojů dat – mapy, DMT, GPS, tabulky..
- Datové modelování – vektor, rastr, hybrid. Výhody použití pro specifické jevy (vektor pro dobře ohraničené jevy s jasným tvarem).
- Možnost převodu formátu vektor – rastr (RAVE, VERA), oba datové typy mohou vstupovat do modelů. Lze s úspěchem využít oba a převádět je mezi sebou.
- Možnost propojení GIS na statistické programy (Matlab).
- Typy propojení - volné (loose coupling - import - export), pevné (tight coupling – společný interface, SAGA GIS), vložené (embeded) systémy (Geostatistical analyst ArcGIS statistické funkce v GIS a naopak).

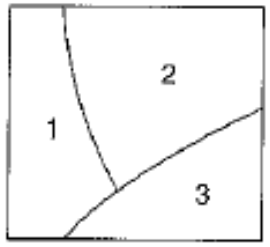
Binární modely

- Využívají **logické výrazy** pro výběr mapových prvků. Výstupem je binární formám nabývajících hodnot 1 (pro prvky splňující kritérium = true) a 0 pro prvky nesplňující hodnocení (=false).

Binární model vektor a rastr

ID	Suit
1	3
2	1
3	2

+



ID	Type
1	21
2	18
3	6

ID	Suit	Type
1	3	21
2	3	18
3	1	18
4	2	18
5	2	21
6	2	6
7	1	6

Suit = 2 AND Type = 18

1	1	1	4
3	2	4	4
3	3	3	4
4	4	4	4

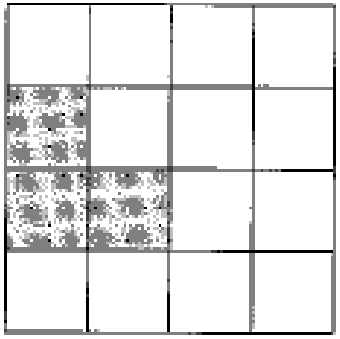
Grid 1

1	1	1	3
3	2	2	3
3	3	4	4
3	3	4	4

Grid 2

([Grid1] = 3)
AND
([Grid2] = 3)

=

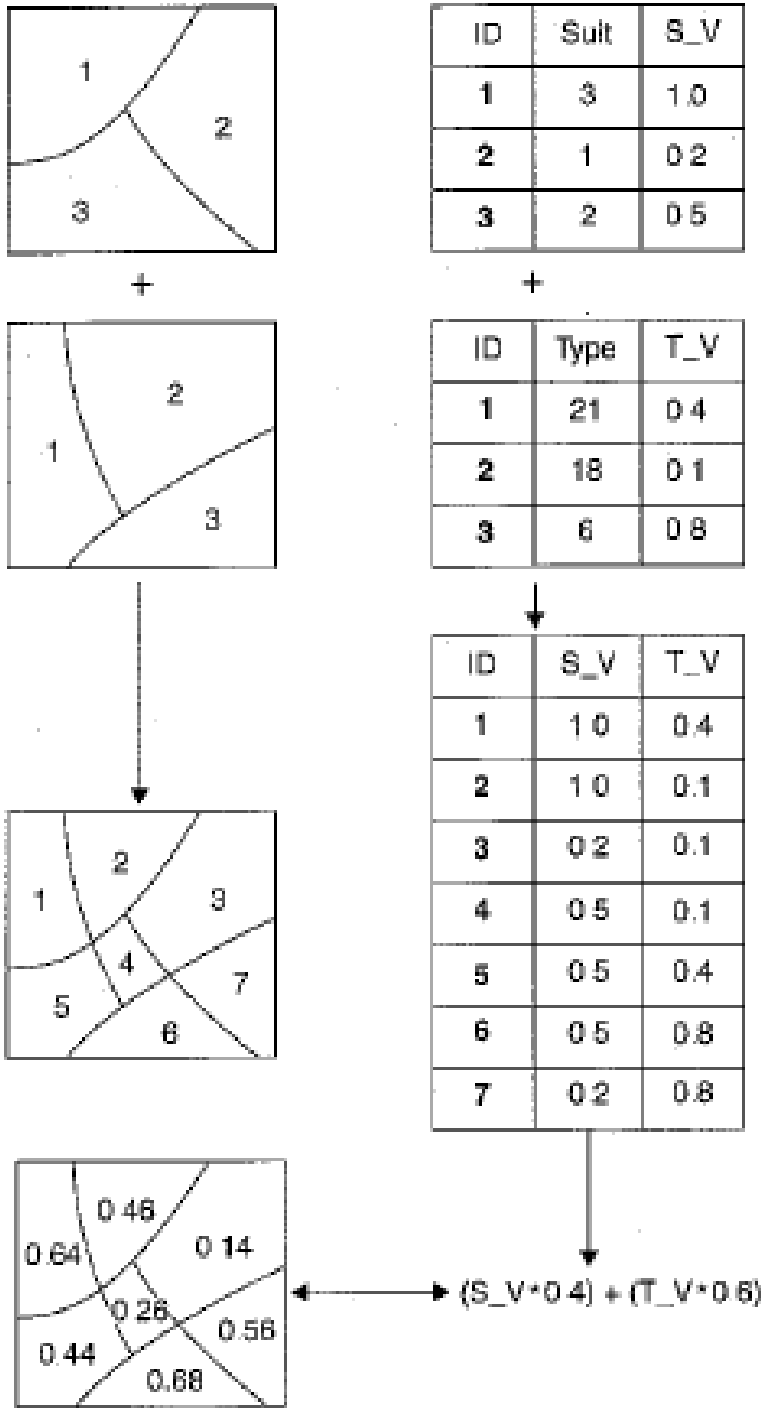


Indexové modely

- Počítají **hodnotu indexu** pro každou prostorovou jednotku a vytváří **ohodnocenou mapu** založenou na hodnotách indexu.
- Stejně jako binární model zahrnuje hodnocení a překryvné operace (overlay, algebra).
- Výsledkem jsou **prostorové jednotky ohodnocené** pomocí zvoleného indexu a ne pouze 0 nebo 1.
- Jak pro vektorový, tak pro rastrový model zahrnuje **normalizaci hodnot** v rozmezí <0,1>.

$$S_i = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

Indexový model - vektor



ID	Suit	S_V
1	3	1.0
2	1	0.2
3	2	0.5

ID	Type	T_V
1	21	0.4
2	18	0.1
3	6	0.8

ID	S_V	T_V
1	1.0	0.4
2	1.0	0.1
3	0.2	0.1
4	0.5	0.1
5	0.5	0.4
6	0.5	0.8
7	0.2	0.8

This diagram illustrates a vector-based index model. First, standardize the Suit and Type values of the two input maps into a scale of 0.0 to 1.0. Second, overlay the two maps. Third, assign a weight of 0.4 to the map with Suit and a weight of 0.6 to the map with Type. Finally, calculate the index value for each polygon in the output by summing the weighted criterion values. For example, Polygon 4 has an index value of 0.26 (0.5*0.4 + 0.1*0.6).

Normalizace hodnoty (expertní)

Overlay

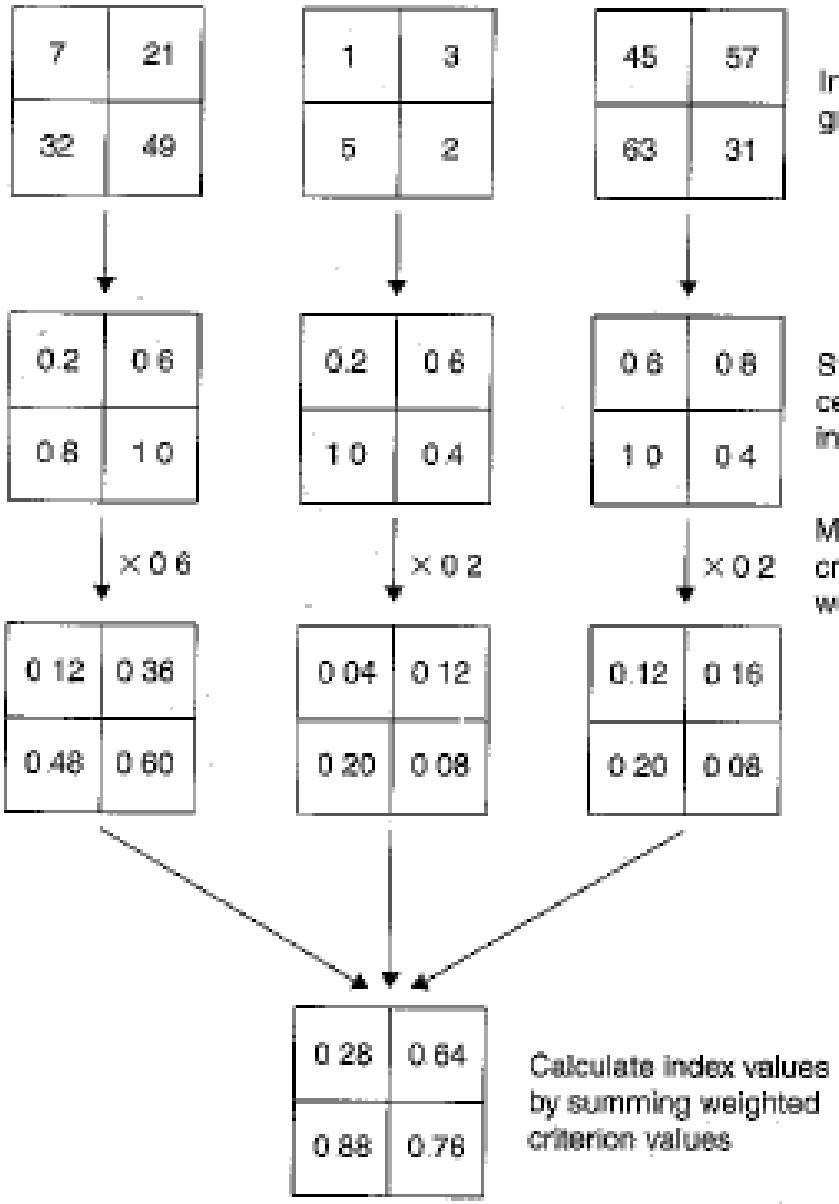
Určení váhy

Sečtení indexů

Polygon 4 = 0.5*0.4 +0.1*0.6

Indexový model - rastr

- Normalizace hodnot
- Vynásobení vahou
- Součet vážených hodnot



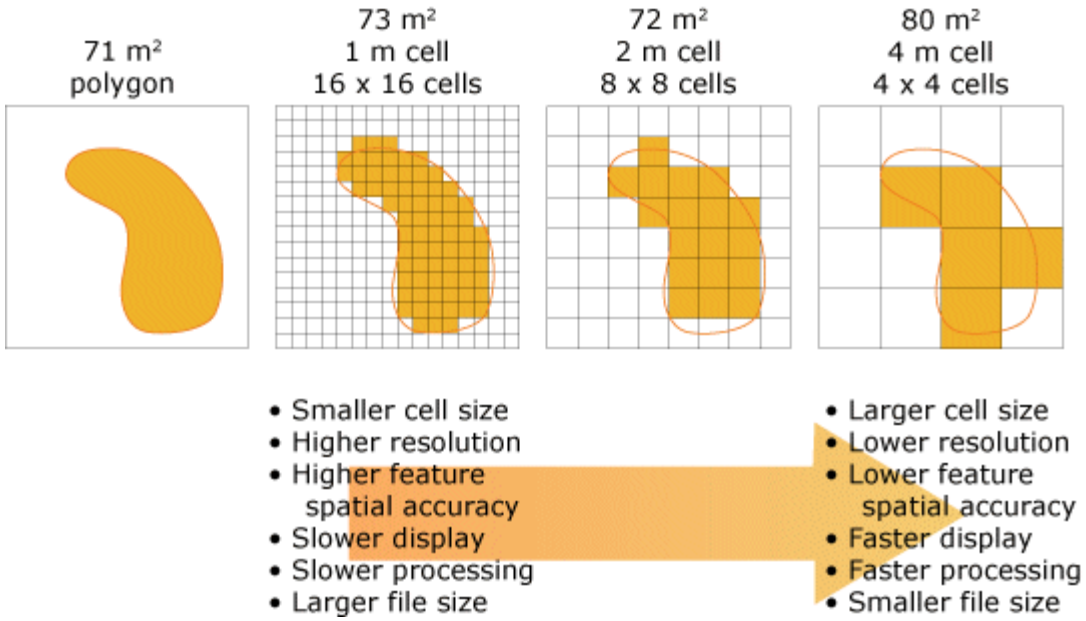
This diagram illustrates a raster-based index model. First, standardize the cell values of each input grid into a scale of 0.0 to 1.0. Second, multiply each input grid by its criterion weight. Finally, calculate the index values in the output grid by summing the weighted cell values. For example, the index value of 0.28 is calculated by: 0.12 + 0.04 + 0.12, or 0.2*0.6 + 0.2*0.2 + 0.6*0.2

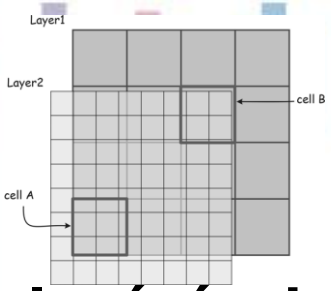
Procesní modely

- Integrují existující znalosti o procesech reálného světa do sady vztahů a rovnic pro možnost kvantitativní vyjádření přírodního procesu.
- Často dále děleny na moduly, které kombinují induktivní a deduktivní přístupy.
- Přírodní modely jsou obvykle komplexní, zahrnují řadu proměnných a nejistotu.
- Příklad – model půdní eroze RUSLE – Revised Universal Soil Loss Equation.

Předpoklady – podmínky užití

- Pravoúhlá soustava čtvercových buněk
- Kategorie, bool, celá čísla, reálná, vektory
- No data

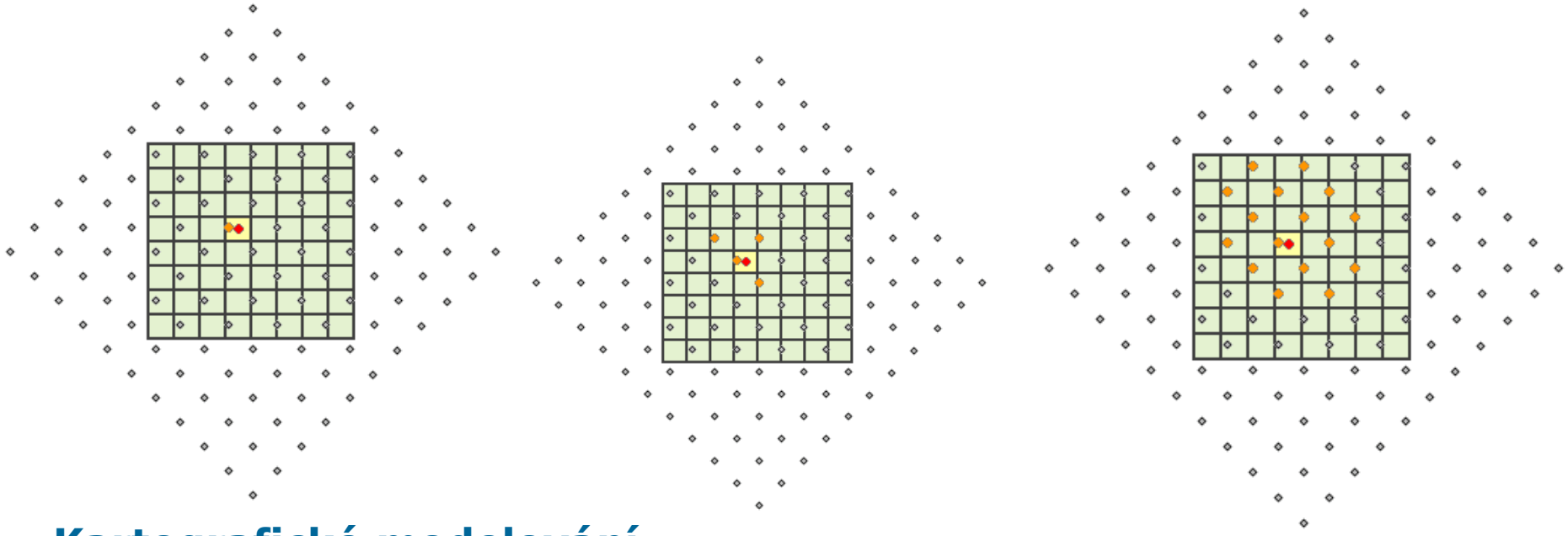




Změna velikosti buňky - resampling

Resamplování – harmonizace buněk (velikost,poloha)

- Nejbližší soused (nearest 1) – zachování, diskrétní
- Převládající (majority 1) – zhlazení, diskrétní
- Bilineární (4) – zhlazení, souvislá
- Kubická konvoluce (16) – zhlazení, souvislá.



Spojení gridů

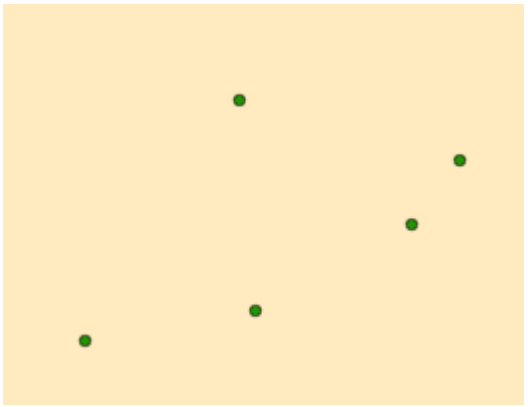
- **Spojení gridů - merge, mosaic**

ASCII to Grid

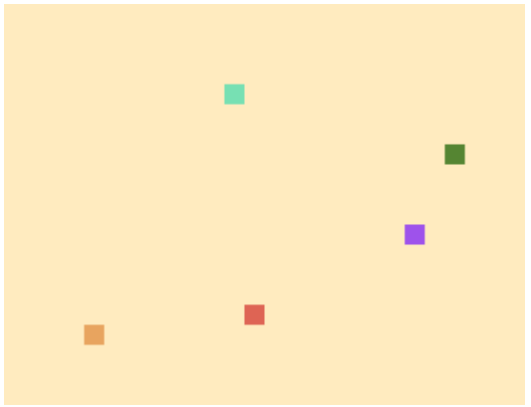
- NCOLS xxx
- NROWS xxx
- XLLCORNER xxx
- YLLCORNER xxx
- CELLSIZE xxx
- NODATA_VALUE xxx
- row 1
- row 2
- .
- .
- row n

VERA - bod

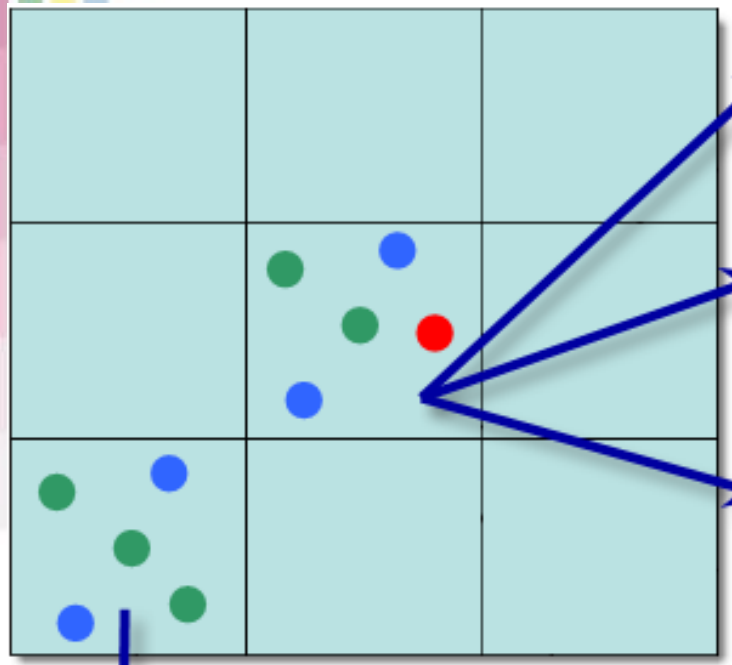
Vstup (vektor)



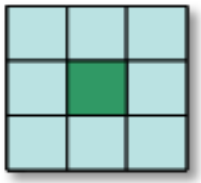
výstup (rastr)



Bod

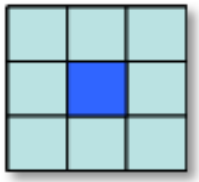


FID	Attribute
1	Green
2	Red
3	Blue
4	Blue
5	Green



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

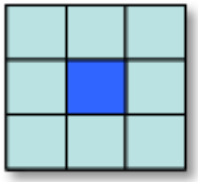


Field = Attribute
Method = MOST_FREQUENT
Priority = PriorityFID
Outcome = Blue
Reason = Highest priority

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

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



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

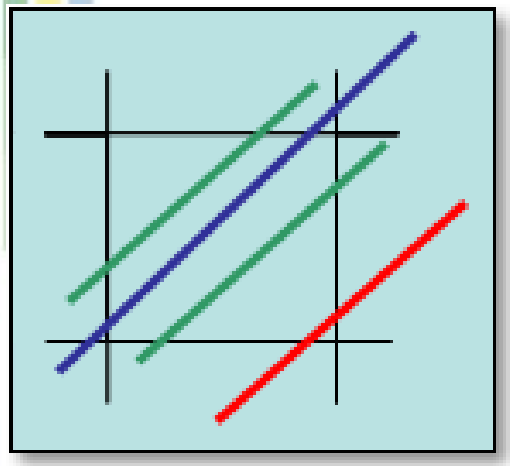
VERA - Linie

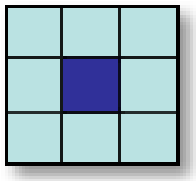
Nástroj Polyline to Rastr

Metody:

- MAXIMUM_LENGTH
- MAXIMUM_COMBINED_LENGTH

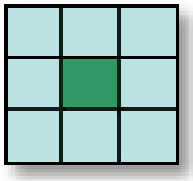
- **Priority**





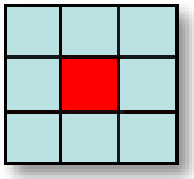
FID	Attribute
1	Green
2	Blue
3	Green
4	Red

Field = Value
Method = MAXIMUM_LENGTH
Priority = NONE
Outcome = Blue
Reason = Longest length



FID	Attribute
1	Green
2	Blue
3	Green
4	Red

Field = Value
Method = MAXIMUM_COMBINED_LENGTH
Priority = NONE
Outcome = Green
Reason = Length of two green



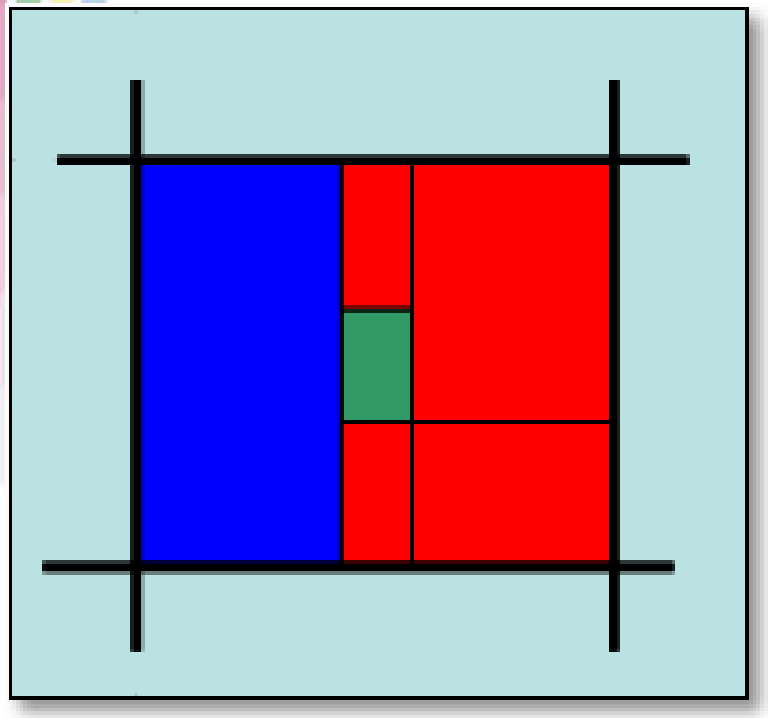
FID	Attribute	PriorityFID
1	Green	1
2	Blue	1
3	Green	2
4	Red	3

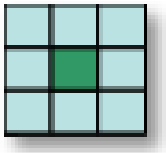
Field = Value
Method = MAXIMUM_LENGTH
Priority = PriorityFID
Outcome = Red

VERA - Plocha

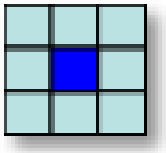
Tři základní metody:

- **CELL_CENTER - hodnota nacházející se ve středu buňky.**
- **MAXIMUM_AREA – největší souvislá plocha v buňce.**
- **MAXIMUM_COMBINED_AREA – největší sečtená plocha v buňce (i z více nesouvisejících ploch).**
- **Respektovány pravidla hranice (prvek=buňka)**
- **Priorita podle FID**

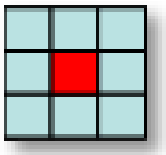




CELL_CENTER



MAXIMUM_AREA



MAXIMUM_COMBINED_AREA

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