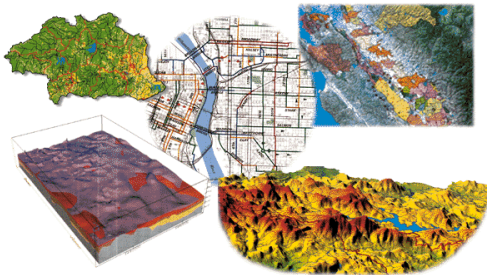


APLIKOVANÁ GEOINFORMATIKA VIII



Kriging, Mapová algebra



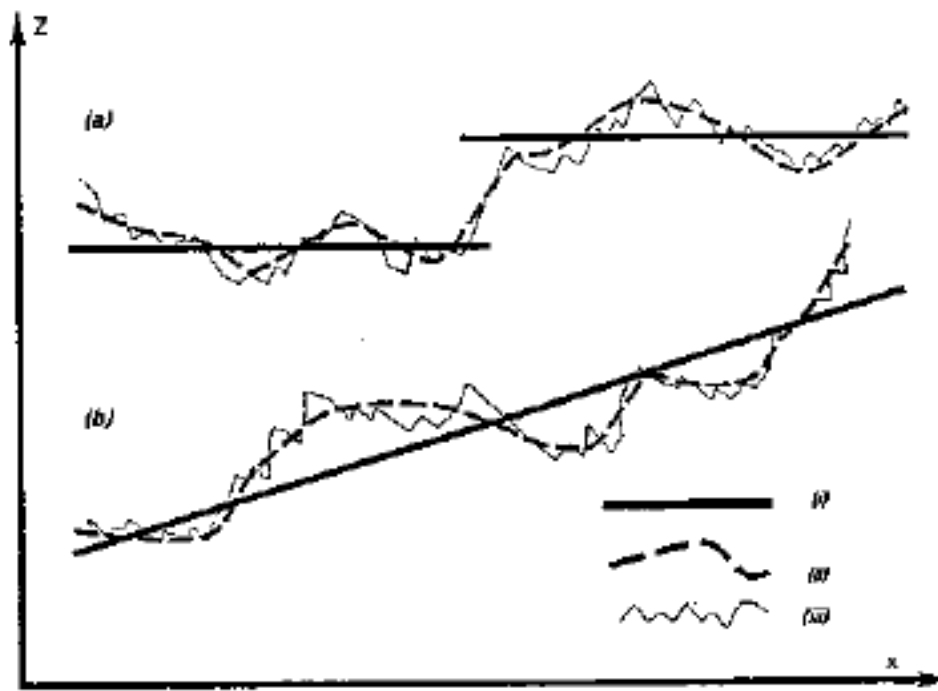
Aplikovaná geoinformatika

PROSTOROVÉ INTERPOLACE - KRIGING

Kriging

- Prostorový interpolátor založený na strukturní analýze
- Interpolovaný povrch lze přesněji vystihnout stochastickou funkcí (funkce má i náhodnou složku) než shlazující matematickou funkcí
- Prostorová struktura je podmíněna modelováním na základě semivariogramu
- Chyby jsou počítány pro každý bod – statistické testování hypotéz (Moranův index) → mohu stanovit chybu interpolace
- Podobný princip jako IDW, „jen“ vstupuje více parametrů – semivariogram, vzdálenost a prostorové uspořádání dat v okolí bodu

Kriging



- Trend – odhadován za pomoci funkce
- Kolísání – prostorově korelovaná – analyzována semivariogramem
- Náhodný šum

Strukturní analýza

- procedura zahrnující výpočet strukturálních funkcí, výběr a konstrukci odpovídajících teoretických modelů a jejich aplikace, interpretaci průběhu strukturálních funkcí
- cíl: popsat vlastnosti pole prostorových proměnných veličin – **kontinuita, homogenita** či **anizotropie** (závislost na směru)
- popisovány prostřednictvím měř prostorové autokorelace a prostorové variability

Strukturní analýza

Strukturální funkce

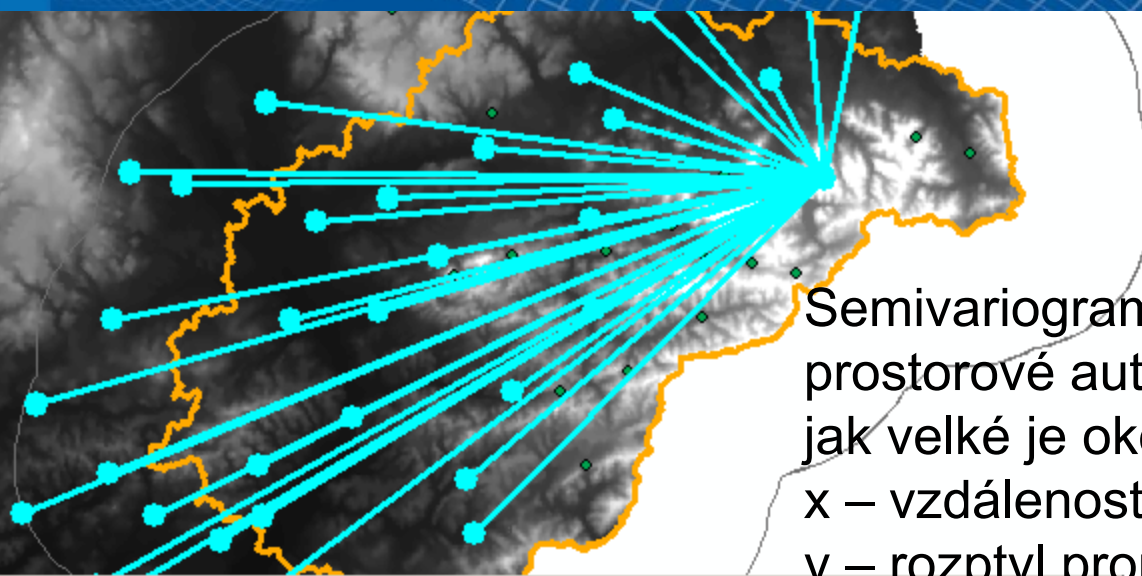
- semivariance
 - vyjádřena semivariogramem – míra nepodobnosti
 - od určité vzdálenosti měřených bodů spolu už jejich hodnoty nekorelují
- kovariance – míra podobnosti

Před samotnou interpolací by měla být nalezena (pomocí ESDA) a odstraněna případná **trendová funkce**, aby neovlivnila výsledky. Po interpolaci by pak měla být přičtena zpět k výsledkům.

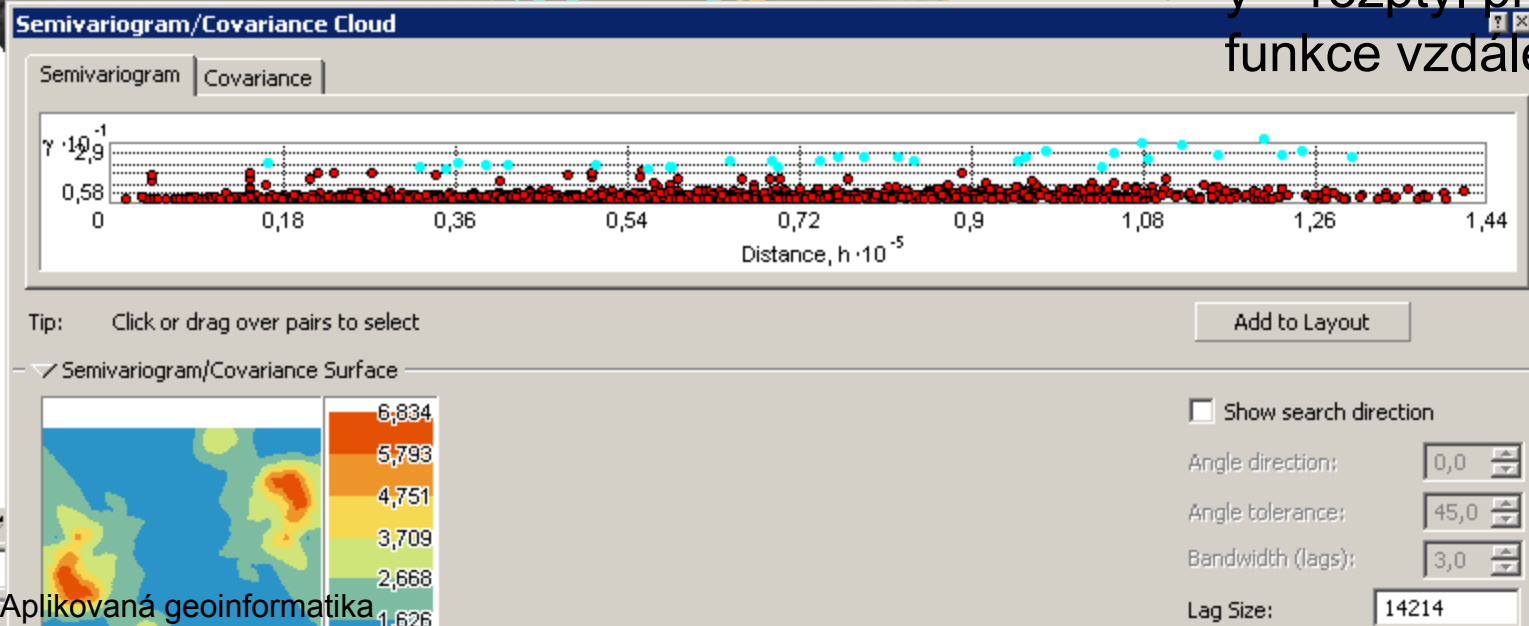
Postup Krigování

- Explorativní analýza – zkoumá se míra podobnosti dat ve vztahu k jejich vzdálenosti (semivariogram)
- „Fitování“ modelu na zjištěný vztah
- Porovnání modelů
- Modelování povrchu – vlastní výsledek (obdobně jako u IDW)

Explorativní fáze

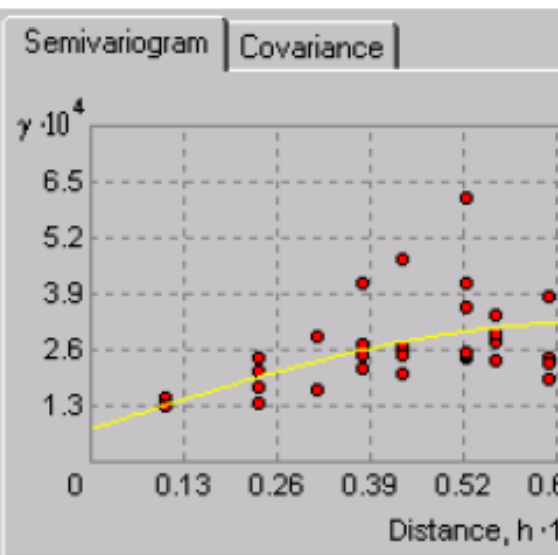
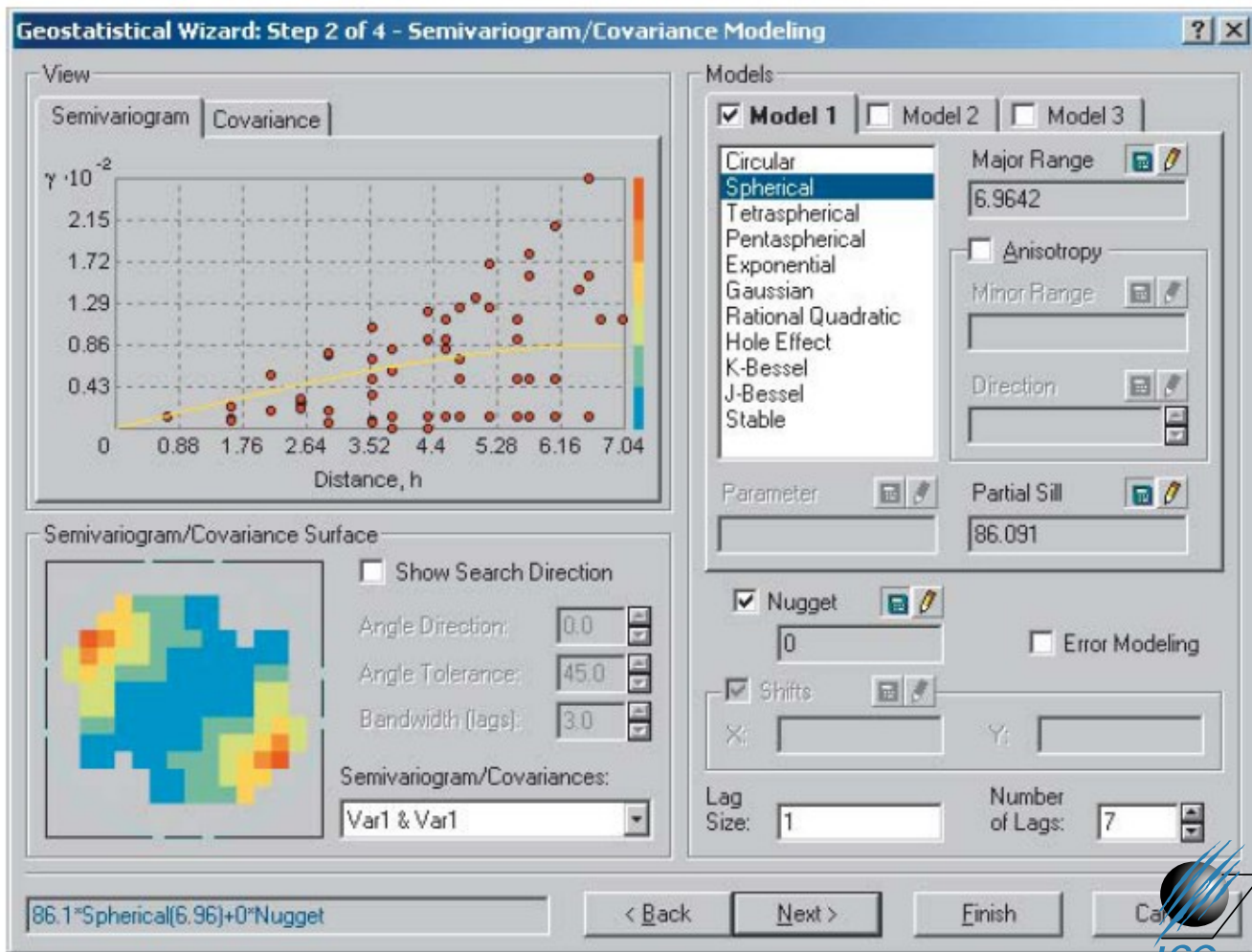


Semivariogram – testování prostorové autokorelace – jak velké je okolí bodu
 x – vzdálenost mezi body
 y – rozptyl proměnné jako funkce vzdálenosti



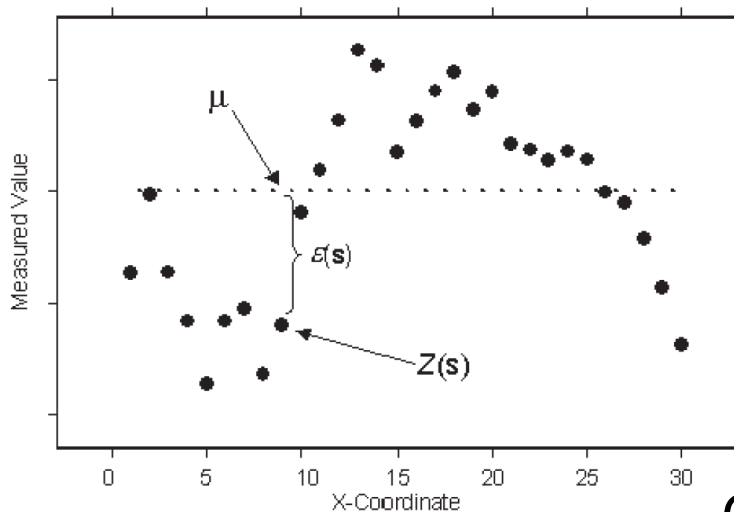
Fitování modelu na zjištěný vztah

Model se určuje podle tvaru semivariogramu, vzdálenosti prahové hodnoty apod.

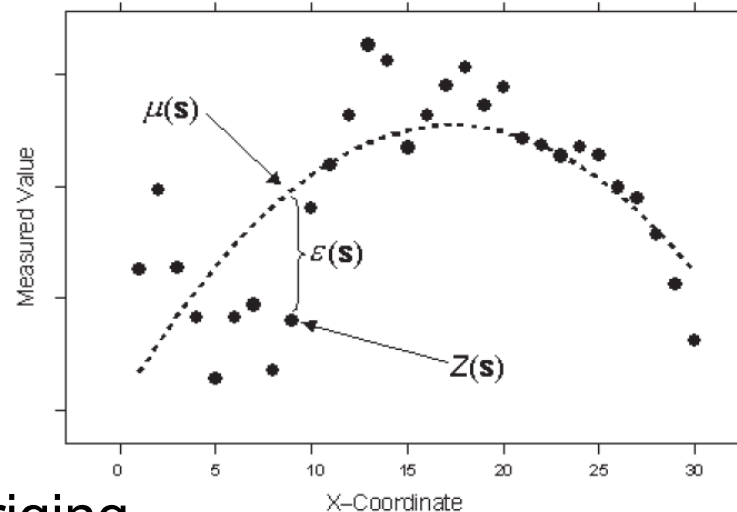


Nejčastější typy algoritmu Krigingu

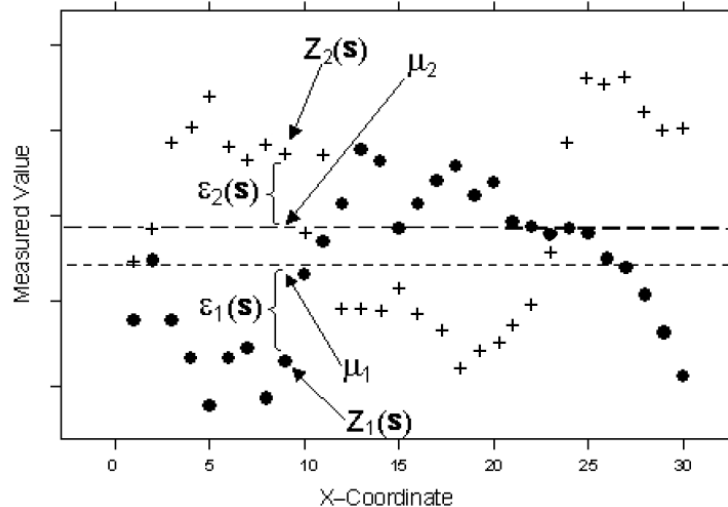
Ordinary Kriging



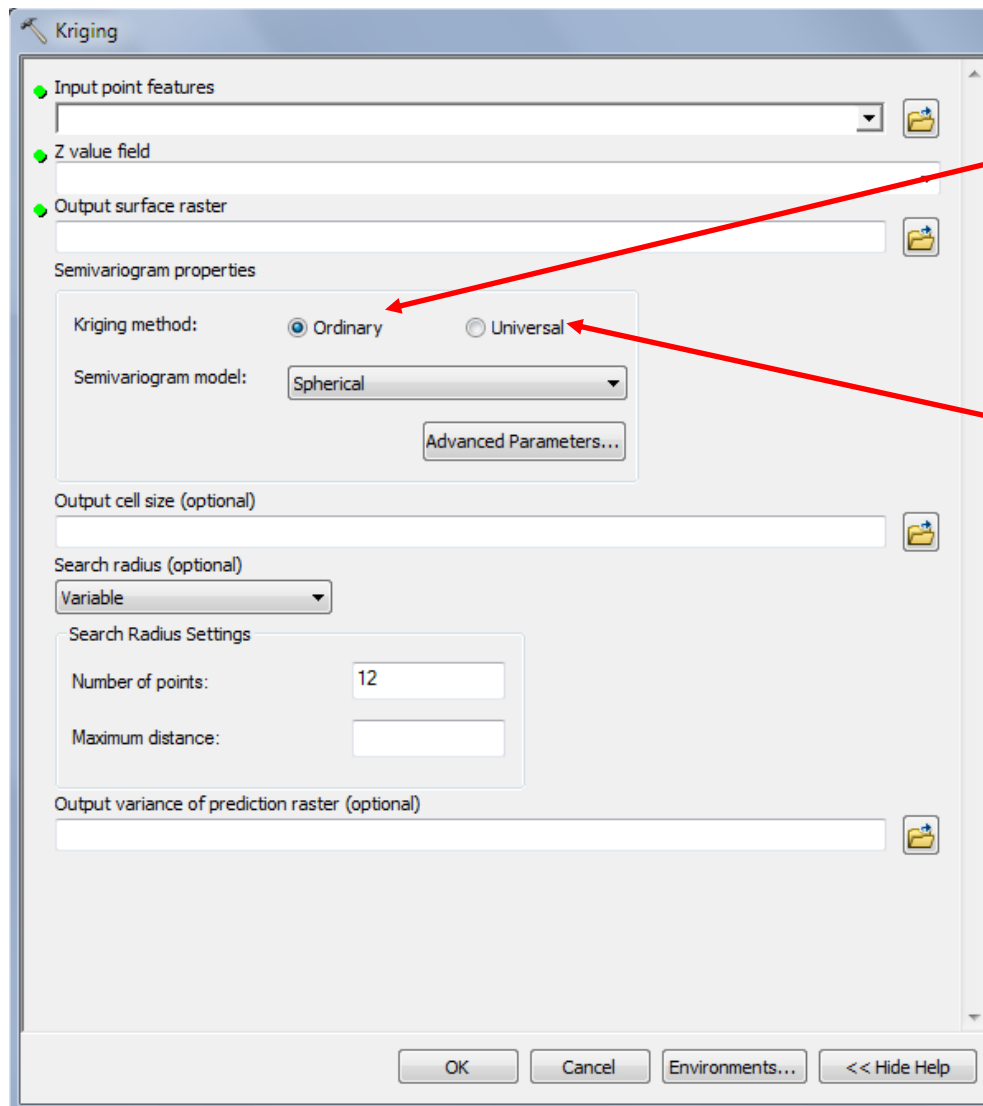
Universal Kriging



Cokriging



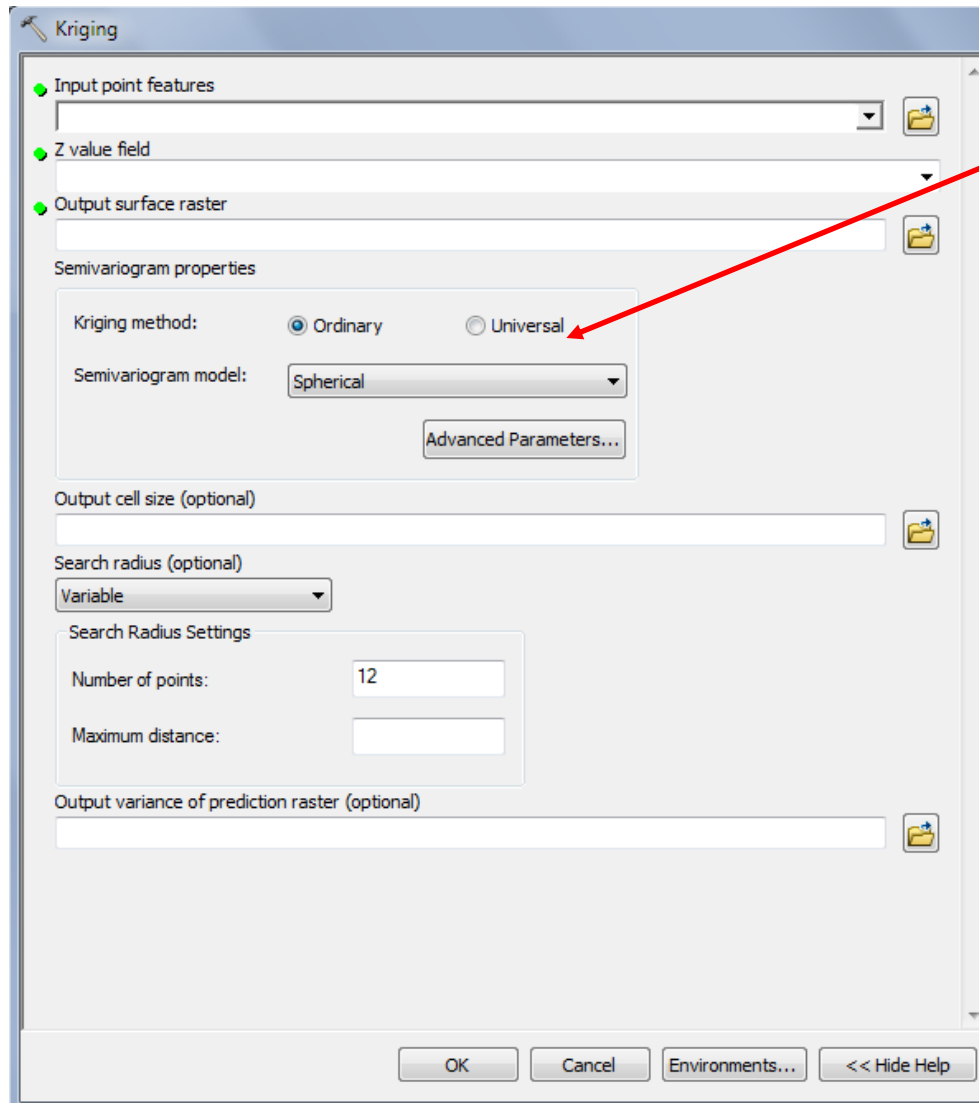
Kriging v ArcGIS



Bez vlivu dalšího jevu

S vlivem dalšího jevu
(např. větru)

Kriging v ArcGIS

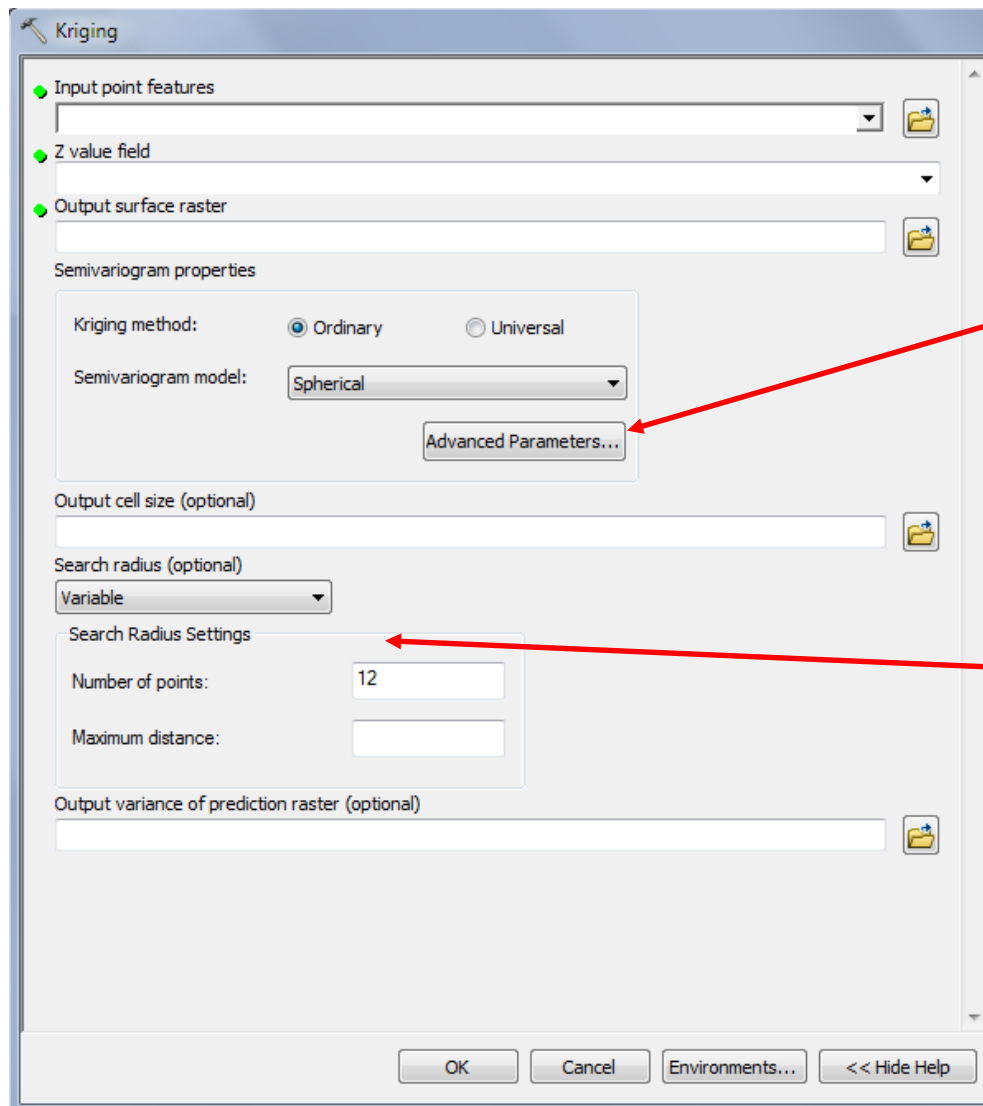


Ordinary vs. Universal

Ordinary

- Spherical (kulový - výchozí)
- Circular (kruhový)
- Exponential (exponenciální)
- Gaussian (normální rozd.)
- Linear (lineární prah. hodnota)

Kriging v ArcGIS



Advanced parameters
– krok lagování

Variable = počet bodů
a maximální
vzdálenost / Fixed =
nastavení vzdálenosti
a minimální počet
bodů v této
vzdálenosti

Geostatistical Analyst

The screenshot displays the Geostatistical Analyst software interface. The main window is titled "Geostatistical wizard - Kriging step 3 of 5 - Semivariogram/Covariance Modeling". The interface includes a menu bar (File, Edit, View, Bookmarks, Insert, Selection, Geoprocessing, Customize, Windows, Help), a toolbar, and a "Geostatistical Analyst" menu with options like "Explore Data", "Geostatistical Wizard...", "Subset Features...", "Tutorial", and "Geostatistical Analyst Help".

The "Layers" panel on the left shows a list of data layers, including "ca_hillshade" which is selected. The "ArcToolbox" panel on the right contains various tools, including "Analysis Tools".

The main workspace displays a "Semivariogram" plot. The y-axis is labeled $\gamma \cdot 10^3$ and ranges from 0 to 1.646. The x-axis is labeled "Distance (Meter), $h \cdot 10^{-5}$ " and ranges from 0.000 to 1.049. The plot shows a scatter of red points representing binned data and blue points representing averaged data. A blue line represents the fitted model. Below the plot, the model equation is displayed: $\text{Model} : 0.00011053 * \text{Nugget} + 0.00028688 * \text{Stable}(64901.2)$.

Below the plot is a "Semivariogram map" showing a circular grid of colored cells representing the spatial distribution of the semivariogram. A color scale on the right ranges from 0 (blue) to 0.0016462 (red).

The right side of the wizard contains a "General" tab with settings for the semivariogram and kriging model. The "General" section includes "Variable" (Semivariogram), "Optimize model" (checked), and "Model Nugget" (Enabled, Calculate Nugget checked, Nugget: 0,0001105298, Measurement Error: 100%). The "Model #1" section is set to "Stable" with a parameter of 2, a major range of 64900,93, and a partial sill of 0,0002868763. The "Lag" section shows a lag size of 8740,291 and 12 lags.

At the bottom of the wizard, there are buttons for "< Back", "Next >", "Finish", and "Cancel".

Umožňuje nejen Kriging ale i mnoho jiných druhů interpolace.

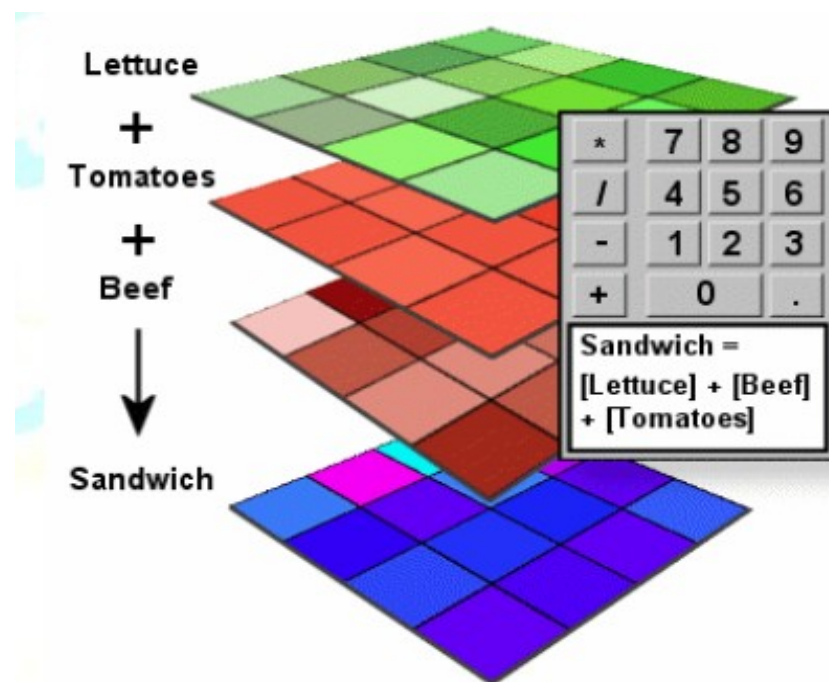
Kriging vs. IDW

- Kriging má propracovanější teoretické základy
- Nedá se dělat naslepo – pomocí ponechání automaticky přednastavených veličin
- IDW je nejpoužívanější
- Kriging nejsofistikovanější

MAPOVÁ ALGEBRA

Mapová algebra

- Umožňuje kombinovat rastrové vrstvy pomocí různých matematických operací
- Používá map jako proměnných a prostorových operací jako operátorů v algebraických výrazech
- Prostředek prostorové analýzy a modelování



Základní nástroje (objekty) pro manipulaci s prostorovými daty v mapové algebře

- Operátory
- Funkce
 - z hlediska matematického (arimetické, logické, trigonometrické, logaritmické)
 - z hlediska mapové algebry – lokální, fokální, zonální, globální
- Aplikační procedury a funkce
 - analýzy vzdálenosti (euklidovská vzdálenost, nejkratší cesta, cost-distance...)
 - analýzy povrchů
 - hydrologické modelování
 - ...

Typy operátorů

- Aritmetické

- + - * / mod (= zbytek po dělení)
- např. převod metrů na stopy

| | |
|---|---|
| 1 | 2 |
| 3 | 4 |

x 2**=**

| | |
|---|---|
| 2 | 4 |
| 6 | 8 |

| | |
|---|---|
| 1 | 2 |
| 3 | 4 |

EQ 4**=**

| | |
|---|---|
| 0 | 0 |
| 0 | 1 |

- Relační

- <, >, <=, <> ...

- Booleovské (logické)

- AND, OR, XOR ...

| Slope | Elevation |
|-------|-----------|
| 65 | 21 |
| 55 | 46 |

AND

| | |
|------|------|
| 5500 | 6500 |
| 7500 | 4000 |

=

| | |
|---|---|
| 1 | 0 |
| 1 | 0 |

"greater-than" 45 degrees
"and" that have an
elevation that is "greater-
than" 5000 meters.

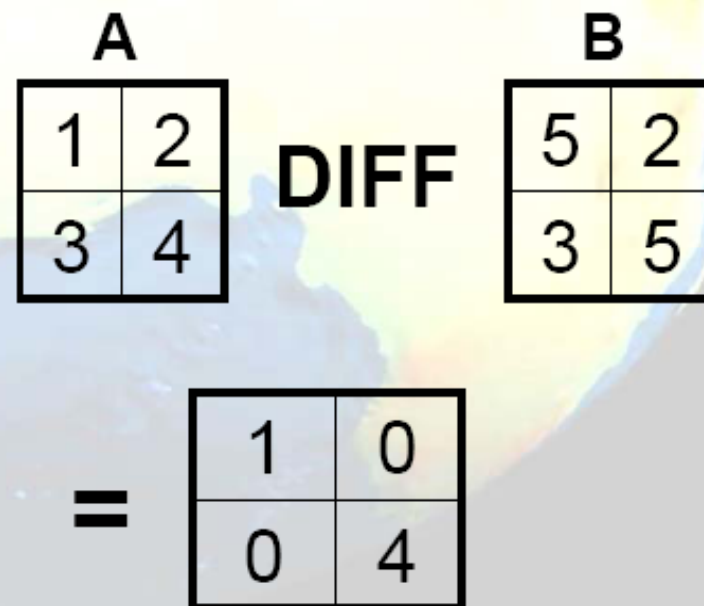
Typy operátorů

- Jiné operátory
 - in, diff, over

Logical Operators

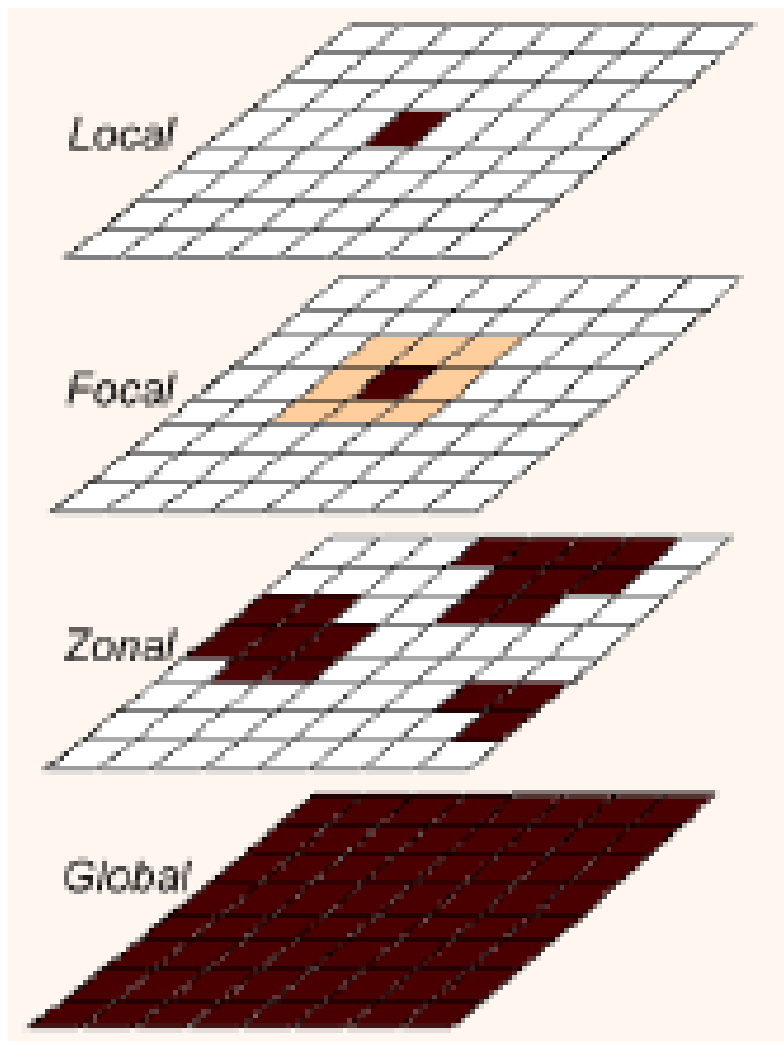
DIFF Logical difference
IN {list} Contained in list
OVER Replace

- A DIFF B: If a cell value in raster A and raster B are different, the cell value in raster A is returned. If the cell values are the same, the value zero is returned.
- A IN {value list}: If a cell value in raster A is in the value list, the cell value in raster A is returned. Otherwise, NoData is returned.
- A OVER B: If a cell value in raster A is not equal to zero, the cell value in raster A is returned. Otherwise, the cell value in raster B is returned.

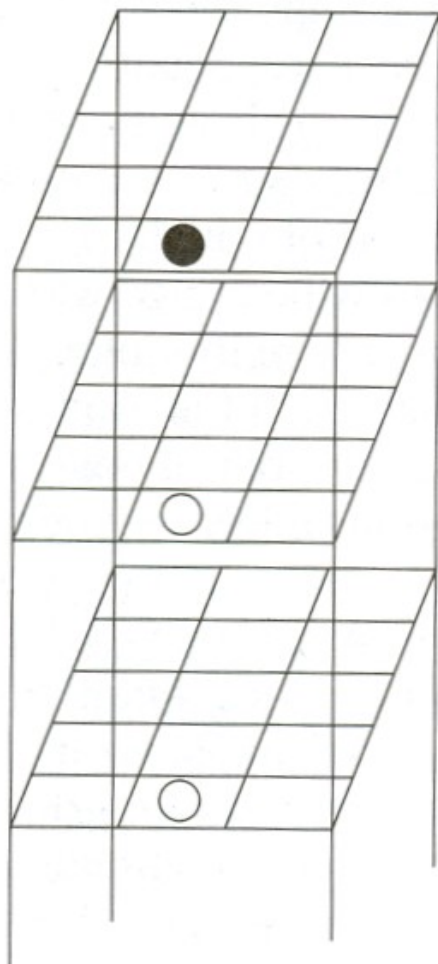


Funkce z hlediska mapové algebry

- Lokální
- Fokální
- Zonální
- Globální



Lokální operace



Output Matrix



Input Matrix

+

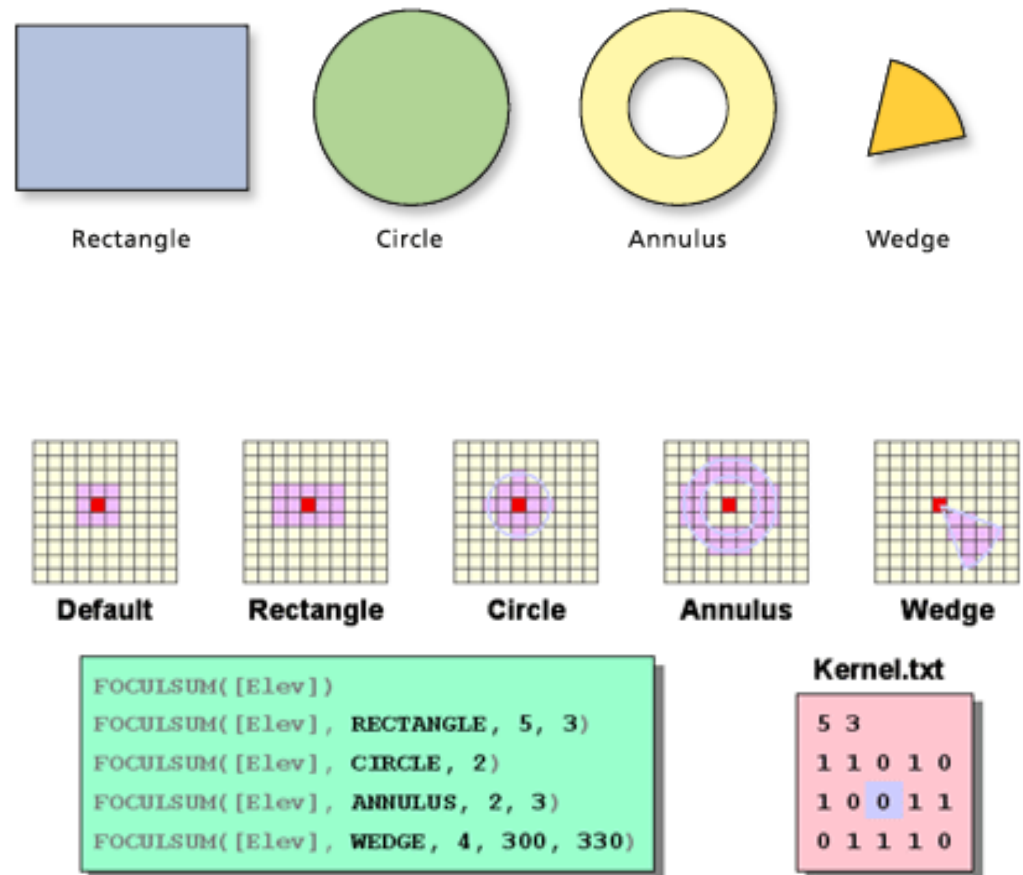
Input Matrix

Lokální funkcí je např. i reklasifikace

Figure 4.1 Local function. Local functions are cell-by-cell functions that compare each individual grid cell from one matrix with its corresponding grid cell in the second and all succeeding matrices.

Fokální funkce

- Výstupní hodnota buňky je počítána jako určitá operace s touto buňkou a s buňkami jejího okolí
- Okolí buňky lze definovat různým způsobem
 - většinou bezprostřední okolí (např. 3x3)



ArcGIS

Fokální funkce

- Problematika okrajů rastru – okolí buňky se dostává mimo hodnoty
 - okraje výsledného rastru mají často odlišné hodnoty
 - nižší, vyšší...
 - zmenšení okolí nebo replikace řádku, sloupce rastru)
- Filtrace obrazu (okénko okolí vstupuje svými hodnotami do výpočtu)
 - vhodný nástroj nejen pro zpracování obrazu, ale např. i pro shlazení DEM či výsledku interpolace

Input processing raster

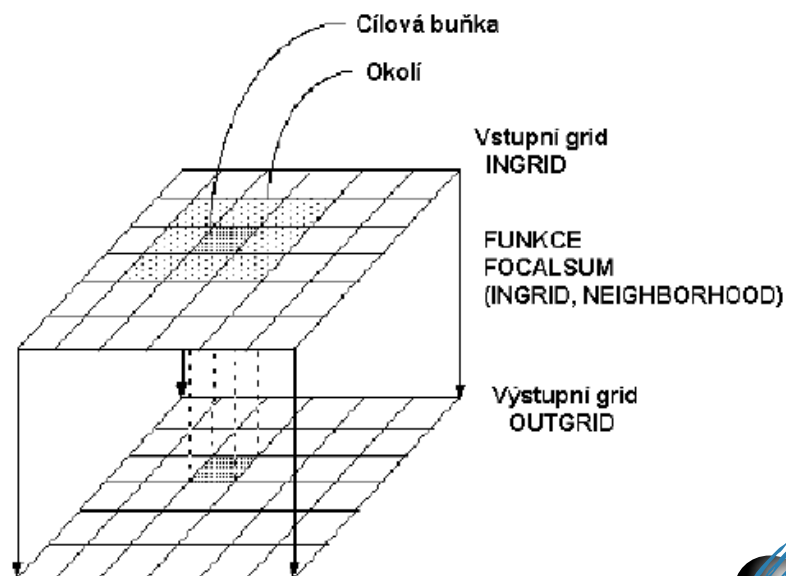
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 0 | 1 | 2 | 3 | 0 |
| 2 | 5 | 0 | 3 | 2 | |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 4 |
| 1 | 5 | 3 | 2 | 1 | 4 |
| 5 | | 1 | 3 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 3 |

Output raster

| | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|
| 11 | 12 | 8 | 9 | 10 | 8 |
| 13 | 16 | 14 | 19 | 22 | 17 |
| 15 | 20 | 21 | 19 | 24 | 19 |
| 13 | 19 | 20 | 23 | 25 | 17 |
| 13 | 19 | 20 | 22 | 23 | 15 |
| 7 | 10 | 10 | 16 | 16 | 10 |

=

suma



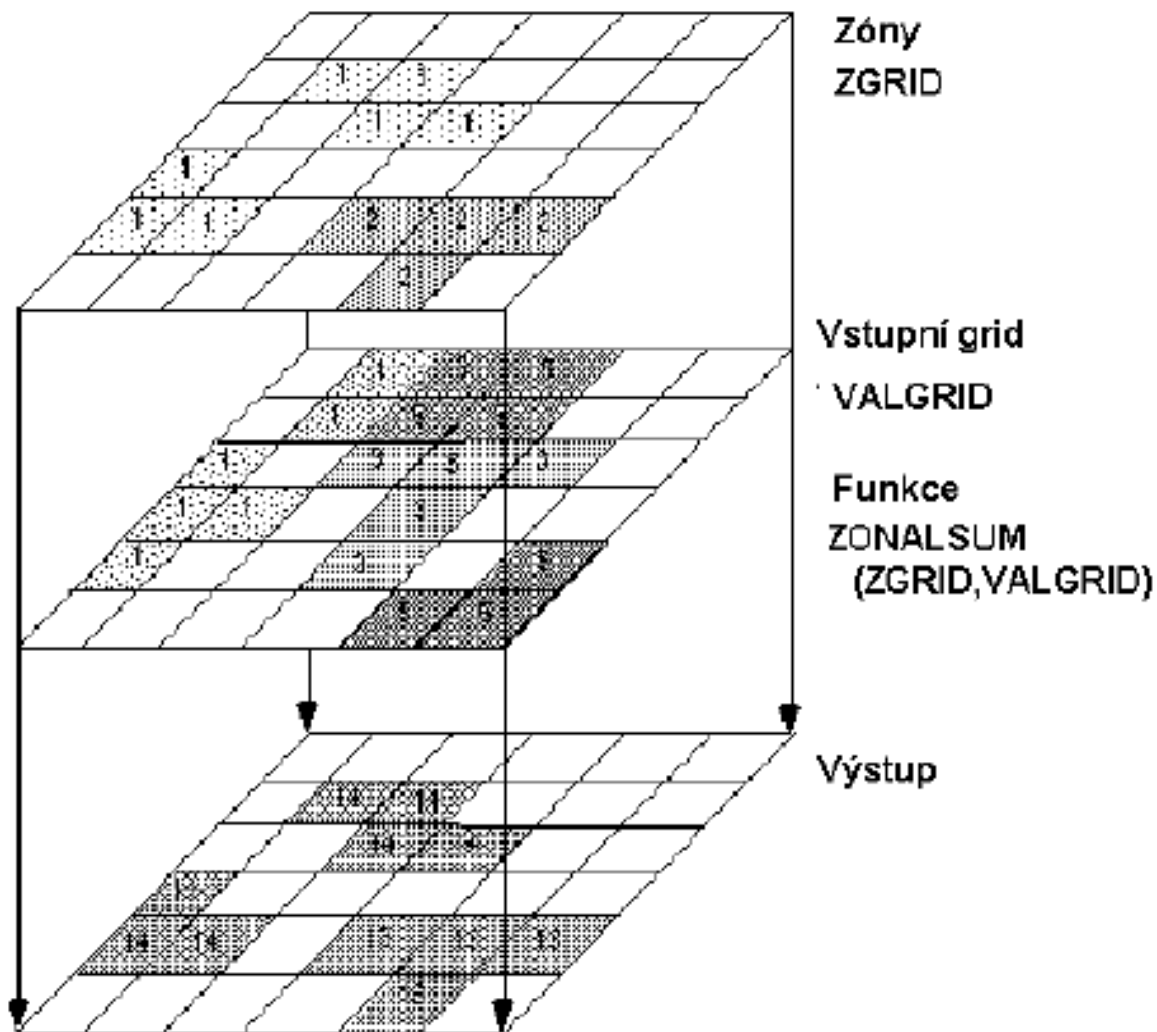
Analýza proudění – Focal Flow

- Zvláštní případ fokální funkce
- Principem funkce je, že buňky z okolí, které mají vyšší hodnotu než centrální buňka „tečou“ směrem dovnitř (od větší k menší hodnotě)
 - voda, která teče z kopce; šíření vyšší koncentrace do nižší apod.
- Výsledkem je grid, jehož buňky nesou hodnotu odpovídající tomu, kolik do nich „proudí“ buněk z okolí
- Využití: např. hydrologické analýzy

Zonální funkce

- Výpočty se provádí v rámci definovaných zón, nikoliv v okolí
- Zóny lze definovat rastrem nebo i vektorem (polygon)
- Příklady nástrojů
 - zonální statistika
 - zonální geometrie
 - crosstabulation (kombinace dvou tabulek)

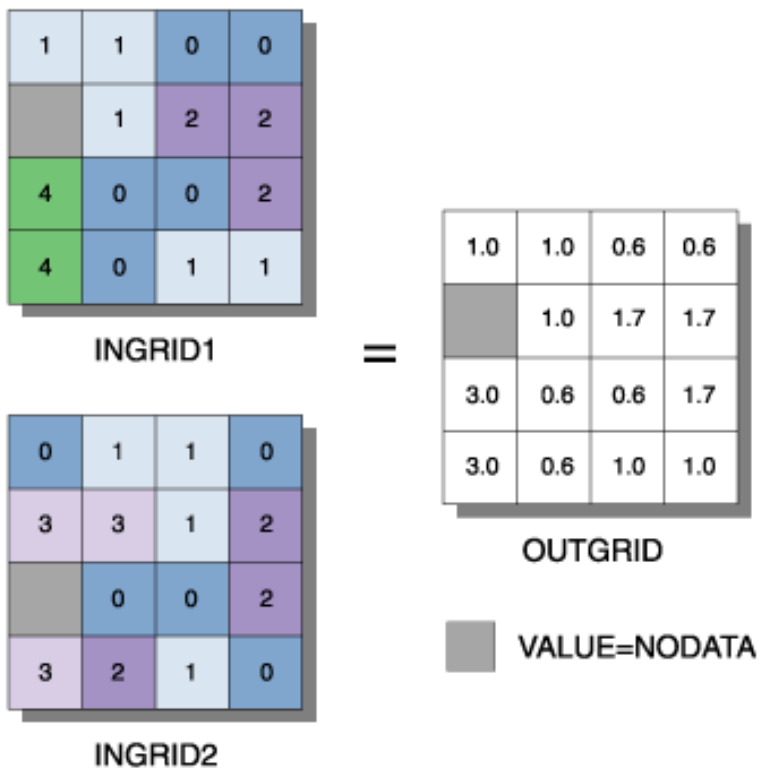
Zonální funkce



Zonální statistika

Mean

- The zone input must be integer.
- The data type of the output will always be floating point.

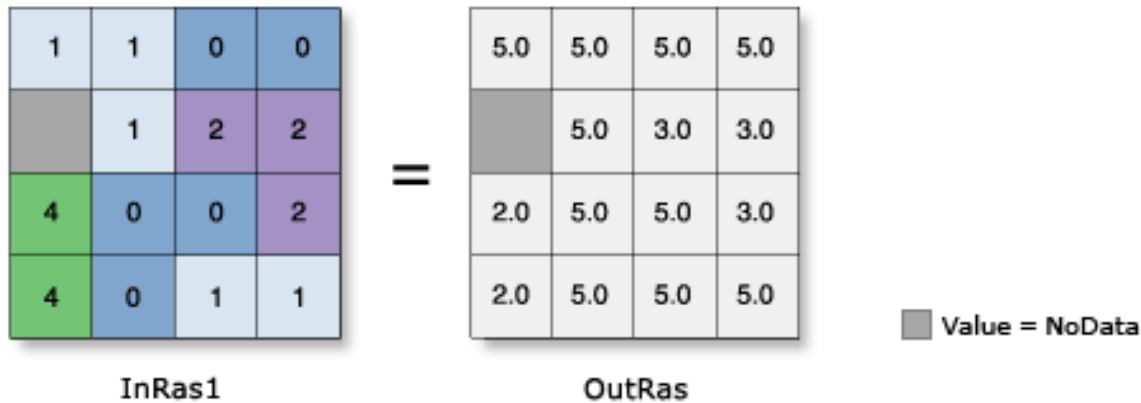


Expression: **ZONALMEAN(INGRID1, INGRID 2)**

Statistická hodnota se přiřadí všem buňkám zóny:

- mean
- majority
- maximum
- median
- minimum
- minority
- range

Zonální geometrie



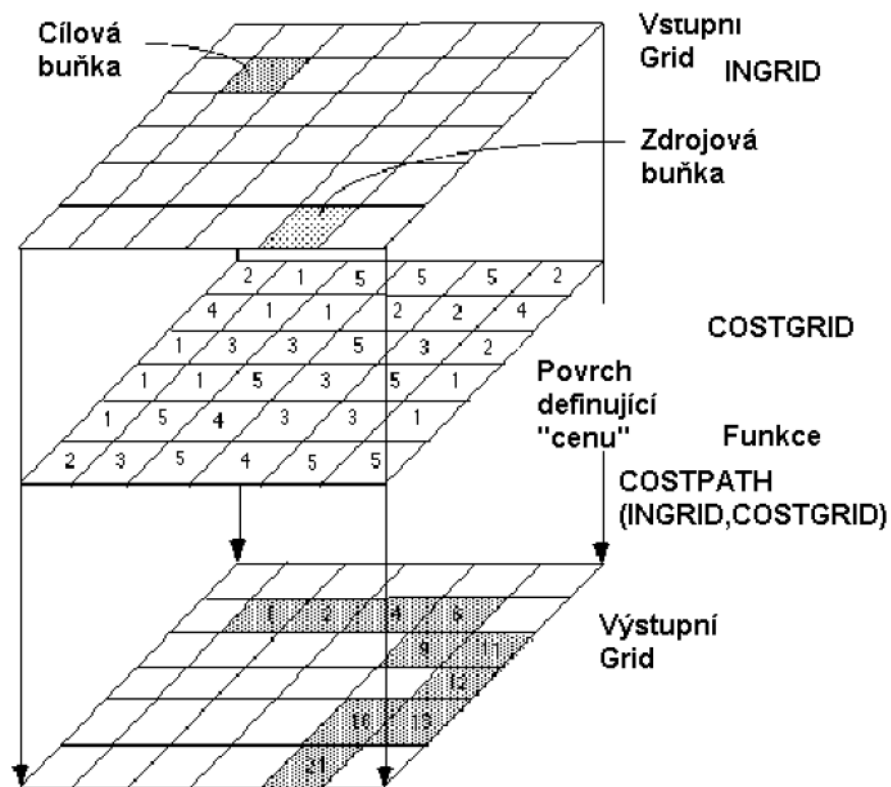
OutRas = ZonalGeometry(InRas1,"VALUE","AREA")

Všem buňkám se přiřadí hodnota podle geometrie celé zóny:

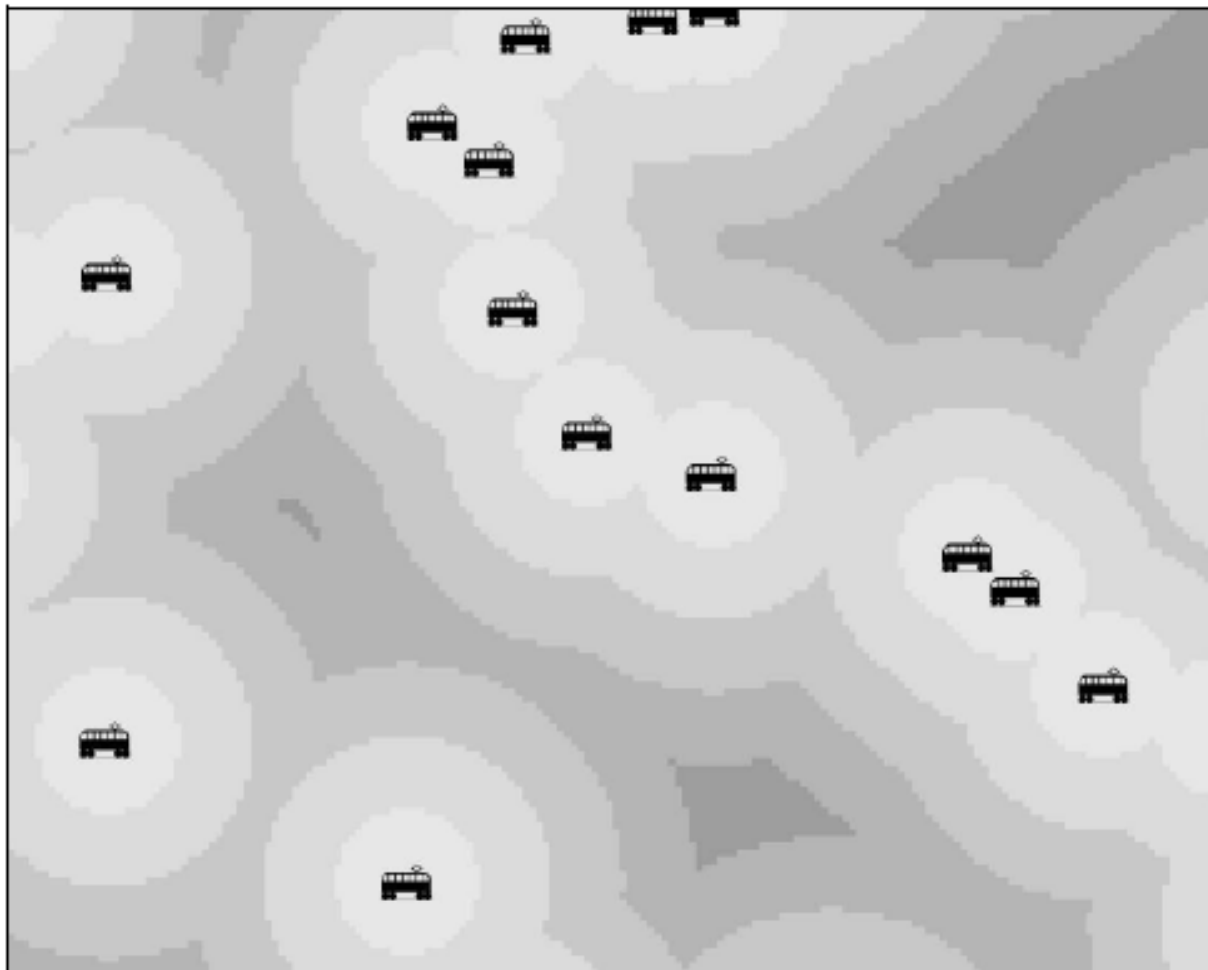
- area
- perimeter
- thickness
- centroid

Globální funkce

- Hodnota každé buňky výsledného rastru je počítána ze všech buněk zdrojového rastru.
 - analýzy vzdálenosti – hledání optimální trasy
 - morfometrické analýzy
 - hydrologické modelování



Globální funkce – ukázka



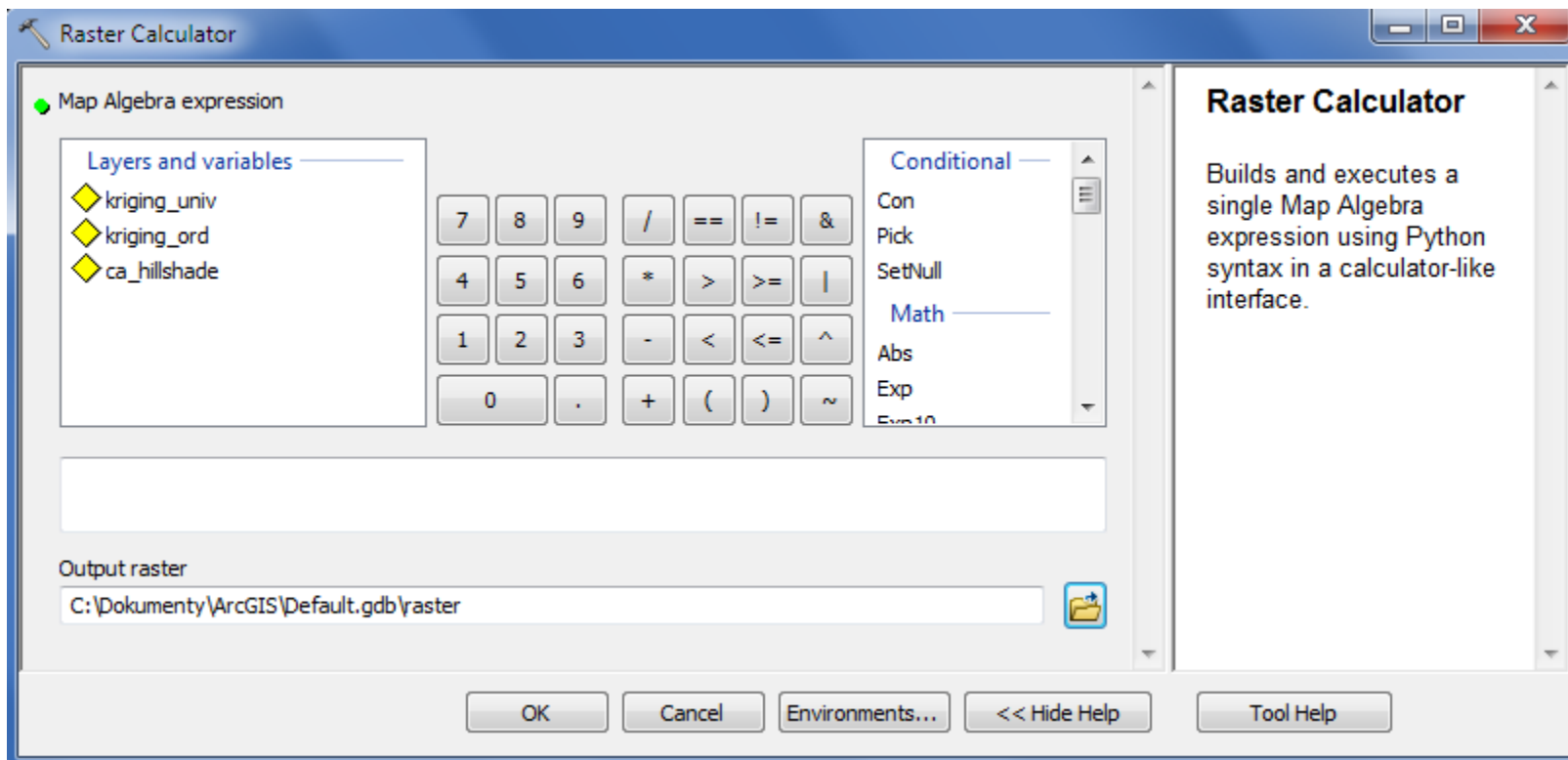
obr. 3.44 – vzdálenost od vlakových nádraží (rastrová reprezentace)

Shrnutí v ArcGIS

- Spatial Analyst Tools
 - Map Algebra – Raster Calculator
 - Math
 - Neighborhood
 - Overlay
 - Reclass
 - ...
- Model Builder – sestavování algoritmů
- skriptovací jazyky – VB Script, Python
- V různých programových prostředcích se stejné prostorové operace jmenují různě, neexistuje jednotná terminologie

Raster Calculator

- Umožňuje provádět prostorové dotazování
- Umožňuje základní aritmetické operace, logické funkce...

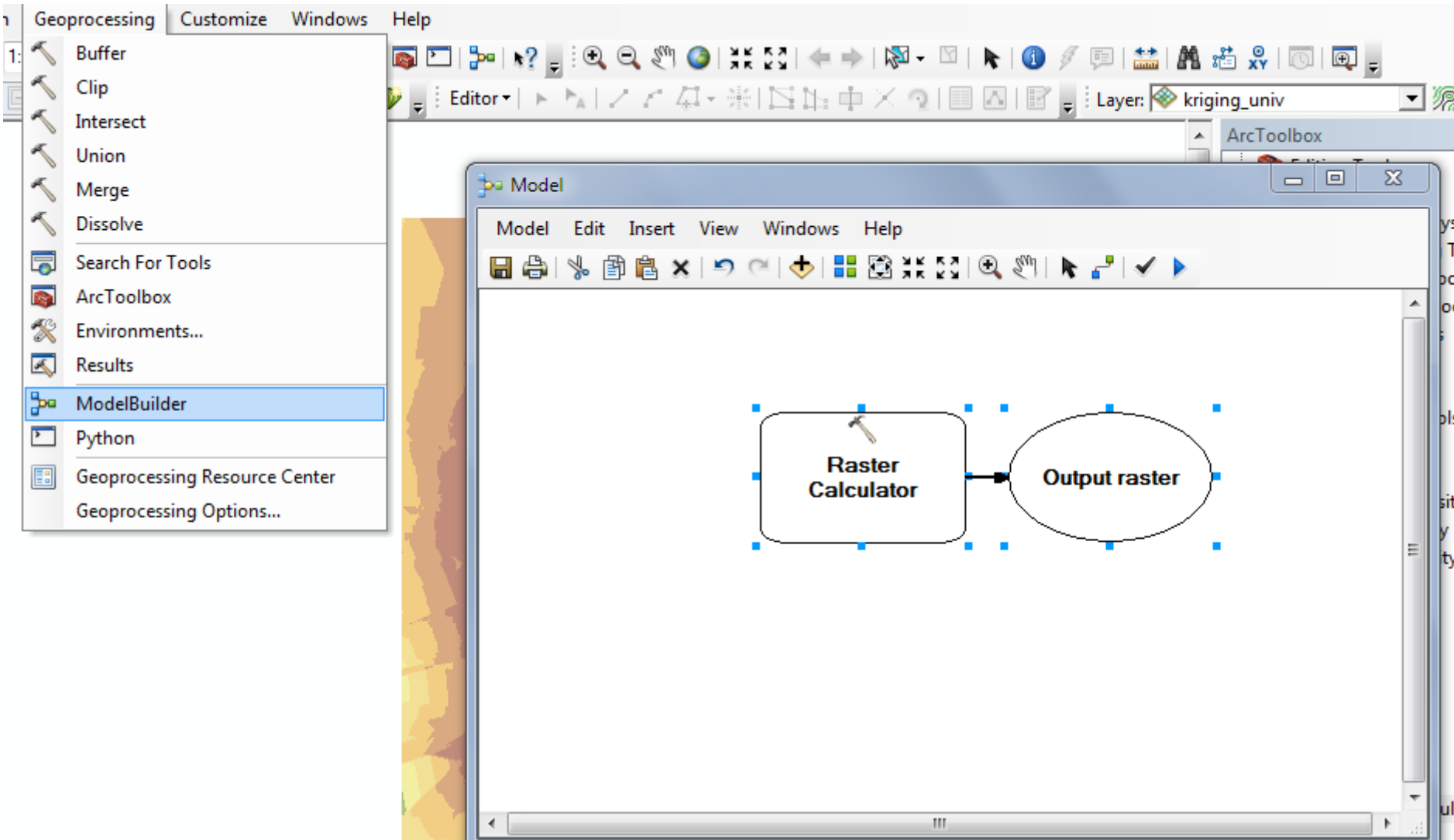


Spatial Analyst Tools

- mnoho nástrojů – jednotlivé složky ve cvičení
- součástí je i Neighborhood Tools a v něm např. Block Statistics – budete potřebovat ve cvičeních

| Tool | Description |
|----------------------------------|---|
| Block Statistics | Partitions the input into non-overlapping blocks and calculates the statistic of the values within each block. The value is assigned to all of the cells in each block in the output. |
| Filter | Performs either a smoothing (Low pass) or edge-enhancing (High pass) filter on a raster. |
| Focal Flow | Determines the flow of the values in the input raster within each cell's immediate neighborhood. |
| Focal Statistics | Calculates for each input cell location a statistic of the values within a specified neighborhood around it. |
| Line Statistics | Calculates a statistic on the attributes of lines in a circular neighborhood around each output cell. |
| Point Statistics | Calculates a statistic on the points in a neighborhood around each output cell. |

Model Builder



Mapová algebra – další aplikační úlohy

- Výpočet euklidovské vzdálenosti
- Určování příslušnosti
- Cost distance, weighted distance
- Cost povrchy
- Optimální trasa
- Mapování hustoty
- ...
- Více viz přednášky předmětu Z8102 Geostatistika