

# APLIKOVANÁ GEOINFORMATIKA IX

## Kriging, Mapová algebra



RNDr. Tomáš ŘEZŇÍK, Ph.D.

Aplikovaná geoinformatika

Laboratoř geoinformatiky a kartografie

## Kriging

- Prostorový interpolátor
- Založeno na předpokladu prostorové autokorelace existujících dat
- Prostorová struktura je podmíněna modelováním na základě semivariogramu
- Chyby jsou počítány pro každý bod – statistické testování hypotéz (Moranův index) → mohou stanovit chybu interpolace
- Podobný princip jako IDW, „jen“ vstupuje více parametrů – semivariogram, vzdálenost a prostorové uspořádání dat v okolí bodu

## Postup Krigování

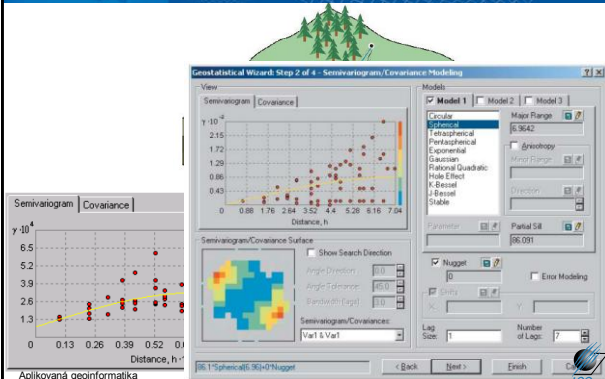
- Explorativní – zkoumám míru podobnosti dat ve vztahu k jejich vzdálenosti (semivariogram, korelogram)
- Fitování modelu na zjištěný vztah
- Porovnání modelů
- Modelování povrchu – vlastní výsledek (obdobně jako u IDW)

## Explorativní fáze



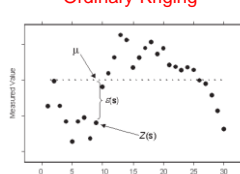
Semivariogram – testování prostorové autokorelace

## Fitování modelu na zjištěný vztah

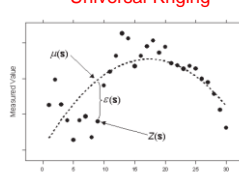


## Nejčastější typy Krigingova algoritmu

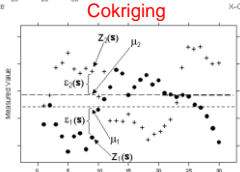
Ordinary Kriging



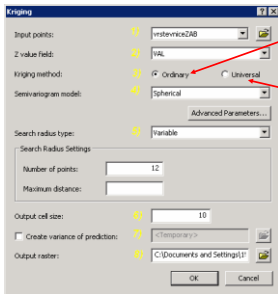
Universal Kriging



Cokriging



## Kriging v ArcGIS 9.2



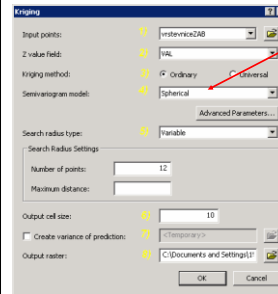
Bez vlivu dalšího jevu

S vlivem dalšího jevu (např. větru)

Aplikovaná geoinformatika



## Kriging v ArcGIS 9.2



Ordinary vs. Universal

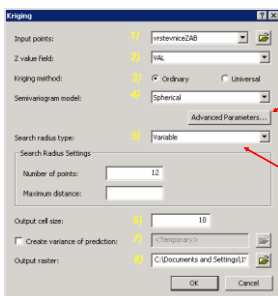
Ordinary

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

Aplikovaná geoinformatika



## Kriging v ArcGIS 9.2



Advanced parameters – krok lagování

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

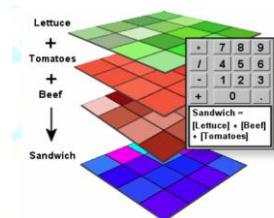
Aplikovaná geoinformatika



## MAPOVÁ ALGEBRA

## Mapová algebra

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



Aplikovaná geoinformatika



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

- Operátory
- Funkce
  - z hlediska matematického (aritmetické, 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
  - ...

Aplikovaná geoinformatika



## Typy operátorů

- Aritmetické**
  - + - \* / mod (= zbytek po dělení)
  - např. převod metrů na stopy
- Relační**
  - <, >, <=, >=, ...
- Booleovské**
  - AND, OR, XOR ...

1	2
3	4

EQ 4

0	0
0	1

x 2

2	4
6	8

Slope	Elevation
65	5500
21	6500

AND

7500	4000
5500	6500

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

1	0
1	0

## Typy operátorů

- Logické**
  - in, diff
- Kombinatorní**
  - 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 is raster A is returned. Otherwise, the cell value in raster B is returned.

**Logical Operators**

DIFF Logical difference  
IN (list) Contained in list  
OVER Replace

1	2
3	4

DIFF

5	2
3	5

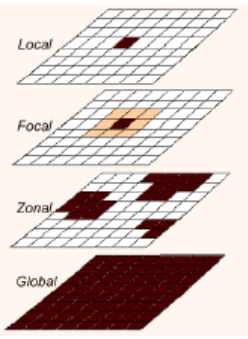
=

1	0
0	4

Aplikovaná geoinformatika

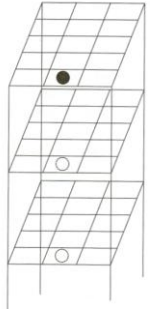
## Funkce z hlediska mapové algebry

- Lokální
- Fokální
- Zonální (+blokové)
- Globální



Aplikovaná geoinformatika

## Lokální operace



Output Matrix

↑

Input Matrix

+

Input Matrix


Lokální funkci 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.


Aplikovaná geoinformatika

## Fokální funkce


- Výstupní hodnota buňky je počítána jako určitá operace s touto buňkou a s buňkami jejího okolí
- Okolí buňky lze definovat různým způsobem




Rectangle




Circle




Annulus




Wedge




Default




Rectangle



Circle



Annulus



Wedge

Kernel.txt

5	3
1	0
1	0
1	0
0	1
0	1
0	1

ArcGIS 9.2

Aplikovaná geoinformatika

## Fokální funkce

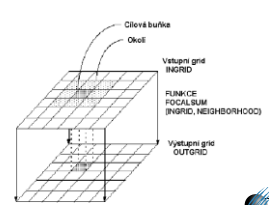
- Problematika okrajů rastru** (zmenšení okolí nebo replikace řádku, sloupce rastru)
- Fokální statistika** (využití např. výšková členitost)
- Filtrování obrazu** (konvoluce, okénko okolí vstupuje svými hodnotami do výpočtu)
  - vhodný nástroj nejen pro zpracování obrazu, ale např. i pro shlázení DEMu či výsledku interpolace

4	0	1	2	3	0
2	5	1	2	3	2
1	1	3	2	3	4
1	5	3	2	1	4
5	1	3	3	0	
1	1	2	2	4	2

=

11	12	8	3	10	8
15	14	14	13	23	17
15	20	21	18	48	18
15	19	20	22	25	17
15	19	20	22	22	15
7	10	10	16	16	10

suma



Oleřná buňka

Okolí

Vstupní grid INGRID

FUNKCE FOCALSUM (NEIGHBORHOOD)

Výstupní grid OUTGRID

Aplikovaná geoinformatika

## Statistické údaje pro fokální, zonální a blokové operace

### Types of neighborhood statistics

The following statistics can be computed within the neighborhood of each processing cell, then sent to the corresponding cell location on the output raster.

Statistic	Description
Majority	Determines the value that occurs most often in the neighborhood.
Maximum	Determines the maximum value in the neighborhood.
Mean	Computes the mean of the values in the neighborhood.
Median	Computes the median of the values in the neighborhood.
Minimum	Determines the minimum value in the neighborhood.
Minority	Determines the value that occurs least often in the neighborhood.
Range	Determines the range of values in the neighborhood.
Standard deviation	Computes the standard deviation of the values in the neighborhood.
Sum	Computes the sum of the values in the neighborhood.
Variety	Determines the number of unique values in the neighborhood.

Aplikovaná geoinformatika



## Focal Flow

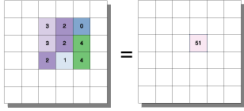
- Princípem funkce je, že buňky z okolí, které mají vyšší hodnotu než centrální buňka „tečou“ směrem dovnitř (od větší k menší hodnotě)
  - voda, která teče z kopce; šíření nižší koncentrace do vyšší apod.
- Výsledkem je grid, jehož buňky nesou hodnotu odpovídající tomu, kolik do nich „proudí“ buněk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

Aplikovaná geoinformatika



## Focal Flow

### The Neighborhood Function on an Individual Neighborhood



6	7	8
5		1
4	3	2

8	7	6	5	4	3	2	1
128	64	32	16	8	4	2	1

Corresponding bit position  
Base 10 bit values

### The Neighborhood Function on a Grid

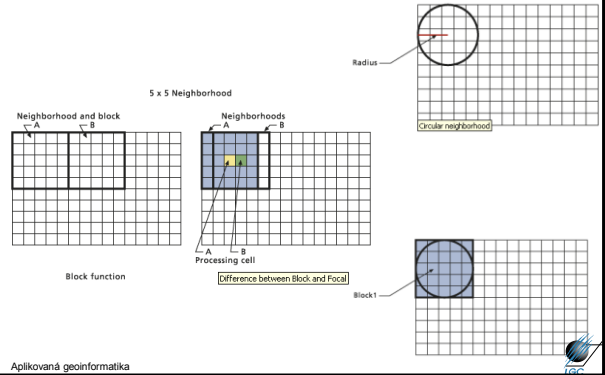


Expression: FOCALFLOW(INGRID1)

Aplikovaná geoinformatika



## Blokové funkce



Aplikovaná geoinformatika



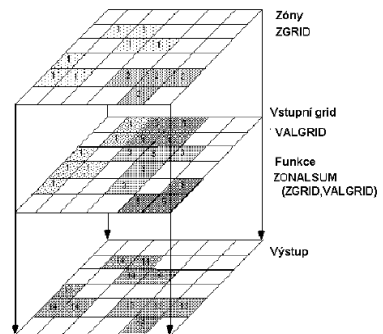
## Zonální funkce

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

Aplikovaná geoinformatika



## Zonální funkce



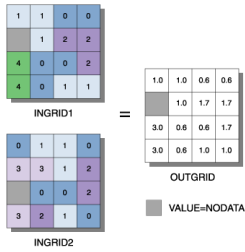
Aplikovaná geoinformatika



## Zonální statistika

### Mean

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



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

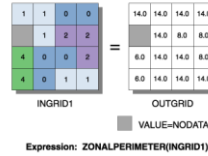
Aplikovaná geoinformatika



## Zonální geometrie

### Perimeter

- The perimeter of a zone is the sum of the lengths of the boundaries of each connected region in the zone. Both external boundaries and internal boundaries (islands) are taken into account. The length of an external or internal side is in map units, which are derived from the current cell size.
- The perimeter for a zone is assigned to each cell in the zone.
- The perimeter should be similar (with some resampling error) for the same zone regardless of the resolution of the zone raster. Variations in perimeter calculations can occur if the resolution is changed with the output cell size option.
- The perimeter is in linear map units.
- The perimeter for a zone is assigned to each cell in the zone on output.
- Zones do not have to be connected. If a zone is not connected, the perimeter for each disconnected region is added, and only one perimeter is assigned to the zone.

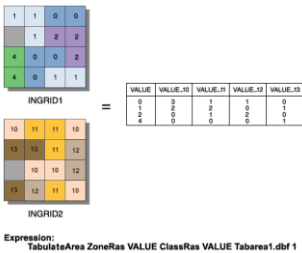


- area
- perimeter
- thickness
- centroid

Aplikovaná geoinformatika



## Crosstabulation



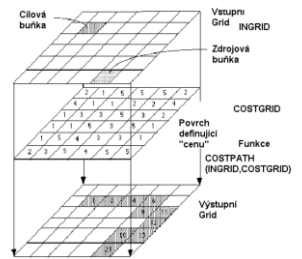
- Výstupem je tabulka
- Výstup může být i histogram (Histogram by zones v ArcView 3.x)

Aplikovaná geoinformatika



## Globální funkce

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



Aplikovaná geoinformatika



## Globální funkce – ukázka



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

Aplikovaná geoinformatika



## Shrnutí v ArcGIS

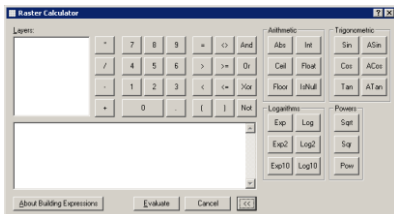
- Raster Calculator
- Spatial Analyst Tools
  - Map Algebra
  - Math
  - Neighborhood
  - Overlay
  - Reclass
  - ...
- Model builder – sestavování algoritmů
- VB Script, Python (v ArcView AVENUE)
- V různých programových prostředcích se stejné prostorové operace jmenují různě, neexistuje jednotná terminologie

Aplikovaná geoinformatika



## Raster calculator

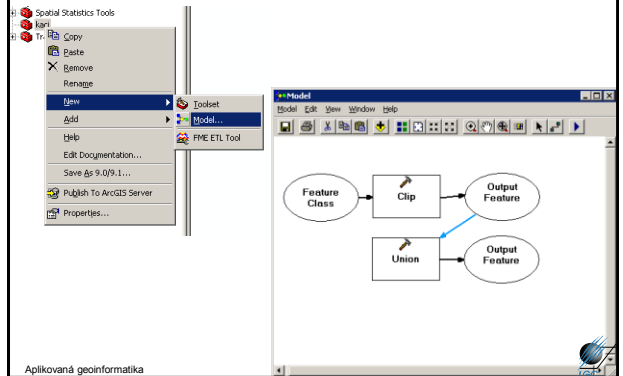
- Sloučený nástroj z dřívější Map Query a Map Calculator
- Umožňuje provádět jak prostorové dotazování, logické operátory (výsledkem je bitmapa 0,1)
- Umožňuje základní aritmetické operace



Aplikovaná geoinformatika



## Model builder



Aplikovaná geoinformatika

## 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

Aplikovaná geoinformatika

