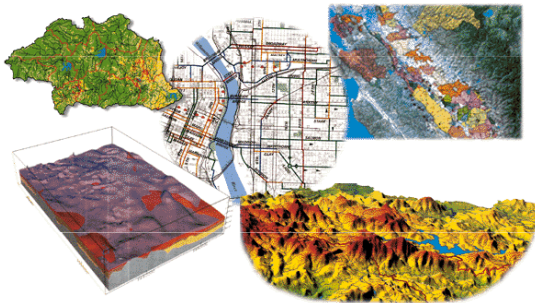


# APLIKOVANÁ GEOINFORMATIKA III

## Georeferencování, vizualizace rastrů



Aplikovaná geoinformatika

# Geometrická transformace, georeferencování

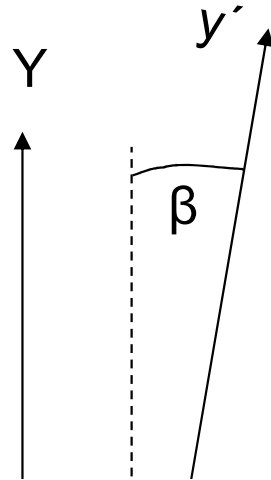
- správné umístění prostorových objektů do požadovaného souřadnicového systému
- jedná se de facto o transformaci z jednoho systému souřadnic (např. souřadnice obrázku) do druhého (geodetický souřadnicový systém)
- skenované mapy, materiály DPZ, rastrová data
- nesprávně umístěné vektory
- nejčastější způsob geom. transformace:
  - polynomická transformace
  - ortorektifikace

# Georeferencování

- Výběr rastru a odpovídající databáze (souboru), ke které bude georeferencování prováděno
- Použití numerických transformací → nevyžaduje znalost zobrazovacích rovnic původního a nového souřadnicového systému
- Založeno na poznání **přesné polohy vybraných bodů** (i v minulosti při klasickém ručním překreslování map)
- V GIS praxi:
  - **Lineární konformní transformace** (Helmertova)  
*jednoduché posunutí souřadnicových os a jejich počátku*
  - **Polynomická transformace**

# Lineární konformní transformace

- a – posun na ose X
- b – posun na ose Y
- $\beta$  – úhel rotace

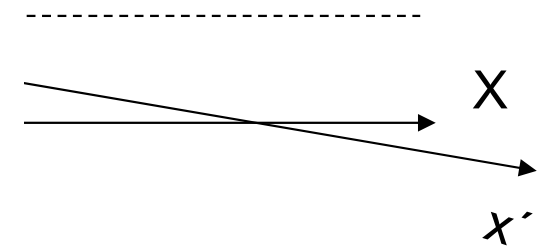


$$m \cdot \cos \beta = \frac{((x_2 - x_1)(y_2' - y_1') - (y_2 - y_1)(x_2' - x_1'))}{((x_2' - x_1')(x_2' - x_1') + (y_2' - y_1')(y_2' - y_1'))}$$

$$m \cdot \sin \beta = \frac{((x_2 - x_1)(x_2' - x_1') + (y_2 - y_1)(y_2' - y_1'))}{((x_2' - x_1')(x_2' - x_1') + (y_2' - y_1')(y_2' - y_1'))}$$

x, y – původní souřadnice

x', y' – nové souřadnice



$$y' = (-m * x * \sin \beta + m * y * \cos \beta + b)$$



# Polynomická transformace

- Nejjednodušším případem je tzv. **afinní transformace**; tj. polynomická transformace prvního řádu
- Zobrazovací rovnice:

$$x' = a * x + b * y + c$$

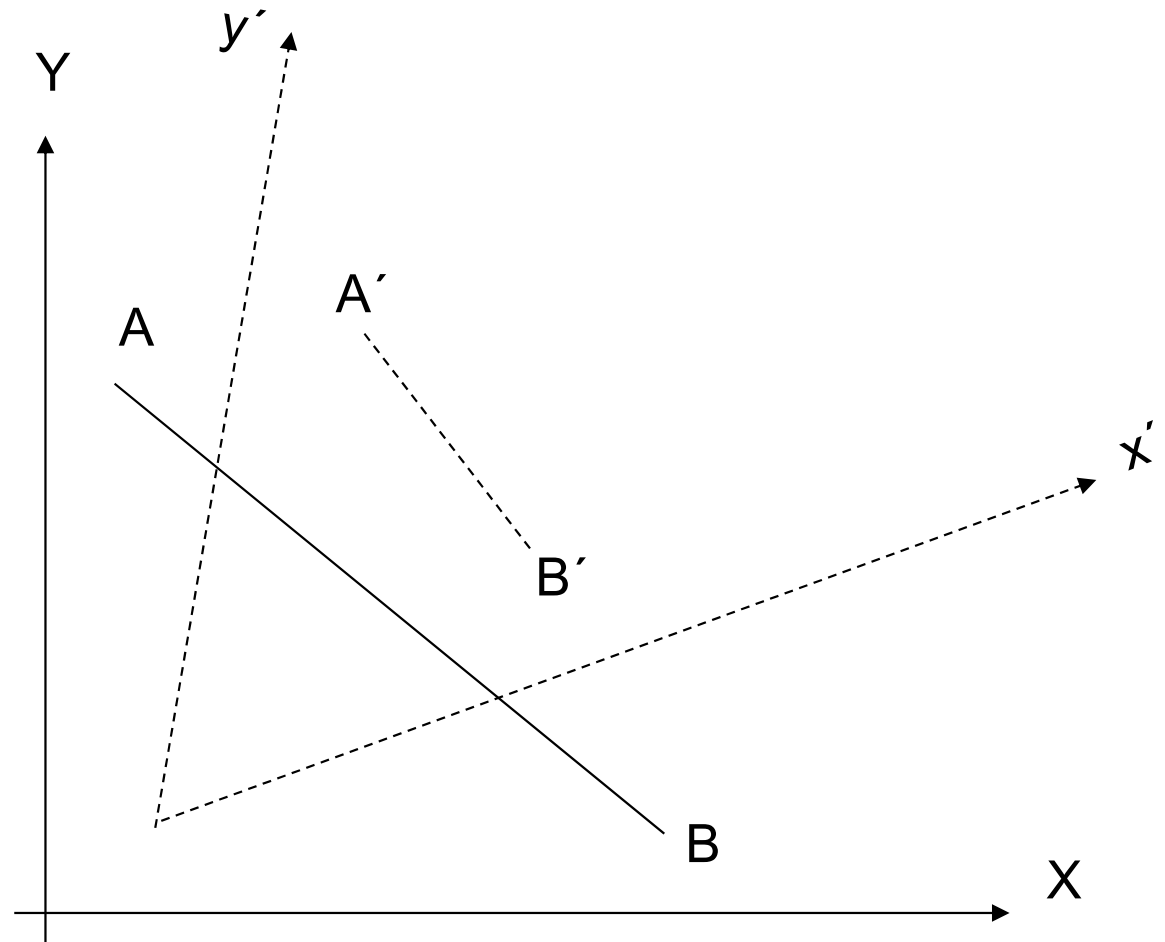
$$y' = d * x + e * y + f$$

- Jednotlivé souřadnice se **transformují nezávisle** (na rozdíl od lineární konformní transformace)
- Korekce každé souřadnicové osy nezávisle →  
výhoda především když změna měřítka není ve všech směrech stejná (deformace náhodným způsobem)

# Polynomická transformace

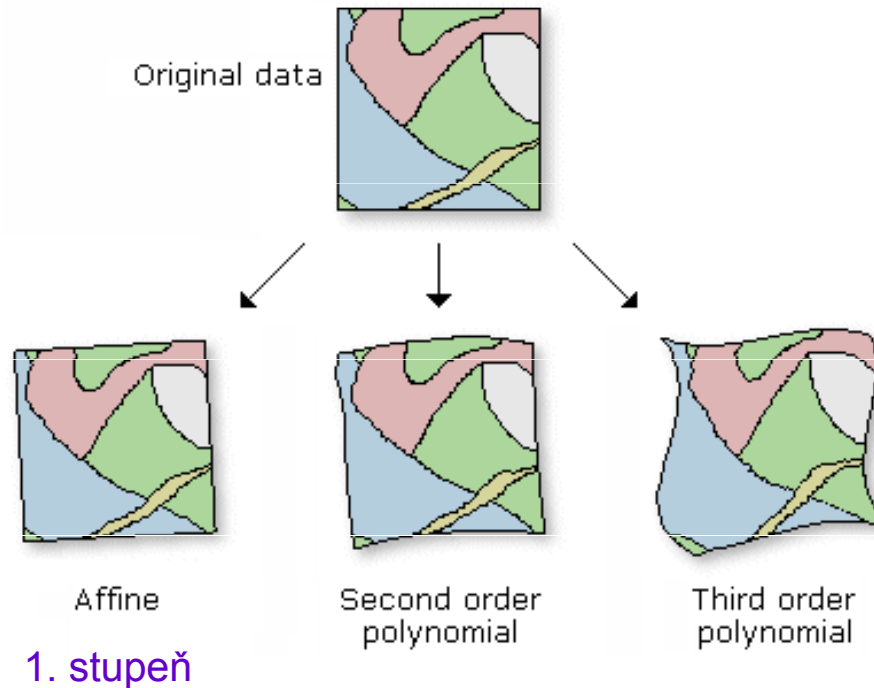
$$x' = \sum_{m=0}^n \sum_{i=0}^m a_{m,i} x^i y^{m-i}$$

$$y' = \sum_{m=0}^n \sum_{i=0}^m b_{m,i} x^i y^{m-i}$$



# Polynomická transformace - postup

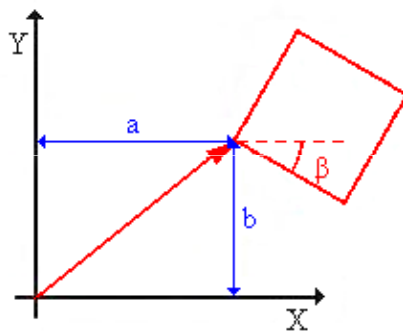
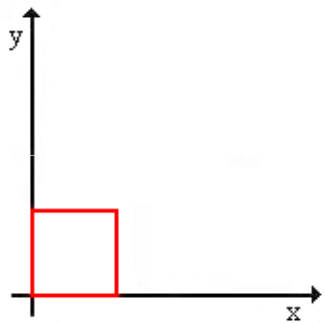
1. sběr vlíčovacích bodů (počet podle stupně polynomu)
2. výpočet transformačních rovnic na základě vlíčovacích bodů
3. hodnocení chyb
4. transformace obrazu do nových souřadnic
5. převzorkování



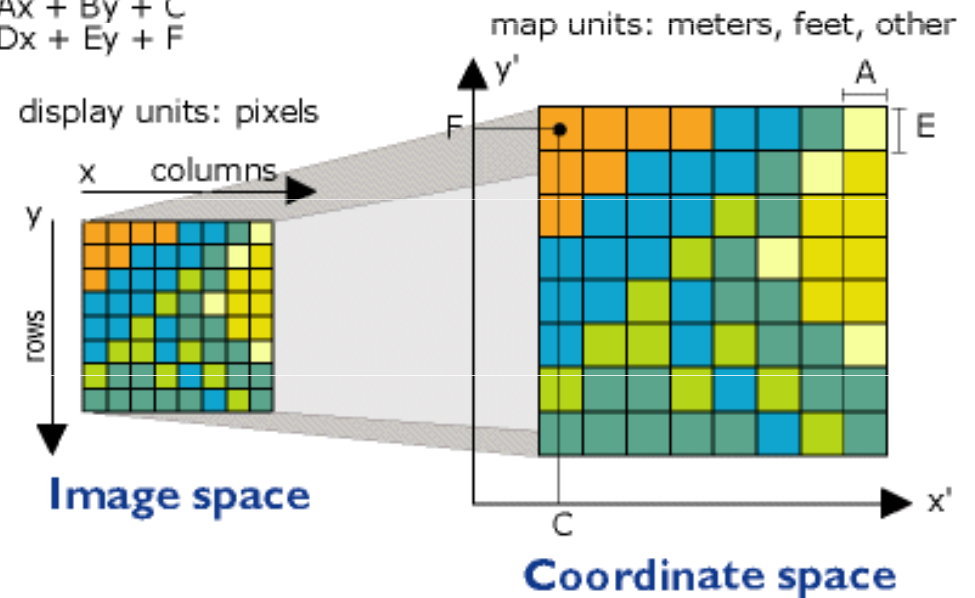
Stupeň polynomu	Počet vlíčovacích bodů
1	3
2	6
3	10

ArcGIS Help

# Polynomická transformace 1. stupně (afinní)



$$x' = Ax + By + C$$
$$y' = Dx + Ey + F$$



Při affinní transformaci se jedná ve skutečnosti o **posun, otočení a změnu velikosti**.

Tyto 3 neznámé se vypočtou na základě souřadnic vlíčovacích bodů (body, které lze identifikovat na transformovaných i referenčních datech)

Při zadání více než 3 vlíčovacích bodů se 3 neznámé aproximují, zavádí se tzv. RMS chyba.

x is column count in image space.  
y is row count in image space.  
x' is horizontal value in coordinate space.  
y' is vertical value in coordinate space.

A is width of cell in map units.  
B is a rotation term.  
C is the x' value of the center of upper-right cell.  
D is a rotation term.  
E is negative of height of cell in map units.  
F is the y' value of the center of upper-right cell.

ArcGIS Help



# RMS – střední kvadratická chyba

- root mean square error
- hodnota popisuje, jak je transformace konzistentní mezi jednotlivými vlíčovacími body
- dává informaci o vzájemné přesnosti umístění vlíčovacích bodů (pokud všechny body umístím stejně špatně, bude RMS nízká)
- RMS se počítá:
  - pro každý bod zvlášť (bod s vysokou hodnotou lze smazat)
    - odchylky jednotlivých bodů od vypočtených rovnic
  - pro všechny body dohromady – celková chyba
    - druhá odmocnina celkové sumy chyb

$$RMS = \sqrt{(x - x_{or})^2 + (y - y_{or})^2}$$

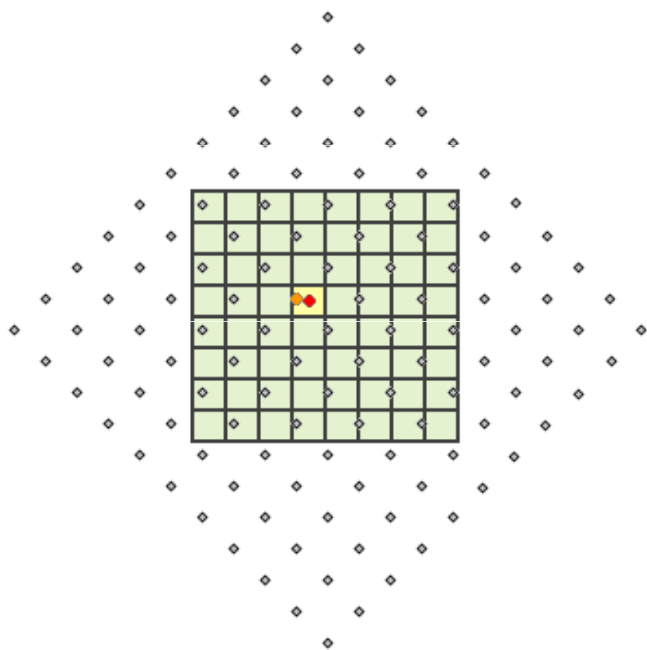
$x, y$  – souřadnice vlíčovacího bodu vypočtená na základě transformačních rovnic

$x_{or}, y_{or}$  – originální souřadnice vlíčovacího bodu z referenčních dat

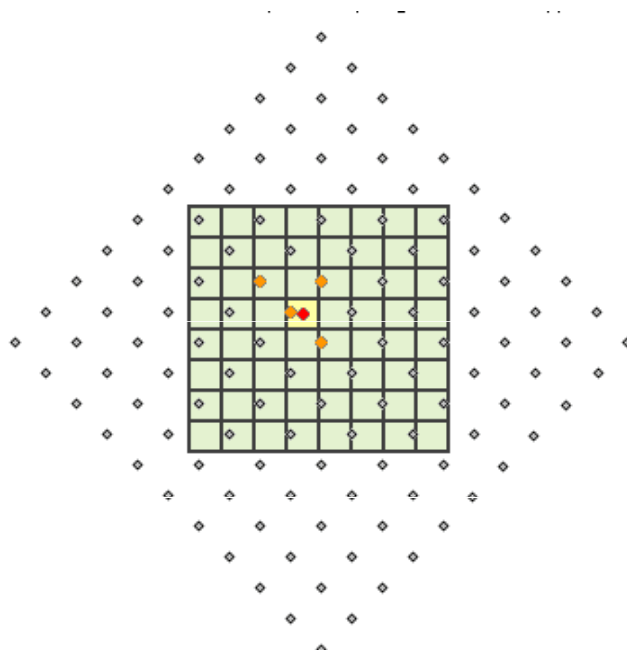
# Převzorkování

- při transformaci z jedné soustavy do druhé se vytváří nový obraz, nový soubor dat.
- *přímá vs. nepřímá obrazová transformace*
- soustavy souřadnicových systémů nejsou většinou shodně orientovány, je nutné stanovit způsob, jak stanovit hodnoty nových buněk
  - nejbližší sused
  - bilineární interpolace
  - kubická konvoluce
- převzorkování se nepoužívá jen při geometrické transformaci

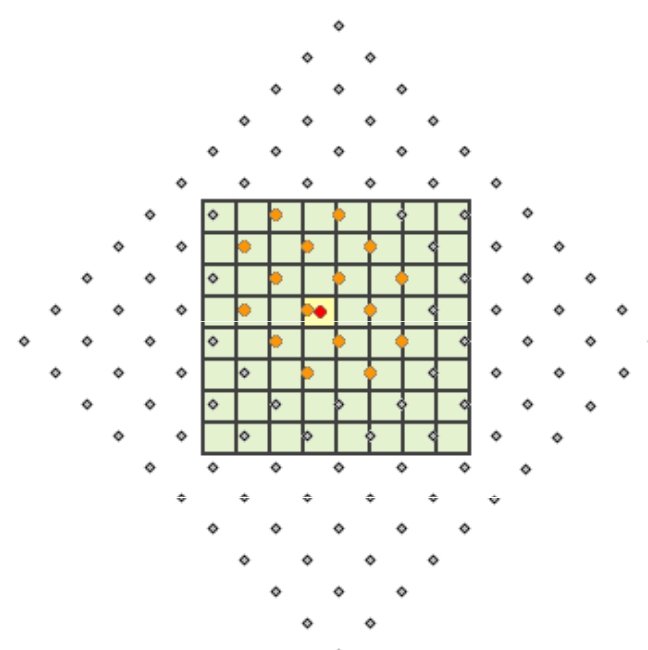
# Převzorkování



nejbližší soused



bilineární interpolace



kubická konvoluce

- Výběr vhodné metody převzorkování závisí na povaze vstupních dat!

ArcGIS 9.2 Help

# Postup v aplikaci ArcMap

- nástrojová lišta **Georeferencing**
- sběr vlíčovacích bodů + auto adjust (při vkládání bodů se obraz automaticky přizpůsobuje novým souřadnicím – lze vypnout)
- kontrola RMS chyb
- nabídka **Rectify** (polynomická transformace), volba velikosti výsledné buňky a způsob převzorkování
- lze použít i funkci **Update georeferencing** – obraz se netransformuje, ale uloží se jeho pozice (world file - tfw, jgw apod. – viz. minulá přednáška, někdy nespolehlivé)



# Postup v aplikaci ArcMap

Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual
1	1884,901724	-61,541379	-825707,388942	-1114753,024...	39,59688
2	2205,448851	-1566,044828	-825453,729657	-1119699,380...	4,52768
3	412,860302	-798,612338	-830744,337601	-1116510,521...	9,92202
4	2354,368657	-46,883840	-824230,729533	-1114979,506...	34,20254

Below the table, the 'Auto Adjust' checkbox is checked, the 'Transformation' is set to '1st Order Polynomial (A)', and the 'Total RMS Error' is 26,72393. Buttons for 'Load...', 'Save...', 'Restore From Dataset', and 'OK' are visible.

The background map shows a topographic map of a region in the Czech Republic, with various settlements and geographical features labeled. A red line is drawn on the map, likely representing a boundary or a specific area of interest. The map is overlaid on a grid, and the 'Georeferencing' dialog box is positioned over the map area.

The interface includes a 'Layers' panel on the left, a 'Tools' panel on the right, and a status bar at the bottom. The status bar shows the current drawing area coordinates: -821485,774 -1118657,566 Unknown Units.

# Požadavky na referenční data

- vyhovující měřítko vzhledem k referencovaným datům
- informace o vzniku referenčních dat
- jednoznačně daný souřadnicový systém
- mohou být rastrová i vektorová (lepší je kombinace kvůli optické kontrole)
- lze použít i souřadnice např. z GPS



# Transformace vektorů

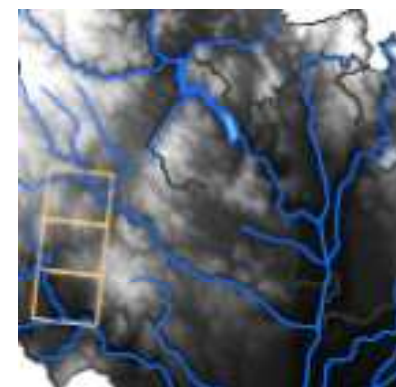
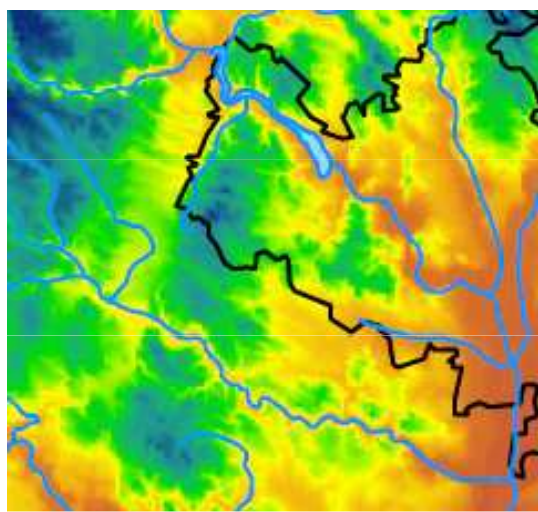
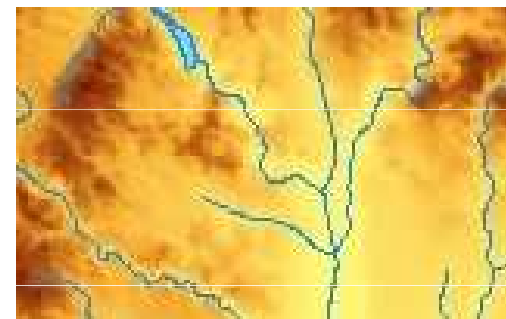
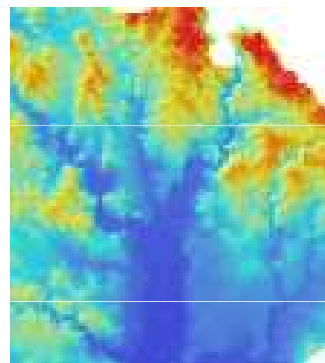
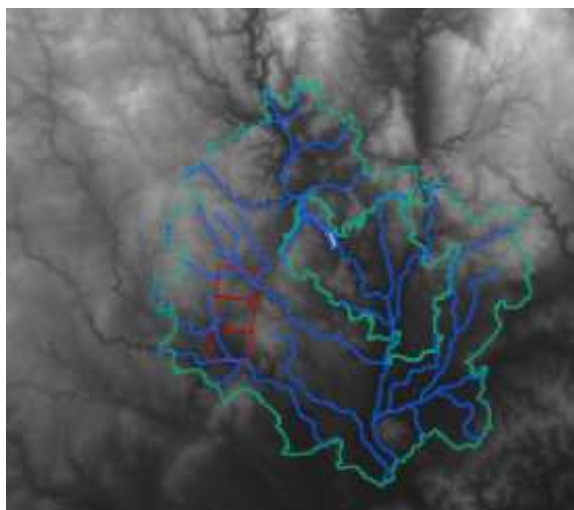
- Podobný princip jako u rastrů, nedochází k převzorkování (nejsme omezeni pravidelnou mřížkou – nové hodnoty nejsou nijak omezeny)
- V ArcMapu nástroj **Spatial Adjustment**

# Možnosti vizualizace rastrů v ArcMap

- Stretched
  - Classified
  - Colormap
  - Unique Values
  - RGB Composite
- ne vždy jsou všechny možnosti – záleží na konkrétním formátu dat



# Ukázky z minulých cvičení



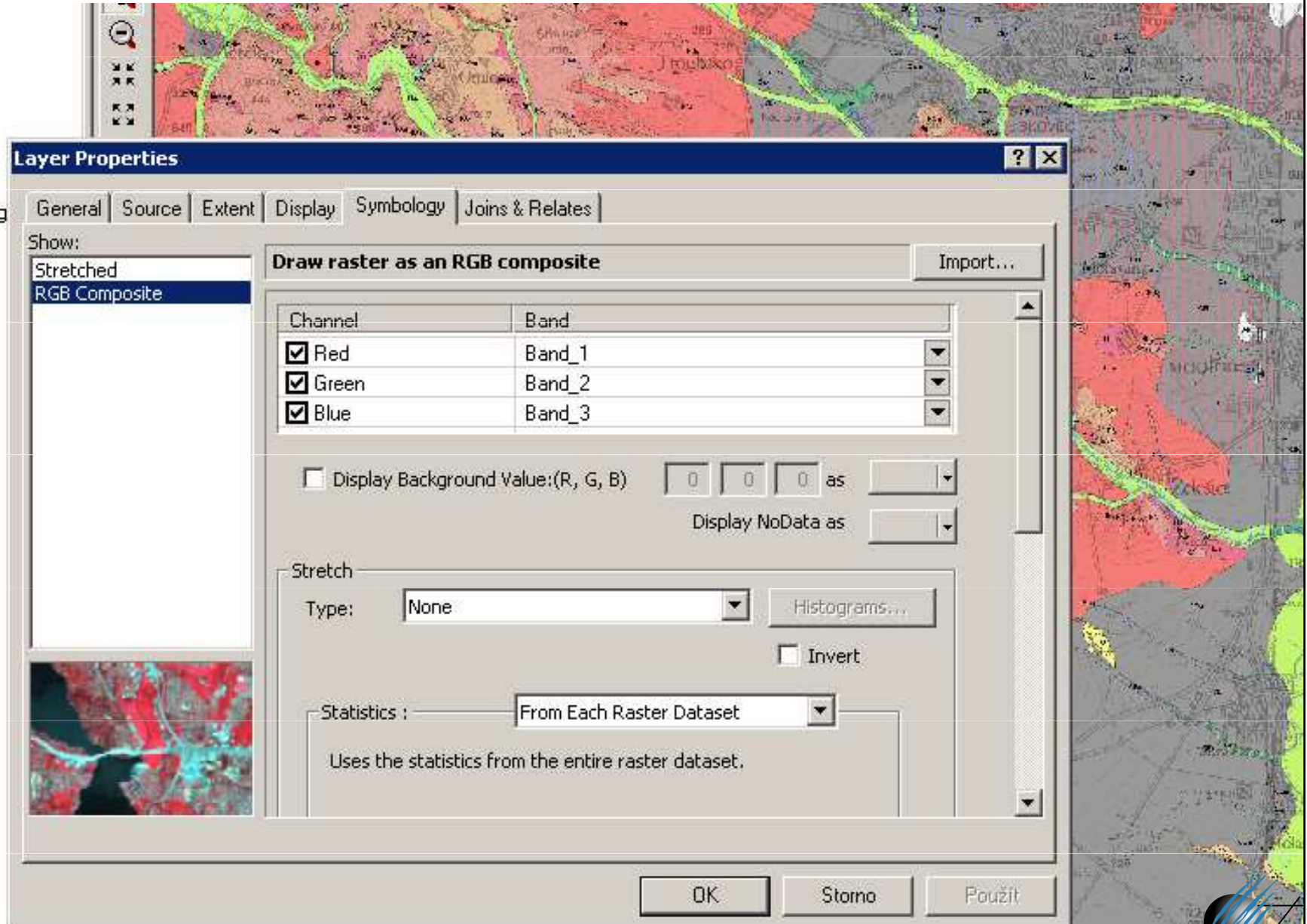
# RGB Composite

- nejčastější způsob vizualizace obrazových formátů
- lze vypínat a měnit pořadí barev
- (ne) lze upravovat histogram – jednotlivé barevné kanály
- pokud to není nezbytné, nic se zde neupravuje



# RGB Composite

-  **Layers**
- 2434.jpg
    - RGB
      -  Red: Band\_1
      -  Green: Band\_2
      -  Blue: Band\_3
  - Ivancece\_Rosice.pix
  - dmr3arcsec\_s42\_cr.img



**Layer Properties** [?] [X]

General | Source | Extent | Display | Symbology | Joins & Relates

Show:  
Stretched  
RGB Composite

**Draw raster as an RGB composite** Import...

Channel	Band
<input checked="" type="checkbox"/> Red	Band_1
<input checked="" type="checkbox"/> Green	Band_2
<input checked="" type="checkbox"/> Blue	Band_3

Display Background Value:(R, G, B) 0 0 0 as [v]  
Display NoData as [v]

Stretch  
Type: None [v] Histograms...  
 Invert

Statistics : From Each Raster Dataset [v]  
Uses the statistics from the entire raster dataset.

OK Storno Použít



# RGB Composite

**Layers**

- 2434.jpg  
RGB
  - Red: NONE
  - Green: Band\_2
  - Blue: Band\_3
- Ivancice\_Rosice.pix
- dmr3arcsec\_s42\_cr.img

**Layer Properties**

General | Source | Extent | Display | Symbology | Joins & Relates

Show:  
Stretched  
RGB Composite

**Draw raster as an RGB composite** Import...

Channel	Band
<input type="checkbox"/> Red	Band_1
<input checked="" type="checkbox"/> Green	Band_2
<input checked="" type="checkbox"/> Blue	Band_3

Display Background Value:(R, G, B) 0 0 0 as

Display NoData as

Stretch  
Type: None Histograms...  
 Invert

Statistics : From Each Raster Dataset  
Uses the statistics from the entire raster dataset.

OK Storno Použít



# Stretched

- Všechny formáty – plynulý přechod od min. po max. hodnoty dle konkrétní barevné škály
- Absence intervalů
- Pro GRID
- Pro jednotlivou složku RGB
- Úprava histogramu
- Problém v legendě (nelze podle barvy určit konkrétní hodnotu)
- Malý výběr přednastavených barevných škál – nutnost úprav

# Stretched

**Layers**

- 2434.jpg
- Ivancice\_Rosice.pix
- dmr3arcsec\_s42\_cr.img

Value

High : 1594

Low : 0





**Layer Properties**

General | Source | Extent | Display | Symbology | Fields | Joins & Relates

Show:

- Unique Values
- Classified
- Stretched**

**Draw raster stretching values along a color ramp** Import...

Color	Value	Label
	1594	High : 1594
	0	Low : 0

Color Ramp:

- Display Background
- Use hillshade

Stretch

Type: Standard Deviations Histograms...

n: 2  Invert

# Úprava barevné škály

- každá škála má kromě své grafické podoby (**graphic view**) i slovní popis
- nabídkou **Properties** lze měnit podobu škály
  - přidávat / rušit barvy a přechody
  - měnit jas, sytost
  - náhodná škála
  - odstupňovaná škála
- pokud chceme vlastní nastavení uchovat, musíme dát **Save to Style** (jinak je jen dočasná)



**Layer Properties** [?] [X]

General | Source | Extent | Display | Symbology | Fields | Joins & Relates

Show:  
Unique Values  
Classified  
Stretched

**Draw raster stretching values along a color ramp** Import...

Color	Value	Label
	1594	High : 1594
	0	Low : 0

Color Ramp: Pink to YellowGreen Diverging, Bright

Display Background Value: 0 as

Use hillshade effect Z: 1 Display NoData as

Graphic View  
Properties...  
Save to style...

po ukončení úprav

**Edit Color Ramp** [?] [X]

General

Color Ramps

- Algorithmic Color Ramp
- Algorithmic Color Ramp
- Algorithmic Color Ramp
- Algorithmic Color Ramp
- Algorithmic Color Ramp

↑  
↓

OK Storno

**Edit Color Ramp** [?] [X]

General

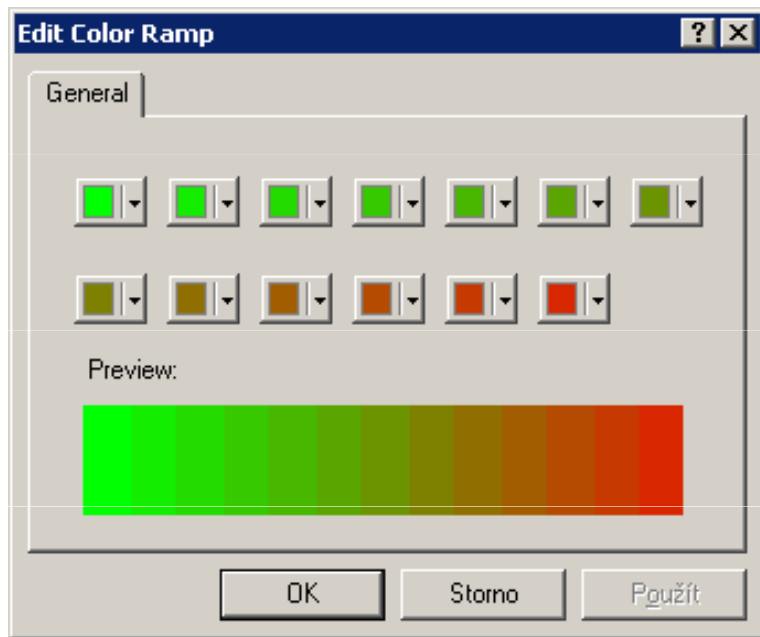
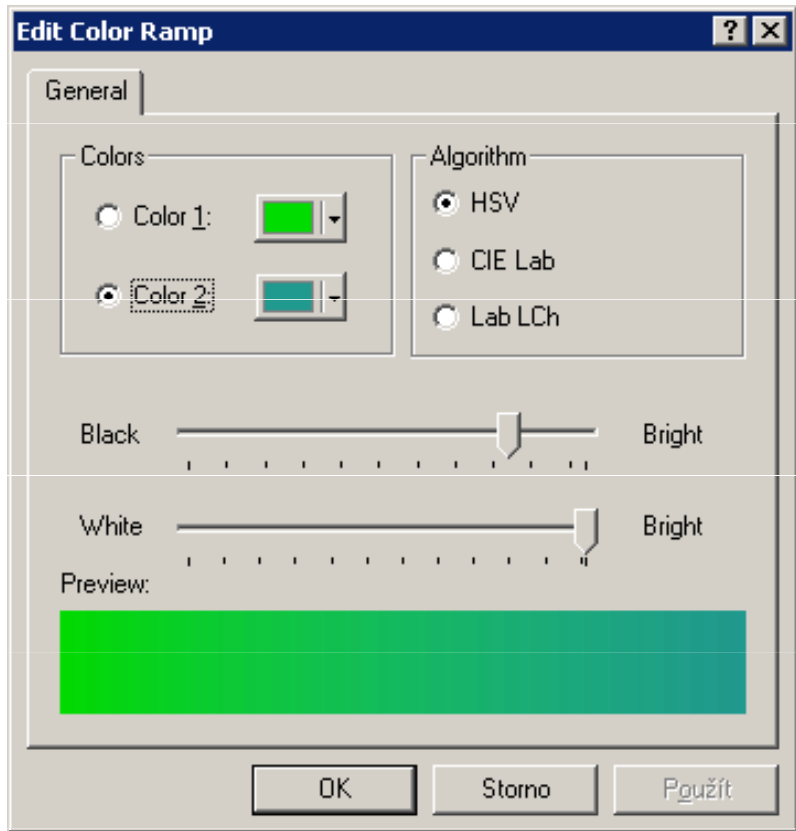
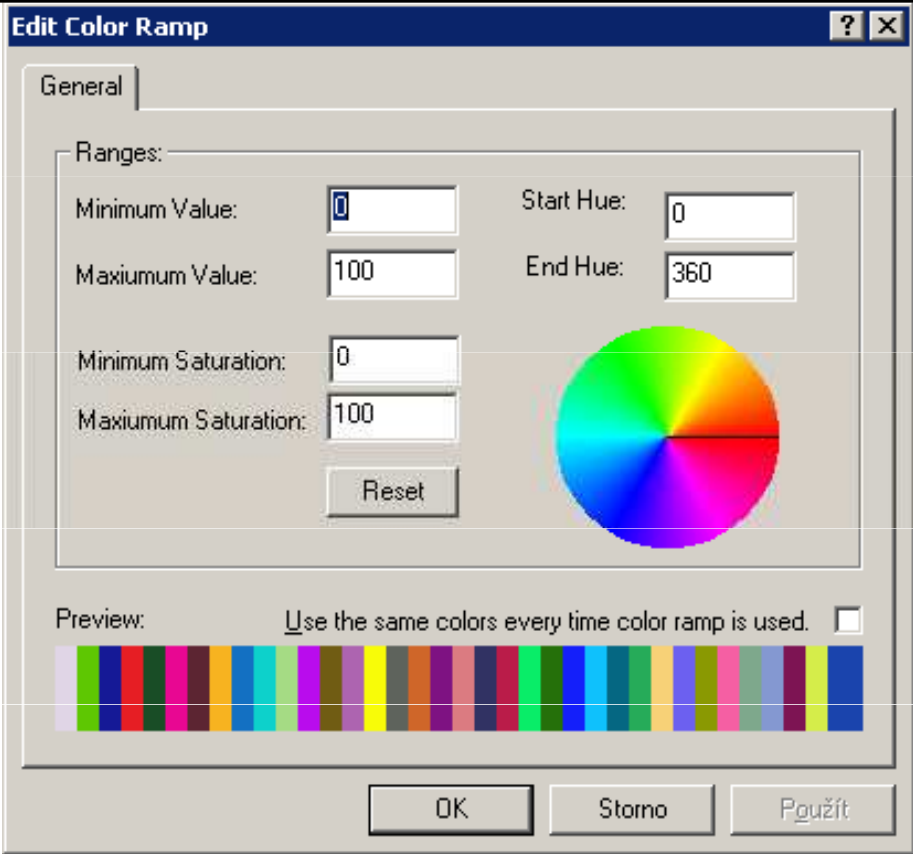
Color Ramps

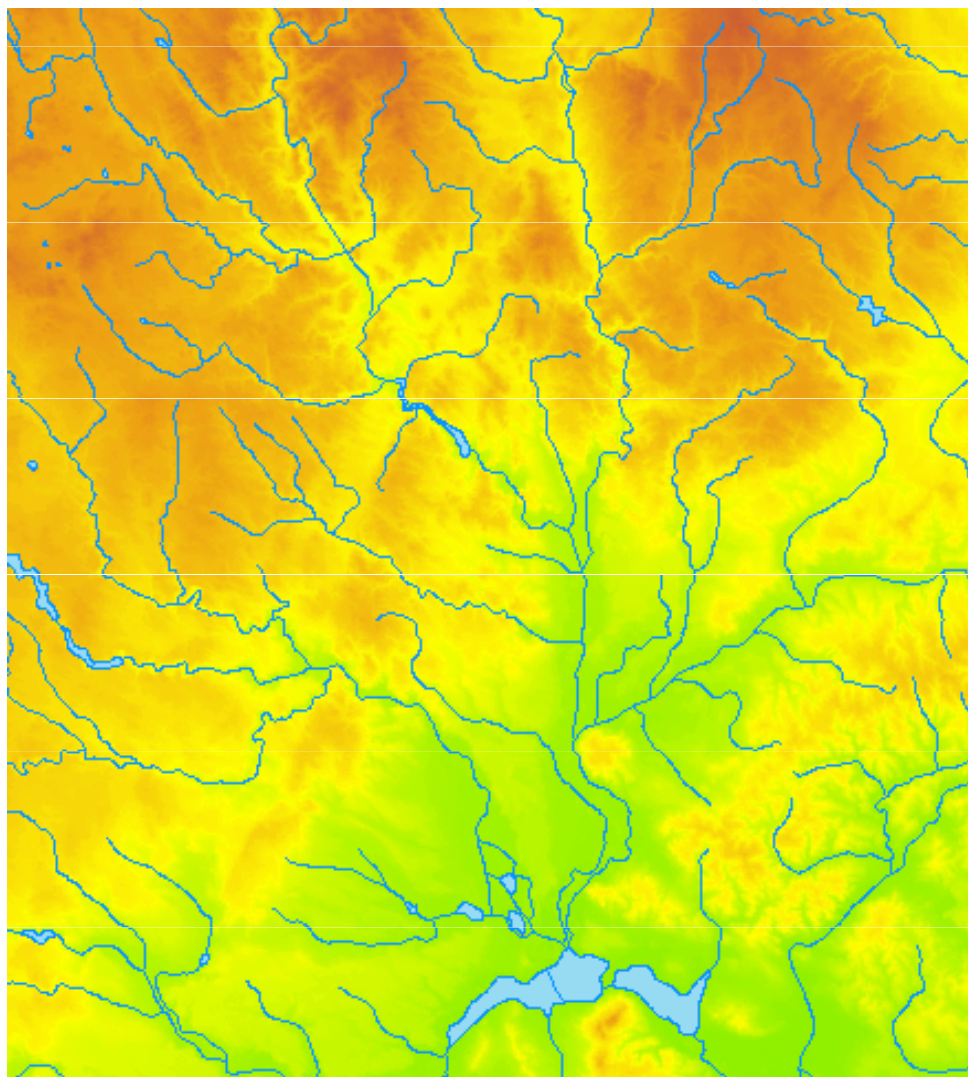
- Algorithmic Color Ramp
- Algorithmic Color Ramp

↑  
↓

OK Storno

- Random Color Ramp
- Multi-part Color Ramp
- Preset Color Ramp
- Algorithmic Color Ramp





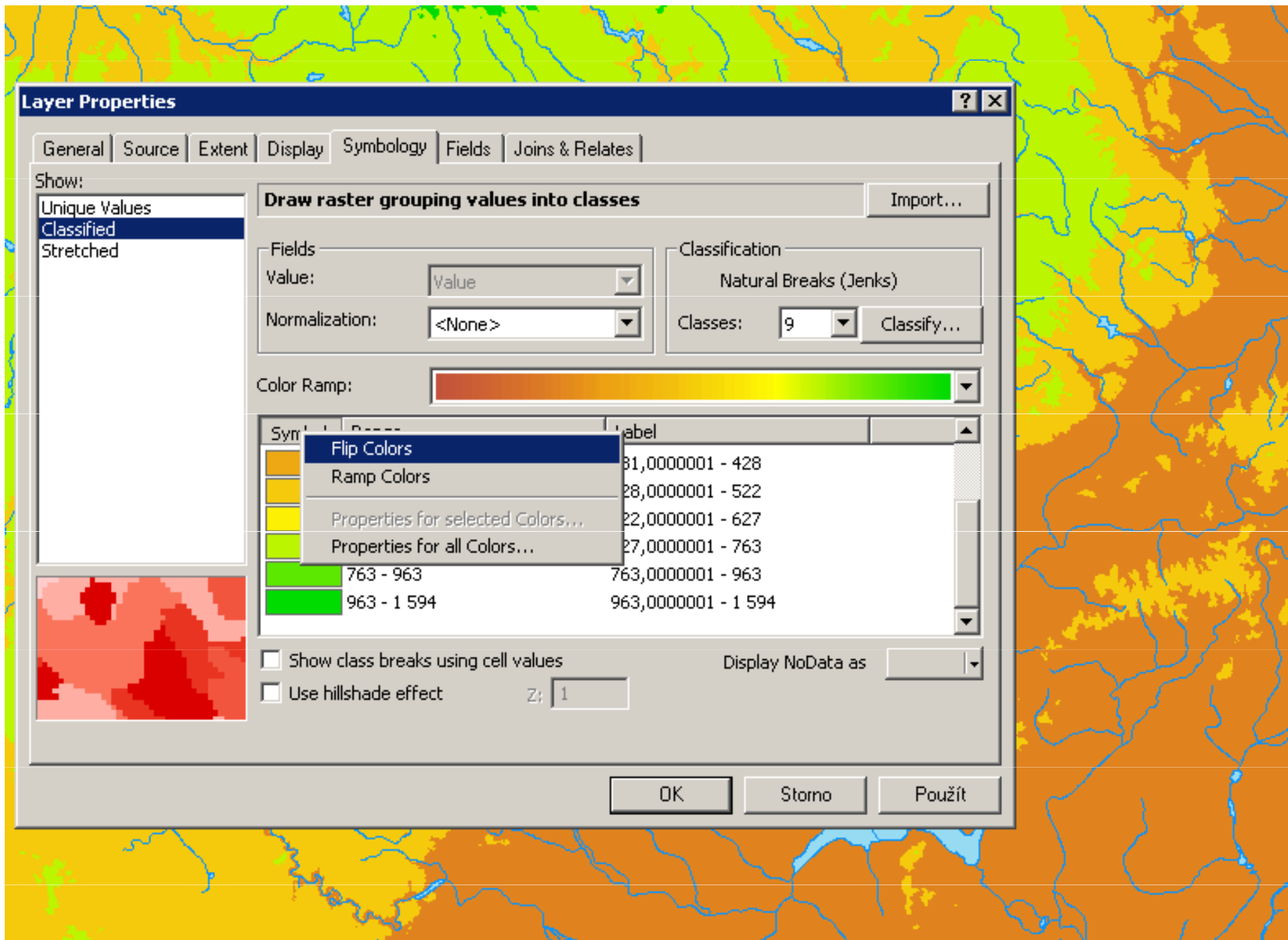
Převzato z [http://www.atlasld.cz/images/software\\_job/0024\\_vrstevnice.jpg](http://www.atlasld.cz/images/software_job/0024_vrstevnice.jpg).





# Classified

- rozdělení do intervalů
  - volba počtu intervalů
  - volba hranic intervalů
  - ...
- stejná práce s barevnými škálami jako u minulého případu, výsledek bude ale stupňovitý, ne plynulý



### Layer Properties

General Source Extent Display Symbology Fields Joins & Relates

Show:

- Unique Values
- Classified**
- Stretched

#### Draw raster grouping values into classes

Import...

Fields

Value: Value

Normalization: <None>

Classification

Natural Breaks (Jenks)

Classes: 9 Classify...

Color Ramp:



Symbology	Range	Label
	0 - 428	0,00000001 - 428
	428 - 522	428,00000001 - 522
	522 - 627	522,00000001 - 627
	627 - 763	627,00000001 - 763
	763 - 963	763,00000001 - 963
	963 - 1 594	963,00000001 - 1 594

Show class breaks using cell values

Display NoData as

Use hillshade effect Z: 1

OK

Storno

Použít

# Unique values

- pro „jednokanálové“ rastry, pro GRID
- možnost definovat barvu pro konkrétní hodnotu buňky
  - v nabídce jsou pouze existující hodnoty buněk
- lze použít přednastavená barevná schémata



# Unique values

**Layer Properties** [?] [X]

General | Source | Extent | Display | Symbology | Fields | Joins & Relates

Show:  
Unique Values  
Classified  
Stretched

**Draw raster assigning a color to each value** [Import...]

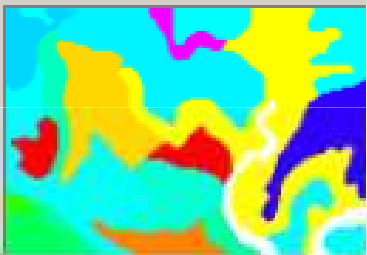
Value Field: Value  
Color Scheme: [Color Legend]

Symbol	<VALUE>	Label	Count
[White]	<all other values>	<all other values>	
<b>&lt;Heading&gt;</b>		<b>Value</b>	
[Light Brown]	0	0	1200097
[Light Yellow]	34	34	3
[Yellow]	35	35	2
[Orange]	37	37	3
[Light Orange]	39	39	5
[Light Green]	40	40	2
[Light Yellow]	41	41	1

[Add All Values] [Add Values...] [Remove] [Default Colors]

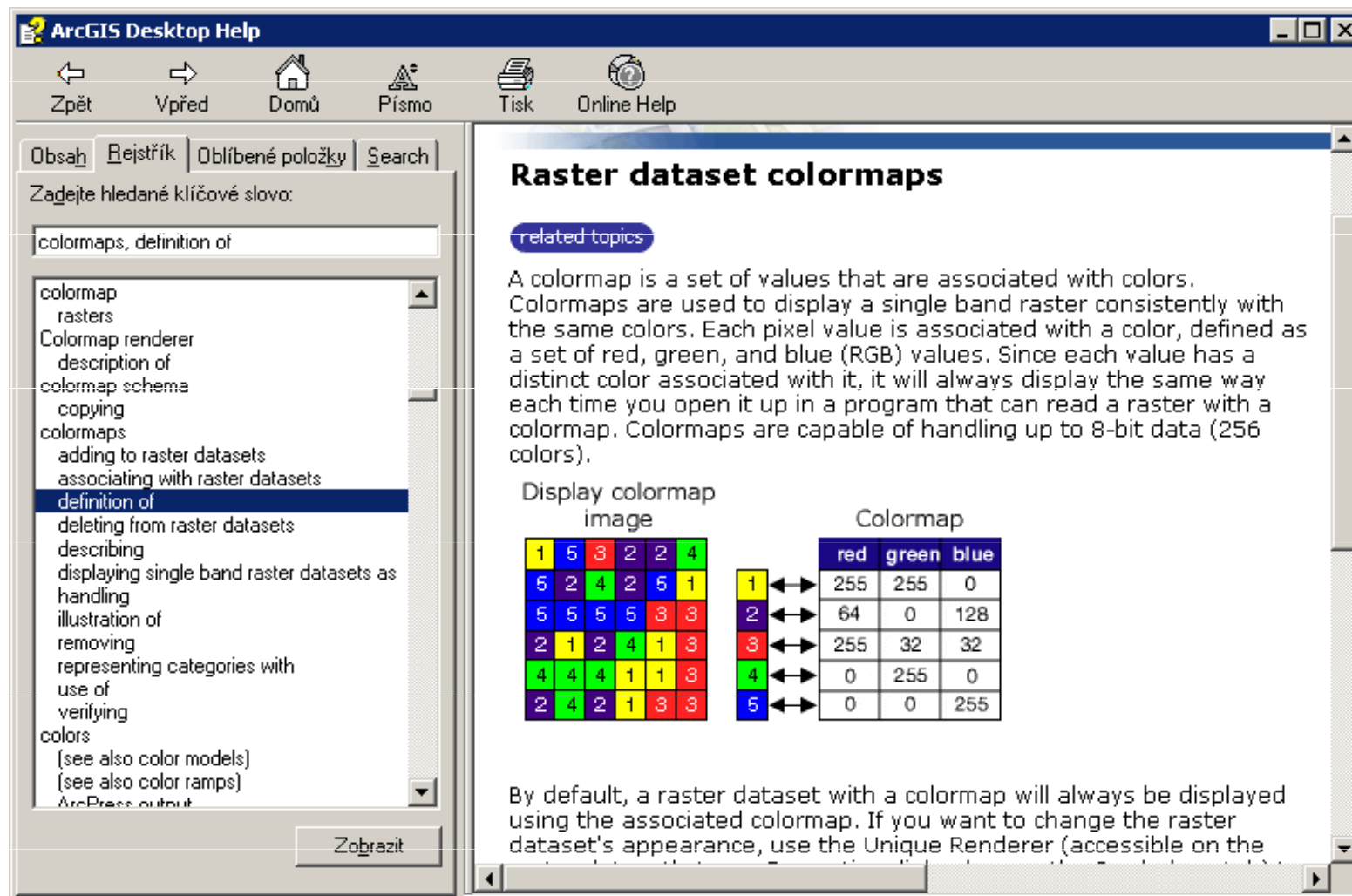
Display NoData as: [ ]

[OK] [Storno] [Použít]



# Color map

- defacto Look Up Table (LUT) pro konkrétní pásmo



The screenshot shows the ArcGIS Desktop Help window. The title bar reads 'ArcGIS Desktop Help'. The menu bar includes 'Zpět', 'Vpřed', 'Domů', 'Písmo', 'Tisk', and 'Online Help'. The left pane shows a search for 'colormaps, definition of' with a list of search results. The main pane displays the help page for 'Raster dataset colormaps', which includes a definition, a 'related topics' link, and a diagram illustrating the mapping between a raster image and a colormap table.

## Raster dataset colormaps

[related topics](#)

A colormap is a set of values that are associated with colors. Colormaps are used to display a single band raster consistently with the same colors. Each pixel value is associated with a color, defined as a set of red, green, and blue (RGB) values. Since each value has a distinct color associated with it, it will always display the same way each time you open it up in a program that can read a raster with a colormap. Colormaps are capable of handling up to 8-bit data (256 colors).

Display colormap image

Colormap	red	green	blue
1	255	255	0
2	64	0	128
3	255	32	32
4	0	255	0
5	0	0	255

By default, a raster dataset with a colormap will always be displayed using the associated colormap. If you want to change the raster dataset's appearance, use the Unique Renderer (accessible on the