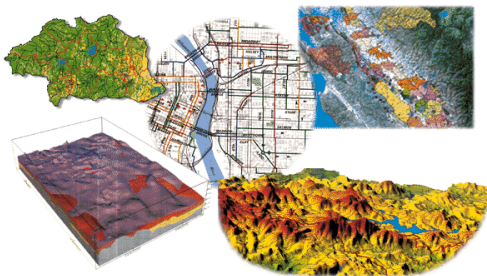


# APLIKOVANÁ GEOINFORMATIKA VI

## Georeferencování, vizualizace rastrů



Aplikovaná geoinformatika

# GEOREFERENCOVÁNÍ

# Georeferencování

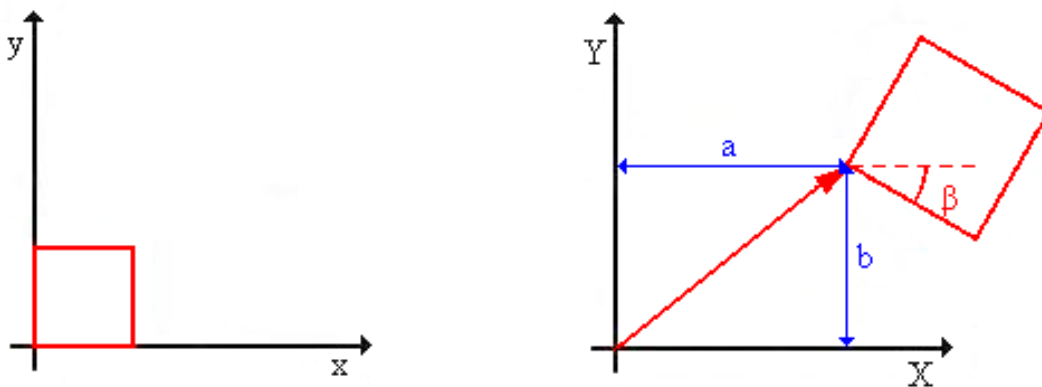
- správné umístění prostorových objektů do požadovaného souřadného systému
- jedná se de facto o transformaci z jednoho systému souřadnic (např. souřadnice obrázku) do druhého (geodetický souřadnicový systém)
- skenované mapy, materiály DPZ, rastrová data
- nesprávně umístěné vektory

# Georeferencování

- Výběr rastru a odpovídající databáze (souboru), ke které bude georeferencování prováděno
- Použití geometrických (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
  - Polynomická transformace

# Lineární konformní transformace

Vhodná pro transformace mezi souřadnicovými systémy, které jsou navzájem posunuty, pootočený a **ve směrech obou souřadnicových os mají ve stejném poměru změněno měřítko.**



- Potřebujeme znát souřadnice některých bodů v obou soustavách.
- K výpočtu klíče podobnostní transformace potřebujeme znát souřadnice dvou dvojic identických bodů.
- Transformované  $(X_1, Y_1)$ ,  $(X_2, Y_2)$  a původní  $(x_1, y_1)$ ,  $(x_2, y_2)$  – 4 souřadnice.
- Kvůli přesnosti se v reálu používá bodů více.

# Lineární konformní transformace

$a$  – posun na ose  $X$

$b$  – posun na ose  $Y$

$\beta$  – úhel rotace

$x, y$  – původní souřadnice

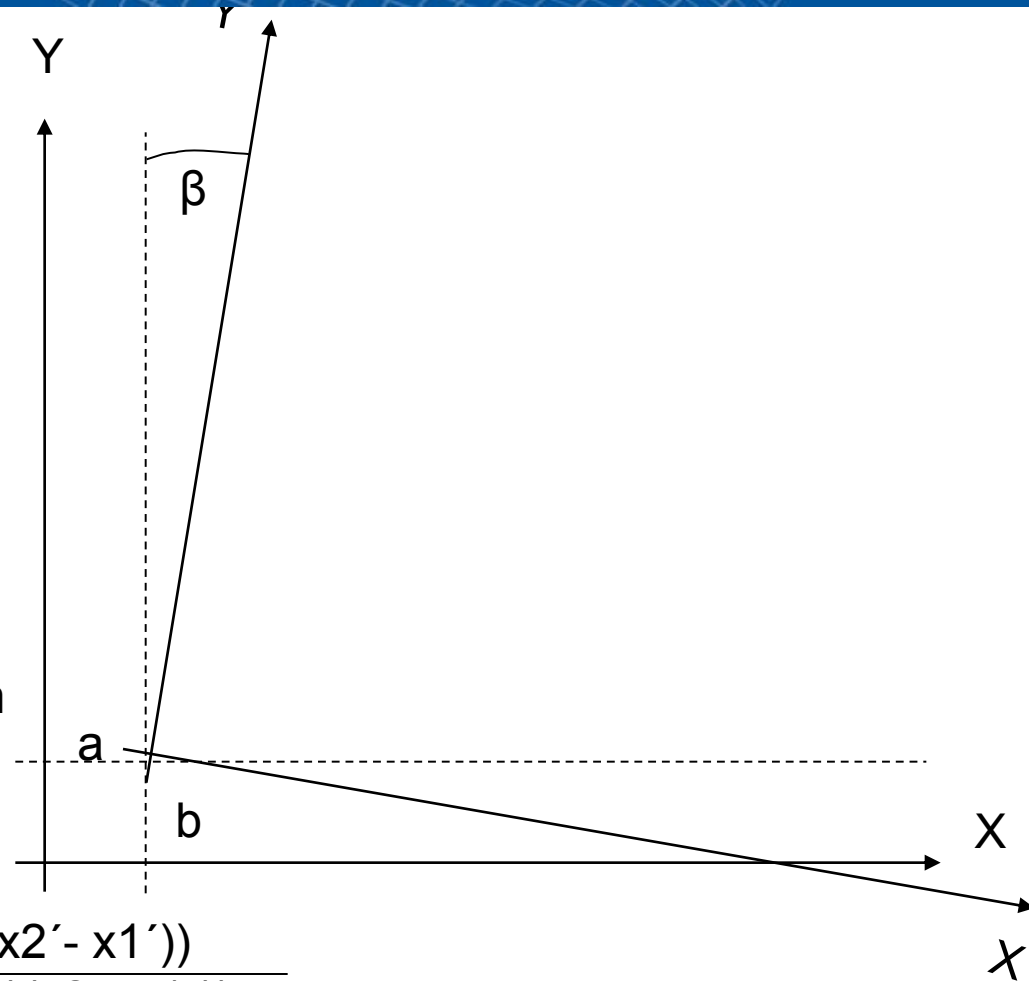
$x', y'$  – nové souřadnice

zobrazovací rovnice:

$$x' = (m \cdot x \cdot \cos \beta + m \cdot y \cdot \sin \beta + a)$$

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

Obě souřadnice se transformují stejným koeficientem  $m$ .



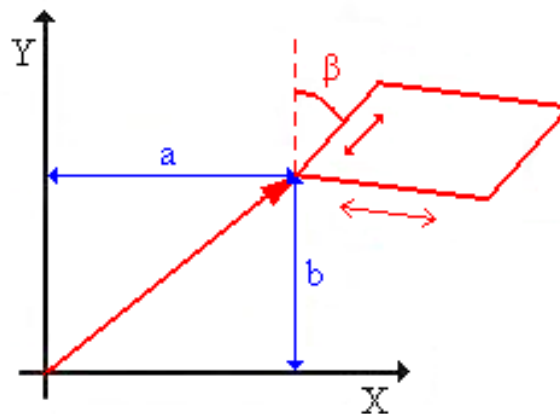
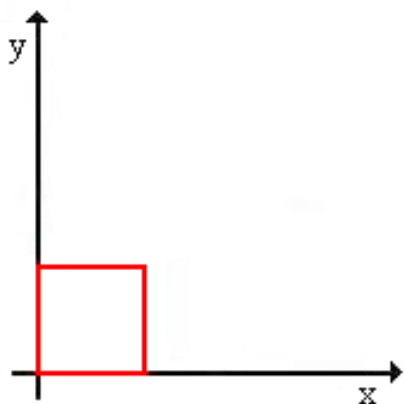
$$m \cdot \cos \beta = \frac{((x_2 - x_1)(y_2' - y_1') - (y_2 - y_1)(x_2' - x_1'))}{((x_2' - x_1')(x_2' - x_1') + (y_2' - y_1')(y_2' - y_1'))}$$

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



# Afinní transformace - polynomická prvního řádu

Geometricky se tedy jedná o posun, rotaci a **změnu měřítka každé souřadnicové osy** původního souřadnicového systému.



- Minimálně jsou potřeba 3 dvojice identických bodů.
- Při transformaci souřadnicového systému digitizéru do souřadnicového systému mapy při digitalizaci.

# Afinní transformace - polynomická prvního řádu

- zobrazovací rovnice:

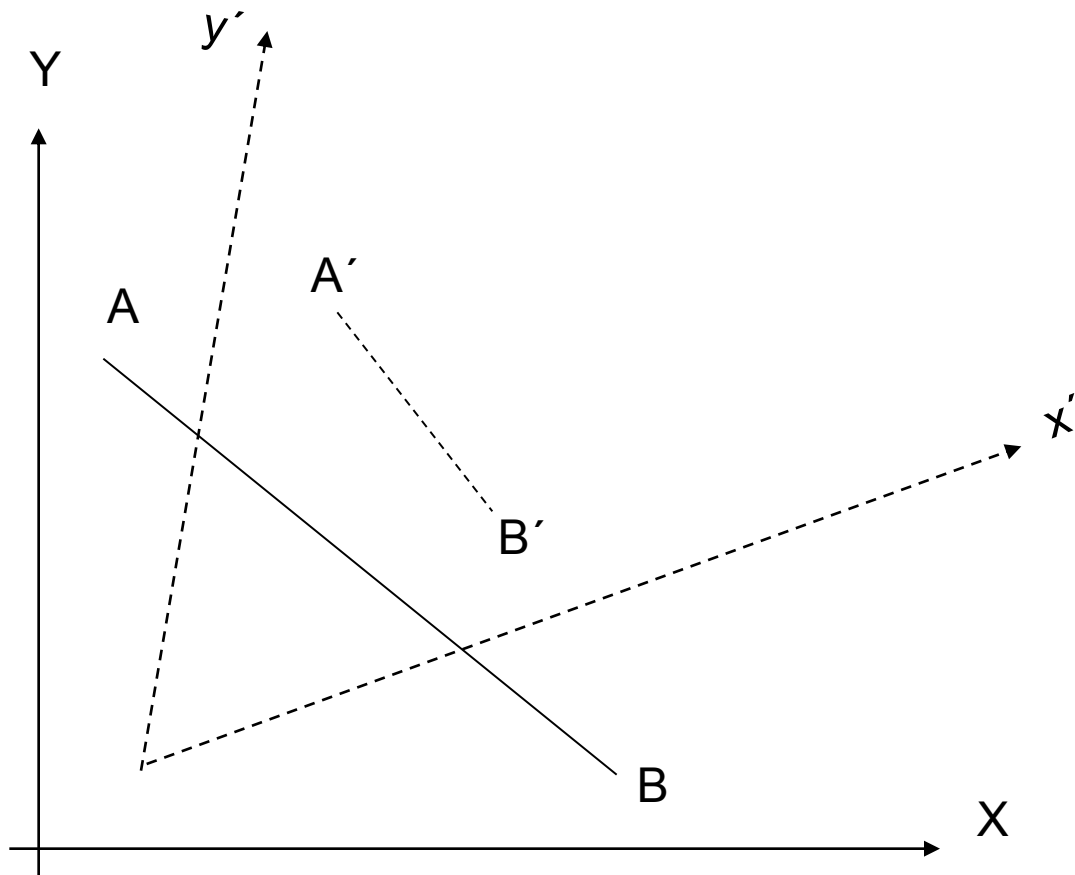
$$x' = a * x + b * y + c$$

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

- 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)



# Afinní transformace - polynomická prvního řádu



# Polynomické transformace druhého a vyšších řádů

Pokud má deformace souřadnicové soustavy transformované mapy, snímku nebo jiného zdroje komplikovanější průběh anebo lokální charakter.

Polynomická transformace n-tého řádu:

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

- Čtverec deformují polynomické transformace vyšších řádů obdobným způsobem, jako afinní transformace.
- Jeho hranice v cílové soustavě pak tvoří křivky:
  - u prvního řádu to byly úsečky
  - u druhého řádu se jedná o části parabol

# Polynomické transformace druhého a vyšších řádů

- V případě polynomu druhého řádu je zapotřebí znát souřadnice minimálně šesti identických bodů, při použití polynomu třetího řádu pak deseti identických bodů.
- Nedoporučuje se však používat minimální počet bodů, ale přidat další body, které zmenší polohovou chybu.
- V praxi se používají pouze řády 2 a 3, jelikož vyšší řády nepřinášejí podstatnější zvýšení přesnosti, spíše naopak.

# Polynomická transformace - postup

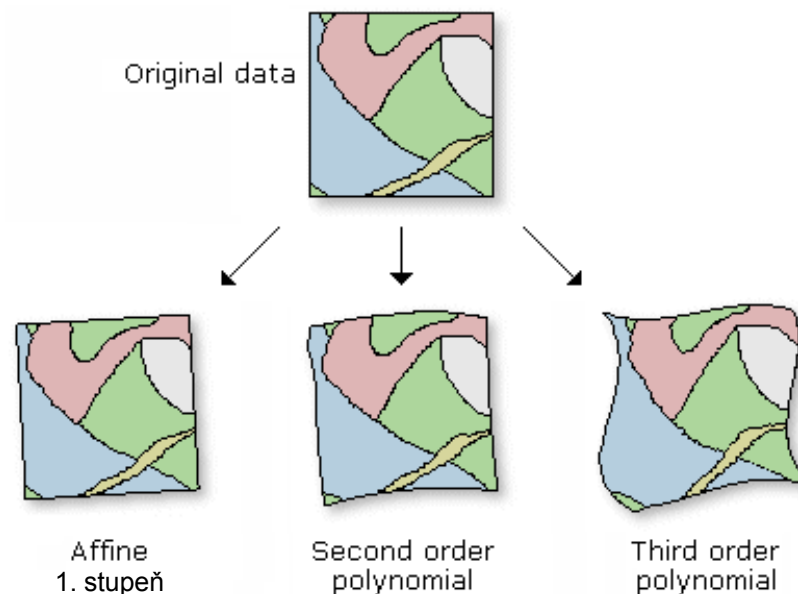
**sběr vlíčovacích bodů (počet podle stupně polynomu)**

výpočet transformačních rovnic na základě vlíčovacích bodů

hodnocení chyb

transformace obrazu do nových souřadnic

převzorkování



Stupeň polynomu	Počet vlíčovacích bodů
1	3
2	6
3	10

ArcGIS Help

# Polynomická transformace - postup

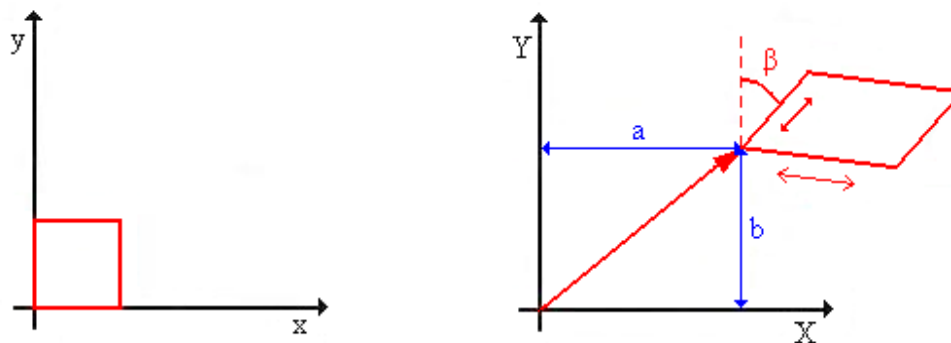
sběr vlíčovacích bodů (počet podle stupně polynomu)

**výpočet transformčních rovnic na základě vlíčovacích bodů**

hodnocení chyb

transformace obrazu do nových souřadnic

převzorkování



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

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

Při affinní transformaci (polynomická 1. stupně) - posun, otočení a změnu velikosti v obou osách.

Tyto 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 tři neznámé aproximují, zavádí se tzv. RMS chyba.



# Polynomická transformace - postup

sběr vlíčovacích bodů (počet podle stupně polynomu)

výpočet transformačních rovnic na základě vlíčovacích bodů

## **hodnocení chyb**

transformace obrazu do nových souřadnic

převzorkování

- 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)



# Polynomická transformace - postup

sběr vlíčovacích bodů (počet podle stupně polynomu)

výpočet transformačních rovnic na základě vlíčovacích bodů

**hodnocení chyb**

transformace obrazu do nových souřadnic

převzorkování

- 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

$$R = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x_{or})^2 + (y_i - y_{or})^2}$$

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

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

# Polynomická transformace - postup

sběr vlíčovacích bodů (počet podle stupně polynomu)

výpočet transformačních rovnic na základě vlíčovacích bodů

hodnocení chyb

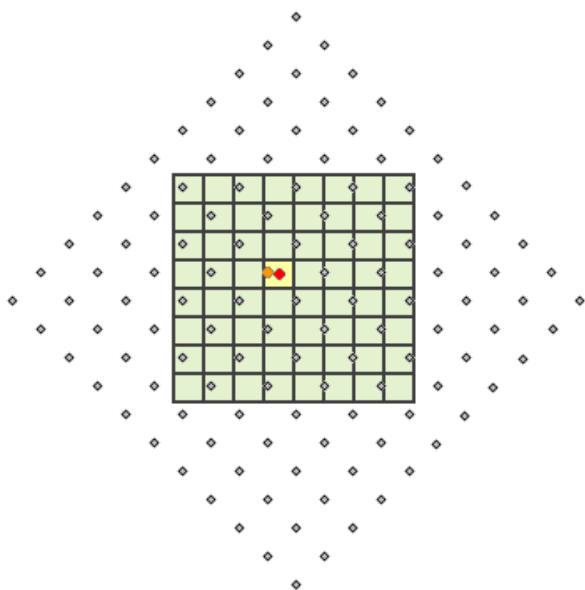
**transformace obrazu do nových souřadnic**

**převzorkování**

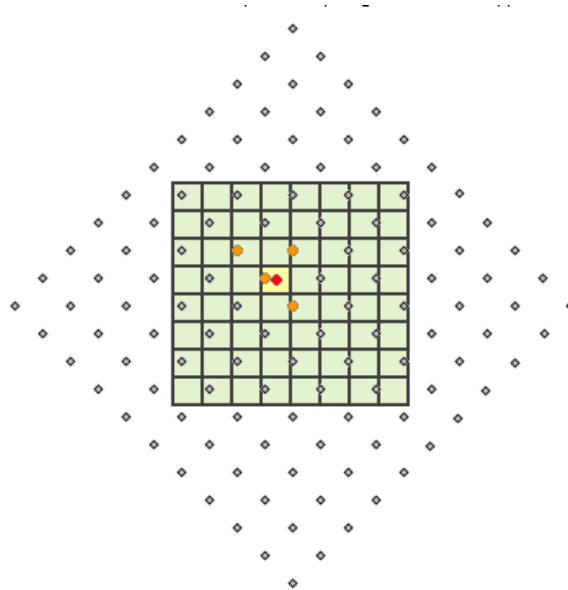
- při transformaci z jedné soustavy do druhé se vytváří nový obraz, nový soubor dat
- soustavy souřadných systémů nejsou většinou shodně orientovány, nové buňky se nekryjí s původními
- je nutné stanovit způsob, jak stanovit hodnoty nových buněk – převzorkovat
  - nejbližší sused
  - bilineární interpolace
  - kubická konvoluce

# Polynomická transformace - postup

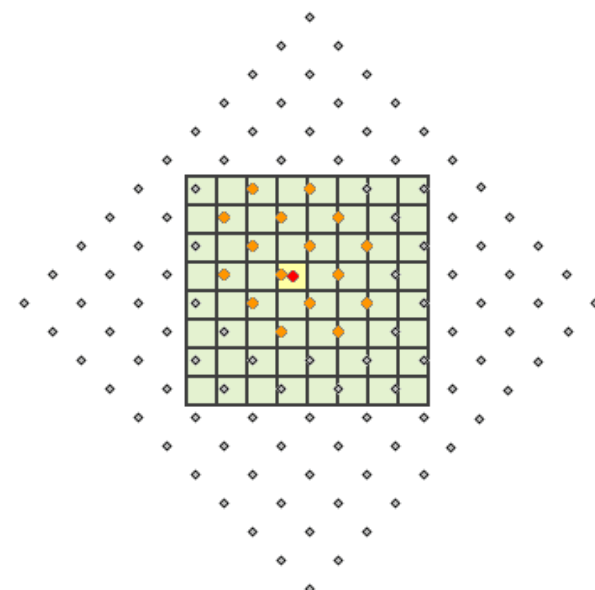
převzorkování:



nejbližší soused



bilineární interpolace  
– 4 body, váha podle  
vzdálenosti



kubická konvoluce  
– 16 bodů, váha  
podle vzdálenosti

ArcGIS Help

# Postup v aplikaci ArcMap – rastry

- 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. – někdy nespolehlivé)



# Postup v aplikaci ArcMap

Georeferencing

Georeferencing Layer: vodohosp\_mapa.jpg

Link Table

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

Auto Adjust Transformation: 1st Order Polynomial (A) Total RMS Error: 26,72393

Load... Save... Restore From Dataset OK

obce\_b

-821485,774 -1118657,566 Unknown Units

# Požadavky na referenční data

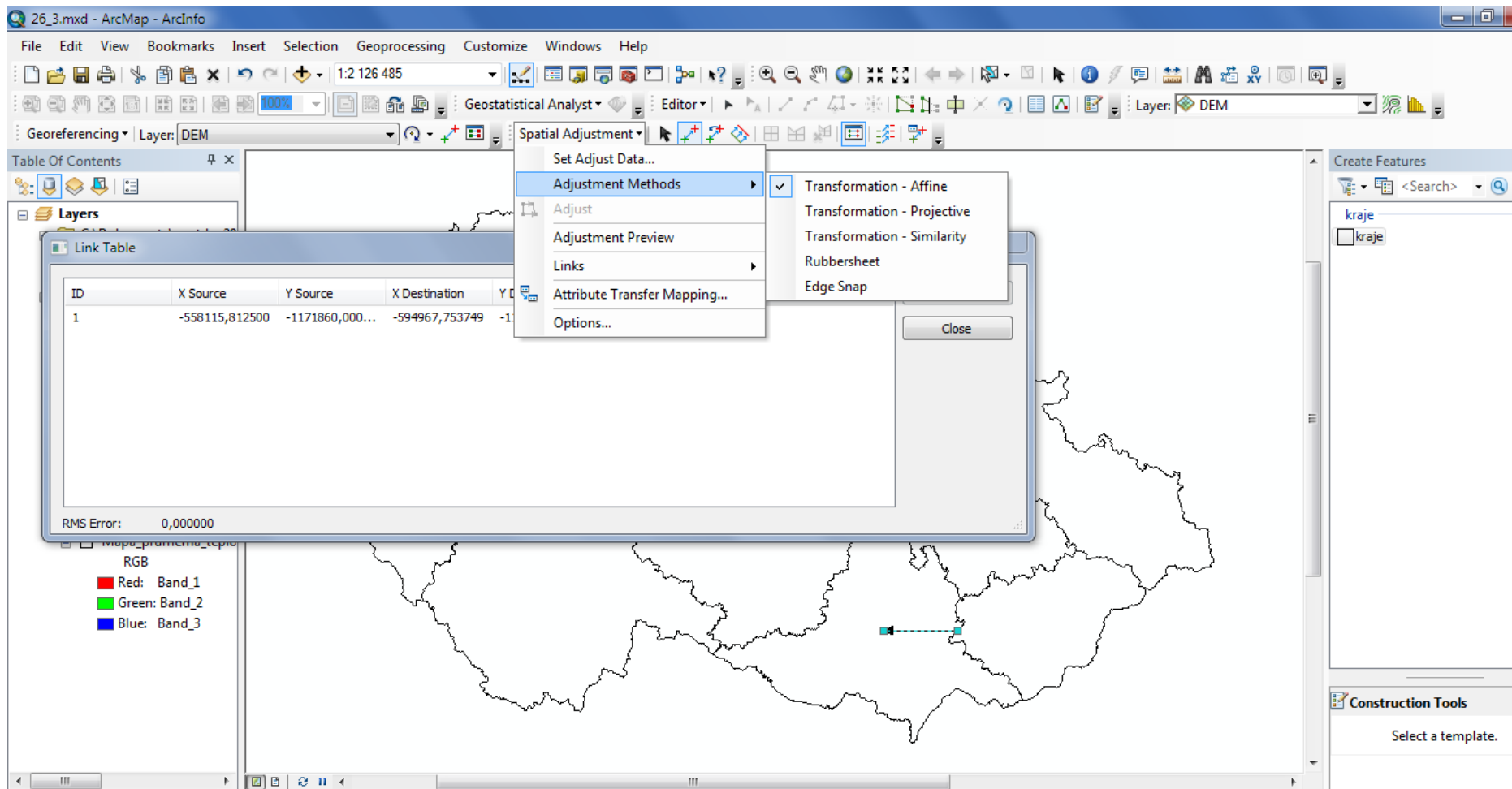
- vyhovující měřítko vzhledem k referencovaným datům
- informace o vzniku referenčních dat
- jednoznačně daný souřadný systém
- mohou být rastrová i vektorová (lepší je kombinace kvůli optické kontrole)
- lze použít i souřadnice např. z GPS



# Postup v aplikaci ArcMap – vektory

- Napasování vektorové vrstvy na jinou vektorovou vrstvu
- Když je některá vrstva posunutá oproti správné poloze
- Podobný princip jako u rastrů, nedochází k převzorkování (nejsme omezeni pravidelnou mřížkou – nové hodnoty nejsou nijak omezeny)
- V ArcMapu nástroj **Spatial Adjustment**
- Na stejnojmenném toolbaru
- Musí být zapnuta editace

# Postup v aplikaci ArcMap – vektory

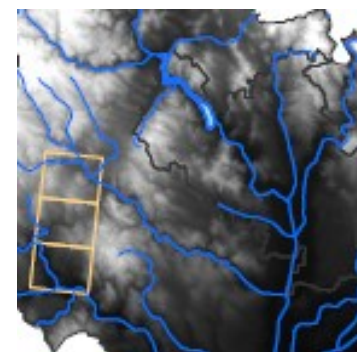
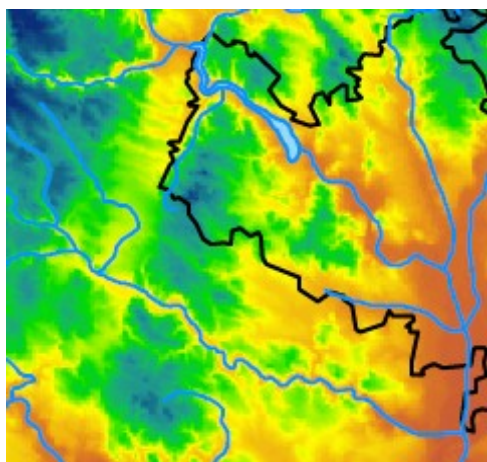
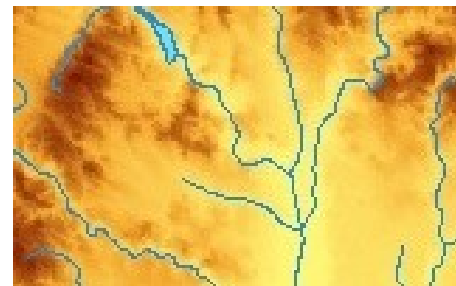
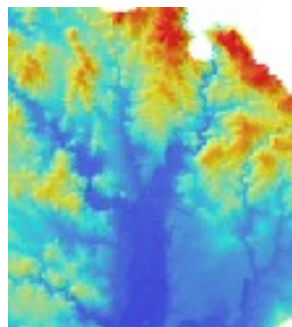
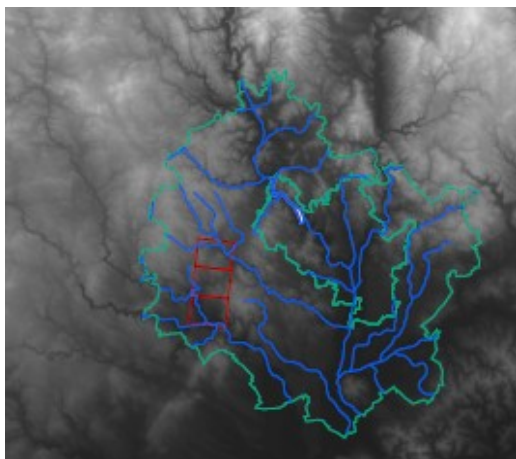


# VIZUALIZACE RASTRŮ V ARCGIS

# Možnosti vizualizace rastrů v ArcMap

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

# Ukázky





# 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
  - Ivance\_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 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   
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
- Úprava histogramu
- Problém v legendě (nelze podle barvy určit konkrétní hodnotu)

# Stretched

The screenshot displays a GIS application interface. On the left, a 'Layers' panel lists three files: '2434.jpg', 'Ivance\_Rosice.pix', and 'dmr3arcsec\_s42\_cr.img'. The 'dmr3arcsec\_s42\_cr.img' layer is selected and shows a grayscale value range from 0 to 1594. The main window shows a 'Layer Properties' dialog box for this layer, with the 'Stretched' method selected. The dialog is configured to 'Draw raster stretching values along a color ramp'. The 'Color' section shows a vertical grayscale ramp. The 'Value' table is as follows:

Value	Label
1594	High : 1594
0	Low : 0

The 'Color Ramp' section shows a horizontal color gradient from black to white. The 'Stretch' section is set to 'Standard Deviations' with 'n: 2'. There are 'OK', 'Storno', and 'Použít' buttons at the bottom of the dialog.

# 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
- 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

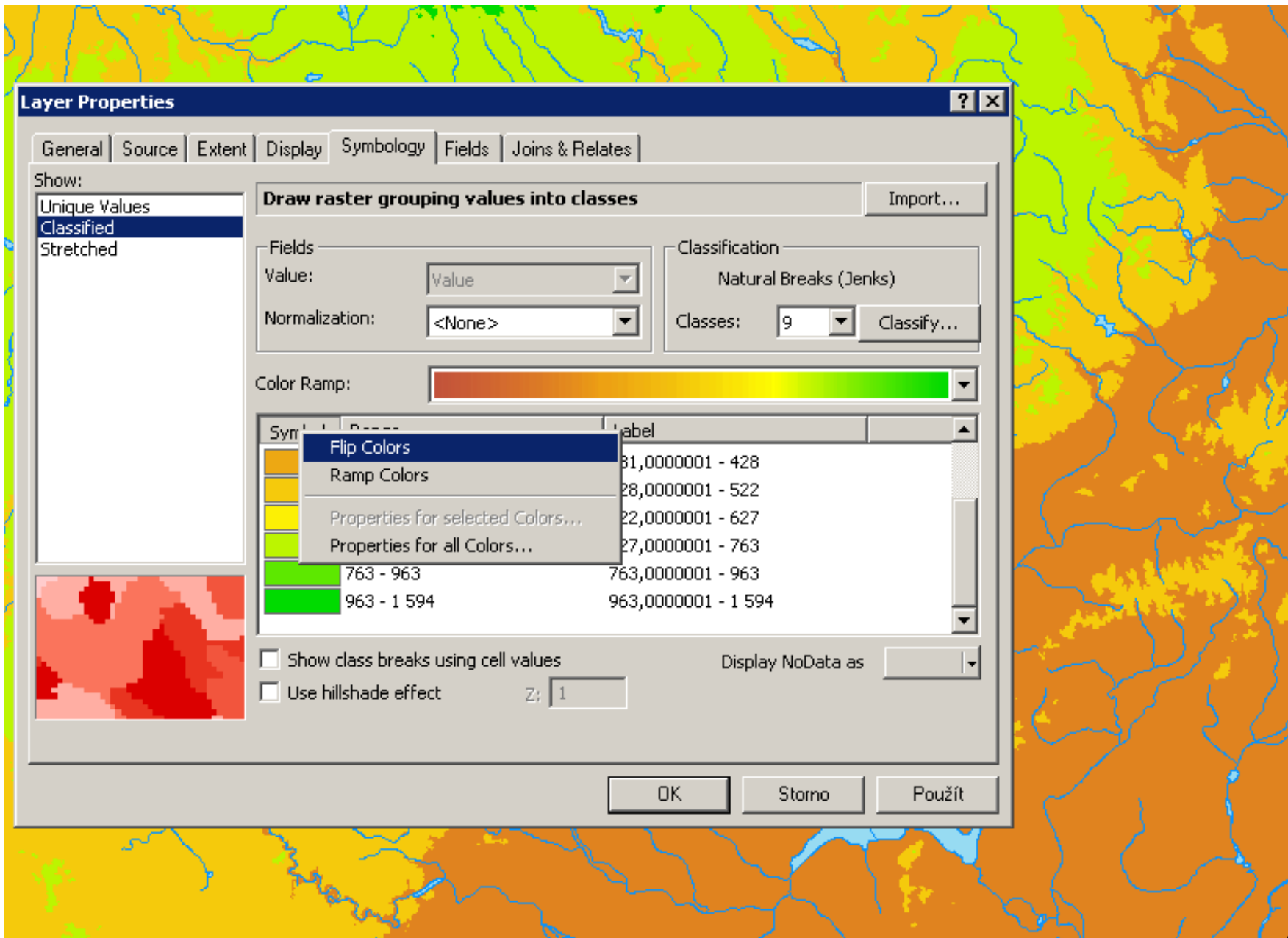
↑  
↓

OK Storno

# 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
- podobné jako u kartogramu





# 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...]

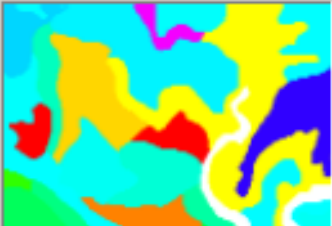
Value Field: Value  
Color Scheme: [Color Legend]

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

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

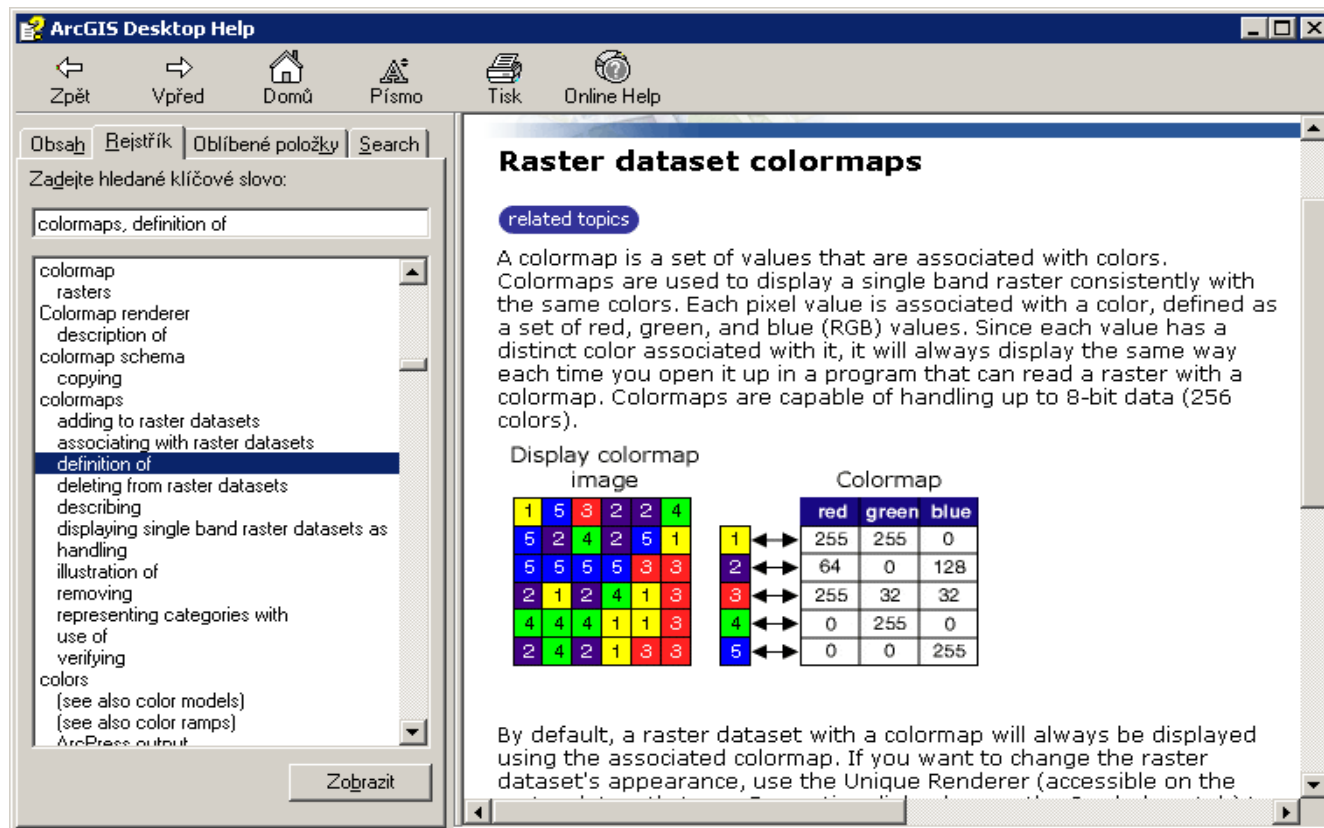
Display NoData as [ ]

[OK] [Storno] [Použit]



# Color map

- přednastavené hodnoty
- pro jednokanálové rastry
- každá hodnota má definovány všechny složky R, G i B.



The screenshot shows the ArcGIS Desktop Help window. The title bar reads 'ArcGIS Desktop Help'. The navigation bar includes 'Zpět', 'Vpřed', 'Domů', 'Písmo', 'Tisk', and 'Online Help'. The search bar contains 'colormaps, definition of'. The left pane lists search results, with 'definition of' selected. The main content area is titled 'Raster dataset colormaps' and includes a 'related topics' link. The text explains that a colormap is a set of values associated with colors, used for displaying single-band rasters. It provides an example of a 5x5 grid of values and its corresponding RGB values.

**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

1	5	3	2	2	4
5	2	4	2	5	1
6	5	5	5	3	3
2	1	2	4	1	3
4	4	4	1	1	3
2	4	2	1	3	3

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