

INOVACE BAKALÁŘSKÝCH A MAGISTERSKÝCH STUDIJNÍCH OBORŮ
NA HORNICKO-GEOLOGICKÉ FAKULTĚ
VYSOKÉ ŠKOLY BÁŇSKÉ - TECHNICKÉ UNIVERZITY OSTRAVA

Algoritmizace prostorových úloh

Úlohy nad rastrovými daty

Daniela Szturcová



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.
ESF napomáhá rozvoji lidských zdrojů a podnikatelského ducha.

Rastrová data

Rastrová data jsou uložena do pravidelné mřížky (matice), nejčastěji má čtvercový tvar. Často se používá pojem "grid data".

Buňky mřížky označujeme pojmem *pixel*.

Nositelem informace v buňce je *číselná hodnota*. K této hodnotě lze přiřadit *textový popis*.

Každý pixel má svůj řádkový a sloupcový index (dvourozměrné pole).

Velikost pixelu určuje *rozlišení* rastrové mapy.

Množství pixelů určuje velikost výsledného obrázku.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Pixel

Pixel – zkratka z anglického picture element (pel, px) představuje nejmenší jednotku (bezrozměrnou) v digitální rastrové (bitmapové) grafice.

Jedná se o jeden bod obrázku nebo jeden bod na monitoru – je zadán barvou ve formátu RGB či CMYK.

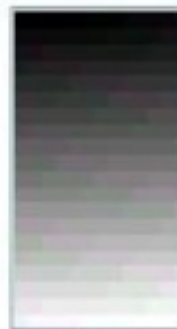
Počet bitů
- vliv na
barevnou
hloubku



1 bit
2 barvy



4 bity
16 barev



8 bitů
256 odstínů šedé



8 bitů
256 barev

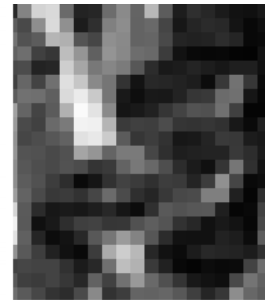


24 bitů
16,7 mil. barev

Obrázek převzat z Bayer, T.: Rastrové produkty Bentley

Rastrová data

143.7	73.3	54.5	46.1	36.1	25.6	26.9	40.2	126.5	170.4	173.2
185.5	211.0	22.2	25.3	28.7	31.0	35.0	46.3	98.5	149.6	157.7
239.8	255.7	286.4	338.7	40.8	25.8	33.9	51.2	92.0	135.0	149.0
248.3	254.9	263.2	290.8	345.5	13.4	34.3	63.4	90.9	127.7	149.0
246.3	252.0	252.1	250.0	294.4	341.6	32.0	88.6	89.0	119.5	148.7
216.3	229.6	236.7	228.3	254.4	334.7	143.1	135.0	94.2	108.4	139.9
124.7	117.2	111.8	151.7	168.7	74.7	129.8	141.9	110.4	105.9	125.0
114.9	106.5	94.6	104.3	102.7	109.7	127.4	137.1	138.8	138.8	147.5



Obrázky převzaty z http://les-ejk.cz/skoleni/grass/uvod/datove_typy/rastry.html#typy-rastrov-ch-map-v-grassu



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Rastrová data

Rastrová data reprezentují nejčastěji spojité fenomény:

- výškopis, vegetace,
- průměrné úhrny srážek, hustota zalidnění.

Rastrové podklady z fotogrammetrie, DPZ.

V tématické kartografii znázorňují plošné prvky map.

Formáty rastrových dat: JPEG, TIFF, GIF, BMP, PNG, ...



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Rastrová data



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Obrázek z <http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQue>

Rastrová data

Soubor s rastrovými daty – informace o poloze dat:

- přímo v datech – většinou v hlavičce souboru GeoTiff (jediný soubor TIF),
- v externím souboru – tzv. „world files“ (dvojice souborů k TIF se váže TFW, k JPEG pak JGW, atd.).



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Operace s rastrovými daty

Operace beze změny bodů v rastru:

- připojení/odpojení rastru,
- konverze rastrů,
- změna velikosti,
- posun,
- rotace.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Operace s rastrovými daty

Operace měnící obrazové body rastru:

- editace rastru,
- změna barvy,
- změna rozlišení,
- filtrování,
- transformace.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Georeferencovaný rastrový obraz

Georeferencováním rozumíme umístění rastrového obrazu (obrazové mapy) do souřadnicového systému.

Je nutno brát v potaz použité kartografické zobrazení, v němž původní obraz vznikl.

Formáty, které podporují georeferencování (CIT, RAS, GeoTIFF, RGB), tj. „pamatují“ si souřadnice, na které je raster připojen, jsou schopny rozložit mapový list do plochy vymezené rohovými souřadnicemi.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Raster – obrazové souřadnice

Obrazové souřadnice – chybí připojení souřadnicovému systému prostřednictvím vztažného bodu.

Poloha každé buňky je určena indexem – pozicí buňky v rámci matice rastru ve vztahu ke vztažnému bodu.

Reálné souřadnice lze získat geometrickou transformací obrazových souřadnic na reálné souřadnice.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Jak zjistit souřadnice obrazových dat?

Zjištění hodnot obrazového bodu na zadané souřadnici.

- Nejprve zvolíme bod, který chceme identifikovat.
- Identifikaci provedeme odečtením obrazových souřadnic bodu v původním souřadném systému.

Máme-li v bodě překryv s požadovaným souřadnicovým systémem, odečteme souřadnice bodu v požadovaném SS.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

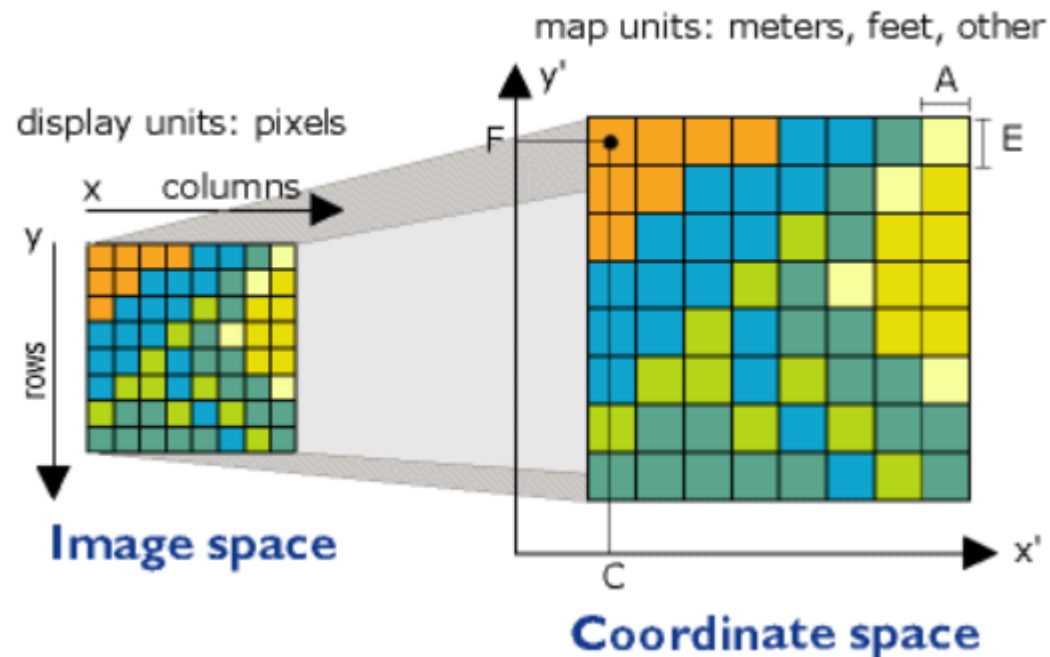


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Raster – mapové souřadnice

Souřadnice bodu v mapě – závisí na použitém souřadnicovém systému.



Georeferencování map

Primární účel – převod obrazové mapy do souřadnicového referenčního systému.

Předpoklady úspěšného postupu – vstupy pro algoritmus georeferencování:

1. existence digitálních obrazových dat

2. informace o

- použitém rozlišení (v jednotkách DPI)
- barevné hloubce rastrových dat

3. informace o

- původním použitém souřadnicovém referenčním systému
- původních přesných rozměrech mapy



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Georeferencování map

Postup georeferencování

- Určíme původně použitý souřadnicový referenční systém.
- Vyhledáváme a sbíráme identické body, dokud jejich počet a prostorové rozložení není dostatečné.
- Transformujeme rastrový obraz mapy.
- Uložíme informace o souřadnicovém umístění.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



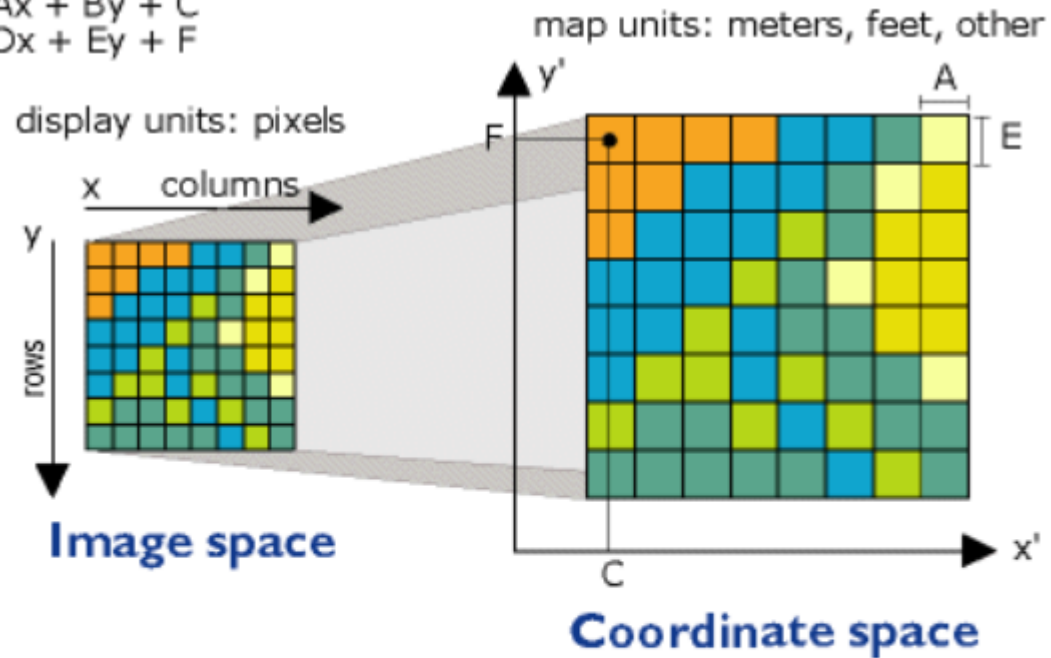
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Použití v ArcGIS

$$x' = Ax + By + C$$

$$y' = Dx + Ey + F$$



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.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Transformace

- Transformace souřadnic – přechod od jedné soustavy souřadnic ke druhé.
- Vztah mezi dvěma soustavami souřadnic zachycujeme pomocí transformačních rovnic (tzv. transformační klíč).
- Lineární konformní (minimálně 2 kontrolní body)
- Afinní transformace (polynom 1. řádu)
- Polynomiální druhého a vyšších řádů



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

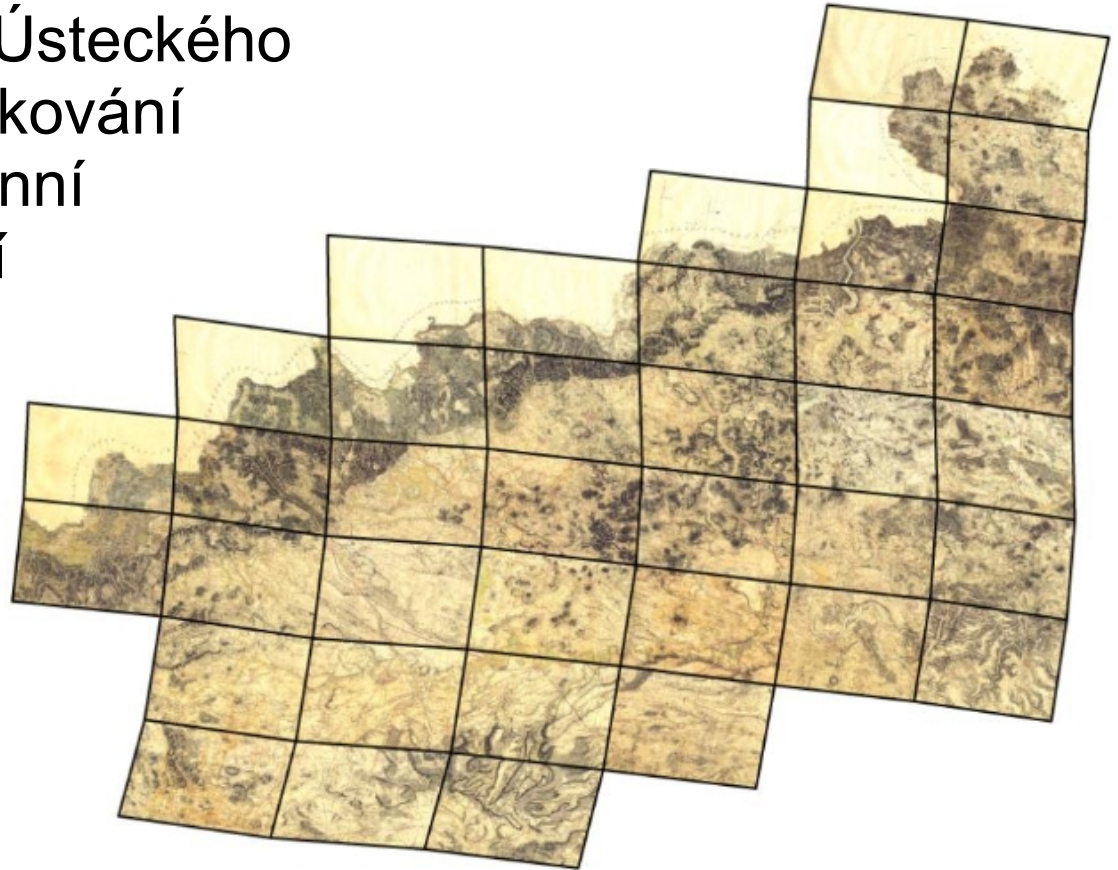


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Afinní transformace

Georeferencovaná
stará mapa Ústeckého
kraje po aplikování
metody s afinní
transformací



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



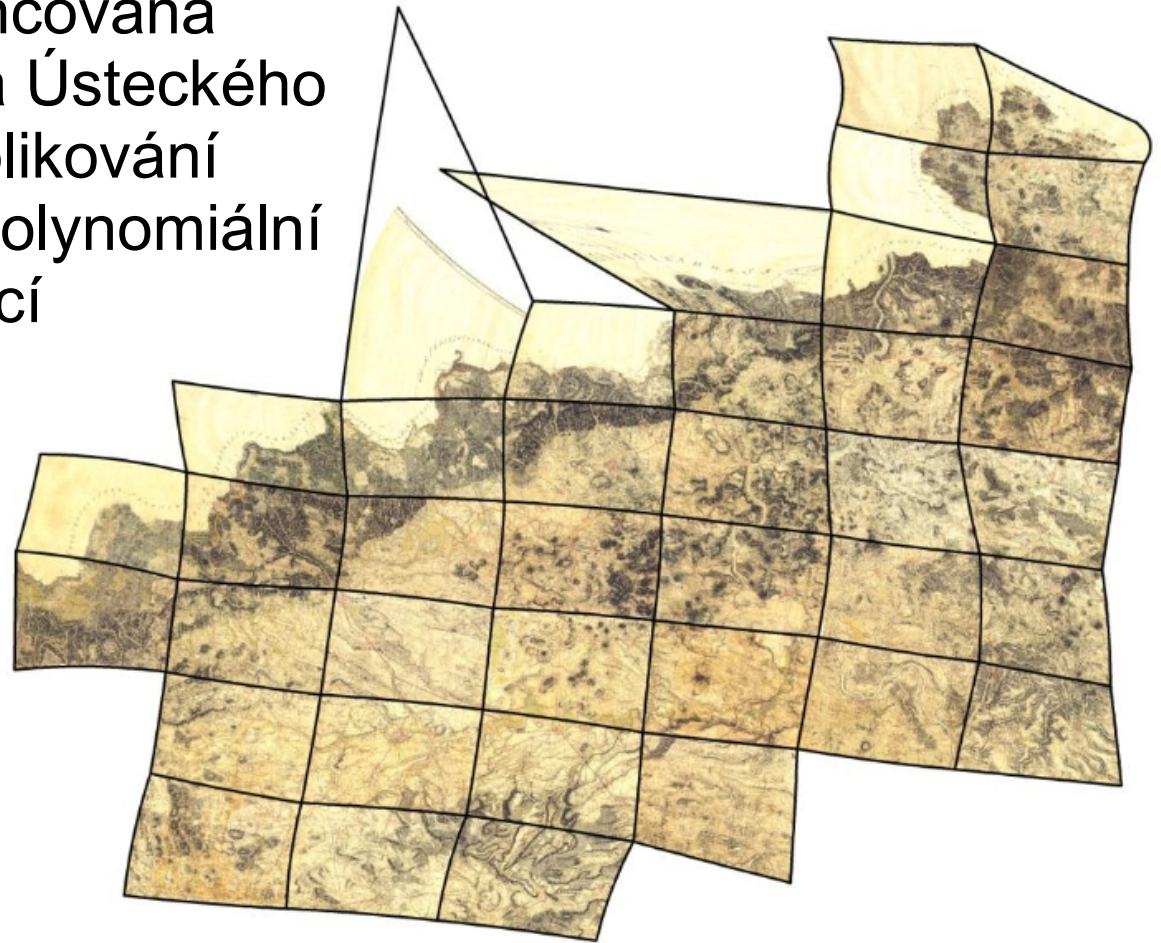
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Obrázek převzat z Cajthaml, J.: Jak georeferencovat staré mapy?

Polynomiální transformace

Georeferencovaná
stará mapa Ústeckého
kraje po aplikování
metody s polynomiální
transformací



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Obrázek převzat z Cajthaml, J.: Jak georeferencovat staré mapy?

Afinní transformace

Definice

Rovinná transformace, při které přímky zůstávají přímkami a je zachována jejich rovnoběžnost, zachovává se dělicí poměr délek i ploch; transformace má různé měřítkové koeficienty ve směru souřadnicových os, alespoň jeden z koeficientů není roven 1.

(Převzato z Terminologického slovníku zeměměřictví a katastru nemovitostí, <http://www.vugtk.cz/slovník/>)



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Afinní transformace

Při afinní transformaci lze použít operace:

- posunutí (translace),
- otáčení (rotace),
- změna měřítka,
- zkosení,
- složené operace (z předešlých).



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Afinní transformace

Afinní transformace je definována

$$X' = MX + P$$

maticově:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} \\ m_{21} & m_{22} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \end{pmatrix}$$

kde X je původní bod,

X' transformovaný bod,

M je transformační matice,

P představuje parametr posunutí.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Afinní transformace

Prakticky s použitím homogenních souřadnic, kdy dojde k rozšíření prostoru do prostoru o 1 dimenzi větší. Bod $(0,0)$ se změní v $(0,0,1)$.

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & p_x \\ m_{21} & m_{22} & p_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$



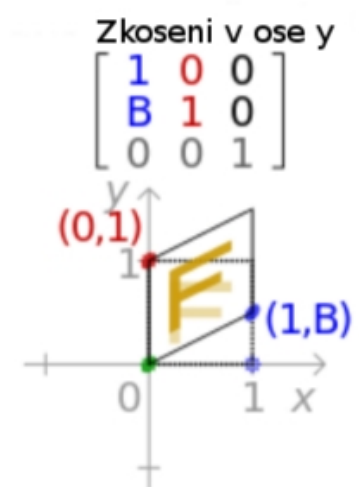
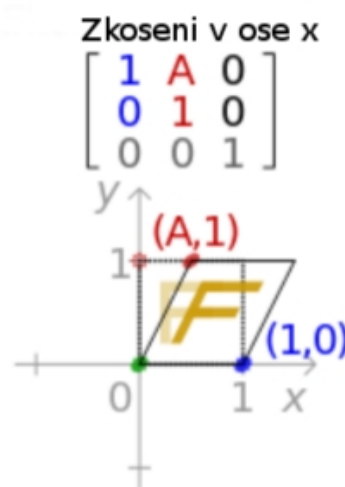
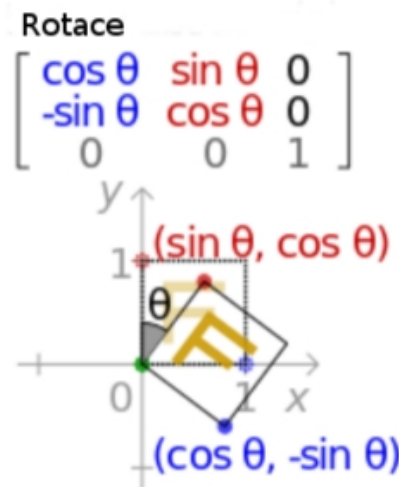
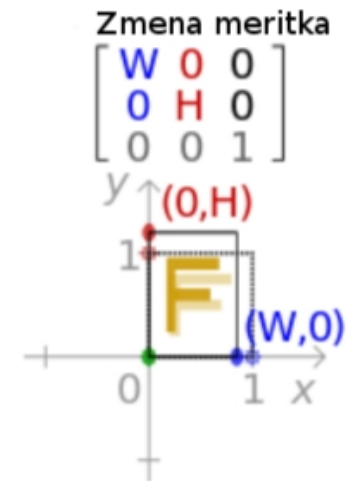
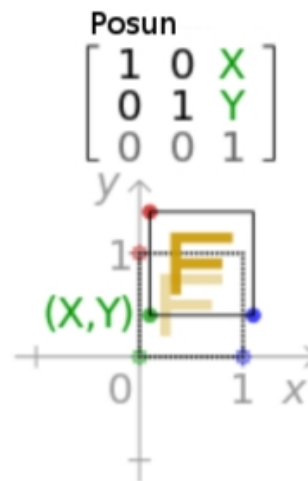
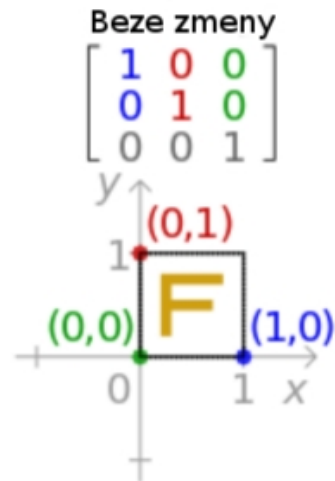
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

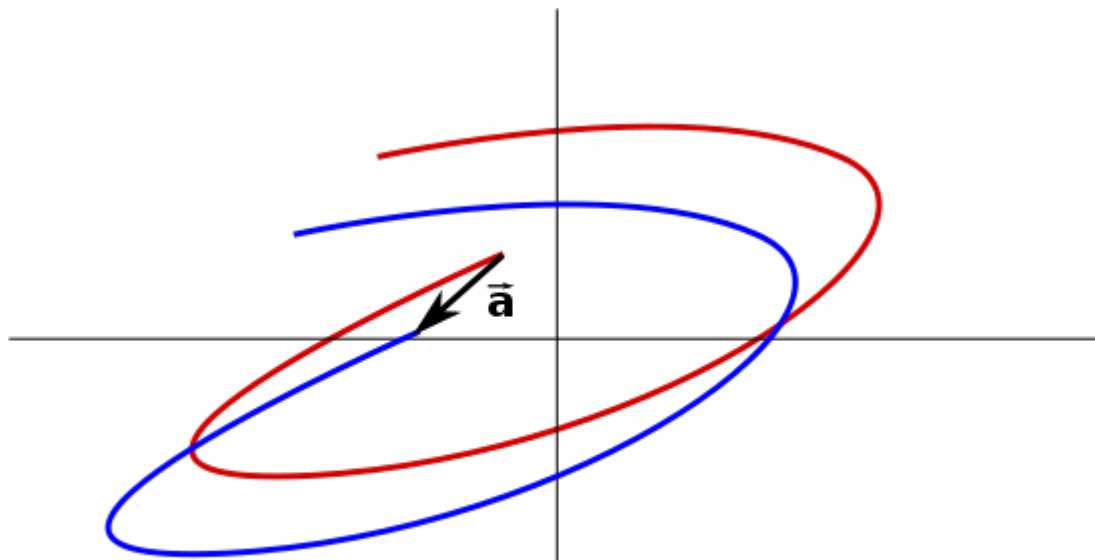
Afinní transformace - operace



Afinní transformace

Posunutí

Červená křivka je výsledkem posunutí původní modré křivky o vektor \vec{a} .

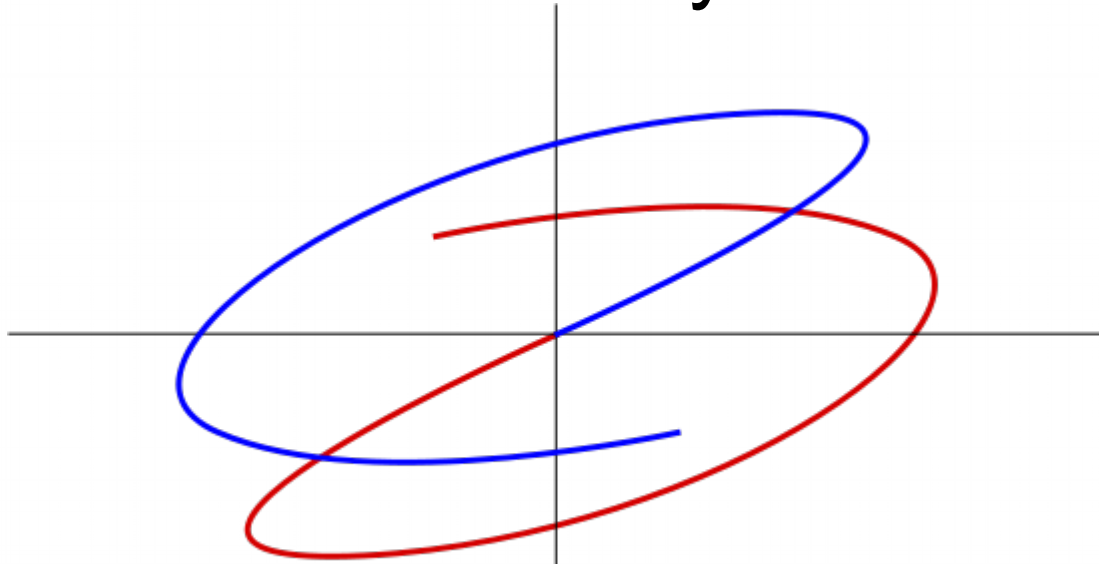


Převzato z http://cs.wikibooks.org/wiki/Geometrie/Afinn%C3%AD_transformace_sou%C5%99adnic

Afinní transformace

Rotace

Červená křivka je výsledkem otočení původní modré křivky o 180° .



Převzato z http://cs.wikibooks.org/wiki/Geometrie/Afinn%C3%AD_transformace_sou%C5%99adnic



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

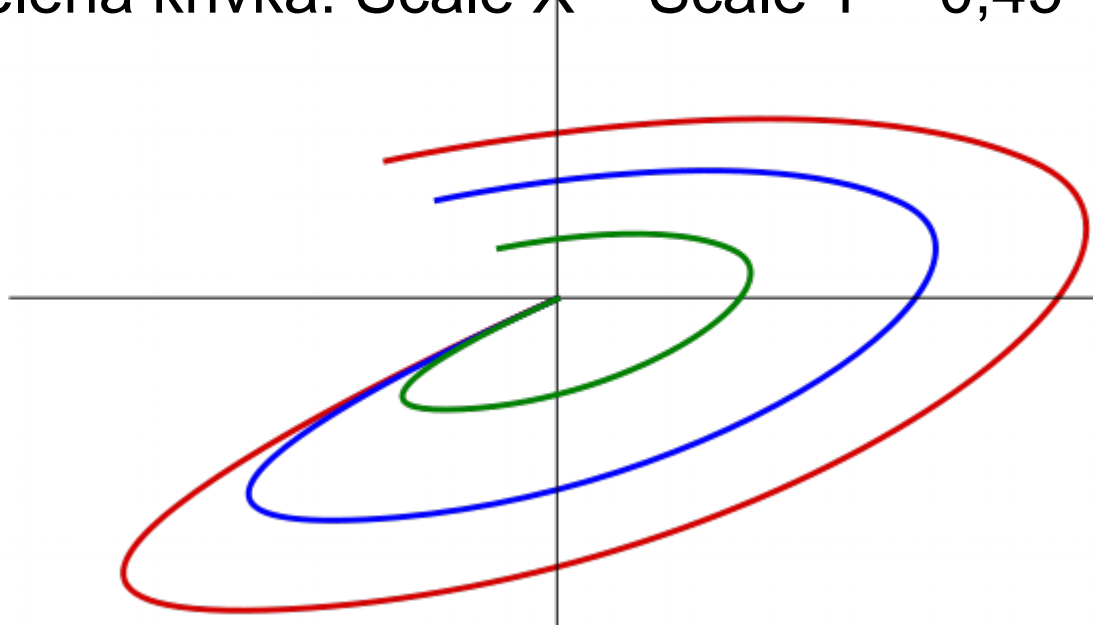
Afinní transformace

Změna měřítka

Červená – zvětšení modré křivky, zelená zmenšení.

Červená křivka: Scale X = Scale Y = 1,2

Zelená křivka: Scale X = Scale Y = 0,45



Převzato z http://cs.wikibooks.org/wiki/Geometrie/Afinn%C3%AD_transformace_sou%C5%99adnic

Literatura

- Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí, <http://www.vugtk.cz/slovník/>
- Bayer, T.: Rastrové produkty Bentley
- Wikiknihy: Afinní transformace souřadnic: http://cs.wikibooks.org/wiki/Geometrie/Afinní_transformace_souřadnic
- Afinní prostory: <https://math.feld.cvut.cz/ftp/kalous/bilin/prednasky/afinnipr.pdf>
- Cajthaml, J.: Jak georeferencovat staré mapy?, Kartografické listy, ISSN 1336-5274, sv. 21, 2013



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ