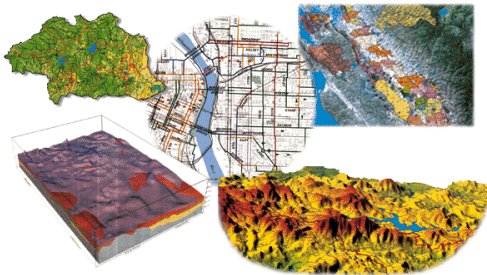


APLIKOVANÁ GEOINFORMATIKA II

Formáty prostorových dat,
konverze; souřadné systémy



Aplikovaná geoinformatika, jaro 2012

FORMÁTY PROSTOROVÝCH DAT

Vektorová reprezentace prostorových objektů


- obraz (model) objektu je vytvořen z čar
- ty vzniknou spojením vertexů – lomových bodů
- čáry vytvářející objekt mohou mít definovaný svůj počátek a konec – směr (běžné např. u říční sítě)
- může být definována spojitost čar v průsečících

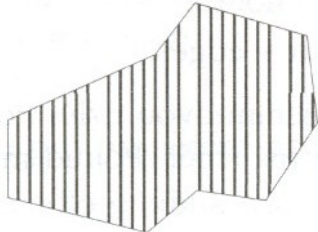
Vektorová reprezentace prostorových objektů

- počátek, konec a vertexy jsou zaznamenány svými souřadnicemi XY v daném souřadném systému
- geometrické vs. topologické chápání prvků ve vektorové reprezentaci
 - bod, linie, plocha
 - uzel, hrana (oblouk), řetěz, polygon

Geometrické a topologické chápání elementů vektorové prostorové reprezentace

a)  Bodový objekt

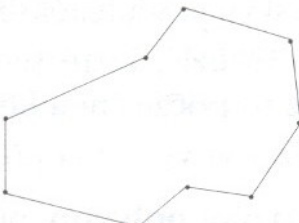
 Liniový objekt

 Plošný objekt

b)  Uzel

 Hrana

 Řetězec

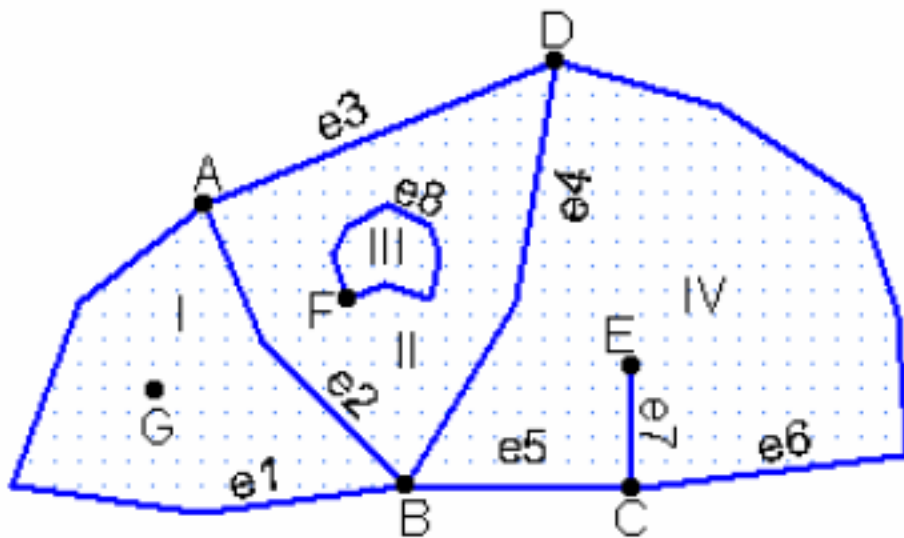
 Polygon

zpracováno podle Molenaara, 1994,
in Tuček, 1998

Spaghetti model

- starší
- linie jednotlivě – není zaznamenáno vzájemné spojení v koncích
- společné hranice polygonů jsou uloženy dvakrát
- nedostatečné pro kvalitní prostorovou analýzu

Spaghetti model



| | |
|-------------|--|
| Typ objektu | |
| Point | X, Y |
| Polyline | $X_1Y_1 X_2Y_2 \dots X_nY_n$ |
| Polygon | $X_{1,1}Y_{1,1} X_{1,2}Y_{1,2} \dots X_{1,1}Y_{1,1} \dots$ $X_{n,1}Y_{n,1} X_{n,2}Y_{n,2} \dots X_{n,1}Y_{n,1}$ |

VESELÝ, M. 2007 TopoXML –
disertační práce

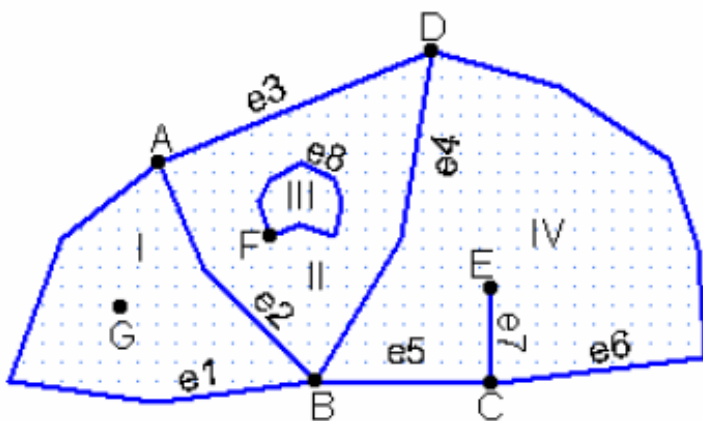
Příklad dat:

| Typ objektu | ID | Souřadnice |
|-------------|----|---|
| Point | B | 0.495751, 0.25779 |
| Polyline | e2 | 1 3 0.288952,0.546742 0.348753,0.406208 0.495751,0.25779 |
| Polygon | II | 2 6 0.288952,0.546742 0.648725,0.694051 0.607319,0.447206 0.495751,0.25779 0.348753,0.406208 0.288952,0.546742 9 0.436261,0.450425 0.474116,0.466568 0.521246,0.450425 0.529833,0.492105 0.521246,0.524079 0.476438,0.545501 0.436261,0.524079 0.420721,0.496748 0.436261,0.450425 |

Topologicko-vektorový model

- vyjadřuje vazby mezi objekty nezávisle na souřadnicích
- lze nastavit pravidla – např.
 - linie se nemohou křížit bez průsečíku (tzv. rovinná topologie)
 - polygony se nesmí překrývat
- linie – pro jednotlivé hrany se zaznamenává
 - počáteční a koncový bod
 - směr
 - levý a pravý polygon hrany
- snazší a rychlejší prostorové úlohy

Topologicko-vektorový model



Příklad dat:

| Arc ID | Begin node | End node | Left Area | Right Area |
|--------|------------|----------|-----------|------------|
| e1 | B | A | none | I |
| e2 | A | B | II | I |
| e3 | A | D | none | II |
| e4 | B | D | II | IV |
| e5 | C | B | IV | IV |
| e6 | D | C | IV | IV |
| e7 | C | E | IV | IV |
| e8 | F | F | III | II |

| Arc |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Arc ID • Begin Node • End Node • Left Area • Right Area |

| PolyLine |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Arc ID • Point ID • Pořadí |

| Area |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Area ID • Arc ID • Pořadí |

| Node |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Node ID • Point ID |

| Point |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Point ID • X • Y |

| Arc ID | Point ID | Pořadí |
|--------|----------|--------|
| e2 | b1 | 1 |
| e2 | b2 | 2 |
| e2 | b3 | 3 |
| e6 | b23 | 1 |
| e6 | b24 | 2 |
| e6 | b25 | 3 |
| e6 | b26 | 4 |
| e6 | b27 | 5 |
| e6 | b28 | 6 |
| e6 | b29 | 7 |
| e4 | b18 | 1 |
| e4 | b19 | 2 |
| e4 | b20 | 3 |

| Area ID | Arc ID | Pořadí |
|---------|--------|--------|
| I | e2 | 1 |
| I | e1 | 2 |

VESELÝ, M.
2007
TopoXML
– disertační
práce

Přednosti a nevýhody vektorové reprezentace prostorových objektů

- jednoznačné určení geometrie
- není zde limit velikost buňky rastru, plynulá změna velikosti s měřítkem
- nebezpečí použití nevhodných dat pro určité měřítko – to, že se geometrie dá neomezeně zvětšovat neznamená, že data mají nekonečně velké měřítko

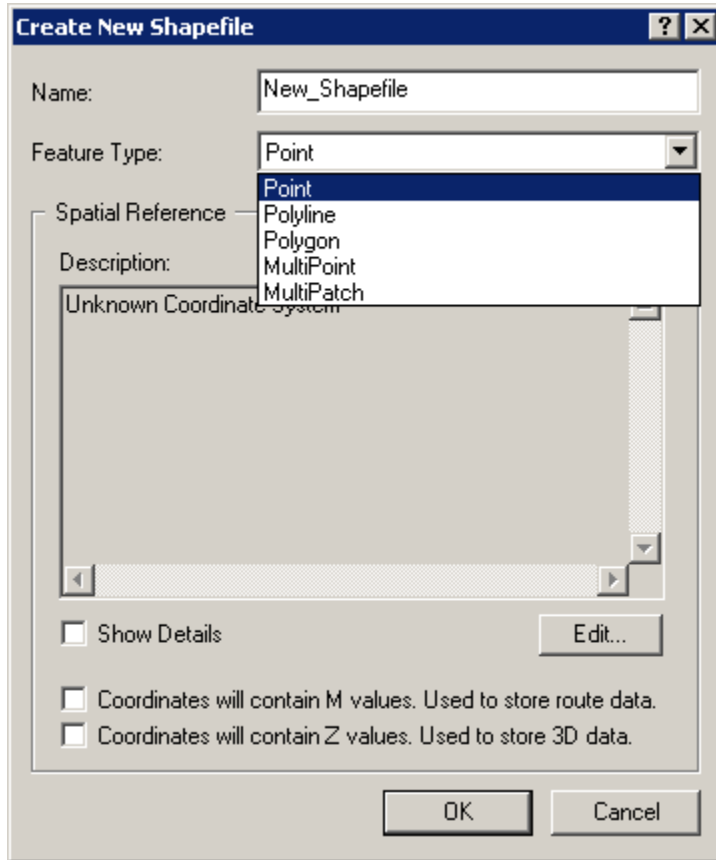
Nejčastěji užívané vektorové formáty

- ESRI Shapefile
 - <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>
- ArcInfo coverage
- MIF/MID (MapInfo) – MapInfo
- DGN (Bentley) – Microstation
- DWG (Autodesk) – AutoCAD
- CDR, AI – profesionální grafika
- SVG (Scalable Vector Graphics) – otevřený vektorový formát – popis vektorové grafiky pomocí XML

ESRI Shapefile

- Vektor
- Ukládá netopologickou geometrii a atributovou informaci
- Topologii lze vybudovat – v ArcCatalogu. Lze vybrat, která pravidla budou kontrolována.
- Geometrie je ukládána jako sada souřadnic (neumí ukládat nic jiného)
- Základ: body, linie, plochy (point, polyline, polygon)
- Dále: multipoint, multipatch

ESRI Shapefile



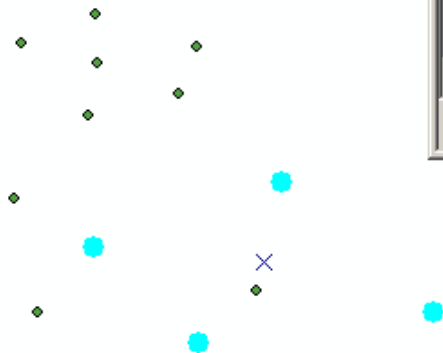
ArcGIS 9.2 Help

v geodatabázi

Multipoints

- Features that are composed of more than one point. Multipoints are often used to manage arrays of very large point collections such as LiDAR point clusters which can contain literally billions of points. Using a single row for such point geometry is not feasible. Clustering these into multipoint rows enables the geodatabase to handle massive point sets.

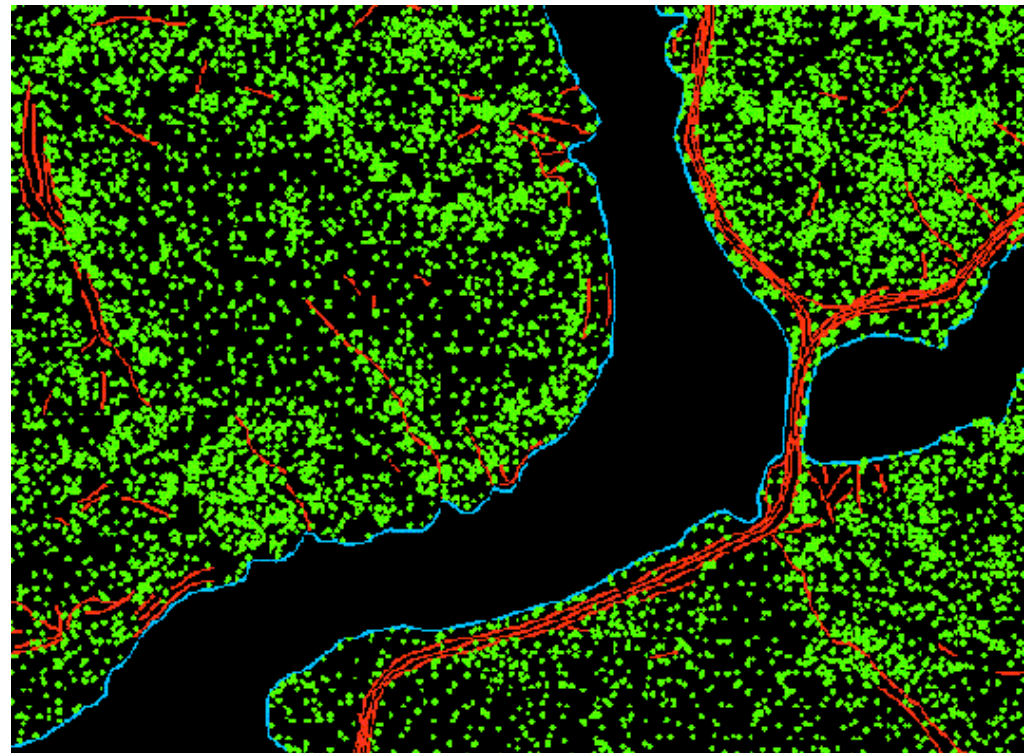
Multipoint



Attributes of mutipoint

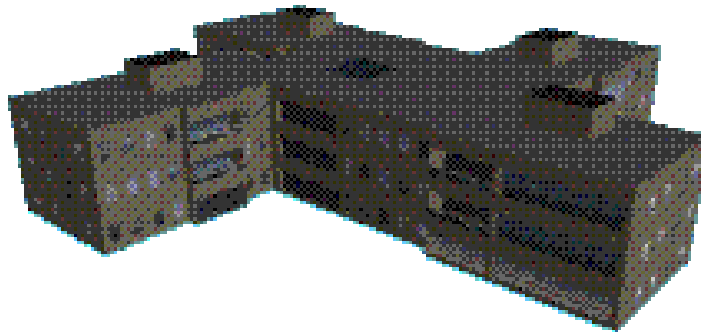
| FID | Shape * | Id |
|-----|------------|----|
| 1 | Multipoint | 12 |
| 3 | Multipoint | 15 |

Record: 2



Multipatches

- A 3D geometry used to represent the outer surface, or shell, of features that occupy a discrete area or volume in three-dimensional space. Multipatches comprise planar 3D rings and triangles that are used in combination to model a three-dimensional shell. Multipatches can be used to represent anything from simple objects, such as spheres and cubes, or complex objects, such as iso-surfaces and buildings.



ESRI Shapefile

- výhody chybějící topologie (dle ESRI)
 - rychleji se načítá
 - lze snadněji editovat
- 3 hlavní součásti datového souboru:
 - .shp – geometrie
 - .shx – indexy
 - .dbf – tabulka atributů
- další možné součásti:
 - .prj – souřadný systém
 - .sbn, .sbx – prostorové indexy
 - .shp.xml – metadata ve formátu XML

Definice projekce (*.prj) u shapefile

Lister - [K:\xxx_ArcCR\ArcCR_2-0_S-JTSK\Shapes\BAZINY.prj]

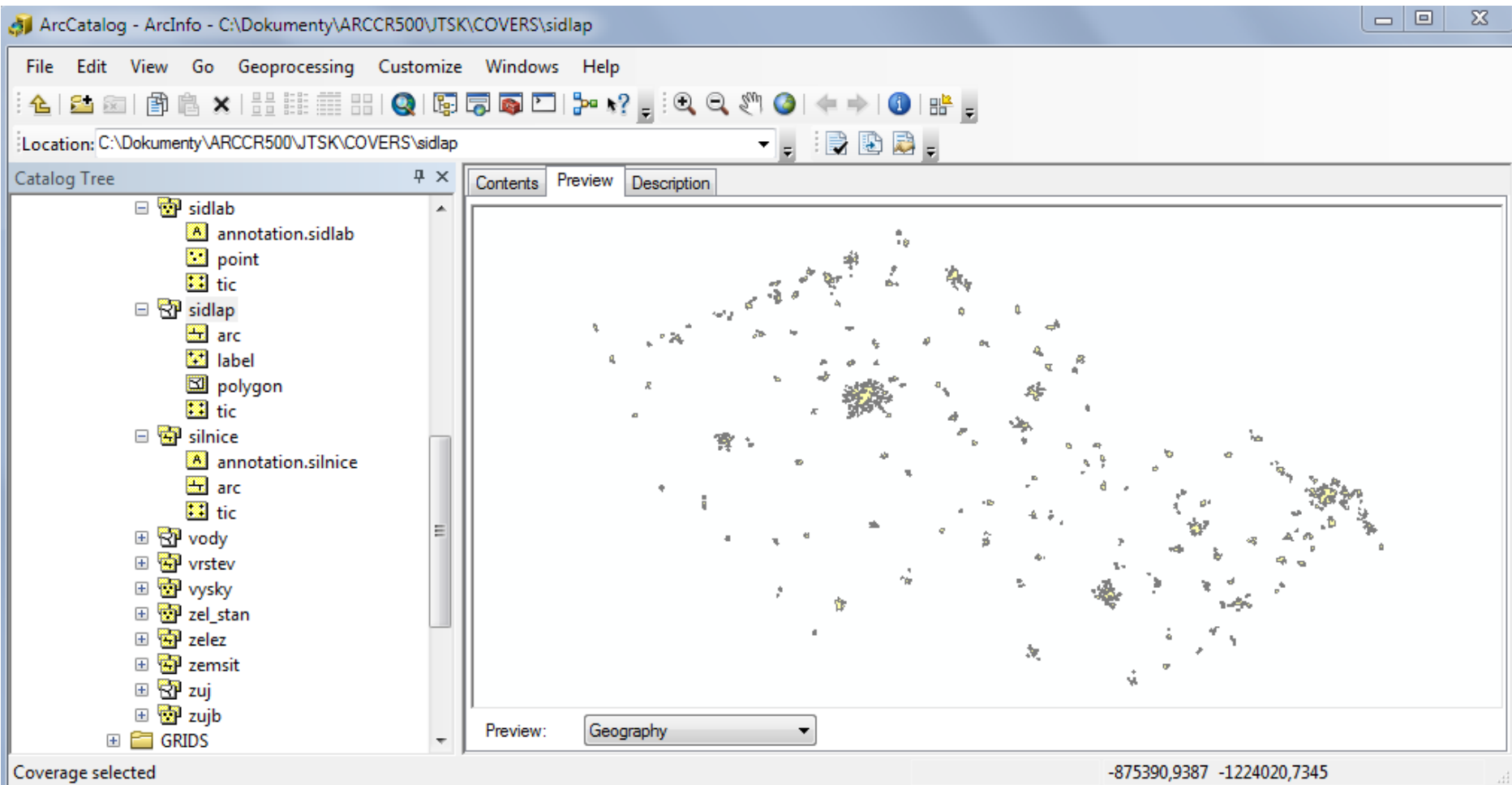
File Edit Options Help

```
PROJCS["S-JTSK_Krovak_East_North",GEOGCS["GCS_S_JTSK",DATUM["D_S_JTSK",SPHE  
ROID["Bessel_1841",6377397.155,299.1528128]],PRIMEM["Greenwich",0.0],UNIT["  
Degree",0.0174532925199433]],PROJECTION["Krovak"],PARAMETER["False_Easting"  
,0.0],PARAMETER["False_Northing",0.0],PARAMETER["Pseudo_Standard_Parallel_1"  
,78.5],PARAMETER["Scale_Factor",0.9999],PARAMETER["Azimuth",30.28813975277  
778],PARAMETER["Longitude_of_Center",24.83333333333333],PARAMETER["Latitude  
_of_Center",49.5],PARAMETER["X_Scale",-1.0],PARAMETER["Y_Scale",1.0],PARAME  
TER["XY_Plane_Rotation",90.0],UNIT["Meter",1.0]]
```


ArcInfo coverage

- další vektorový formát ArcGIS
- připraven pro topologii – ale údajně ji obsahovat nemusí
- coverage je vlastně adresář obsahující další soubory
- složitější než SHP
- polygonová vrstva obsahuje
 - soubor polygonových prvků
 - soubor liniových prvků – hran
 - soubor tic – bodový soubor reálných souřadnic
 - soubor annotation – popisky
 - soubory s atributy a další

ArcInfo coverage



Geography Markup Language (GML)

- XML gramatika definovaná OGC pro vyjádření geografických prvků
- modelovací a výměnný jazyk geografických systémů na internetu
- velmi obecný – umí polygony, linie, body, ale i coverages
- obsahuje topologii
- definice GML v roce 1999
- současná verze 3.2.1, v roce 2007 publikováno jako ISO 19136
- aplikační schémata datových specifikací INSPIRE – základní formát pro poskytování dat podle INSPIRE

Modelování objektů v GML

Silnice

nazev

D1

trida

dálnice

stred_linie

gml:Curve

spravce

ŘSD

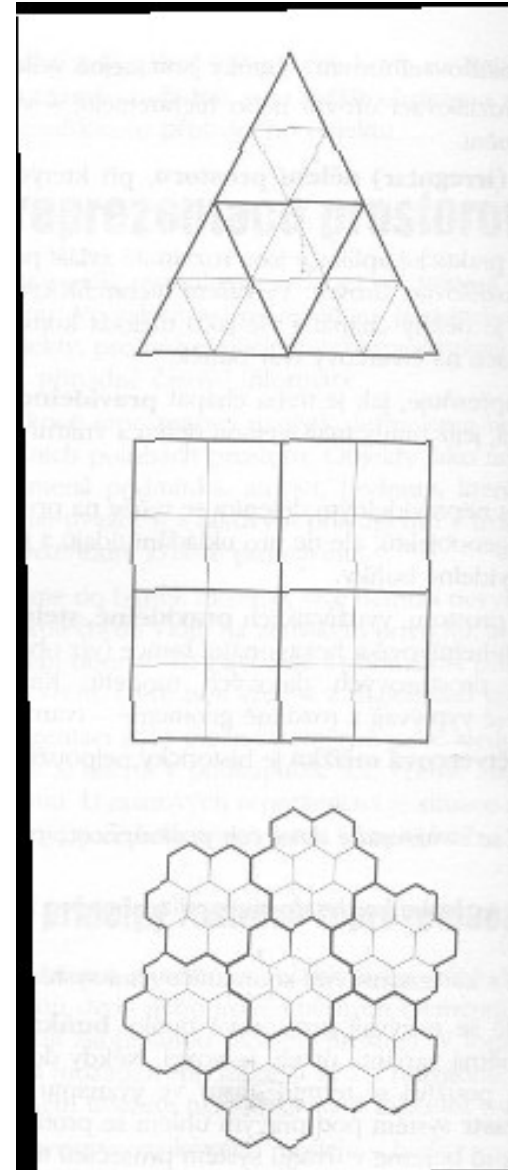
```
<Silnice gml:id="o.1f75dc">  
  <nazev>D1</nazev>  
  <trida>dálnice</trida>  
  <centerLine>  
<gml:Curve>...</gml:Curve>  
  </centerLine>  
  <spravce>ŘSD</spravce>  
</Silnice>
```

Rastrová reprezentace prostorových objektů

- Spočívá v rozdělení prostoru do pravidelné sítě, která se skládá z buněk
- Buňka představuje základní nedělitelnou prostorovou jednotku
- „Tesselation“ – tessellace, mozaika → tvar buněk
 - čtvercový
 - trojúhelníkový
 - šestiúhelníkový

Rastrová reprezentace prostorových objektů

- jen čtverec a trojúhelník možno dělit na menší díly stejného tvaru
- jen u čtverce se ale nezmění orientace
- čtvercová mřížka se proto používá nejčastěji



Čtvercová mřížka

- je kompatibilní se strukturami datových posloupností, používaných ve výpočetní technice (výpočty s maticemi, konvoluce)
- používáno pro mapovou algebru
- kompatibilita s karteziánskými souřadnicovými systémy
- jednoznačně definované sousedství
- relativně jednoduchá datová struktura
- možnost jednoduché definice prostorové reference (world file)

Nevýhody rastrové reprezentace

- velikost souborů (paměťová náročnost)
- limitující velikost buňky
 - závisí na ní vizuální kvalita i přesnost dat
- buňky mohou nést hodnotu jen jednoho atributu
- topologie na úrovni buněk, ne objektů

Definice prostorové reference

- záleží na datovém formátu
 - buď je „schovaná“ v hlavičce souboru
 - nutnost definovat v nějakém SW, kde jsme schopni editovat údaje v hlavičce

– nebo je v souboru zvlášť

- tzv. World File

```
20.17541308822119 - A
0.0000000000000000 - D
0.0000000000000000 - B
-20.17541308822119 - E
424178.11472601280548 - C
4313415.90726399607956 - F
```

\hat{A} = x-scale; dimension of a pixel in map units in x direction

B, D = rotation terms

C, F = translation terms; x,y map coordinates of the center of the upper left pixel

E = negative of y-scale; dimension of a pixel in map units in y direction

Nejčastější názvy „World files“

Examples of world file names

| Raster data file | World files |
|------------------|--------------------------|
| image.tif | image.tfw, or image.tifw |
| image.bil | image.blw or image.bilw |
| image.jpg | image.jgw or image.jpgw |
| image.raster | image.rasterw |
| image.bt | image.btw |
| image | imagew |

Nejčastější rastrové formáty

- speciálně pro GIS:
 - ESRI Grid

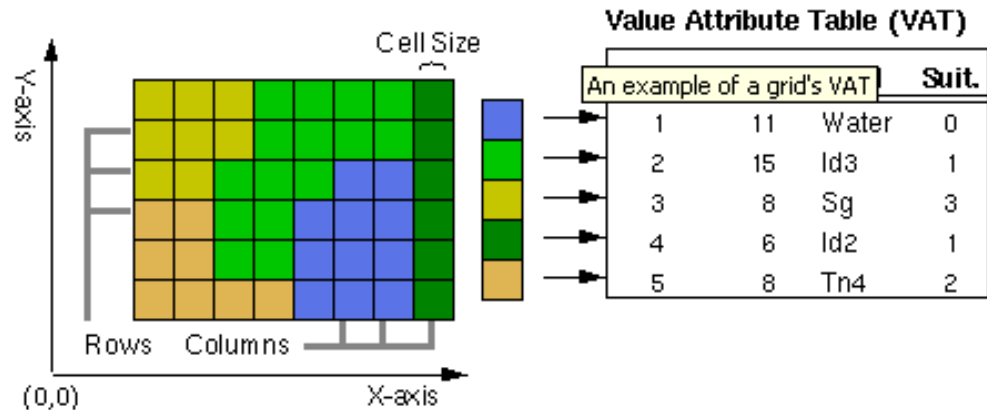
...

- obrazové formáty:

- BMP
- JPG
- TIF
- PNG
- GIF

...

- většinou se skládají z komponent RGB
- různý způsob ukládání dat, komprese



více částí:

- BND.adf – souřadnice hranic gridu
- HDR.adf – velikost buňky, komprese...
- STA.adf – statistické údaje o gridu – min, max...
- VAT.adf – počty buněk obsahující jednotlivé hodnoty
- ...

Zdroje rastrových dat

- **primární**
 - DPZ
- **sekundární**
 - metody interpolace bodových měření metody
 - rasterizace vektorových dat
 - skenování analogových dat

Import a konverze do jiných formátů

- ve většině případů se nelze spokojit jen s jedním SW, data z různých zdrojů
- robustní SW – podpora nejrůznějších formátů, možnost importu a exportu do jiného formátu
 - ArcGIS (ESRI)
 - Geomatica (PCI)
 - Geomedia (Intergraph)
 - ...
- podpora ještě neznamená, že SW s daným formátem může pracovat, většinou ho spíš „umí načíst“ a dále je nutno ho převést na jiný
- ukázka – podporované formáty v ArcGIS

ArcGIS Desktop Help

Zpět Vpřed Domů Písmo Tisk Online Help

Obsah Rejstřík Oblíbené položky Search

- Map projections and coordinate systems
- Mapping and visualization
- Editing and data compilation
- Geoprocessing
- Geoprocessing tool reference
- Geodatabases and ArcSDE
- Data management with ArcCatalog
- Data support in ArcGIS
 - An overview of data support in ArcGIS**
 - Data formats supported in ArcGIS
 - CAD data
 - Coverages
 - NetCDF: multidimensional, time series
 - Raster data
 - Shapefiles
 - Tables and attribute information
 - Terrains
 - Extensions
 - Evaluating ArcGIS Desktop extensions
 - 3D Analyst
 - ArcGIS Data Interoperability extension
 - ArcGIS Publisher
 - ArcScan
 - Geostatistical Analyst
 - Maplex
 - Network Analyst
 - Schematics
 - Spatial Analyst
 - Survey Analyst
 - Tracking Analyst
 - Getting started with Tracking Analyst
 - Working with temporal data
 - About temporal data
 - Simple and complex temporal data
 - Adding temporal data in ArcGIS
 - Adding temporal data with ArcSDE
 - Adding a tracking shapefile

Data support in ArcGIS

An overview of data support in ArcGIS

related topics

A key requirement for working with ArcGIS Desktop is the ability to work with a variety of GIS data formats, DBMS tables, and GIS Web services.

In addition to working with geodatabases, ArcView, ArcEditor, and ArcInfo support direct use of a number of GIS and tabular data formats as well as a series of geoprocessing tools that can be used to convert data into supported formats such as a geodatabase.

The remainder of this section describes the concepts and capabilities of data access and support within ArcGIS.

Working with GIS data sources in ArcGIS

| For help on | Click on these topics |
|---|--|
| CAD data sources | See CAD Data |
| ArcInfo Workstation coverage's | See Coverages |
| Using netCDF multi-dimensional and time series datasets | See netCDF |
| Working with numerous raster datasets | See What is raster data? |
| Accessing and using ESRI shapefiles | See Shapefiles |
| Working with tables and attributes | See Tables |

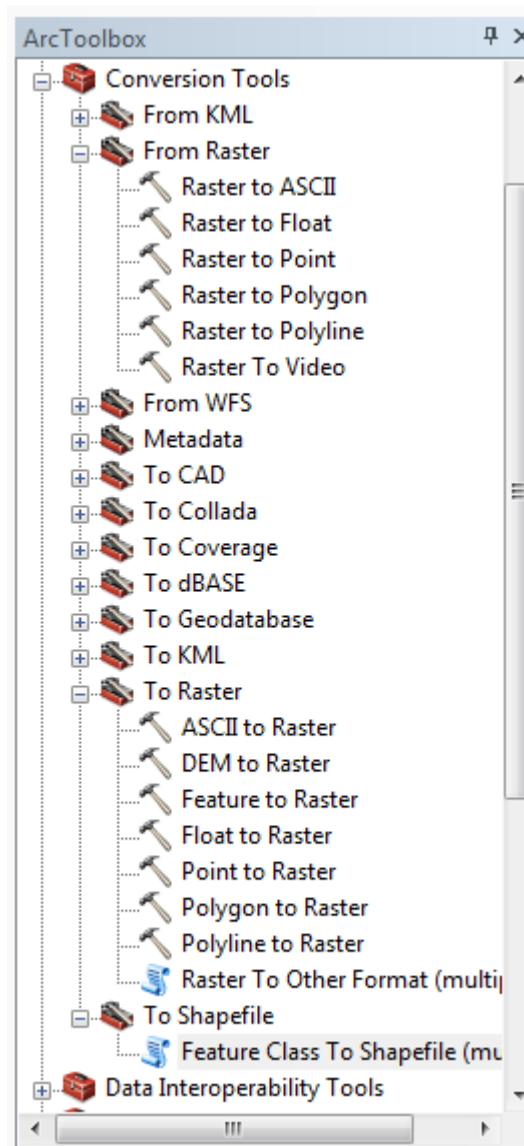
In addition, ESRI and Safe Software have integrated the Safe Software FME product into ArcGIS as an optional extension product named the [Data Interoperability Extension](#). This adds support for over 70 additional data formats that can be used directly within ArcGIS. It also gives you the ability to define new custom data sources and to define data transformation procedures that help you perform advanced data transformations between a variety of GIS and tabular data structures.

In general, most external data sources are used as feature classes or as raster data sources within ArcGIS.

Konverze vektor – rastr a opačně v ArcGIS

- toolbox Conversion
 - To Raster
 - From Raster
- polygon to raster, polyline to raster, point to raster
 - buňky ponesou hodnotu zadaného atributu
 - rozhodující je velikost buňky ve výsledném rastru
- raster to polygon, raster to polyline, raster to point
 - zvolený atribut rastru bude zapsán do atributové tabulky

Konverze vektor – rastr a opačně v ArcGIS



SOUŘADNÉ SYSTÉMY

Souřadnicové systémy používané v ČR

- S-JTSK
- S-42
- WGS 84 (UTM)
- WGS 84 (souřadnice na elipsoidu)
- Cassini-Soldnerovo zobrazení

Projected Coordinate Systems → National Grids → S-JTSK
Krovak EastNorth

S-JTSK_Krovak_East_North

Projection: Krovak

False_Easting: 0,000000

False_Northing: 0,000000

Pseudo_Standard_Parallel_1: 78,500000

Scale_Factor: 0,999900

Azimuth: 30,288140

Longitude_Of_Center: 24,833333

Latitude_Of_Center: 49,500000

X_Scale: -1,000000

Y_Scale: 1,000000

XY_Plane_Rotation: 90,000000

Linear Unit: Meter

Projected Coordinate Systems → Gauss Kruger →
Pulkovo 1942 → Pulkovo 1942 GK Zone 3

Pulkovo_1942_GK_Zone_3

Projection: Gauss_Kruger

False_Easting: 3500000,000000

False_Northing: 0,000000

Central_Meridian: 15,000000

Scale_Factor: 1,000000

Latitude_Of_Origin: 0,000000

Linear Unit: Meter

GCS_Pulkovo_1942

Datum: D_Pulkovo_1942

WGS 84 (UTM)

Projected Coordinate Systems → Utm → Wgs 1984
→ WGS 1984 UTM Zone 33N

WGS_1984_UTM_Zone_33N

Projection: Transverse_Mercator

False_Easting: 500000,000000

False_Northing: 0,000000

Central_Meridian: 15,000000

Scale_Factor: 0,999600

Latitude_Of_Origin: 0,000000

Linear Unit: Meter

GCS_WGS_1984

Datum: D_WGS_1984

WGS 84 (souřadnice na elipsoidu)

Geographic Coordinate Systems → World →
WGS 1984

GCS_WGS_1984

Datum: D_WGS_1984

Odlišný zápis souřadnic

▶ S-JTSK

-594855,719 -1153740,493 Meters

▶ S-42

3585092,114 5294787,686 Meters

▶ WGS 84 (UTM)

545839,132 5478846,32 Meters

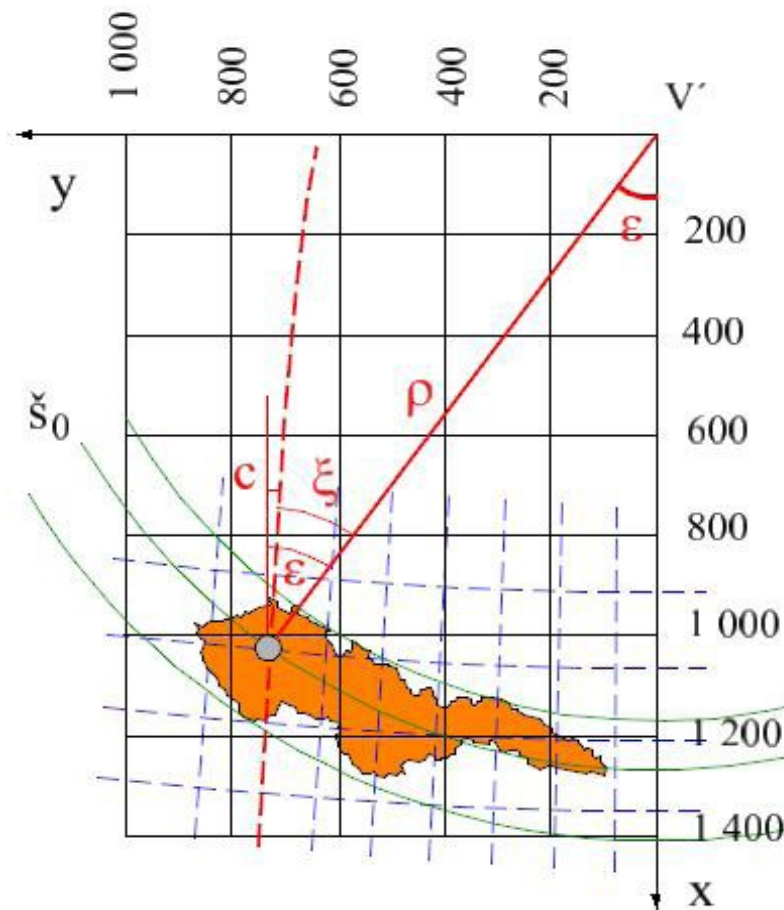
▶ WGS 84

(souřadnice na elipsoidu)



14°28'4,851"E 49°56'37,385"N

Konformní kuželové zobrazení v obecné poloze - Křovákovo



Kartografické souřadnice (\check{S} , D) se zobrazí na kuželovou plochu jako polární souřadnice (R , D').

Převod polárních souřadnic (R , D') na pravoúhlé rovinné souřadnice (X , Y).

Počátek rovinných souřadnic X , Y leží ve vrcholu zobrazovacího kužele, směr osy X je k jihu, směr osy Y směřuje k západu.

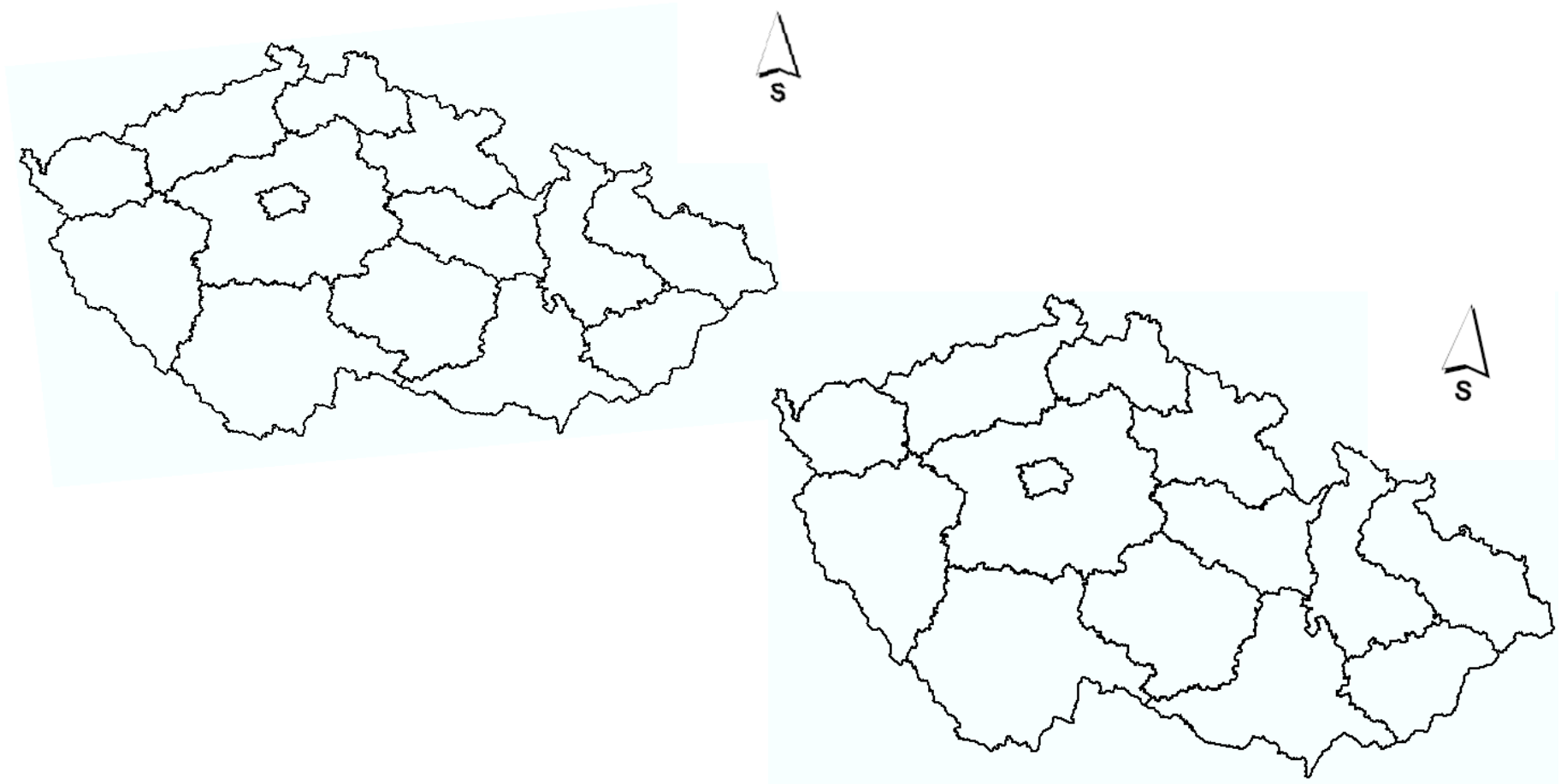
Všechny souřadnice X , Y jsou na území ČR kladné.

Osa X leží v základním poledníku.

Hodnota meridiánové konvergence v ČR je $4^{\circ}28' - 9^{\circ}35'$. Roste směrem na západ.

$C = 0,008257 * Y + 2,373 * (Y/X)$.

Důsledky Křivákovy zobrazení



S-JTSK Krovak x S-JTSK Krovak EastNorth

Projected Coordinate Systems

- National Grids
- S-JTSK Krovak

S-JTSK_Krovak

Projection: Krovak

False_Easting: 0,00000000

False_Northing: 0,00000000

Pseudo_Standard_Parallel_1:
78,50000000

Scale_Factor: 0,99990000

Azimuth: 30,28813975

Longitude_Of_Center: 24,83333333

Latitude_Of_Center: 49,50000000

X_Scale: 1,00000000

Y_Scale: 1,00000000

XY_Plane_Rotation: 0,00000000

Linear Unit: Meter

Projected Coordinate Systems

- National Grids
- S-JTSK Krovak EastNorth

S-JTSK_Krovak_East_North

Projection: Krovak

False_Easting: 0,000000

False_Northing: 0,000000

Pseudo_Standard_Parallel_1:
78,500000

Scale_Factor: 0,999900

Azimuth: 30,288140

Longitude_Of_Center: 24,833333

Latitude_Of_Center: 49,500000

X_Scale: -1,000000

Y_Scale: 1,000000

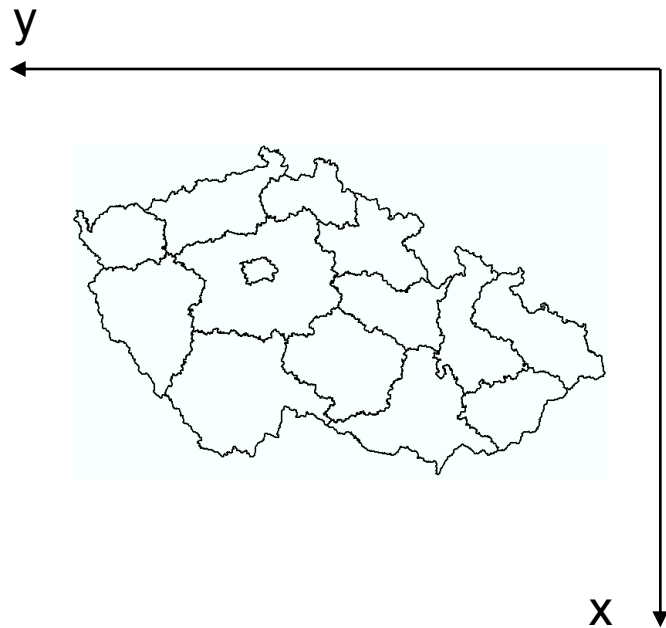
XY_Plane_Rotation: 90,000000

Linear Unit: Meter

S-JTSK Krovak x S-JTSK Krovak EastNorth

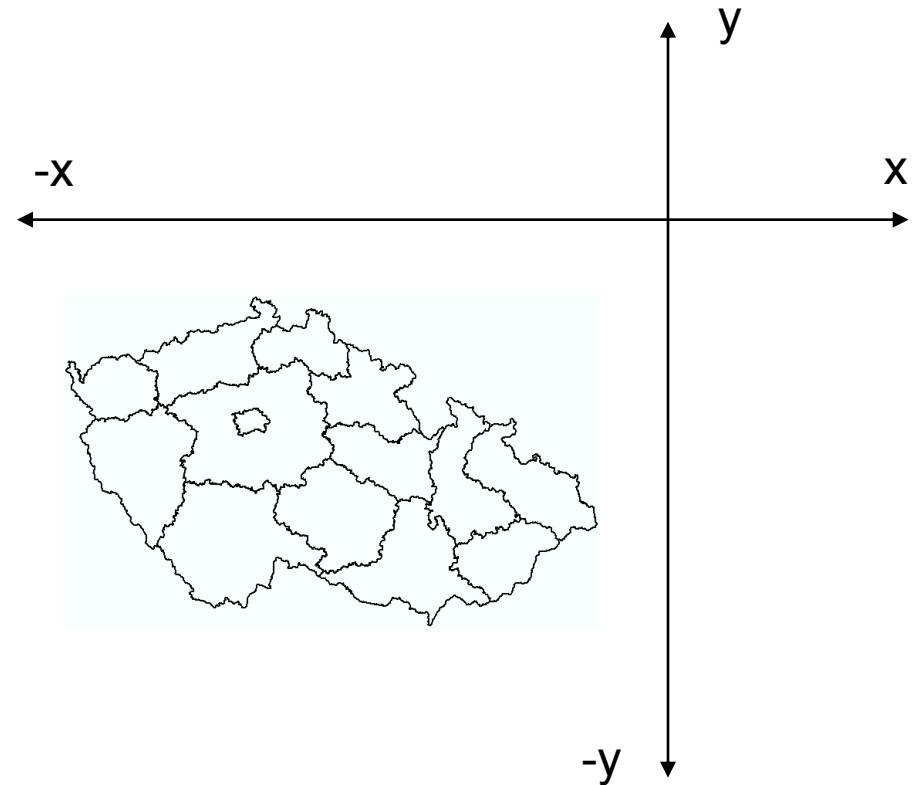
Projected Coordinate Systems

- National Grids
- S-JTSK Krovak



Projected Coordinate Systems

- National Grids
- S-JTSK Krovak EastNorth



S-JTSK Krovak x S-JTSK Krovak EastNorth

Převod dat z „pravého“ do upraveného
Křováka – např. kvůli analýze v ArcGIS:

- ručně
 - přehodit x a y souřadnici
 - vynásobit souřadnice koeficientem -1
- nástroj Project v ArcGIS