

# APLIKOVANÁ GEOINFORMATIKA II

## GPS; formáty prostorových dat: import, konverze



RNDr. Tomáš ŘEZNÍK, Ph.D.


Aplikovaná geoinformatika

Laboratoř geoinformatiky a kartografie 

# GPS

## Global Positioning System (GPS)

- Globální polohový systém, brněnsky „Gde proboha su“
- Dnes GPS ekvivalentem projektu NAVSTAR
  - projekt americké armády, dnes se označuje jen jako GPS
  - pasivní radiový systém primárně pro rychle se pohybující objekty; využití tzv. Dopplerova jevu
  - vývoj zahájen na počátku 70. let, plně funkční 1993
- Systém GPS se skládá ze tří segmentů (podsystemů):
  - Kosmický (32 družic – 24 operačních, 3 záložní, 5 na Zemi)
  - Řídicí (5 základních stanic poblíž rovníku)
  - Uživatelský (vlastní GPS přístroje jednotlivých uživatelů)

Aplikovaná geoinformatika 

## Kosmický segment GPS

- Družice ve výšce 20 180 km nad Zemí
- Doba oběhu 11 hodin 58 minut
- Životnost družice 7 – 10 let
- Družice obsahuje: přijímač, vysílač, atomové hodiny, aj.

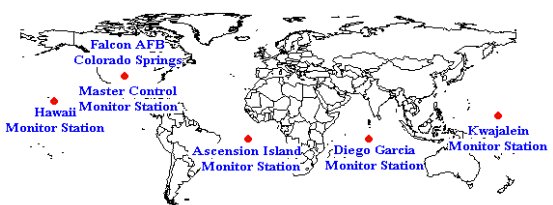



Aplikovaná geoinformatika 


## Řídicí segment GPS

- 5 monitorovacích stanic na Zemi (non-stop)
- Vytváří tzv. efemeridy (informace o polohách družic)
- Kromě 5-ti oficiálních i několik nezávislých

Peter H. Dana 5/27/95





Global Positioning System (GPS) Master Control and Monitor Station Network

Aplikovaná geoinformatika 

## Uživatelský segment GPS

- GPS přijímače jednotlivých uživatelů
- „Jen“ zjišťuje čas příjmu signálu min. 3 (resp. 4 družic)
- Hlavní odlišnosti přístrojů:
  - počet přijímaných kanálů (obvykle 6 – 12)
  - maximální měřitelnou rychlostí pohybu (200 – 2000 km · h<sup>-1</sup>)
  - filtry na polohu (typicky autonavigace)
  - připojení externí antény
  - výdrž baterií/rychlost procesoru/počet uložených bodů/tras...



Aplikovaná geoinformatika 

## Data z GPS

- V případě samotné GPS je výstupem textový soubor
  - import tohoto souboru do ArcGIS 9.2 je součástí cvičení
- V případě kombinace PDA a GPS pak i jiný formát (jako např. shapefile)
  - práce s PDA obsahujícím integrovaný GPS modul v terénních cvičeních

```
#PRMC:0.000000:0.0:V:394.9:26.668:N:07583.22111:W:..:010114.012.4:4:W:72
#PRMC:0.000000:0.0:V:394.9:26.668:N:07583.22111:W:..:010114.012.4:4:W:72
#PRMC:0.000000:0.0:V:394.9:26.668:N:07583.22111:W:..:010114.012.4:4:W:72
#PRMC:0.000000:0.0:V:394.9:26.668:N:07583.22111:W:..:010114.012.4:4:W:72
#PRMC:0.000000:0.0:V:394.9:26.668:N:07583.22111:W:..:010114.012.4:4:W:72
#PRMC:0.000000:0.0:V:394.9:26.668:N:07583.22111:W:..:010114.012.4:4:W:72
#PRMC:0.000000:0.0:V:394.9:26.668:N:07583.22111:W:..:010114.012.4:4:W:72
#PRMC:0.000000:0.0:V:394.9:26.668:N:07583.22111:W:..:010114.012.4:4:W:72
#PRMC:0.000000:0.0:V:394.9:26.668:N:07583.22111:W:..:010114.012.4:4:W:72
```

Track	Day	1	6/9/2008	8:57:39 AM	5:03:51	36.3 mi	7 mph						
Header	Position	Time	Altitude	Depth	Leg	Length	Leg	Time	Leg	Speed	Leg	Course	
N06	33 392 W097		25 612	6/9/2008	8:57:39 AM	-14 #							
N06	33 406 W097		25 695	6/9/2008	8:58:00 AM	-7 #	125 #		0:00:21	4 mph	47-		
N06	33 418 W097		25 677	6/9/2008	8:58:20 AM	-9 #	119 #		0:00:26	4 mph	54-		
N06	33 426 W097		25 563	6/9/2008	8:58:35 AM	-12 #	93 #		0:00:15	4 mph	59-		
N06	33 425 W097		25 546	6/9/2008	8:58:54 AM	-15 #	110 #		0:00:19	4 mph	57-		
N06	33 45 W097		25 535	6/9/2008	8:59:46 AM	-15 #	105 #		0:00:54	1.3 mph	34		
N06	33 45 W097		25 517	6/9/2008	9:00:10 AM	-17 #	117 #		0:00:22	4 mph	55-		
N06	33 45 W097		25 512	6/9/2008	9:01:38 AM	-17 #	143 #		0:01:10	6 mph	54		

Aplikovaná geoinformatika



## 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

Aplikovaná geoinformatika



## 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
- topologicko-vektorový model vs. spaghetti model

Aplikovaná geoinformatika



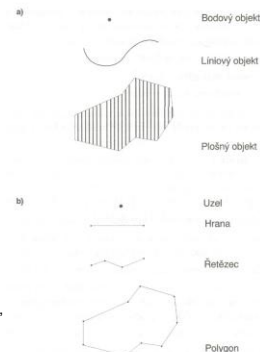
## Přednosti a nevýhody vektorové reprezentace prostorových objektů

- jednoznačné určení geometrie
- není zde limit velikost buňky rastru, plynulá změna velikosti s měřítkem
- nebezpečí použití nevhodných dat pro určité měřítko
- explicitní topologie
- ...

Aplikovaná geoinformatika



## Geometrické a topologické chápání elementů vektorové prostorové reprezentace

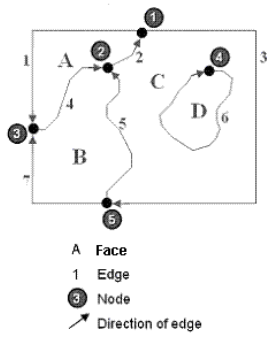


(zpracováno podle Molenaar, 1994, in Tuček, 1998)

Aplikovaná geoinformatika



## Topologické elementy a jejich vztahy



ArcGIS 9.2 Help

Aplikovaná geoinformatika



## Nejčastěji užívané vektorové formáty

- ESRI Shapefile, Arc/INFO Coverage  
– <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>
- SVG (*Scalable Vector graphics*)
- MIF/MID (MapInfo)
- DGN (Bentley) – Microstation
- DWG, DXF, DXB, SLD (Autodesk) – AutoCAD  
– CAD systémy
- CDR, AI  
– profesionální grafika
- VPF (vector product format)

Aplikovaná geoinformatika



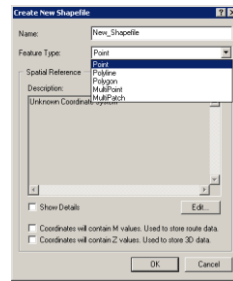
## ESRI Shapefile

- Vektor
- Ukládá netopologickou geometrii a atributovou informaci
- Topologii lze vybudovat
- Geometrie je ukládána jako sada souřadnic vektoru (neumí ukládat nic jiného)
- Základ: body, linie, plochy (point, polyline, polygon)
- Dále: multipoint, multipatch

Aplikovaná geoinformatika



## ESRI Shapefile



ArcGIS 9.2 Help

v geodatabázi

Aplikovaná geoinformatika



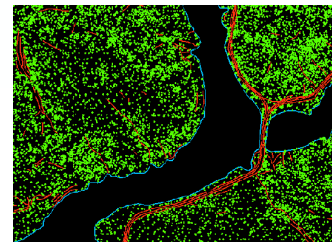
## Multipoints

- 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.

Aplikovaná geoinformatika



## Multipoint



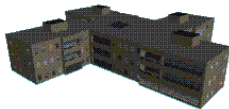
Aplikovaná geoinformatika

ArcGIS 9.2 Help



## 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.



Aplikovaná geoinformatika



## 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
  - .sbn, .sbx – prostorové indexy
  - .shp.xml – metadata ve formátu XML

Aplikovaná geoinformatika



## Definice projekce (\*.prj) u shapefile

```
PrjLister - (K:\work_ArcCER\ArcCER_Z-0_5-JTSK\Shapes\BAZINY.prj)
File Edit Options Help
PROJCS["S-JTSK_Krovak_East_North",GEOGCS["EPS_S_JTSK",DATUM["D_S_JTSK",SPHE
ROID["Bessel_1841",6377897.155,299.1528128]],PRIME["Greenwich",0.0],UNIT["
Degree",0.0174532925199433]],PROJECTION["Krovak"],PARAMETER["False_Easting"
,0.0],PARAMETER["False_Northing",0.0],PARAMETER["Pseudo_Standard_Parallel_1"
,79.5],PARAMETER["Scale_Factor",0.9999],PARAMETER["Azimuth",90.26813075277
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]]
```

Aplikovaná geoinformatika



## 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

Aplikovaná geoinformatika



## Čtvercová mřížka – GRID / RASTR\*

\* systém pod pravým úhlem se protínajících čar, které ohraničují jednotlivé buňky

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

Aplikovaná geoinformatika



## 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

Aplikovaná geoinformatika



## 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
0.00000000000000 - D
0.00000000000000 - B
-20.17541308822119 - E
424178.11472601280548 - C
4313415.90726399607956 - F
    
```

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

Aplikovaná geoinformatika



## Nejčastější názvy „World files“

### Examples of world file names

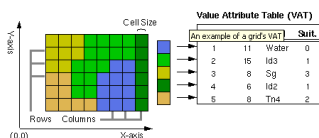
Raster data file	World files
image.tif	image.tfw, or image.tifw
image.bil	image.blw or image.bilw
image.jpg	image.jgw or image.jpgw
image.raster	image.rasterw
image.bt	image.btw
image	imagew

Aplikovaná geoinformatika



## Nejčastější rastrové formáty

- např. ESRI Grid
- Obrazové formáty:
  - BMP
  - JPG
  - TIF
  - PNG
  - GIF
  - ECW
  - ...
  - většinou se skládají z komponent RGB
  - různý způsob ukládání dat, komprese



Aplikovaná geoinformatika



## Zdroje rastrových dat

- primární (obrazová data DPZ)
- sekundární
  - metody interpolace bodových měření metody
  - rasterizace vektorových dat
  - skenování analogových dat

Aplikovaná geoinformatika



## 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

Aplikovaná geoinformatika



The screenshot shows the ArcGIS Desktop Help window. The main content is titled 'Data support in ArcGIS' and provides an overview of data support in ArcGIS. It lists various data sources and the tools used to work with them. The text includes:

**An overview of data support in ArcGIS**

A key requirement for working with ArcGIS Desktop is the ability to work with a variety of GIS data formats, ESRI 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 <a href="#">CAD Data</a>
ArcInfo Workstation coverage's	See <a href="#">Coverages</a>
Using netCDF multi-dimensional and time series datasets	See <a href="#">netCDF</a>
Working with numerous raster datasets	See <a href="#">What is raster data?</a>
Accessing and using ESRI shapefiles	See <a href="#">Shapefiles</a>
Working with tables and attributes	See <a href="#">Tables</a>

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.

Aplikovaná geoinformatika



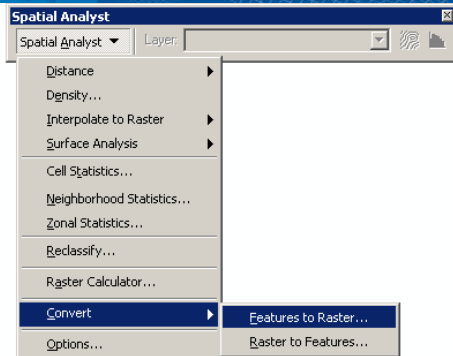
## Konverze vektor – rastr a opačně

- nástroje **Spatial Analyst** v ArcMapu
- vektor to raster
  - buňky nesou hodnotu zadaného atributu
  - rozhodující je velikost buňky ve výsledném rastru
- raster to vector
  - polygony jsou tvořeny ze skupin buněk, které mají stejnou hodnotu

Aplikovaná geoinformatika



## Konverze rastr – vektor v ArcGISu



Aplikovaná geoinformatika



## Souřadnicové systémy (nejen našeho území)

- S-JTSK
  - S-42
  - WGS 84 (UTM)
  - WGS 84 (souřadnice na elipsoidu)
- Projected Coordinate Systems → National Grids → S-JTSK Krovak EastNorth
- Geographic Coordinate Systems → World → WGS 1984
- GCS\_WGS\_1984 Datum: D\_WGS\_1984
- Projected Coordinate Systems → Utm → Wgs 1984 → WGS 1984 UTM Zone 33N
- Projected Coordinate Systems → Gauss Kruger → Pulkovo 1942 → Pulkovo 1942 GK Zone 3
- 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
- S-JTSK Krovak\_East\_North  
Projection: Krovak  
False\_Easting: 0,000000  
False\_Northing: 0,000000  
Pseudo\_Standard\_Parallel\_1: 70,500000  
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
- 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

## Odlíšný 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)

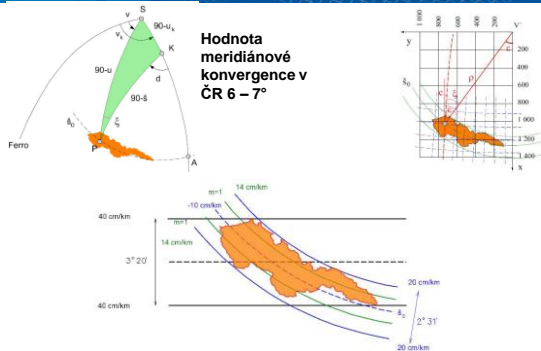


14°28'4,851"E 49°56'37,385"N

Aplikovaná geoinformatika



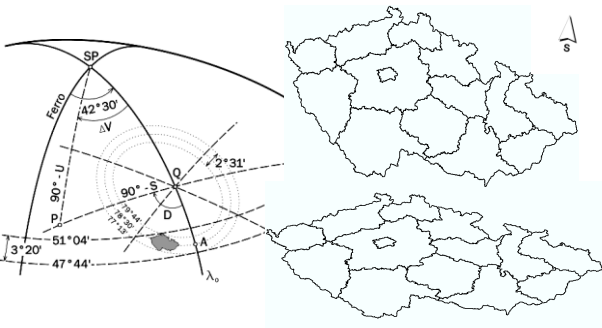
## Jednoduché kuželové zobrazení - Křovákovo



Aplikovaná geoinformatika



## Důsledky Křovákova zobrazení



Aplikovaná geoinformatika

