

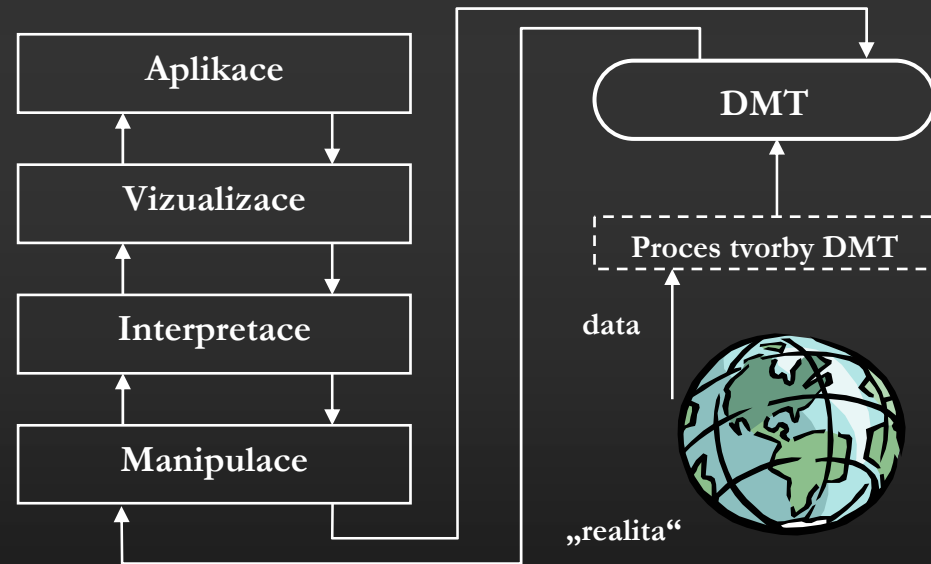
# GIS

Cvičení 6.

DMT

# Digitální modely terénu

- digitální zpracování prostorových geografických informací
- prostorový geometrický popis reliéfu terénu
- na tomto reliéfu lze dále modelovat a popisovat nejrůznější informace
- poskytují možnost pro modelování, analyzování a zobrazování úkazů souvisejících s topografií a reliéfem terénu



# Digitální modely terénu

## Zdroje dat:

### Pozemní měření

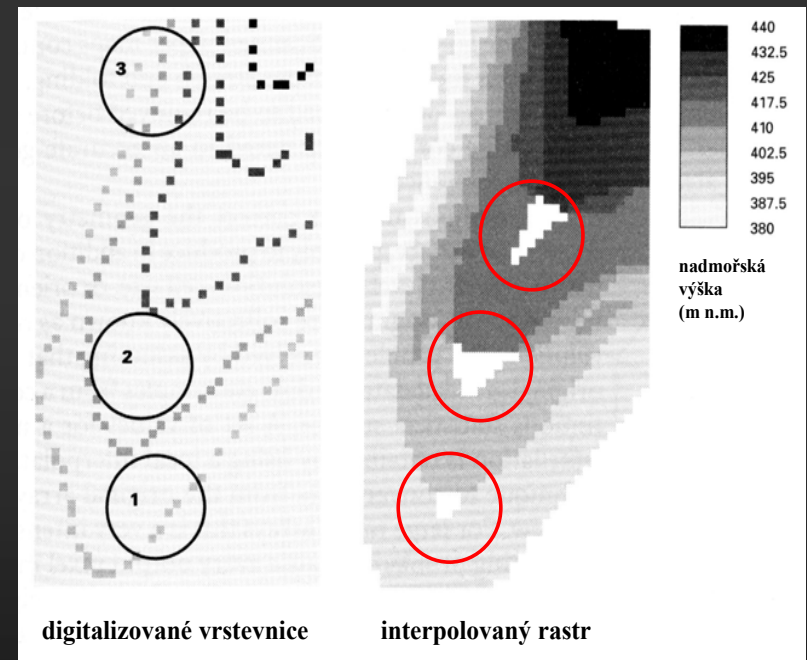
- geodetická měření
- družicové polohové systémy

### Dálkový průzkum Země

- fotogrammetrie
- radarové snímání
- laserové snímání

### Existující digitální a analogová data

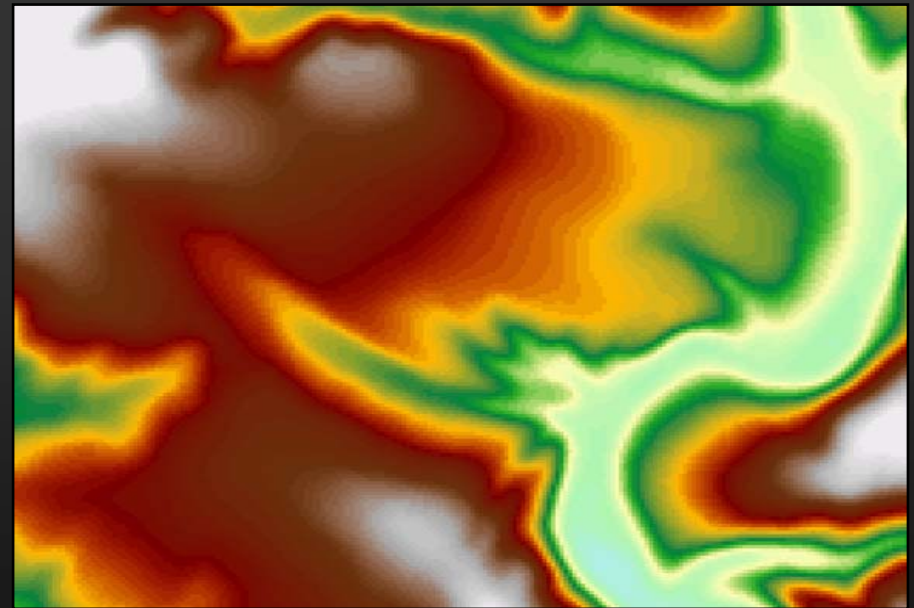
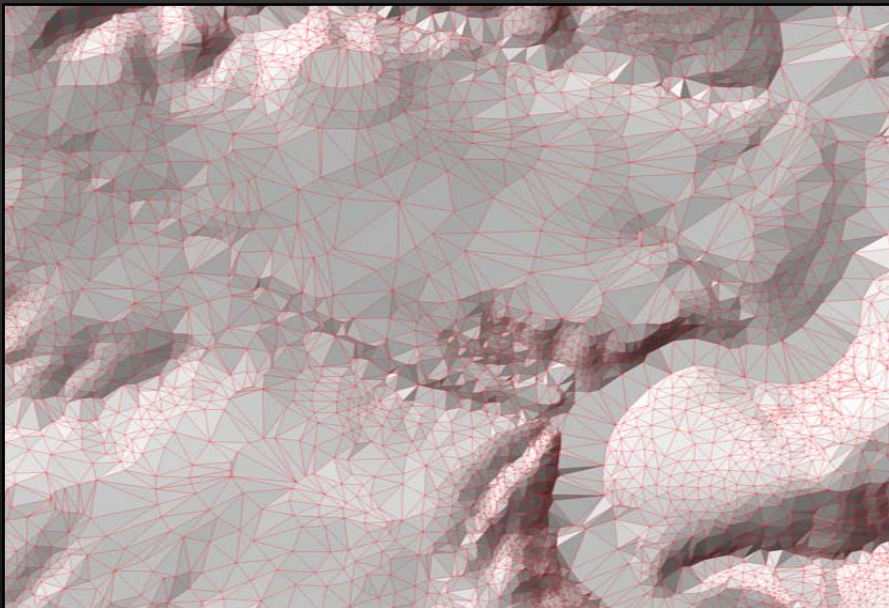
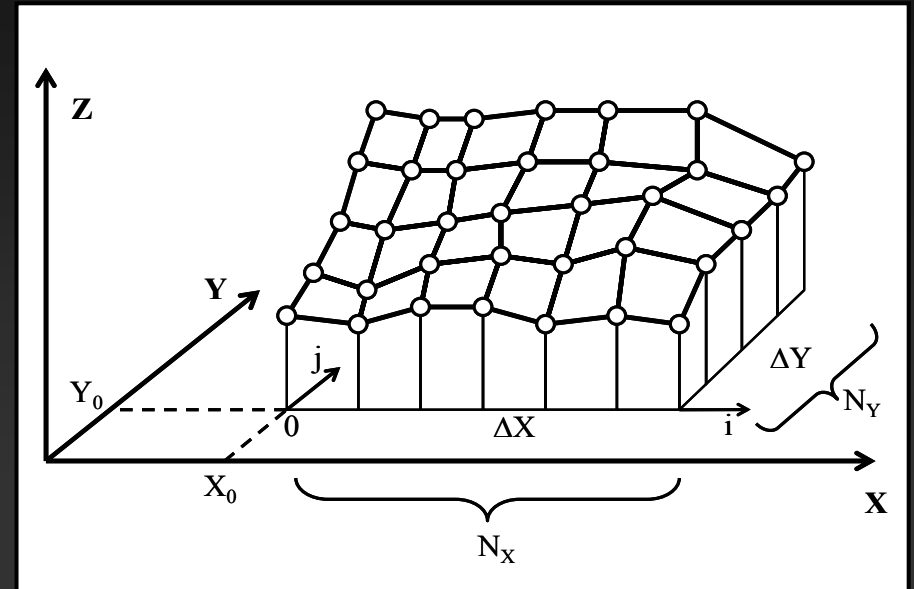
- ZABAGED
- DMÚ 25
- OPRL
- a další...



# Digitální modely terénu

## Datové reprezentace:

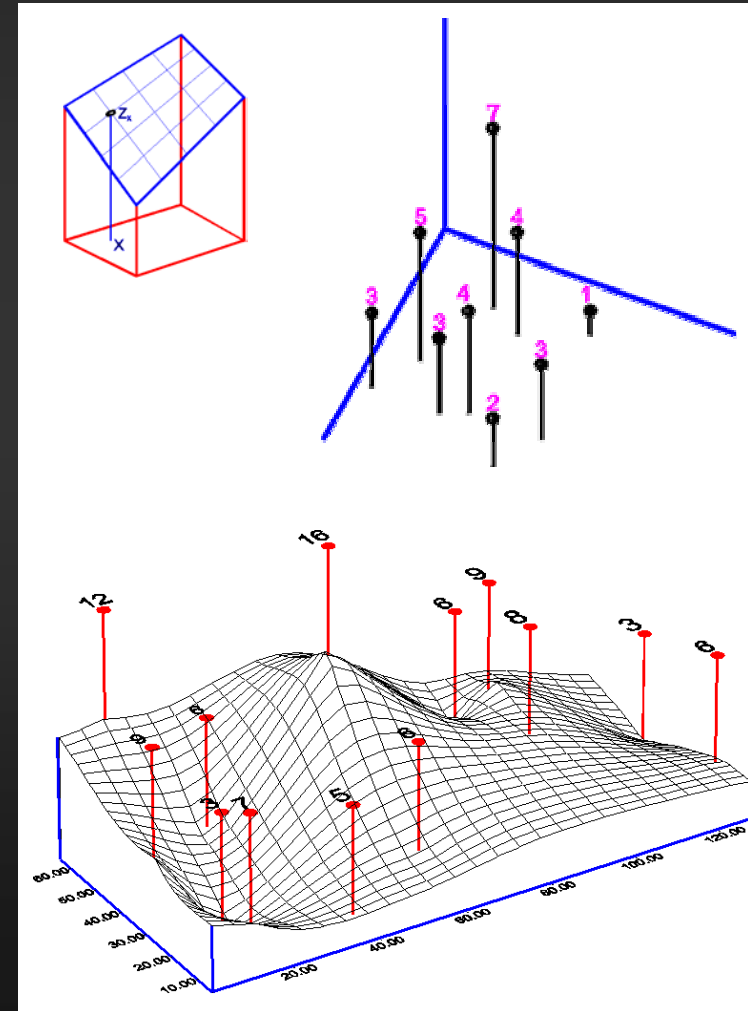
- Rastrový model
- Polyedrický model
- Plátový model



# Digitální modely terénu

## Interpolace:

- vážený průměr
- metoda inverzních vzdáleností (IDW)
- triangulace (s lineární interpolací)
- Thiessenovy (Dirichlet, Voronoi) polygony
- metoda minimální křivosti (spline funkce)
- metoda radiálních funkcí
- Fourierova analýza
- geostatistické metody (krigování)
- podmíněná stochastická simulace





# Digitální modely terénu

## Analýzy:

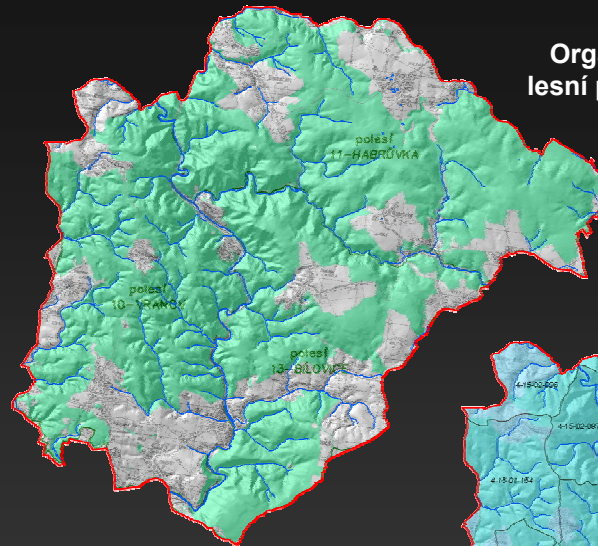
### Obecné geomorfometrické analýzy:

- Sklonitost
- Expozice
- Reflektance
- Zakřivení

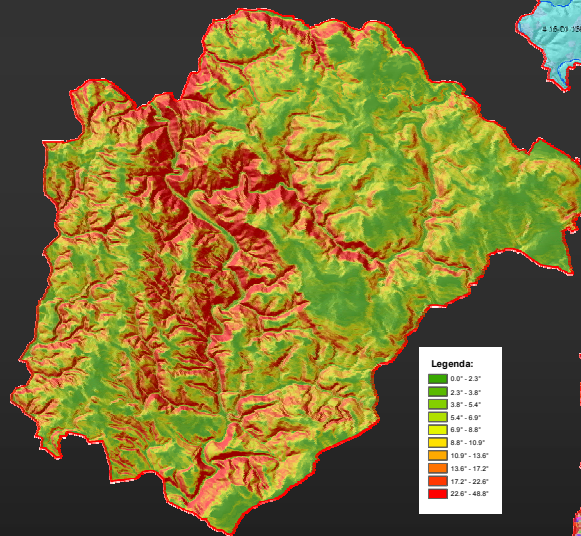
### Specifické geomorfometrické analýzy:

- Tvary terénu
- Odtok
- Povodí
- Viditelnost

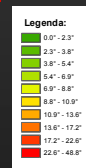
Organizační členění a  
lesní pozemky ŠLP Křtiny



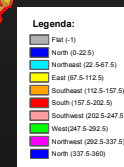
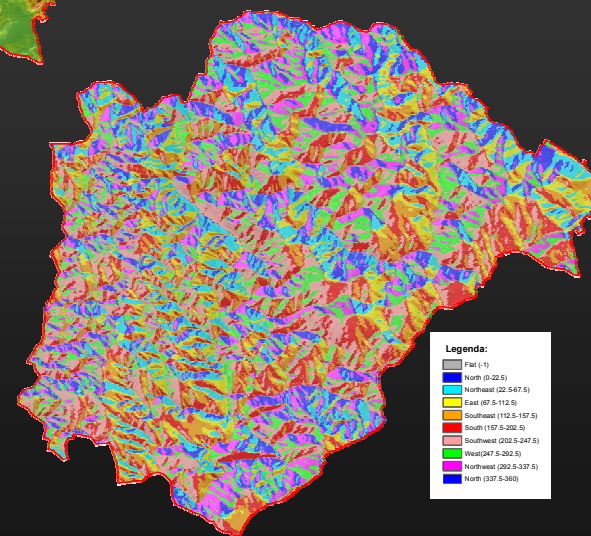
Vymezení povodí  
na území ŠLP Křtiny  
a jejich identifikace



Sklonitost terénu  
ŠLP Křtiny

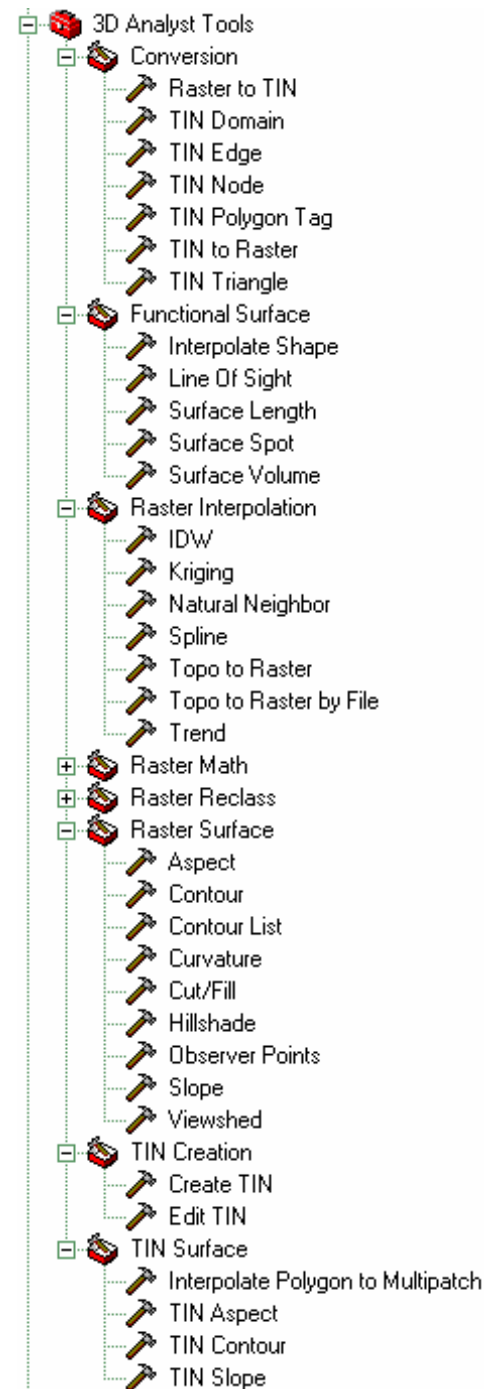


Expozice terénu  
ŠLP Křtiny



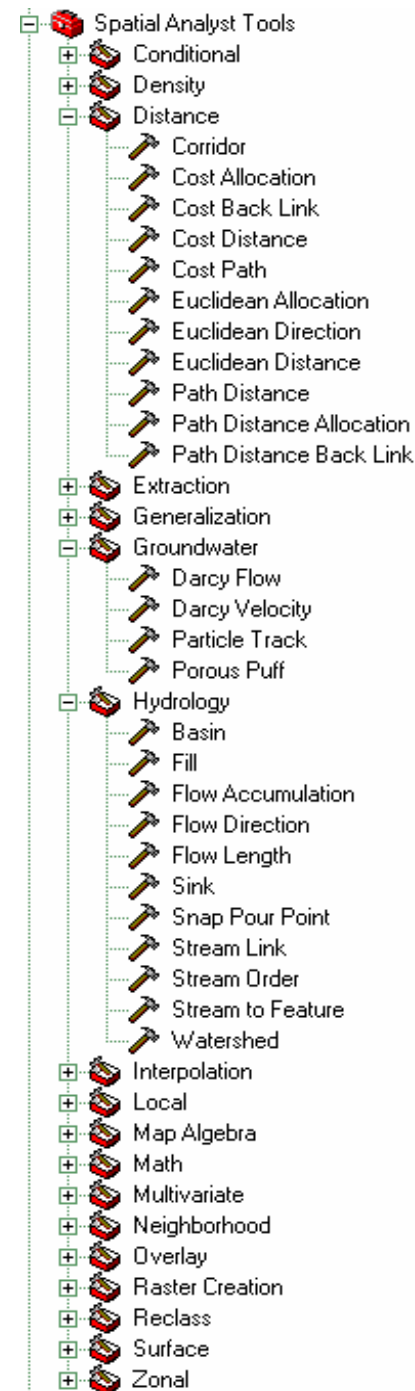
## ArcGIS 3D Analyst

je zaměřen na tvorbu, analýzu a zobrazení dat ve 3D. Poskytuje jak nástroje pro interpolaci rástrových povrchů (**Raster Interpolation**), tak možnosti pro konstrukci TIN (**TIN Creation**). Jako jediný z nástaveb umožňuje pracovat s TIN strukturou – konverze na rastr včetně práce s jednotlivými částmi této struktury (Conversion), a dále výpočty sklonu, expozice a vrstevnic z TIN (**TIN Surface**). Součástí jsou i nástroje pro mapovou algebru (Raster Math), reklasifikaci rastrů (Raster Reclass) a analýzu DMT. Sem patří výpočty sklonu, expozice, křivosti, stínovaného reliéfu, extrakce vrstevnic (Raster Surface) a analýzy viditelnosti (Raster Surface, Functional Surface).



## ArcGIS Spatial Analyst

umožňuje vytvářet a zpracovávat data v rastrovém formátu a provádět jejich analýzy i v kombinaci s vektory. K dispozici jsou sice stejné metody interpolace povrchů (**Interpolation**), mapové algebry (Math, Map Algebra, Overlay), reklasifikace (Reclass) a základních analýz DMT (**Surface**) jako v 3D Analystu, ale možnosti dalších specifických analýz jsou podstatně širší. Je zde možné provádět distanční analýzy (Distance), analýzy hustoty (Density) a statistické výpočty v rastru (Local, Zonal, Neighborhood). Dále jsou velmi propracovány hydrologické analýzy (Hydrology) – výpočty směrů odtoku, akumulovaného odtoku, definování povodí k dílčí části toku nebo k bodu, označování řádů a délek pro jednotlivé části toku, včetně možnosti odstranění bezodtokých depresí a také zcela ojediněle možnosti modelování podpovrchových vod (Groundwater).





## Nástroj **IDW**

- interpolace vektorových bodových dat metodou inverzních vzdáleností
- modifikace mocniny vzdálenosti (power) a způsobu prohledávání okolí pro interpolaci (variabilně nebo fixně)
- možnost zadání „bariér“

## Nástroj **Kriging**

- interpolace vektorových bodových dat
- varianty Ordinary kriging a Universal kriging
- možnosti výběru modelu semivariogramu a jeho parametrů

## Nástroj **Spline**

- interpolace vektorových bodových dat metodou minimální křivosti
- interpolovaný povrch musí procházet vstupními body a jeho zakřivení bude minimální
- varianty „Regularized” a „Tension” – obě metody interpolují povrch po blocích (regionech), v závislosti na zadaném minimálním počtu bodů
- nelze modelovat žádné singularity terénu

**TIN** je možné vytvořit z bodového pole a dále definovat zlomové linie (singularity). Tímto způsobem linií definovat tzv. „hard breaklines“ nebo tzv. „soft breaklines“. Kromě linií mohou vstupovat do TIN i polygony. Dále lze z vytvořené TIN struktury vyjmout jednotlivé prvky (hrany, vrcholy, trojúhelníky), konvertovat TIN na rastr a naopak a také odvodit z triangulace vrstevnice, sklony a expozice.

Nástroj **Trend** je zde k dispozici varianta „Linear” a „Logistic”. Varianta „Linear” poskytuje polynomiální regresi metodou nejmenších čtverců. Varianta „Logistic” je použitelná pro nelineární predikci přítomnosti nebo absence určitého fenoménu. **Natural Neighbor** vytváří Thiessenovy polygony z vektorových bodových dat.

## Nástroj **Topo to Raster**

- Specificky navržen pro vytvoření hydrologicky korektního DMT
- Interpolační metoda se zakládá na programu ANUDEM verze 4.6.3.
- Algoritmus je primárně přizpůsoben pro práci s vrstevnicovými daty a základní úvaha vychází z předpokladu, že hlavním faktorem, který modeluje tvar terénu, jsou hydrologické procesy
- Podle typu interpolace se jedná o diskrétní spline metodu s modifikací kritéria „roughness penalty“, které dovoluje modelovat náhlé změny v reliéfu terénu.
- Prvním krokem je tvorba zjednodušené odtokové sítě identifikací lokálního maxima křivosti v každé vrstevnici a také výpočty maximálních sklonů. Tato informace je potom využita v následné interpolaci DMT a při dalším zpřesnění pomocí identifikace bezodtokých depresí, které nebyly dosud odstraněny (drainage enforcement).
- Pro zpřesnění interpolace je možné použít další data, která jsou pro dané území k dispozici. Jedná se zejména o linie toků (směr linií musí být ve směru toku, a to pouze jedna linie pro jeden tok), břehové linie jezer (pokud je známa i nadmořská výška hladiny, je možné ji použít do vstupu s vrstevnicemi), výškové kóty a hranice zájmového území (maska).
- Součástí výsledků jsou i další podpůrná data (dosud neodstraněné deprese, soubor s parametry apod.). Celkově se jedná o ojedinělý algoritmus, který dokáže velmi zkvalitnit výsledný DMT, ale pouze pokud jsou dobře chápány a definovány všechny parametry.

## **Cvičení:**

**Zdrojová data:** vrstevnice ZABAGED (SHP), výřez pro list 24-32-05

- GL\_CA010 (vrstevnice základní)
- GL\_CA011 (vrstevnice zesílená)
- GL\_CA012 (vrstevnice doplňková)

- 1. Sloučit vrstevnice do jediného SHP**
  - 2. Interpolovat povrch (linie – Topo To Raster)**
  - 3. Základní analýzy (aspect, slope, hillshade)**
- 
- 4. Vytvořit bodové pole z vrstevnic**
  - 5. Interpolovat povrch (body – Spline, IDW)**

**Layers**

- GL\_CA010
- GL\_CA011
- GL\_CA012

**ArcToolbox**

- 3D Analyst Tools
- Analysis Tools
- Cartography Tools
- Conversion Tools
- Data Interoperability Tools
- Data Management Tools
  - Database
  - Disconnected Editing
  - Domains
  - Feature class
  - Features
  - Fields
  - General
    - Append
    - Copy
    - Delete
    - Merge
    - Rename
    - Select Data
  - Generalization
  - Indexes
  - Joins
  - Layers and Table Views
  - Projections and Transformal
  - Raster
  - Relationship Classes
  - Subtypes
  - Table
  - Topology
  - Versions
  - Workspace
- Geocoding Tools
- Geostatistical Analyst Tools
- Linear Referencing Tools
- Network Analyst Tools
- Samples
- Spatial Analyst Tools
- Spatial Statistics Tools

### Merge

**Input Features**

- GL\_CA010
- GL\_CA011
- GL\_CA012

**Output Features**

D:\DIKAV\WRS\GL\_CA\_Merge.shp

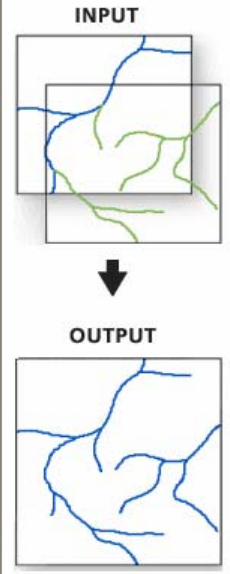
**Field Map (optional)**

- MAPNO (Text)
- VAL (Double)
- ID (Double)

**Help**

#### Merge

Combines input features (of the same data type) into a single, new, output feature class. The input data sources may be point, line, or polygon feature classes or tables.



**INPUT**

**OUTPUT**

OK Cancel Environments... << Hide Help

**Layers**

- GL\_CA\_Merge
- landuse

**ArcToolbox**

- 3D Analyst Tools
- Analysis Tools
- Cartography Tools
- Conversion Tools
- Data Interoperability Tools
- Data Management Tools
- Geocoding Tools
- Geostatistical Analyst Tools
- Linear Referencing Tools
- Network Analyst Tools
- Samples
- Spatial Analyst Tools
  - Conditional
  - Density
  - Distance
  - Extraction
  - Generalization
  - Groundwater
  - Hydrology
  - Interpolation
    - IDW
    - Kriging
    - Natural Neighbor
    - Spline
    - Topo to Raster
    - Topo to Raster by File
    - Trend
  - Local
  - Map Algebra
  - Math
  - Multivariate
  - Neighborhood
  - Overlay
  - Raster Creation
  - Reclass
  - Surface
  - Zonal
- Spatial Statistics Tools

### Topo to Raster

Input feature data

Feature Layer	Field	Type
GL_CA_Merge	VAL	Contour
landuse		Boundary

Output surface raster: D:\DIKAV\WRS\TopoToR\_GL\_C1

Output cell size (optional): 5

Output extent (optional)

Y Maximum: -1141697.542722

X Minimum: -597290.638695      X Maximum: -592063.827098

Y Minimum: -1145986.453831     

Margin in cells (optional): 20

Smallest z value to be used in interpolation (optional):

Help

### Topo to Raster

Interpolates a hydrologically correct surface from point, line, and polygon data.



**Layers**

- GL\_CA\_Merge
- landuse
- TopoToR\_GL\_C1
  - Value
  - High : 586.44903
  - Low : 257.266907

**ArcToolbox**

- 3D Analyst Tools
- Analysis Tools
- Cartography Tools
- Conversion Tools
- Data Interoperability Tools
- Data Management Tools
- Geocoding Tools
- Geostatistical Analyst Tools
- Linear Referencing Tools
- Network Analyst Tools
- Samples
- Spatial Analyst Tools
  - Conditional
  - Density
  - Distance
  - Extraction
  - Generalization
  - Groundwater
  - Hydrology
  - Interpolation
  - Local
  - Map Algebra
  - Math
  - Multivariate
  - Neighborhood
  - Overlay
  - Raster Creation
  - Reclass
  - Surface
    - Aspect
    - Contour
    - Contour List
    - Curvature
    - Cut/Fill
    - Hillshade
    - Observer Points
    - Slope
    - Viewshed
  - Zonal
- Spatial Statistics Tools

**Slope**

Input raster: TopoToR\_GL\_C1

Output raster: D:\DIKAV\WRS\Slope\_topoto1

Output measurement (optional): DEGREE

Z factor (optional): 1

Help: Slope  
Identifies the rate of maximum change in z-value from each cell.

OK Cancel Environments... << Hide Help

**Layers**

- GL\_CA\_Merge
- landuse
- TopoToR\_GL\_C1
  - Value
  - High : 586.44903
  - Low : 257.266907

**ArcToolbox**

- 3D Analyst Tools
- Analysis Tools
- Cartography Tools
- Conversion Tools
- Data Interoperability Tools
- Data Management Tools
- Geocoding Tools
- Geostatistical Analyst Tools
- Linear Referencing Tools
- Network Analyst Tools
- Samples
- Spatial Analyst Tools
  - Conditional
  - Density
  - Distance
  - Extraction
  - Generalization
  - Groundwater
  - Hydrology
  - Interpolation
  - Local
  - Map Algebra
  - Math
  - Multivariate
  - Neighborhood
  - Overlay
  - Raster Creation
  - Reclass
  - Surface
    - Aspect**
    - Contour
    - Contour List
    - Curvature
    - Cut/Fill
    - Hillshade
    - Observer Points
    - Slope
    - Viewshed
- Zonal
- Spatial Statistics Tools

**Aspect**

Input raster: TopoToR\_GL\_C1

Output raster: D:\DIKAV\WRS\Aspect\_topot1

OK Cancel Environments... << Hide Help

**Help**

**Aspect**

Derives aspect from a raster surface.

**Layers**

- GL\_CA\_Merge
- landuse
- TopoToR\_GL\_C1  
Value  
High : 586.44903  
Low : 257.266907

**ArcToolbox**

- 3D Analyst Tools
- Analysis Tools
- Cartography Tools
- Conversion Tools
- Data Interoperability Tools
- Data Management Tools
- Geocoding Tools
- Geostatistical Analyst Tools
- Linear Referencing Tools
- Network Analyst Tools
- Samples
- Spatial Analyst Tools
  - Conditional
  - Density
  - Distance
  - Extraction
  - Generalization
  - Groundwater
  - Hydrology
  - Interpolation
  - Local
  - Map Algebra
  - Math
  - Multivariate
  - Neighborhood
  - Overlay
  - Raster Creation
  - Reclass
  - Surface
    - Aspect
    - Contour
    - Contour List
    - Curvature
    - Cut/Fill
    - Hillshade
    - Observer Points
    - Slope
    - Viewshed
  - Zonal
- Spatial Statistics Tools

**Hillshade**

Input raster: TopoToR\_GL\_C1

Output raster: D:\DIKAV\WRS\HillSha\_topo1

Azimuth (optional): 315

Altitude (optional): 45

Model shadows (optional)

Z factor (optional): 2

OK Cancel Environments... << Hide Help

**Help**

### Hillshade

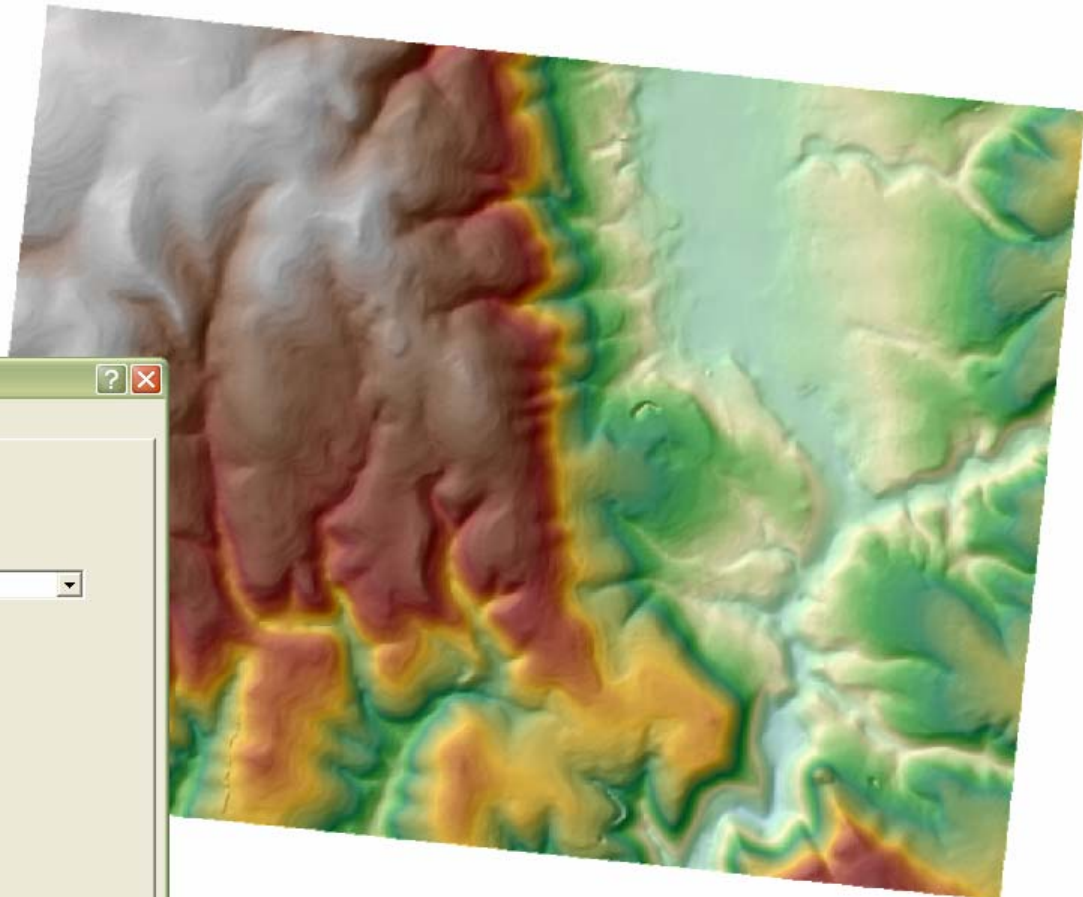
Computes hillshade values for a raster surface by considering the illumination angle and shadows.

**Layers**

- GL\_CA\_Merge
- landuse
- TopoToR\_GL\_C1
  - Value
  - High : 586.449036
  - Low : 257.266907
- HillSha\_topo1
  - Value
  - High : 254
  - Low : 0

**ArcToolbox**

- 3D Analyst Tools
- Analysis Tools
- Cartography Tools
- Conversion Tools
- Data Interoperability Tools
- Data Management Tools
- Geocoding Tools
- Geostatistical Analyst Tools
- Linear Referencing Tools
- Network Analyst Tools
- Samples
- Spatial Analyst Tools
  - Conditional
  - Density
  - Distance
  - Extraction
  - Generalization
  - Groundwater
  - Hydrology



**Layer Properties**

General | Source | Extent | Display | Symbology

Show Map Tips (uses primary display field)

Display raster resolution in table of contents

Allow interactive display for Effects toolbar

Resample during display using:

Transparent:  %

Display Quality

Coarse Medium Normal

OK Storno Použít



**Layers**

- GL\_CA\_Merge

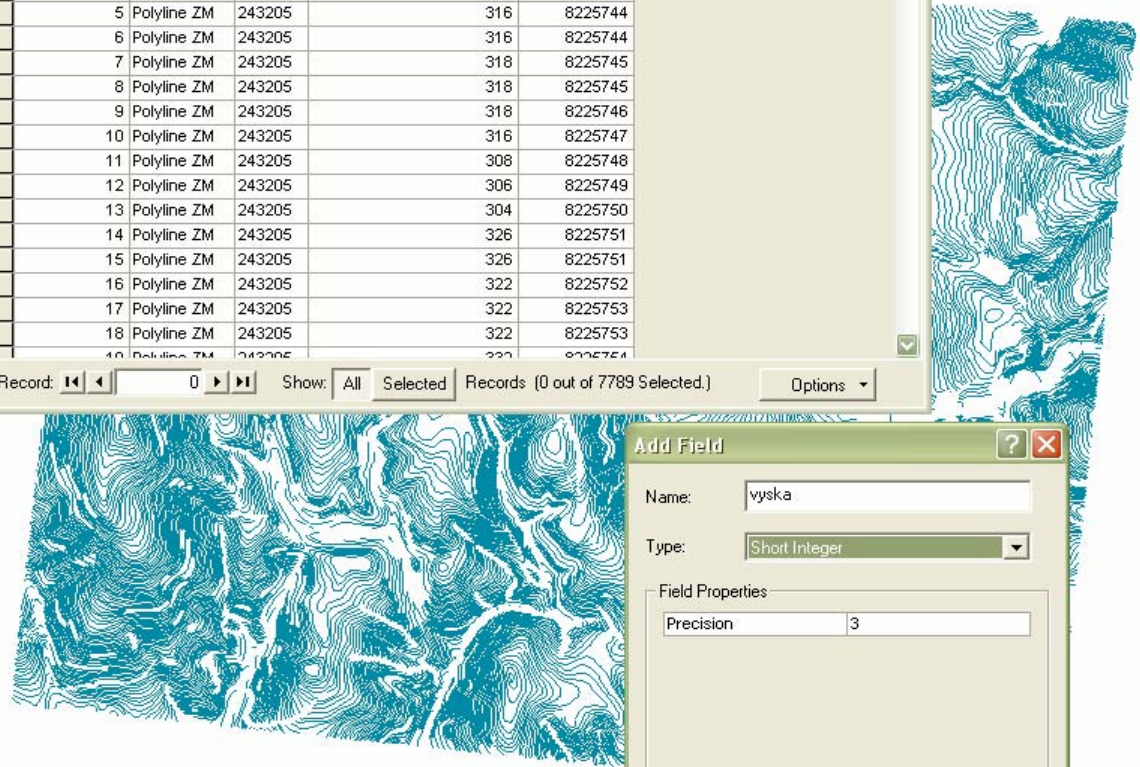
**ArcToolbox**

- 3D Analyst Tools
- Analysis Tools
- Cartography Tools
- Conversion Tools
- Data Interoperability Tools
- Data Management Tools
- Geocoding Tools
- Geostatistical Analyst Tools
- Linear Referencing Tools
- Network Analyst Tools
- Samples
- Spatial Analyst Tools
  - Conditional
  - Density
  - Distance
  - Extraction
  - Generalization
  - Groundwater
  - Hydrology
  - Interpolation
    - IDW
    - Kriging
    - Natural Neighbor
    - Spline
    - Topo to Raster
    - Topo to Raster by File
    - Trend
  - Local
  - Map Algebra
  - Math
  - Multivariate
  - Neighborhood
  - Overlay
  - Raster Creation
  - Reclass
  - Surface
    - Aspect
    - Contour
    - Contour List
    - Curvature
    - Cut/Fill
    - Hillshade
    - Observer Points
    - Slope
    - Viewshed
  - Zonal
- Spatial Statistics Tools

**Attributes of GL\_CA\_Merge**

FID	Shape*	MAPNO	VAL	ID
0	Polyline ZM	243205		8225741
1	Polyline ZM	243205		8225741
2	Polyline ZM	243205		8225741
3	Polyline ZM	243205	528	8225742
4	Polyline ZM	243205	314	8225743
5	Polyline ZM	243205	316	8225744
6	Polyline ZM	243205	316	8225744
7	Polyline ZM	243205	318	8225745
8	Polyline ZM	243205	318	8225745
9	Polyline ZM	243205	318	8225746
10	Polyline ZM	243205	316	8225747
11	Polyline ZM	243205	308	8225748
12	Polyline ZM	243205	306	8225749
13	Polyline ZM	243205	304	8225750
14	Polyline ZM	243205	326	8225751
15	Polyline ZM	243205	326	8225751
16	Polyline ZM	243205	322	8225752
17	Polyline ZM	243205	322	8225753
18	Polyline ZM	243205	322	8225753
19	Polyline ZM	243205	322	8225754

Record: 0 Show: All Selected Records (0 out of 7789 Selected.) Options



**Add Field**

Name:

Type:

Field Properties

Precision

OK Cancel



**Layers**

- GL\_CA\_Merge

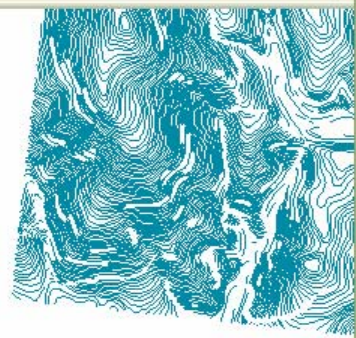
**ArcToolbox**

- 3D Analyst Tools
- Analysis Tools
- Cartography Tools
- Conversion Tools
- Data Interoperability Tools
- Data Management Tools
- Geocoding Tools
- Geostatistical Analyst Tools
- Linear Referencing Tools
- Network Analyst Tools
- Samples
- Spatial Analyst Tools
  - Conditional
  - Density
  - Distance
  - Extraction
  - Generalization
  - Groundwater
  - Hydrology
  - Interpolation
    - IDW
    - Kriging
    - Natural Neighbor
    - Spline
    - Topo to Raster
    - Topo to Raster by File
    - Trend
  - Local
  - Map Algebra
  - Math
  - Multivariate
  - Neighborhood
  - Overlay
  - Raster Creation
  - Reclass
  - Surface
    - Aspect
    - Contour
    - Contour List
    - Curvature
    - Cut/Fill
    - Hillshade
    - Observer Points
    - Slope
    - Viewshed
  - Zonal
- Spatial Statistics Tools

**Attributes of GL\_CA\_Merge**

FID	Shape*	MAPNO	VAL	ID	vyska	
0	Polyline ZM	243205		516	8225741	0
1	Polyline ZM	243205		516	8225741	0
2	Polyline ZM	243205		516	8225741	0
3	Polyline ZM	243205		528	8225742	0
4	Polyline ZM	243205		314	8225743	0
5	Polyline ZM	243205		316	8225744	0
6	Polyline ZM	243205		316	8225744	0
7	Polyline ZM	243205		318	8225745	0
8	Polyline ZM	243205		318	8225745	0
9	Polyline ZM	243205		318	8225746	0
10	Polyline ZM	243205		316	8225747	0
11	Polyline ZM	243205		308	8225748	0
12	Polyline ZM	243205		306	8225749	0
13	Polyline ZM	243205		304	8225750	0
14	Polyline ZM	243205		326	8225751	0
15	Polyline ZM	243205				
16	Polyline ZM	243205				
17	Polyline ZM	243205				
18	Polyline ZM	243205				
19	Polyline ZM	243205				

Record: 0 Show: A



**Field Calculator**

Fields:

- FID
- Shape
- MAPNO
- VAL
- ID
- vyska

Type:

- Number
- String
- Date

Functions:

- Abs ( )
- Atn ( )
- Cos ( )
- Exp ( )
- Fix ( )
- Int ( )
- Log ( )
- Sin ( )
- Sqr ( )

vyska =

[VAL]

Advanced

Buttons: Load... Save... Help OK Cancel

Layers

- GL\_CA\_Merge

ArcToolbox

- 3D Analyst Tools
- Analysis Tools
- Cartography Tools
- Conversion Tools
  - From Raster
  - To dBASE
  - To Geodatabase
  - To Raster
    - ASCII to Raster
    - DEM to Raster
    - Feature to Raster
    - Float to Raster
    - Raster To Other Format
  - To Shapefile
- Data Interoperability Tools
- Data Management Tools
- Geocoding Tools
- Geostatistical Analyst Tools
- Linear Referencing Tools
- Network Analyst Tools
- Samples
- Spatial Analyst Tools
- Spatial Statistics Tools

### Feature to Raster

Input features: GL\_CA\_Merge

Field: vyska

Output raster: D:\DIKAV\WRS\Feature\_GL\_C1

Output cell size (optional): 1

OK Cancel Environments... << Hide Help

Help

### Feature to Raster

Converts features to a raster dataset.

**Layers**

- GL\_CA\_Merge
- Feature\_GL\_C1
  - 258 - 294.444
  - 294.4444445
  - 330.888889 -
  - 367.3333334
  - 403.7777779
  - 440.2222223
  - 476.6666668
  - 513.1111112
  - 549.5555557

**ArcToolbox**

- 3D Analyst Tools
- Analysis Tools
- Cartography Tools
- Conversion Tools
  - From Raster
    - Raster to ASCII
    - Raster to Float
    - Raster to Point
    - Raster to Polygon
    - Raster to Polyline
  - To dBASE
  - To Geodatabase
  - To Raster
  - To Shapefile
- Data Interoperability Tools
- Data Management Tools
- Geocoding Tools
- Geostatistical Analyst Tools
- Linear Referencing Tools
- Network Analyst Tools
- Samples
- Spatial Analyst Tools
- Spatial Statistics Tools

### Raster to Point

Input raster: Feature\_GL\_C1

Field (optional): Value

Output point features: D:\DIKAV\WRS\RasterT\_feature.shp

**cca 1,7 mil. bodů**

OK Cancel Environments... << Hide Help

Help

#### Raster to Point

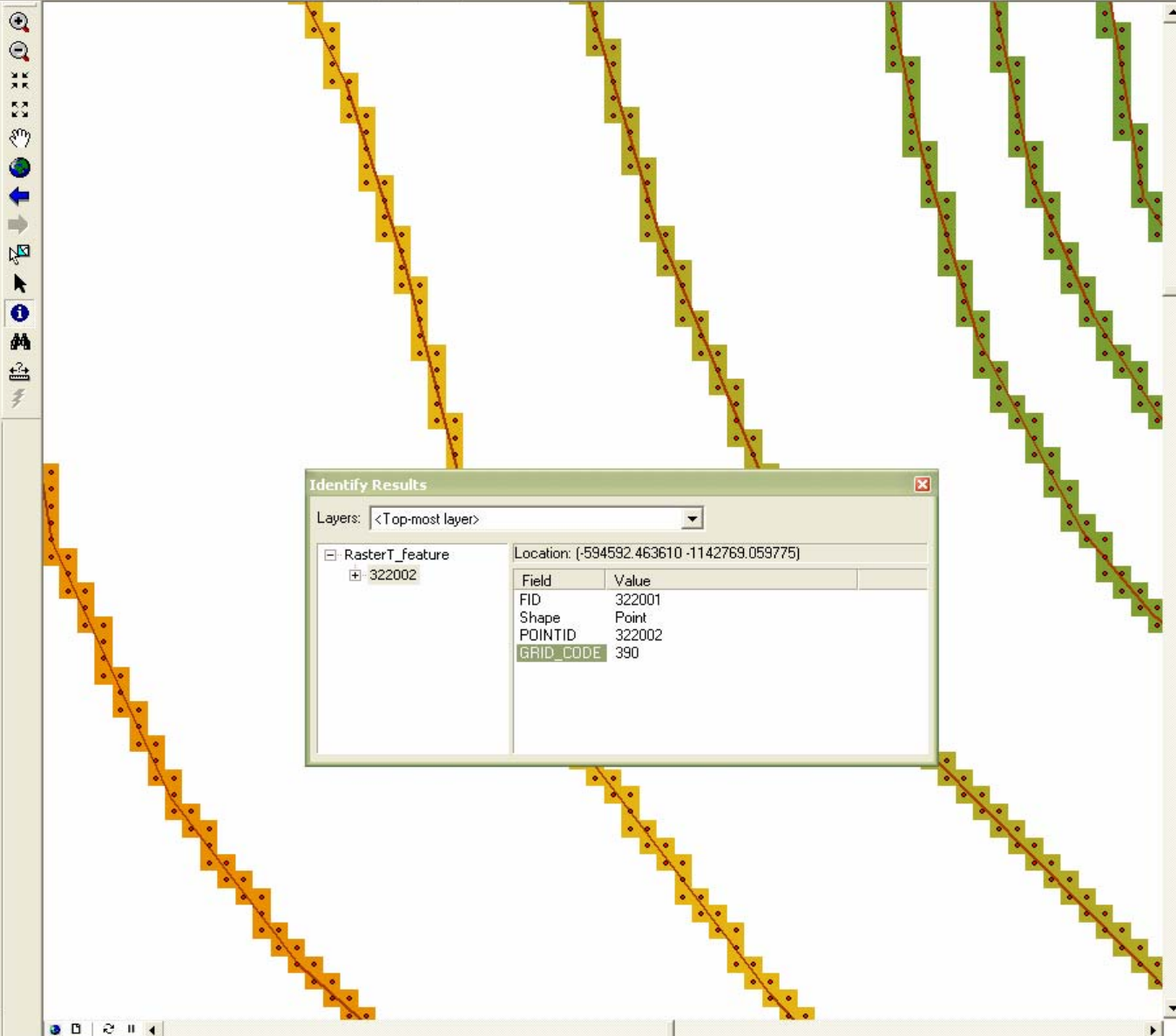
Converts a raster dataset to point features.

**Layers**

- RasterT\_feature
  - Value
  - High : 586
  - Low : 258
- GL\_CA\_Merge
- Feature\_GL\_C1

**ArcToolbox**

- 3D Analyst Tools
- Analysis Tools
- Cartography Tools
- Conversion Tools
  - From Raster
    - Raster to ASCII
    - Raster to Float
    - Raster to Point
    - Raster to Polygon
    - Raster to Polyline
  - To dBASE
  - To Geodatabase
  - To Raster
  - To Shapefile
- Data Interoperability Tools
- Data Management Tools
- Geocoding Tools
- Geostatistical Analyst Tools
- Linear Referencing Tools
- Network Analyst Tools
- Samples
- Spatial Analyst Tools
- Spatial Statistics Tools



**Identify Results**

Layers: <Top-most layer>

- RasterT\_feature
  - 322002
 

Field	Value
FID	322001
Shape	Point
POINTID	322002
GRID_CODE	390



**Layers**

- ✓ RasterT\_feature
- GL\_CA\_Merge

**ArcToolbox**

- 3D Analyst Tools
- Analysis Tools
- Cartography Tools
- Conversion Tools
- Data Interoperability Tools
- Data Management Tools
- Geocoding Tools
- Geostatistical Analyst Tools
- Linear Referencing Tools
- Network Analyst Tools
- Samples
- Spatial Analyst Tools
  - Conditional
  - Density
  - Distance
  - Extraction
  - Generalization
  - Groundwater
  - Hydrology
  - Interpolation
    - IDW**
    - Kriging
    - Natural Neighbor
    - Spline
    - Topo to Raster
    - Topo to Raster by File
    - Trend
  - Local
  - Map Algebra
  - Math
  - Multivariate
  - Neighborhood
  - Overlay
  - Raster Creation
  - Reclass
  - Surface
  - Zonal
- Spatial Statistics Tools

### IDW

Input point features: RasterT\_feature

Z value field: GRID\_CODE

Output raster: D:\DIKAV\WRS\ldw\_rastert

Output cell size (optional): 10

Power (optional): 2

Search radius (optional): Variable

Search Radius Settings:

- Number of points: 12
- Maximum distance:

Input barrier polyline features (optional):

**cca 20 minut !**

Help: IDW  
Interpolates a surface from points using an inverse distance weighted (IDW) technique.

OK Cancel Environments... << Hide Help



