

Z8818 Aplikovaná geoinformatika – cvičení č. 5

TOMÁŠ PAVELKA

JARO 2022



Opakování

Co to je OVERLAY ALGEBRA?

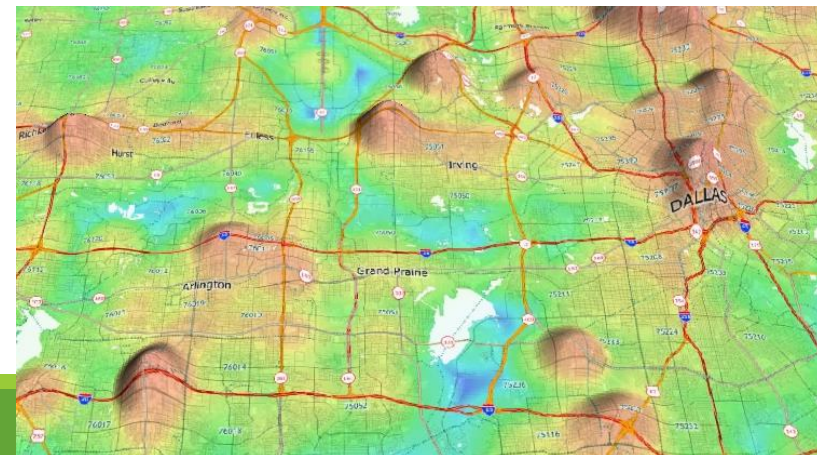
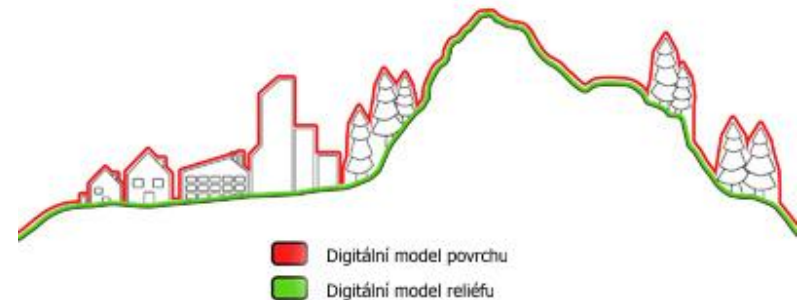
Základní vlastnost rastrových dat? (*z pohledu geometrie*)

Co to je soubor WORLD FILE a k čemu slouží?

Jak určím relativní výškovou členitost v jednotlivých geomorfologických celcích? (*mám digitální model terénu*)

Digitální výškové modely

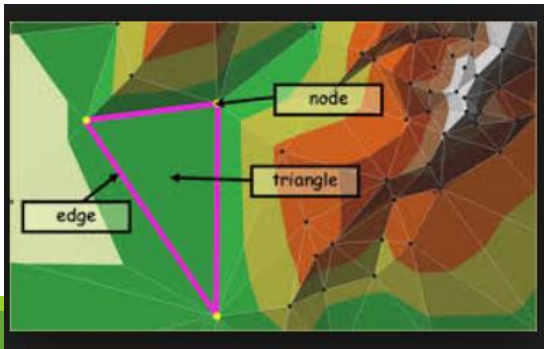
- Souvislé datové modely zachycující nejčastěji nadmořskou výšku
 - Speciální případy – modelování jiných proměnných
- Různé zdroje výškových dat: DPZ (radar, stereofotogrammetrie, LIDAR...), pozemní měření
- Terminologie:
 - ČR - DMR, DMT, DMP
 - Svět - DEM, DTM, DSM
- Různé datové struktury:
 - Rastr
 - TIN (+ lomové linie)
 - Vrstevnice
 - Body



TIN vs Rastr

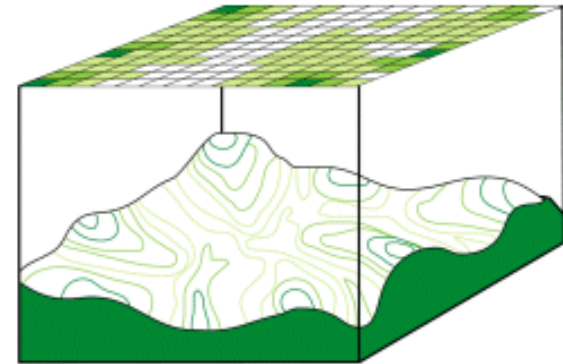
TIN-Triangulated irregular network

- Síť propojených nepravidelně rozmístěných bodů tvořící jednotlivé plošky modelu
- Nejčastěji využívá Delauneyho triangulace – snaha o co nejvíce rovnostranné trojúhelníky
- Základ pro tvorbu Thiessenových polygonů
- Lze zjistit výšku v jakémkoliv bodě povrchu

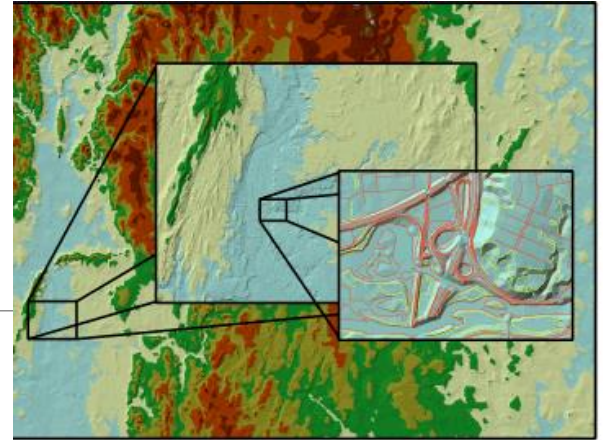


Rastr

- Nejčastěji využívaná struktura
- Pravidelná matice buněk o zvoleném prostorovém rozlišení
- Mnoho dalších způsobů využití v současných GIS nástrojích
- Webové služby
- Kvalita závislá na způsobu výpočtu (interpolační algoritmy)



TIN v ArcGIS

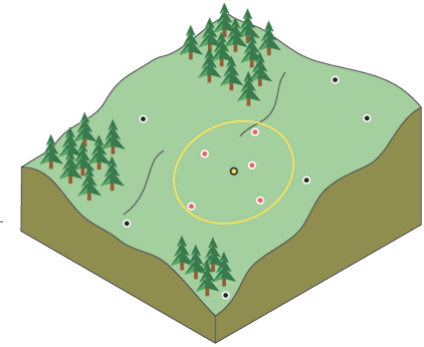


- *3D Analyst Tools*
- Příklady nástrojů:
 - *Create TIN* – podpora všech 3D geometrií/2D s atributem Z → SF Types
 - *Edit TIN* – přímo modifikuje vstupní TIN = potřeba zálohy (*Copy TIN*)
 - *Delineate TIN Area* – odstraňuje trojúhelníky s větší než povolenou délkou hrany
 - ...
- TIN „on-the-fly“ = *Terrain dataset*
 - Podpora pyramidování – pro daná měřítka se zobrazuje pouze určitá úroveň podrobnosti dat

Rastrový model - Interpolační algoritmy

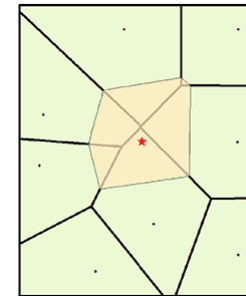
- Dělení:
 - Globální x lokální
 - Exaktní x aproximující
 - Deterministické x stochastické
 - Spojité x zlomové
- Podmínky použití interpolačních algoritmů:
 - Reprezentativní vzorek
 - Rozmístění v prostoru
 - Znalost fungování zvolených metod interpolace
 - Teoretická znalost „fungování“ studovaného jevu
 - ...
- Různé požadavky na vstupní geometrie – **body**, linie, plochy
- ArcGIS: **3D Analyst**, *Statistical Analyst*, *Geostatistical Analyst Tools*

Interpolace v ArcGIS

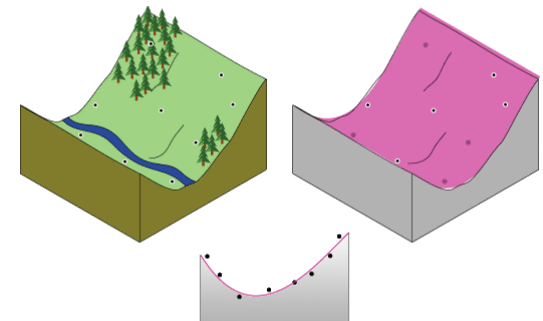


- *IDW* (Inverse Distance Weighted)
 - Na vstupu bodová vrstva, váha vzdálenosti, tvar okolí
 - Aproximující – nevypočítává vyšší a nižší hodnoty než jsou body v okolí buňky

- *Natural Neighbour*
 - Vychází z Thiessenových polygonů
 - Bod je dán jako vážená vzdálenost plochou



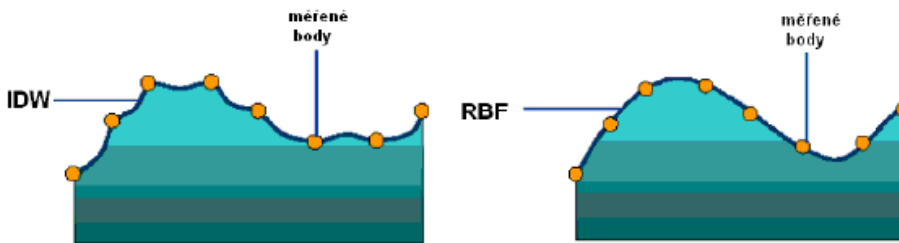
- *Trend*
 - Metoda nejmenších čtverců
 - Prokládání polynomickou funkcí



Interpolace v ArcGIS

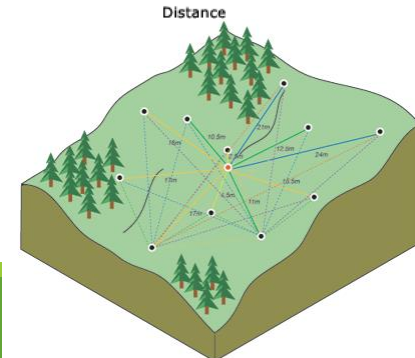
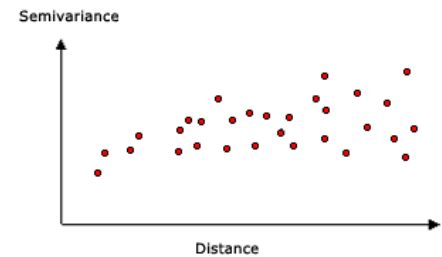
- *Spline*

- Exaktní (výjimka při hustém bodovém poli!), metoda dvoudimenzionální minimální křivosti
- Vypočítává i vyšší a nižší hodnoty ze svého okolí



- *Kriging*

- Stochastická metoda, lokální interpolátor
- Výpočet na základě vzdálenosti bodů a další studované veličiny
- Strukturní analýza, vyhodnocení semivariogramu, konstrukce teoretického modelu



Interpolace v ArcGIS

- *Topo To Raster*
 - Určeno pro tvorbu hydrologicky korektního DEM (ANUDEM)
 - Iterativní proces
 - Možnost zapojení i dalších typů objektů a geometrií než bodových jevů
 - Široká škála nastavení
- Další související (a užitečné) nástroje:
 - *Feature Vertices To Points* – převod vertexů na bodovou vrstvu
 - *Extract Values To Points* – slouží pro přenesení hodnot interpolovaného povrchu na bodovou vrstvu
 - *Average Nearest Neighbour* – výpočet průměrné vzdálenosti bodů

Interpolace – srovnání

IDW

použití: rychlý zpracování dat ; meteo jevy – srážky, teploty

*vlastnosti: nevypočítá hodnoty vyšší (nižší) než jsou vstupní
výsledek neprochází vstupními hodnotami (aproximující)*

omezení: generování DEM pouze z bodové vrstvy

SPLINE

použití: málo členitý terén; klimatické jevy

*vlastnosti: vypočítá vyšší (nižší) hodnoty než vstup (př. odhadne vrchol kopce)
nejhladší a přesně přimknutý ke vstupním bodům (exaktní)*

omezení: nezvládá body blízko sebe s velmi rozdílnými hodnotami

Create TIN

použití: často používaná metoda pro tvorbu DMR

vlastnosti: princip triangulace, generuje terénní hrany

*omezení: generuje nepřírozené a neexistující plošiny
náročné pro výpočet dalších analýz*

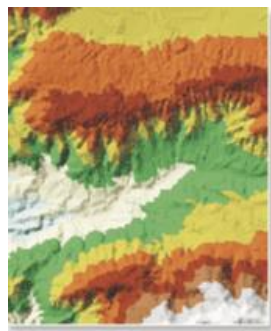
TOPO TO RASTR

použití: vytváření hydrologicky korektního DMR

*vlastnosti: zahrnutí více vrstev (vrstevnice, bodové vrcholy, řeky)
generuje terénní hrany*

Konverze rastru a TINu

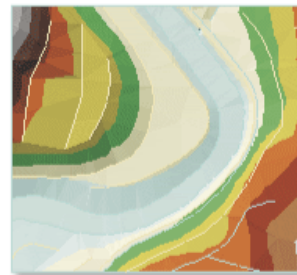
- *3D Analyst Tools/Conversion*
- Z rastru na TIN a naopak
- Z modelů na geometrie Simple Features (body, linie, plochy)



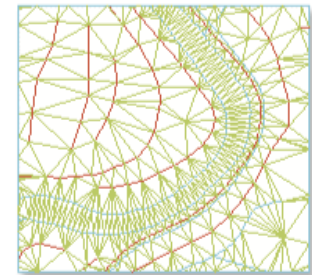
INPUT



OUTPUT



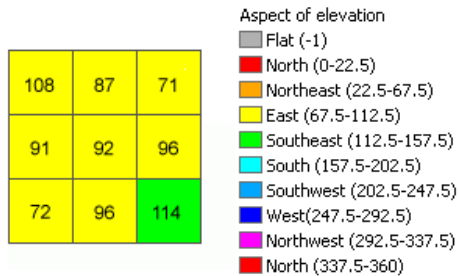
INPUT



OUTPUT

Odvozené parametry DMR I.

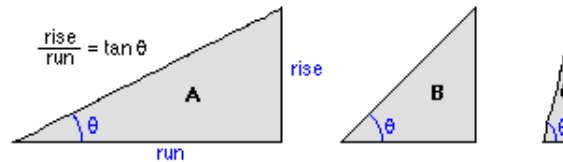
- V základu společné pro rastr i TIN:
 - *Aspect* – orientace svahů vůči světovým stranám



- *Slope* – sklon svahu (% , °)

Degree of slope = θ

Percent of slope = $\frac{\text{rise}}{\text{run}} * 100$



Degree of slope =

Percent of slope =

30

58

45

100

76

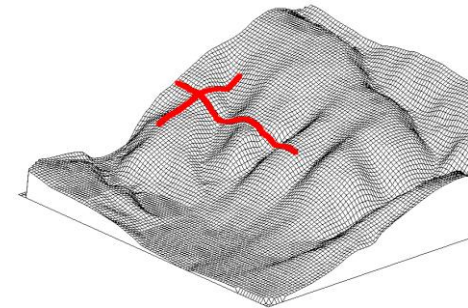
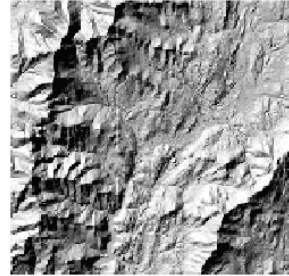
373

- *Contour* – vytváří izolinie (vrstevnice) z daných modelů

Odvozené parametry DMR II.

- Dále pro rastr:

- *Hillshade* – vytváří stínovaný reliéf podle zadané výšky a azimutu slunce
- *Curvature* – „křivost“, vyhodnocuje typ svahu (konvexní vs. konkávní)
 - pozitivní – konvexní tvar, negativní - konkávní, plochý povrch = 0
 - a) **Profilová**: ve směru sklonu; změna úhlu sklonu georeliéfu
 - b) **Planární**: kolmá na sklon; změna velikosti úhlu orientace svahu

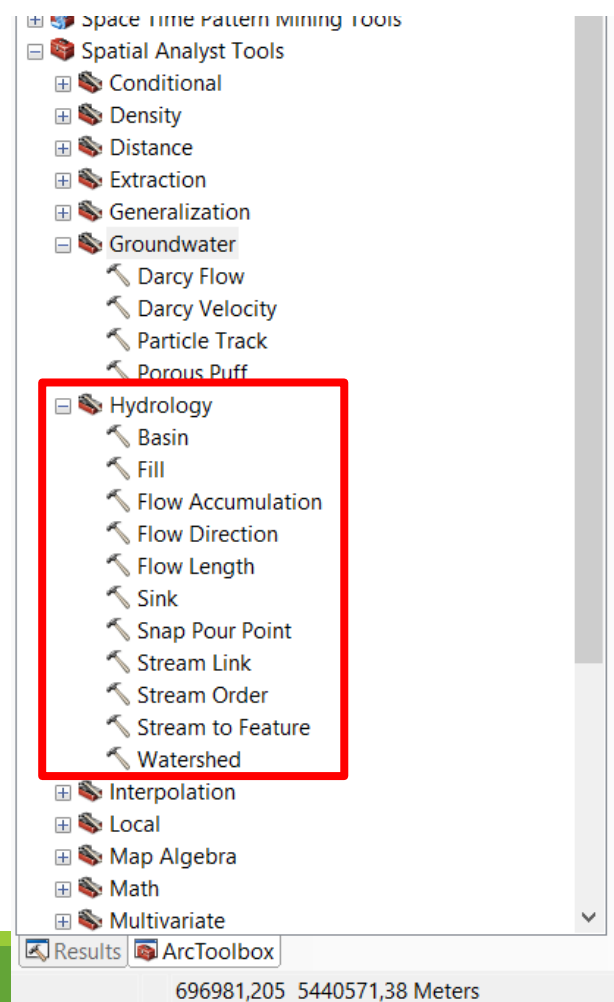
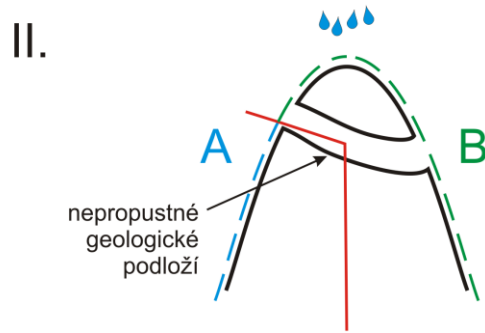
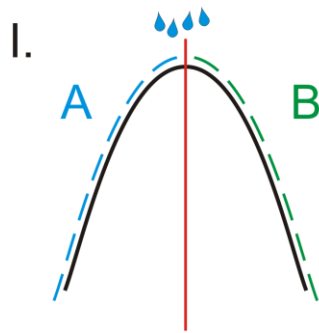


- Dále pro TIN:

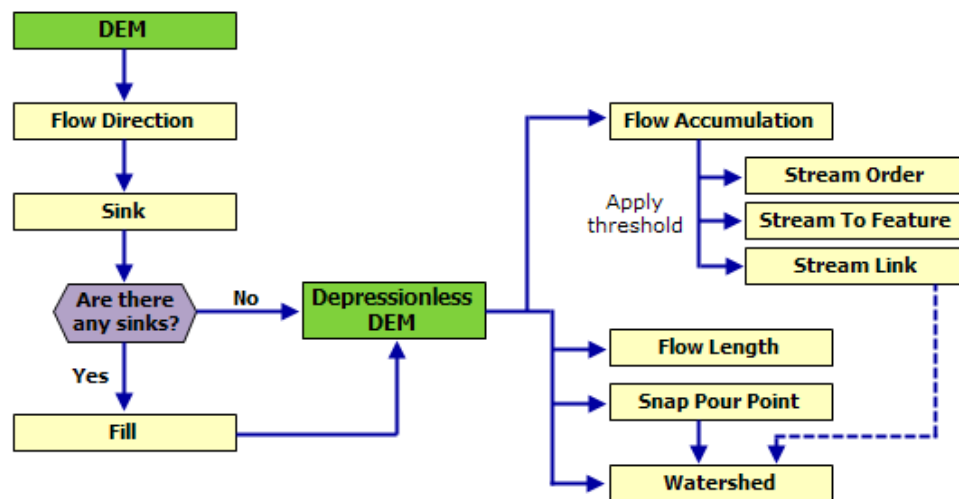
- *Polygon Volume* – vypočítává objem v dané oblasti
- *Surface Difference* – porovnává dva výškové modely, výstup může být rastr i TIN s hodnotami „pod“, „nad“, „planárně uložený“

Hydrologické modelování v ArcGIS I.

- **Povrchové** a podzemní analýzy (Spatial Analyst Tools – Hydrology/Groundwater)
- Rozšířená varianta v extenzi ArcHydro
- Založeno nejčastěji na vytvořeném výškovém modelu území (DEM) ve formě rastru (Topo To Raster)
- Korektnost vychází z kvality výškového modelu
- Kombinace s dalšími rastry (geomorfologické, pedologické aj. charakteristiky)



Hydrologické modelování v ArcGIS II.

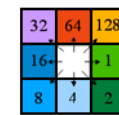
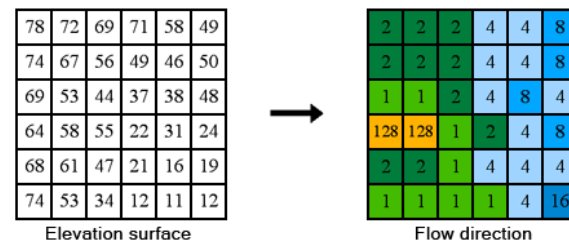


Hydrological modeling flowchart

Hydrologické modelování v (Arc)GISu zahrnuje několik funkcí, které se často používají v určité sekvenci (viz vlevo)

• Flow Direction

- Směr odtoku z buněk
 - D8 = 8 směrů, povolen vždy jen jednosměrný odtok
 - MFD = Multiple flow directions
 - DINF = D-infinity flow method



Direction coding

The coding of the direction of flow

Hydrologické modelování v ArcGIS III.

- V případě hydrologicky „nekorektního“ DEM:

- *Sink – Watershed – Zonal Statistics – Zonal Fill - Minus*

- <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-sink-works.htm>

- Přepočítání *Flow Direction*

- **Flow Accumulation**

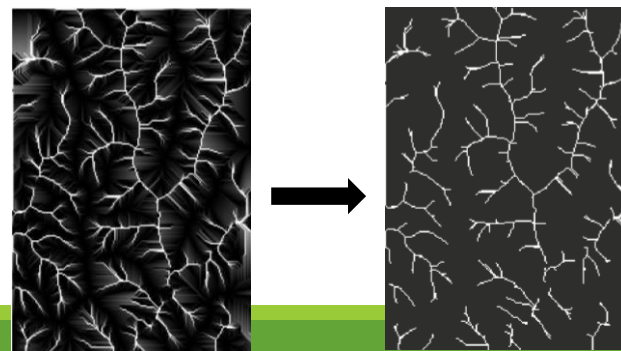
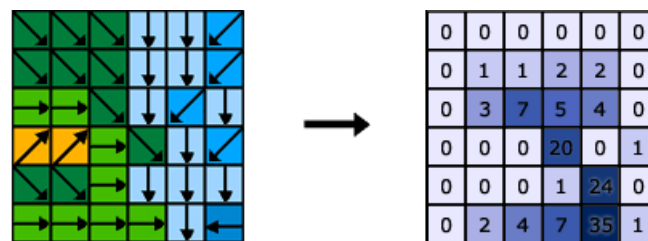
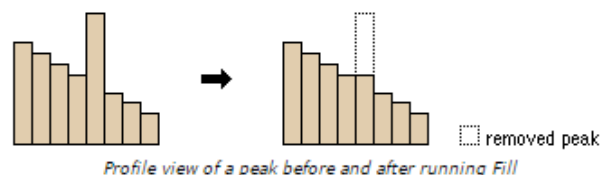
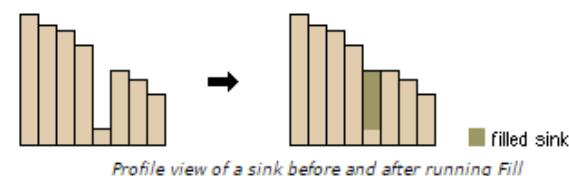
- Sumace buněk vtékajících do každé buňky

- Vychází z *Flow Direction*

- **Con/Set Null**

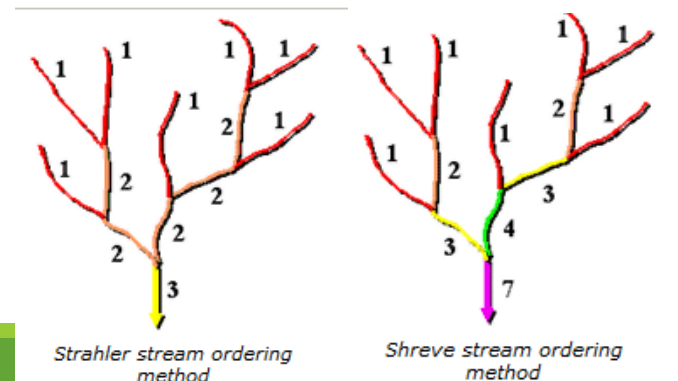
- Jednoduchý způsob prahování rastru do formy bitmapy

- Lze využít pro stanovení vodních toků z rastru akumulace odtoku



Hydrologické modelování v ArcGIS IV.

- Basin
 - Tvorba povodí z rastru směru odtoku
- Stream To Feature
 - Převod rastrových vodních toků na vektorovou reprezentaci
- Stream Link
 - Identifikace jednotlivých vodních toků a přítoků
- Flow Length
 - Výpočet délky úseků vodních toků
- Stream Order
 - Rozdělení vodních toků podle geogr. systémů

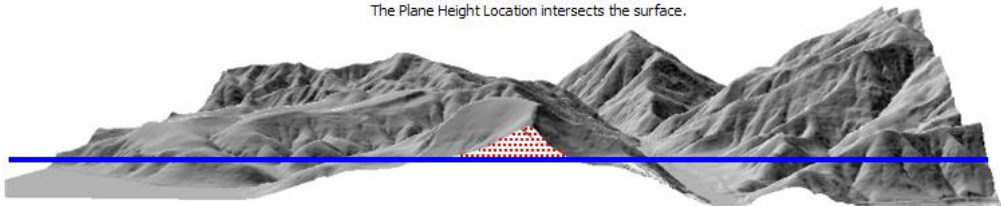


Analýzy se dvěma DEM

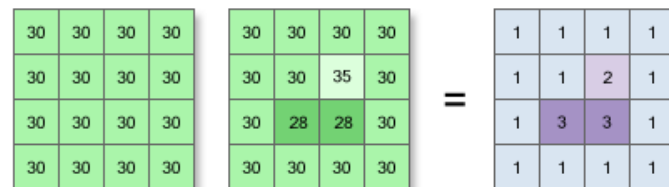
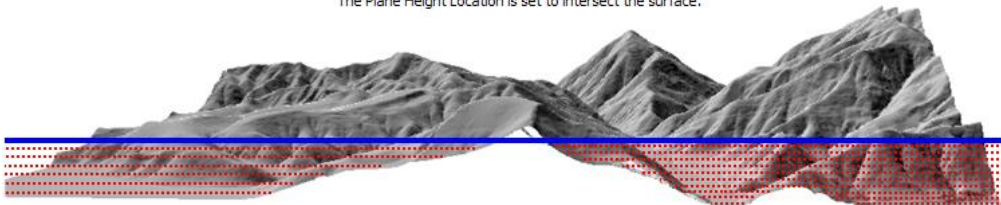
- *Cut Fill/Surface Volume*

- Podobné jako Surface Difference
- Výpočet a statistika proložení dvou rastrových modelů

The Reference Plane is set to ABOVE.
The Plane Height Location intersects the surface.



The Reference Plane is set to BELOW.
The Plane Height Location is set to intersect the surface.



Before_Ras

After_Ras

OutRas

$$\text{OutRas} = \text{CutFill}(\text{Before_Ras}, \text{After_Ras})$$

Attribute table: (note: cellsize of input is 10)

Rowid	VALUE*	COUNT	VOLUME	AREA
0	1	13	0	1300
1	2	1	-500	100
2	3	2	400	200

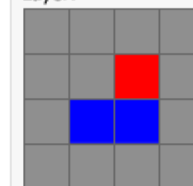
Volume field:

0	0	0	0
0	0	-500	0
0	400	400	0
0	0	0	0

Area field:

1300	1300	1300	1300
1300	1300	100	1300
1300	200	200	1300
1300	1300	1300	1300

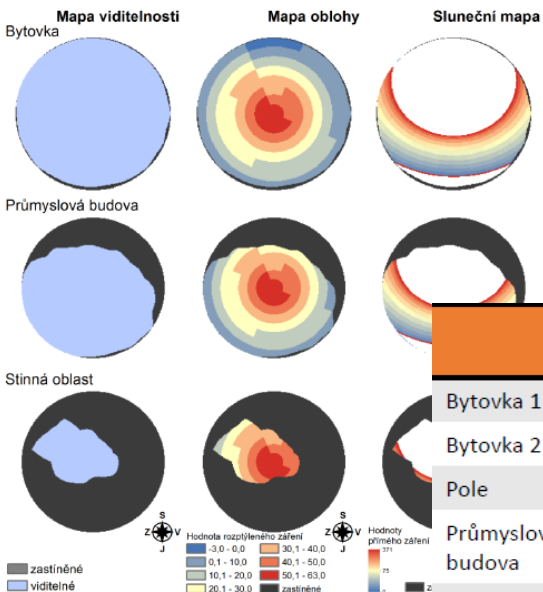
Layer:



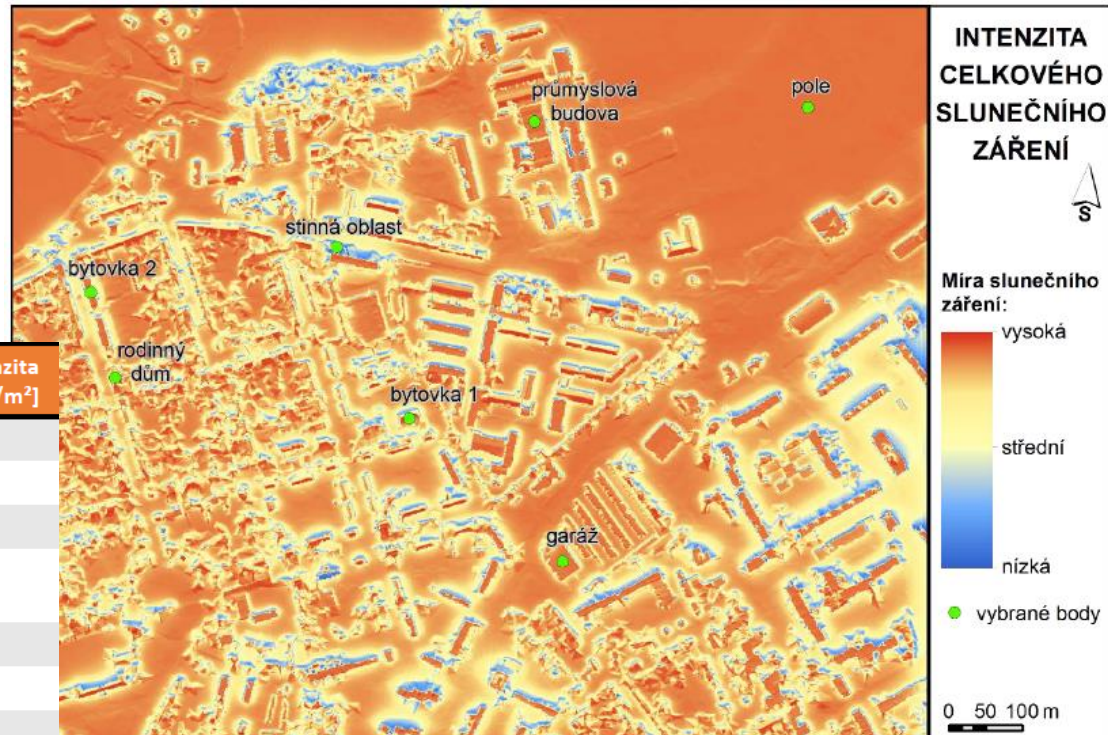
- outRas
- VOLUME
- Net Gain
- Unchanged
- Net Loss

Další analýzy s DEM – př. solární radiace


- *Solar Radiation Tools* - výpočty potenciální solární insolace
 - Má smysl pracovat s DMP
 - AREA SOLAR RADIATION – počítá přicházející sluneční záření z rastrového povrchu.
 - POINTS SOLAR RADIATION – počítá přicházející sluneční záření zadané body
 - SOLAR RADIATION GRAPHIC



	Celková intenzita energie [WH/m ²]
Bytovka 1	1 045 257,89
Bytovka 2	1 003 098,78
Pole	998 046,72
Průmyslová budova	997 129,16
Garáž	995 598,72
Rodinný dům	741 765,45
Stinná oblast	198 033,14



Další analýzy na DEM

- Toolbar *3D Analyst* - použitelné na rastry i vektorové struktury (TIN, Terrain)


- Create Contour – vytváří uzavřenou izolinii o výšce v místě kliknutí myši = vrstevnice
- Create Steepest Path – vytváří spádnice z místa kliknutí myši
- Create Line of Sight – na zvolené 3D úsečce vymezuje viditelné a neviditelné oblasti / případně nová místa rozhledu
- Interpolate Point/Line/Polygon – umísťuje geometrie na daný DEM
- Profile Graph – vytvoří liniový graf profilu zvolené linie
- Point Profile – vytvoří bodový graf profilu
- Terrain Point Profile – vytvoří bodový graf nad vybraným terénem

Další analýzy na DEM

- 3D Analyst Tools
 - Stack Profile
 - Vytváří profil a dodatečné statistiky
 - Interpolate Shape
 - Důležitý nástroj pro převod 2D geometrie do 3D
 - Vyžaduje DEM a zvolenou vektorovou vrstvu
 - Bez převodu do 3D geometrie nejsou možné některé typy analýz a nástroje
 - Feature To 3D By Attribute
 - Jednoduchý převod do 3D podle atributů
 - Add Surface Information
 - Převádí 3D informace z podkladového povrchu na vstupní 2D geometrii

Hodnocení kvality vytvořených DEM

- Na vektorové úrovni – atributová tabulka = např. rozdíl sloupců; bodová pole:
 - Pravidelný grid – např. z buněk rastru (*Raster To Points*), centroidy polygonů (*Create Fishnet*)
 - Náhodně generovaná – *Create Random Points* (rozsah, počet, min. vzdálenost)
 - Měřené body / vertexy geometrií:
 - Všechny – *Extract Values To Points*
 - Podmnožina – *Subset Features* – rozdělí soubor na zdrojová a testovací data
- Na rastrové úrovni
 - Mapová algebra

ZVI	RASTERVALU	rozdil
280	281,48941	1,48941
280	279,207886	-0,792114
280	279,207886	-0,792114
280	279,207886	-0,792114
280	277,757813	-2,242188
285	284,696167	-0,303833
285	281,48941	-3,51059
285	280,914032	-4,085968
275	273,597046	-1,402954
275	275,99704	0,99704
275	275,99704	0,99704
275	274,597137	-0,402863
275	273,483368	-1,516632
275	272,726379	-2,273621
275	272,726379	-2,273621
275	271,834076	-3,165924
275	274,712708	-0,287292
325	325,815033	0,815033
285	284,952301	-0,047699
285	284,952301	-0,047699
285	284,952301	-0,047699
285	283,830902	-1,169098
285	283,3974	-1,6026

12 out of 1012 Selected)

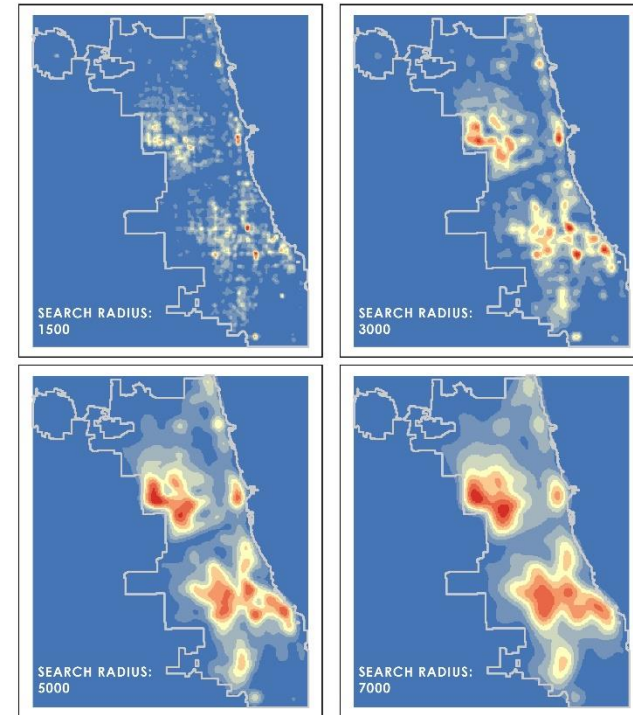
ints training vrstev_25_b vrstev_porovna

Modely povrchu a socioekonomická geografie

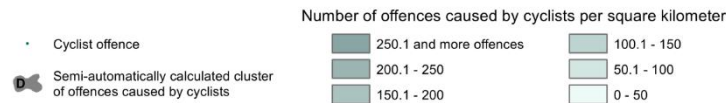
- Kernel Density – výpočet hustoty jevů (např. dopravních nehod, kriminality, ...)
 - ArcGIS – Toolbox – Spatial Analyst Tools – Density ...
 - Klíčový parametr je Search Radius – viz obr. vpravo

ASSAULT INCIDENTS IN CHICAGO: 2014

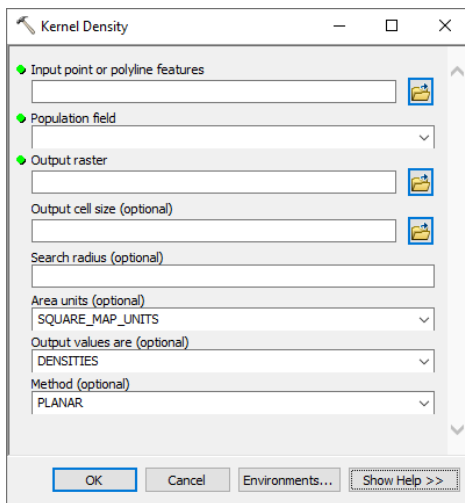
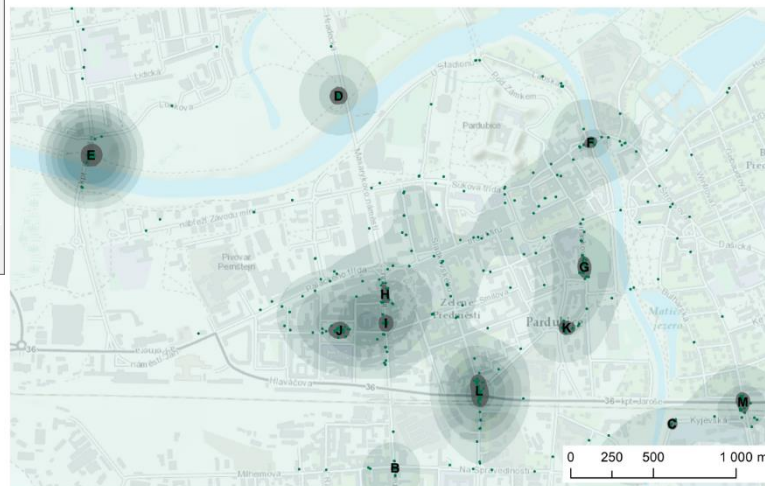
Kernel Density Maps



OFFENCES CAUSED BY CYCLISTS IN CITY OF PARDUBICE IN 2014



source: Municipal police of Pardubice, ESRI Basemap



Samostatná práce

- Výpočet morfometrických charakteristik
- Výpočet LS faktoru
 - $\text{"flowaccumulation"} * 10 * \text{Sin}(\text{"slope"} * \text{math.pi}/180.0)$
- Výpočet výsledného erozního modelu USLE

- Bonus:
 - Vyhodnotit ohrožení erozí jednotlivých Lokalit na území vybraných obcí.
 - Nástroj *Extract Values to Points* (popřípadě *Merge* pro sjednocení lokalit)
 - Pozor na souřadnicové systémy