

## Rastrové digitální modely terénu

Rastr je tvořen maticí buněk (pixelů), které obsahují určitou informaci. Stejně, jako mohou touto informací být typ vegetace, poloha sídel nebo kvalita ovzduší, může každá buňka obsahovat nadmořskou výšku terénu. Všechny buňky jsou zpravidla čtvercové a v celém rastru mají všechny buňky vždy stejnou velikost. Poloha buněk je dána řádkem a sloupcem v matici, kdy počátek souřadnic je v levém horním rohu, osa  $x$  směřuje vpravo a osa  $y$  směřuje dolů. Reálná poloha na Zemi je počítána transformací z místního systému rastru do systému geodetických souřadnic (WGS84, JTSK).

DMT je prakticky spojitou funkcí a nelze proto pro popis výšky bodu použít rozsah klasického rastru s obrazovou informací. Typ hodnoty buňky může být buď celočíselný (integer) nebo s desetinnou čárkou (floating-point). U celočíselných typů je možné zaznamenat výšku pouze na celé metry, u typů s desetinnou čárkou lze výšku zaznamenat s maximální přesností. Protože mohou existovat na okrajích DMT místa, kde není průběh terénu znám a rastr vždy musí být doplněn do pravoúhelníku, je zavedena i hodnota NO DATA. Zpravidla v číselném vyjádření se jedná o hodnotu 0.

Pro rastrový digitální model terénu budeme dále používat zkratky DEM (Digital Elevation Model).

### Metody tvorby DEM

DEM můžeme získat buď přímým měřením nebo odvozením od již vytvořené jiné formy DMT. Přímým měřením zde budeme mít techniky, které zjišťují výšku terénu v daném bodě z dat, které nejsou daty prostorovými. Zde zpravidla spadají metody fotogrammetrie a DPZ. Pro převod existujícího DMT buď ve formě bodů a čar terénní kostry nebo z trojúhelníkové sítě se používá interpolačních technik, které dopočítávají výšku dle nastavené funkce pro aproximaci terénu. Nejjednodušší aproximací je lineární funkce, která ale nedokáže postihnout variabilitu v průběhu terénu. Daleko kvalitnější výsledky dávají nelineární interpolace (IDW, Kriging nebo Spline).

### Interpolační techniky

#### Lineární interpolace

Jedná se o nejjednodušší interpolaci, kdy mezi třemi body je vytvořen trojúhelník (rovinná plocha) a výška mezilehlých bodů je odečtena z této plochy. Tato interpolace je použita při přímém převodu TIN na DEM.

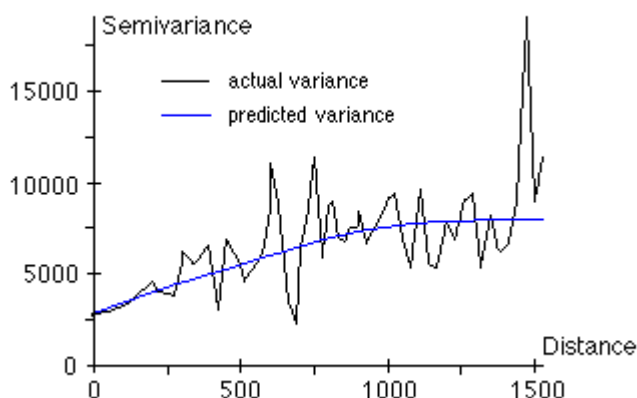
#### Inverse distance weighted (IDW)

Jedná se o statistickou metodu, která používá pro výpočet hodnoty v definovaném bodě hodnoty z okolních bodů. Pro tyto hodnoty je dále specifikována váha jako inverzní hodnota vzdálenosti od bodu hledaného. Protože se používají všechny body z okolí bodu hledaného, dochází k vyhlazení průběhu terénu. To má ale za následek zjemnění detailů. Ovlivnit lze úroveň vyhlazení pomocí parametru Power (3D Analyst), která se snaží zachovávat trend průběhu terénu úpravou vah. Důležité je při nastavení interpolace definovat počet bodů v okolí a maximální přípustnou vzdálenost bodu. Do interpolace mohou vstupovat tzv. bariéry, které definují hranici, ke které má interpolace probíhat. Může se tak definovat skoková funkce v průběhu terénu jako například nábreží, útesy, kolmé skalní stěny nebo chyby.

#### Kriging

Kriging je rozšířená geostatistická metoda, která vytváří pravděpodobný průběh terénu ze sady

rozptýlených bodů. Váha je opět definována na základě vzdálenosti, ale je zároveň stanovován odhad pravděpodobnosti dané hodnoty v každém bodě. Znamená to, že po interpolaci nemusí být výška terénu rovna výšce na měřených bodech.



Obrázek 1: Odhad průběhu terénu při krigingu

### Natural Neighbor

Pro lineární interpolaci jsou použity pouze nejbližší sousední body.

### Spline

U Spline funkce je hledáno minimální zakřivení plochy (linie) a terén musí přesně procházet měřenými body. Tím je zajištěno vyhlazení plochy terénu a dosahuje se zároveň spojitosti první derivace funkce v každém bodě. Míru vyhlazení lze ovlivňovat vahou spojitosti třetí derivace funkce. Čím vyšší tato váha je, tím je terén více vyhlazován a ztrácejí se detaily. Efektivní hodnota je do 0,5.

### Vlastnosti rastrových DMT

Rastrové DMT mají mnoho výhod i nevýhod oproti nepravidelné trojúhelníkové síti. Jednou z výhod je jednoduchá struktura ukládání dat a možnost zpracování ve většině GIS programů. Velmi jednoduché jsou i výpočetní operace pomocí rastrové mapové algebry při kombinaci více vrstev v rastrové podobě. U rastrového modelu rovněž není nutné řešit singularity, poněvadž maticové uspořádání dat splňuje podmínku funkce.

Nevýhodou ale je poměrně vysoká náročnost na objem dat, kdy jsou zbytečně definovány i body na rovných plochách. Další nevýhodou je limitní podrobnost dat díky konstantní velikosti pixelu v celém souboru a špatné začlenění čar terénní kostry do modelu. To je zvláště patrné u antropogenních ploch s výraznou dynamikou průběhu terénu.

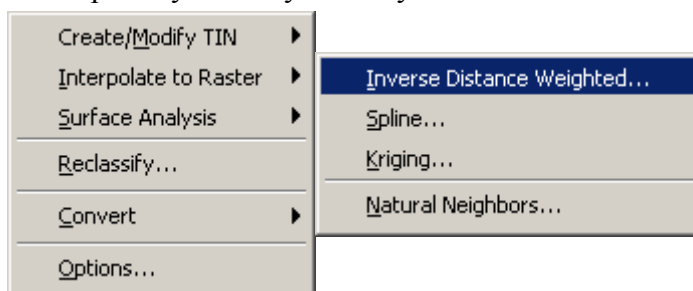
## Cvičení ke kapitole 3

Z disku [N:](#) si překopírujte data `\dmt\cviceni3\` na disk [D:](#)

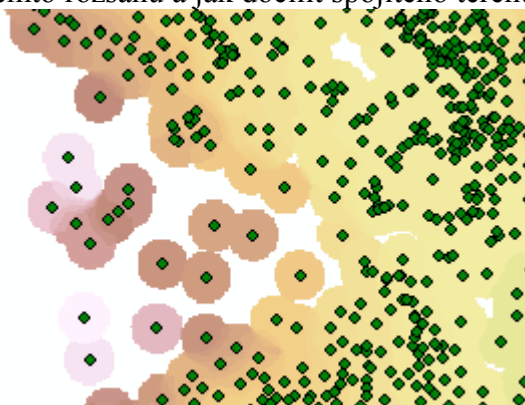
Zpracování bude probíhat v programu ArcMap s nastavbami 3D Analyst a ArcScene. V první části bude pracováno s bodovým a liniovým zaměřením, ze kterých bude postupně interpolováno několik verzí DEM.

### Krok 1: Interpolace IDW

- Načtěte si z adresáře `\ukol1\` do prázdného projektu soubor **Body.shp a Linie.shp**
- V menu extenze *3D Analyst/Interpolate to Raster* se nalézají jednotlivé funkce pro interpolaci vektorové vrstvy do rastrového DEM. Postupně budou použity všechny varianty



- Převeďte liniovou vrstvu na bodovou pomocí funkce z ArcToolBoxu *Feature Vertices To Points (Data Management Tools/Features)* s nastavením pro všechny body. Následně spojte obě bodové vrstvy do jediné pomocí funkce Merge. Tuto funkci si nechte vyhledat v ArcToolBoxu.
- Spusťte příkaz Inverse Distance Weighted a nastavte pro *Maximum Distance* 50 m a velikost pixelu *Output cell size* na 5 m. Ostatní parametry ponechte v původním nastavení. Popište, proč je terén definován v takovémto rozsahu a jak docílit spojitého terénu na celém území.



- Proveďte interpolaci ještě jednou se změnou parametrů tak, aby byl vytvořen DEM pro celé území

### Krok 2: Interpolace Spline

- Spusťte příkaz Spline a ze spojené vrstvy vytvořte DEM pro typ Regularized i Tension. Vždy použijte výsloдную velikost pixelu 5 m. Dále vytvořte DEM typu Regularized s nastavením váhy (Weight) na 0,9.
- Ze všech modelů vygenerujte vrstevnice s intervalem 2m a porovnejte, v čem se liší jednotlivé výsledky

### Krok 3: Interpolace Kriging

- Kromě velikosti výstupního pixelu ponechte veškerá nastavení nezměněna. Opět nechte vygenerovat vrstevnice se stejným nastavením jako v předchozích případech a proveďte porovnání, která z metod vytvořila nejrealističtější model terénu.

**Krok 4: Interpolace z TINu**

- Načtěte z předchozího cvičení 2 TIN2. V menu 3D Analystu Convert / TIN to Raster proveďte převod modelu terénu na rastrovou podobu
- O jaký druh interpolace se jedná?

Literatura:

- částečně help k 3D Analyst (vhodné dopřeložit)
- částečně Tuček
-