

3D modely v GIS a jejich aplikace

Modelování terénu v GIS, obraz vrstevnic,
TIN model, modul 3D Analyst

Interpolace povrchu. Analýza na rastrových
datech a analýzy na DMT, použití funkcí
Spatial Analyst.

Nepravidelná trojúhelníková síť – způsob reprezentace povrchu

- **Nepravidelná trojúhelníková síť**
(Triangulated Irregular Network - TIN),
velice často se používá pro reprezentaci
povrchů, například digitálního modelu
reliéfu – DMR

TIN model

- TIN reprezentuje povrch jako soubor trojúhelníků (**trojúhelníková**), které jsou definovány třemi body umístěnými kdekoli v prostoru (**nepravidelná**) a pro tyto trojúhelníky uchovává topologické vztahy (**síť**).
- proces vytvoření sítě se nazývá **triangulace**

V počítači je TIN uložena ve třech seznamech:

- v seznamu trojúhelníků,
- v seznamu hran těchto trojúhelníků,
- a v seznamu souřadnic vrcholů těchto trojúhelníků

TIN model



Způsob uložení TIN v GIS

seznam trojúhelníků

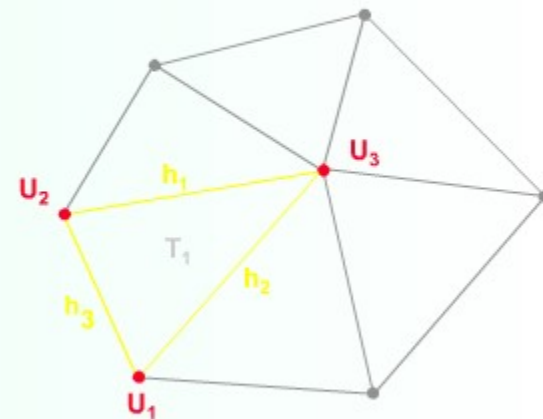
$[T_1, (h_1, h_2, h_3),$
 $T_2, (\dots),$
 $T_3, (\dots), \dots]$

seznam hran

$[h_1, (U_2, U_3),$
 $h_2, (U_1, U_3),$
 $h_3, (U_1, U_2), \dots]$

seznam uzlů

$[U_1, (X_1, Y_1, Z_1),$
 $U_2, (\dots),$
 $U_3, (\dots), \dots]$



TIN model

- **Výhody oproti pravidelným rastrovým reprezentacím:**
- zmenšení objemu uložených údajů při reprezentaci nehomogenních povrchů,
- větší přesnost a věrnost pro nehomogenní povrchy, struktura automaticky obsahuje informace o sklonu a směru tohoto sklonu.
- **Nevýhody:**
- složitost datové struktury a tím i algoritmů s ní pracujících.

DMR – digitální model reliéfu

- Vektorové prvky umožňují podstatně pokročilejší modelování vstupních dat DMR než rastrové. Je totiž u nich možné lépe atributově specifikovat, co reprezentují.
- pro tvorbu DMR většinou volen postup:
vektorové prvky--triangulace-->TIN--
interpolace-->GRID.

Tvorba nepravidelné trojúhelníkové sítě (TIN) z vektorových prvků

Členění povrchu na objekty, které lze popsat vektorovými prvky:

- svahy, údolí - většinou vrstevnicově vyjádřeno
- lokální vrcholky/jámy
- body o známé výšce
- zlomové linie - hrany (údolnice, hřbetnice, ...)
- plochy s konstantní výškou, s konstantním sklonem

Tvorba TIN

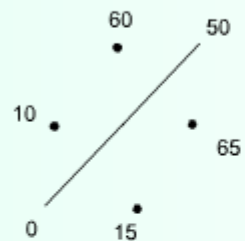
Při tvorbě DMR v GIS se používá jiná terminologie. Je proto nutné morfologické prvky vstupující do tvorby DMR v GIS zařadit do následujících kategorií:

- **Běžné body** (Mass Points) - běžné body, které určují hodnotu (např. výšku), která je v daném místě. Při tvorbě TIN však nemusí tvořit vrchol trojúhelníku, jsou-li v rámci optimalizace vyřazeny.
- **Povinné Body** (Points) - např. vrcholy/jámy, tedy body které nemohou být optimalizací vyřazeny.
- **Linie** (Line, PolyLine) - např. vrstevnice, získávají se z nich běžné body pro triangulaci.
- **Měkké** (tupé) zlomy (Soft breaklines) - tyto objekty neznamenaají zlomy v hladkosti povrchu, může se jednat například o říční síť.
- **Tvrdé (ostré) zlomy** (hard breaklines) - definují zlomy v hladkosti povrchu. Různé odtrhové hrany, srázy, okraje vodních ploch a další.
- **Polygony** (Polygons) - např. plochy jezer, běžné body se získají z vrcholů linie tvořící polygon. Existují soft a hard i clip, fill a erase.
- **Obálka** (clip polygon) - pomocí triangulace vzniká vždy konvexní TIN - pomocí obálky můžeme tento konvexní TIN oříznout na nekonvexní.
- **Výplň** (fill polygon) - nahradí Z hodnotu v daném polygonu konstantou (zase např. povrchy jezer, ...), nikoli však v TIN, zde je to pouze jako atribut, projeví se při převodu do GRID.
- **Vymazání** (erase polygon) - podobné jako výplň, ale dané trojúhelníky spadající do polygonu nejsou používány v operacích počítajících povrch.
- **Výměna** (replace polygon) - podobné výplni, ale změna je provedena přímo v TIN.

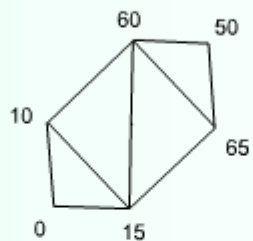
Poznámka: jednomu bodu u kterého známe polohu (souřadnice x,y), můžeme přiřadit jen jednu výšku (souřadnici z).

Jeskyně, převisy a dokonce ani kolmé stěny budov tedy nelze reprezentovat v tomto modelu korektně.

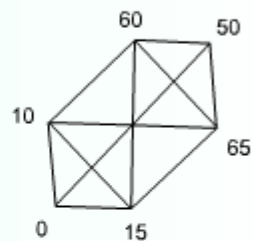
Tvorba TIN



a



b

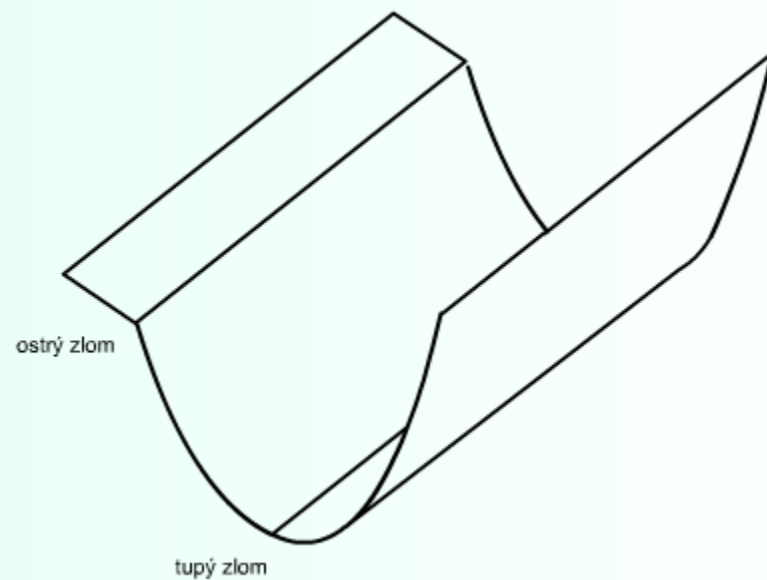


c

a - vstupní data pro TIN

b - TIN vytvořen z běžných bodů

c - TIN vytvořen z běžných bodů a zlomové linie



Převod mezi nepravidelnou trojúhelníkovou sítí (TIN) a rastrem

- složitost algoritmů nad DMR reprezentovaným jako TIN
- pro určité druhy analýz (morfologie, hydrologie, šíření signálu...) využívá DMR reprezentovaný pomocí rastru
- převod se nazývá **interpolace** - dopočítávání mezilehlých hodnot v oblasti ze známých hodnot.
- Vstupem je TIN

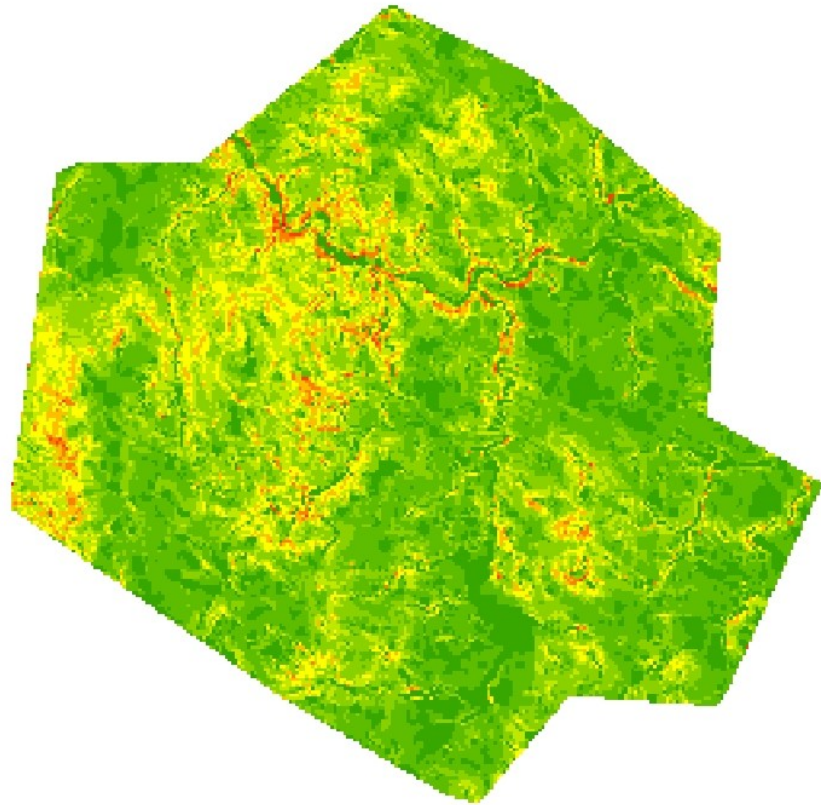
Vektorizace, rasterizace

- pro některé analýzy jsou vhodnější vektorové reprezentace dat a pro jiné zase rastrové
- GIS systémy pracující s oběma typy
- převod z rastrové do vektorové podoby se nazývá vektorizace, opačný proces z vektorové do rastrové podoby je rasterizace (rastrování).

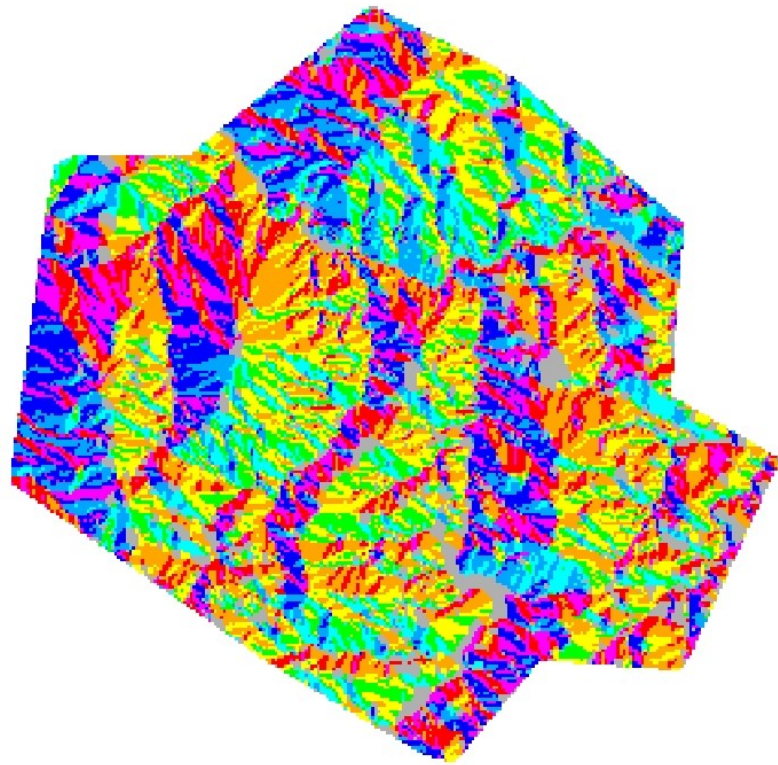
Analýzy povrchu

Slope (svažitost)

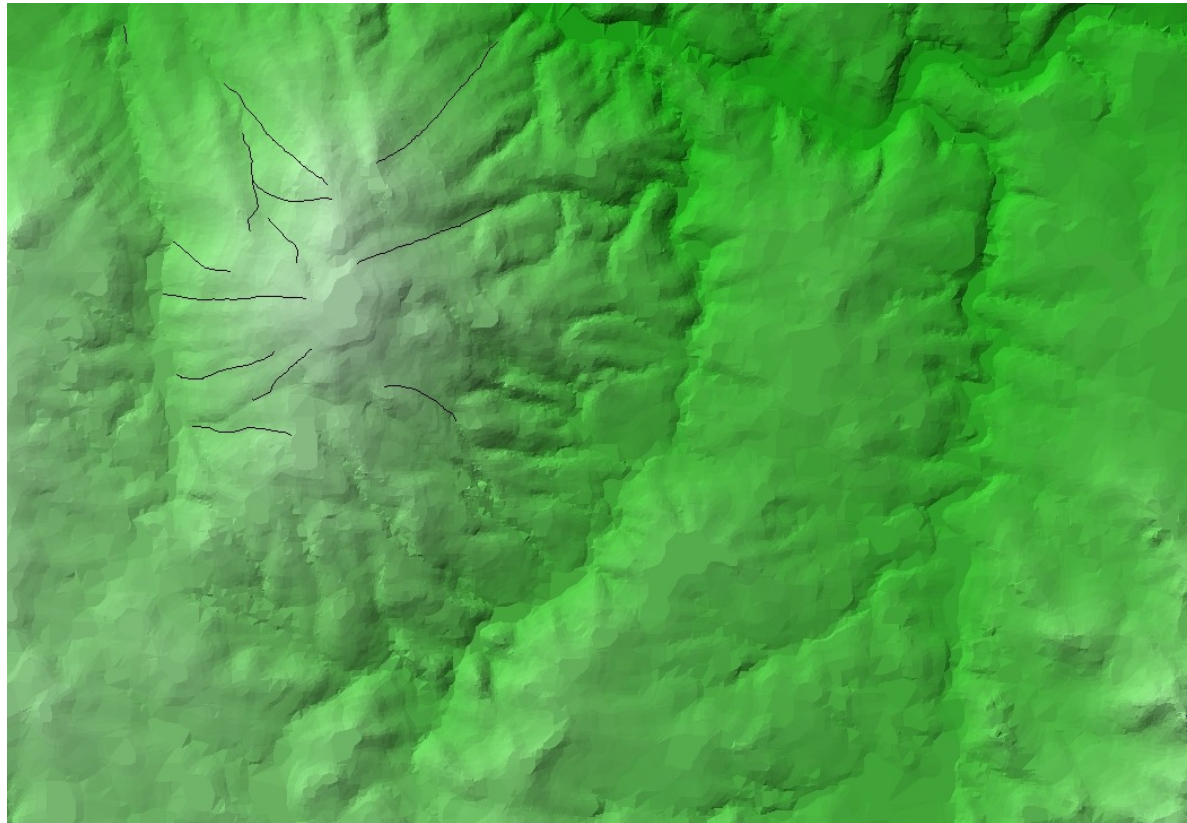
Modelování erozních rizik



- **Aspect**
(orientace svahů)
- Využití půdy,
zemědělství..

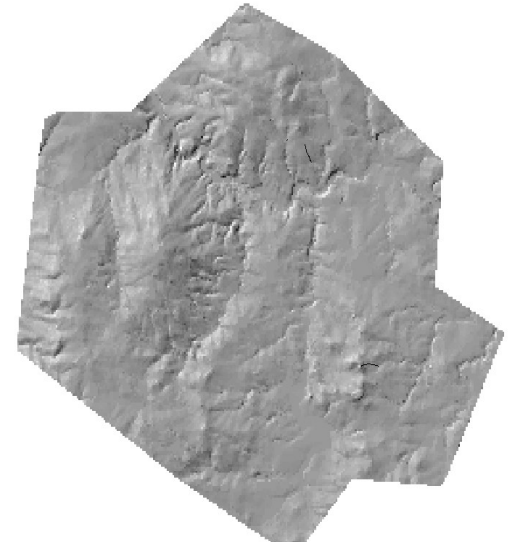


- **steepest path**
- 3D Analyst
- odtokové poměry,
hydrologie



Stínování reliéfu

- vizualizace povrchu
- převýšení
- vlastní stín
- nastavení směru osvětlení



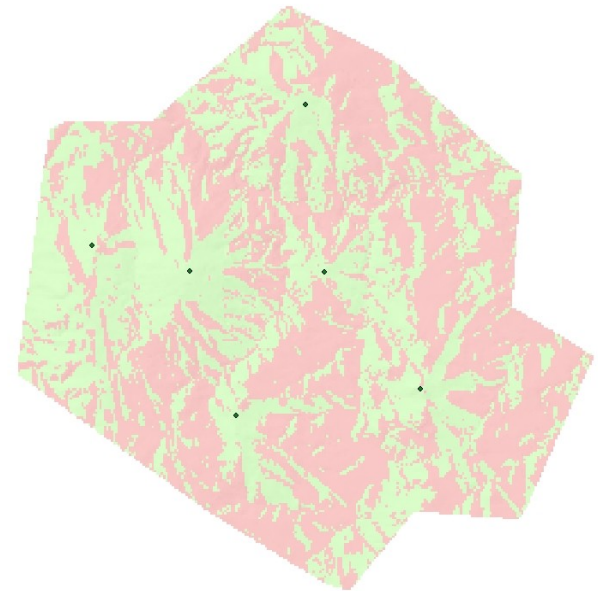
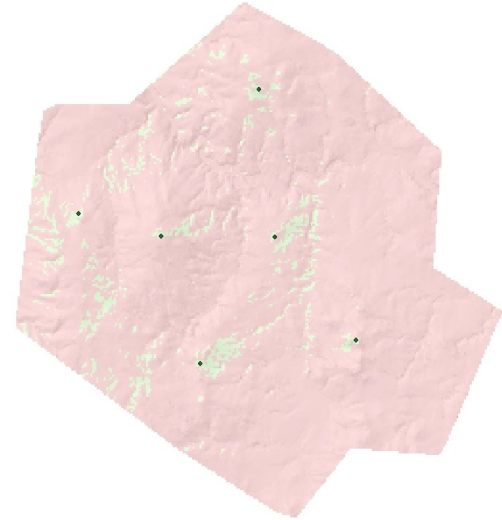
Stínování reliéfu

jiný terén?



Analýza viditelnosti

- Viewshed
- offsetA, offsetB
(výšky
pozorovatele a
cíle)
- projektování
pokrytí signálem
apod.



Další analýzy

- Základní Morfologické analýzy - nalezení lokálních minim a maxim, konvexnosti a konkávnosti.
- Analýza osvětlení reliéfu - množství dopadajícího světla na danou lokalitu. Př. zemědělství
- **Tvorba vrstevnic (izočar)** - převod mezi reprezentacemi (DMR --> vektorové linie).
- **Generování profilů** - pomocí DMR je možné počítat profily liniových prvků
- **Počítání objemů DMR** - "Cut and Fill" analýza (změny objemu mezi dvěma DMR), analýzy reálné plochy a reálné délky na povrchu, kde výsledkem je reálná plocha/délka na DMR a ne planimetrická ze 2D.
- Pohled na DMR z jakéhokoli místa v 3D prostoru, včetně vizualizace rastrových dat na něj položených (Image Drape). Tato analýza ale spíše patří do oblasti vizualizace GIS dat.