

# Vyznáte se v interpolacích?

**Mám použít IDW nebo spline? Pokud jste někdy vytvářeli digitální model, museli jste vybírat vhodnou interpolační metodu. Víte, která je nejvhodnější pro vaše data?**

## Co to je interpolace

Jako interpolace je označován proces, při kterém je odvozována (odhadována) neznámá hodnota určitého jevu (například nadmořské výšky nebo teploty) na základě okolních známých hodnot. Existuje řada interpolačních metod, které provádějí výpočet neznámé hodnoty nejrůznějšími způsoby. Každá metoda má své přednosti i mínusy, se kterými je třeba při interpolaci počítat. K interpolaci má také velmi blízko extrapolace. Ta odvozuje hodnotu neznámého jevu mimo oblast, která je pokryta známými hodnotami a nové hodnoty jsou tedy dopočítávány za hranicemi vstupních bodů.

## Exaktní metody versus aproximující metody

Jedno ze základních rozdělení interpolačních metod vymezuje exaktní a aproximující interpolační metody. Exaktní metody jsou takové metody, které přesně respektují původní naměřené hodnoty. Pokud je například interpolována nadmořská výška v místě, kde se nachází jeden ze vstupních bodů, je do výsledného modelu přiřazena právě tato hodnota. Protipólem jsou aproximující interpolační metody, které naopak výsledný povrch zahlazují a ohýbají. Výsledné povrchy jsou potom sice na pohled pěkné a zahlazené, ale někdy také nepřesné.

## Metoda inverzních vzdáleností (IDW)

Hlavním principem metody IDW je skutečnost, že na hodnotu jevu v neznámém místě mají větší vliv bližší známé body než vzdálenější. Výsledná hodnota je počítána pomocí váženého aritmetického průměru hodnot naměřených v okolí bodu, kde váhy jsou funkcí inverzní vzdálenosti mezi interpolovaným bodem a bodem měření. Metoda neumí vypočítat hodnoty vyšší nebo nižší než jsou vstupní hodnoty. V místech s extrémními hodnotami tedy dochází k jistým nepřesným výpočtům. V případě odhadu výšky kopce z bodů umístěných mírně

po vrcholem je vypočítán vážený průměr bodů, nikoliv však odhad výšky vrcholku. Metoda IDW je aproximující, tedy výsledný povrch neprochází přímo vstupními hodnotami. Nevýhodou je také tvorba koncentrických izolinií v okolí známých bodů, známá také jako „bull eyes“. Metoda IDW je výpočetně velmi rychlá a používá se například pro interpolaci meteorologických jevů jako jsou srážky nebo teploty.

## Metoda minimální křivosti (spline)

Metoda minimální křivosti (tzv. spline) pracuje s matematicky definovanými křivkami, které po částech interpolují hodnoty daného jevu. Výsledkem je povrch, který má co nejmenší křivost (je co nejhladší), ale zároveň se přesně přimyká vstupním bodům. Jde tedy o exaktní interpolační metodu, která zachovává původní hodnoty. Metoda také dokáže vypočítat vyšší či nižší hodnotu než jsou extrémní hodnoty ve vstupních datech. To může být výhodné například při interpolaci vrcholu hory. Spline není vhodnou metodou v případě, že vstupní body jsou blízko sebe a mají velmi rozdílné hodnoty. Metoda se používá při interpolaci klimatických jevů nebo pro interpolaci nadmořské výšky v málo členitém území.

## Kriging (krigování)

Kriging je geostatistická interpolační metoda, která provádí výpočet neznámé hodnoty pomocí váženého průměru okolních naměřených. Váhy jsou přiřazeny variogramem, tedy příslušnou funkcí statistické

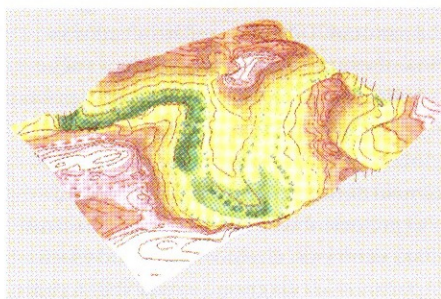
struktury pole charakteristik. Kriging vytvořil Georges Matheron na základě práce Daniela G. Krige již v roce 1963. Metoda se hodí pro průzkum ložisek nerostných surovin. Kriging je výpočtově jedna z nejsložitějších a řadí se mezi exaktní interpolační metody. Používá se zejména pro geologické aplikace, někdy se však hodí také pro interpolaci výšek nebo meteorologických dat.

## Natural neighbourhood

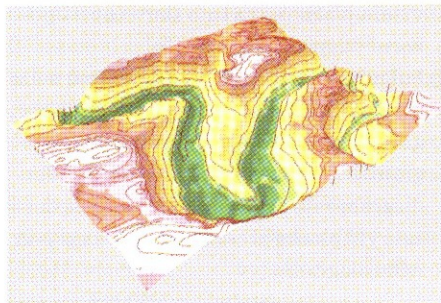
Metoda Natural Neighbors (metoda přirozených sousedů) je založena na principu Thiessenových polygonů. Polygony jsou vytvořeny z bodové vrstvy tak, že do každého polygonu spadá jeden bod a všechna místa polygonu jsou blíže bodu, který leží uvnitř něho, než bodu jinému. Tato metoda je velice efektivní, pokud jsou naměřené hodnoty rozmístěny pravidelně. Metoda spočívá v odhadu neznámých hodnot z několika nejbližších hodnot. Území je nejprve rozděleno do nepravidelných trojúhelníků (tzv. Delaunay triangulace), z nichž jsou následně vytvářeny tzv. Thiessenovy polygony. Metoda není vhodná pro spojitě se měnící jevy (srážky nebo teplota) a je využívána například pro plošné odhady srážek.

## Trend

Metoda trend bývá většinou používána, pokud chceme získat informaci o tom, zda data vykazují určitý prostorový trend nebo ne. Typickým příkladem může být sada bodů nadmořských výšek, ze kterých zjis-



Interpolační metoda IDW



Interpolační metoda spline





tíme, zda území má například stoupající nebo klesající trend. Výsledné povrchy jsou také používány k popisu a odstranění hrubých rysů z datových sad. Výsledný povrch je zbaven lokálních detailů a je tak velmi hladký. Lze vytvářet několik typů trend povrchů od jednoduchých až po členitější.

## TIN

Metoda TIN je jedna z nejčastěji používaných metod pro tvorbu digitálních modelů reliéfu. Není ovšem interpolační metodou v pravém slova smyslu, protože pracuje na odlišných principech než klasické interpolační metody. Pro tvorbu TIN struktury je využíváno triangulace, která je založena na lineární interpolaci uvnitř trojúhelníku. Algoritmus spojuje body v síti trojúhelníků tak, aby se jejich hrany nikde neprotínaly. Výsledný povrch je na rozdíl od ostatních rastrových povrchů tvořen sítí trojúhelníků. Metoda je výpočetně velmi rychlá, avšak generuje nepřirozené a neexistující rovné plochy. V případě tvorby modelu nadmořských výšek vytváří také chybný průběh údolí a hřbetů.

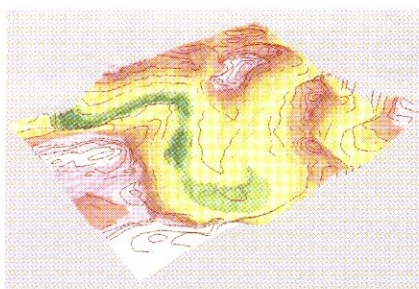
## Topo to Raster

Nástroj Topo to Raster je specifickou metodou programu ArcGIS, která je určena pro vytváření hydrologicky korektního digitálního modelu terénu. Interpolační metoda se zakládá na programu ANUDEM verze 4.6.3. Je upravením metody spline, přičemž dovoluje modelovat náhlé změny v reliéfu terénu. Metoda umí při výpočtu kombinovat nejen výšková data, ale také data terénních zlomů, vodních toků, vodních ploch a dalších jevů, které mají vliv na výsledný digitální model.

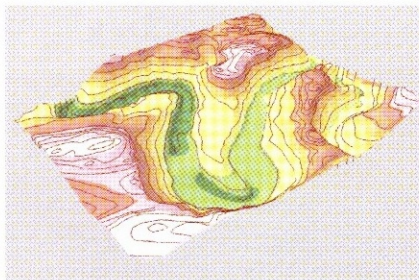
## Výběr interpolační metody

Je obecně známé, že neexistuje žádná univerzální metoda, kterou by bylo možné použít na výpočet všech možných jevů v krajině. Výběr závisí na chování sledovaného jevu (srážky, teplota, nadmořská výška) a na rozložení vstupních bodů (nepravidelné, pravidelné, řídké, atd.). Interpolačních metod existuje velké množství, avšak ne všechny metody jsou vhodné pro všechny jevy. Dokonce i v rámci jednoho jevu (například nadmořská výška) se může lišit nejvhodnější metoda podle členitosti terénu. Metoda, která je vhodná pro ploché území, nemusí poskytovat kvalitní výsledky pro horské oblasti. Proto neexistuje striktní všeobecná poučka pro použití interpolační metody a výsledky je vždy nutné ověřovat.

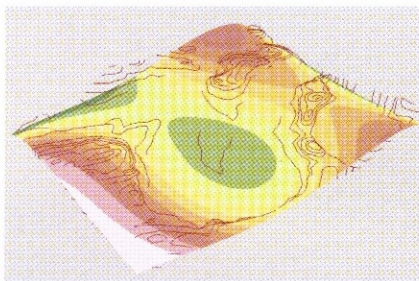
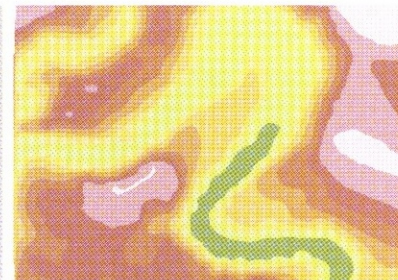
Jedním z možných způsobů výběru interpolační metody je tzv. bumerangový test. Nejprve jsou z datové sady vybrány body, které dále nevstupují do interpolace. Následně je porovnávána hodnota vytvořeného povrchu s hodnotou v původních datech. Na základě porovnání několika metod je možné vyhodnotit, kde je odchylka nejmenší a tudíž která metoda je nejvhodnější. Většina interpolačních metod také nabízí mnoho druhů nastavení výpočtu. Proto je bumerangový test používán rovněž pro porovnání různých nastavení jedné interpolační metody, aby výsledný model byl vždy co nejpřesnější. ■ — **Jaroslav Burian**



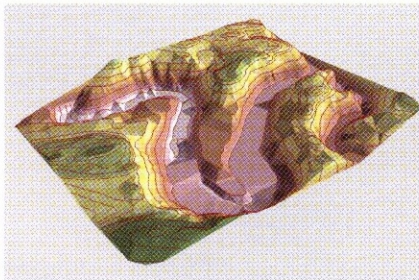
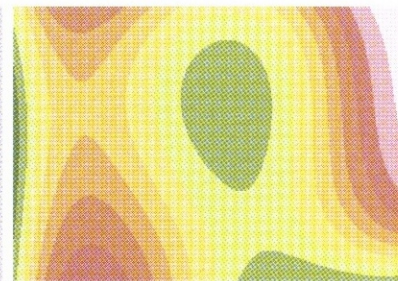
Interpolační metoda kriging



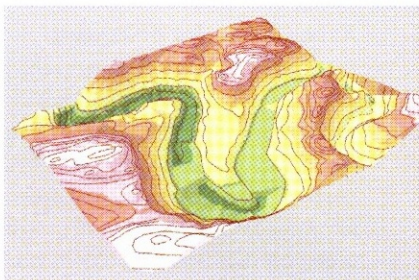
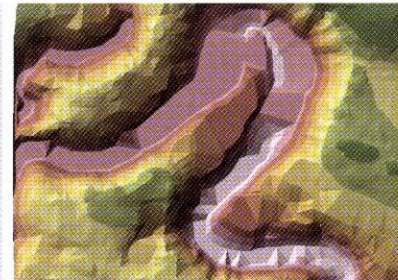
Interpolační metoda natural neighbourhood



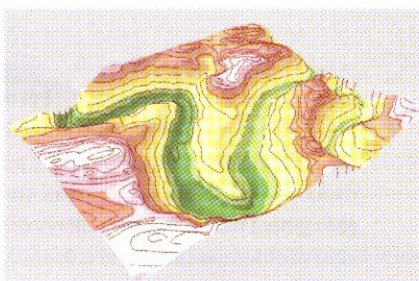
Interpolační metoda trend



Interpolační metoda TIN



TIN převedený na rastrovou strukturu grid



Interpolační metoda Topo to Raster

