



Geoinformatika

VIII – GIS analýzy a modelování III

jaro 2025

Petr Kubíček

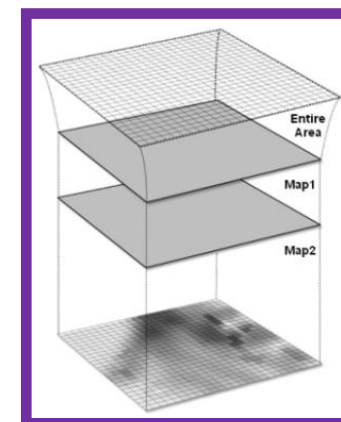
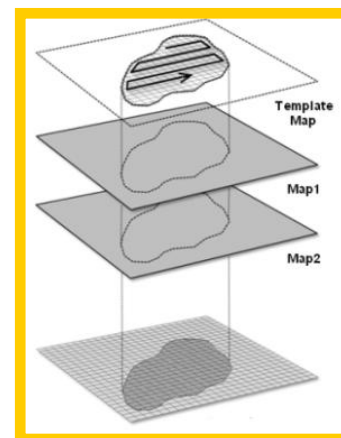
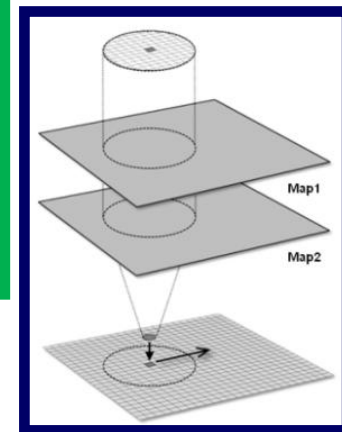
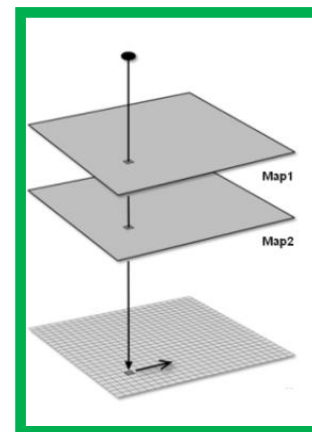
kubicek@geogr.muni.cz

**Laboratory on Geoinformatics and Cartography (LGC)
Institute of Geography
Masaryk University
Czech Republic**

Dělení funkcí mapové algebry

Z hlediska oblasti ze které je počítána hodnota výsledné buňky dělíme funkce mapové algebry na :

- **Lokální** - na individuální buňce, nová hodnota vzniká z individuální buňky jedné nebo více vrstev.
- **Fokální** - v definovaném okolí, nová hodnota vzniká z definovaného okolí buňky.
- **Zonální** - na specifické oblasti, nová hodnota vzniká ze zóny definované v jiné vrstvě.
- **Globální** - používají se všechny buňky informační vrstvy.



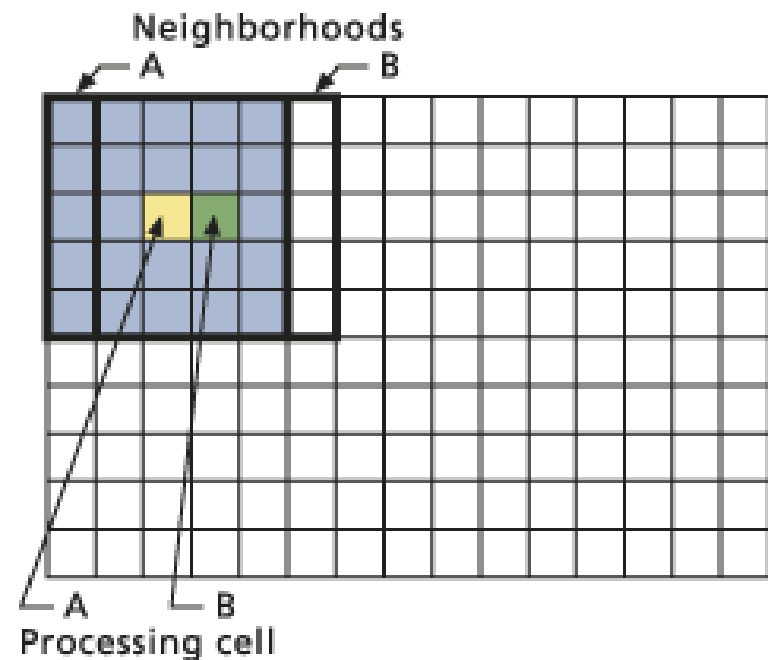


Fokální funkce

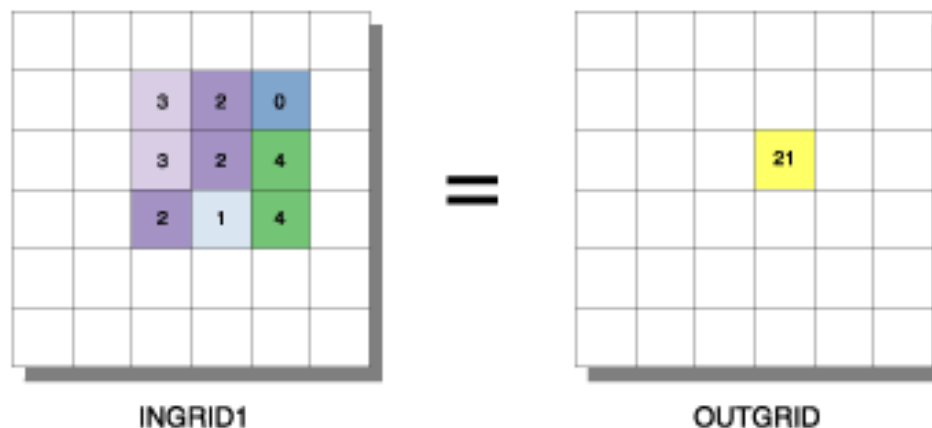
- **Fokální** - v definovaném okolí, nová hodnota vzniká z definovaného okolí buňky.
- **Fokální funkce** se dělí na **statistické funkce** a na **analýzy proudění**. Většinou se provádějí na okolí 3x3 sousedních buněk, ale systémy často umožňují definovat sousedské okolí podle uživatele.
- Ze **statistických funkcí** jde o stanovení např. aritmetického průměru v okolí, sumy, odchylky, min, max, rozpětí a další.
- U **analýz proudění** se počítá směr proudění (maximální gradient z hodnot dané buňky do okolních), rychlost proudění a další. Analýzy proudění jsou základem většího počtu dalších pokročilých analýz, jako jsou hydrologické analýzy, modelování eroze.



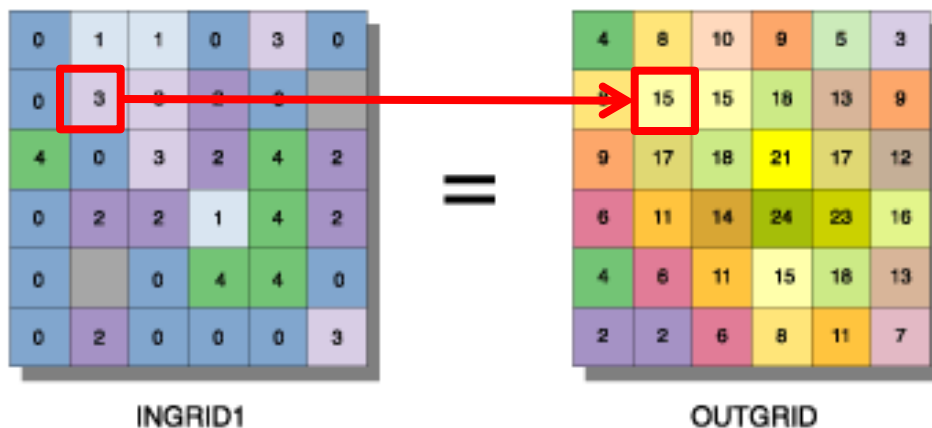
Statistické funkce - zpracování



The Neighborhood Function on an Individual Neighborhood

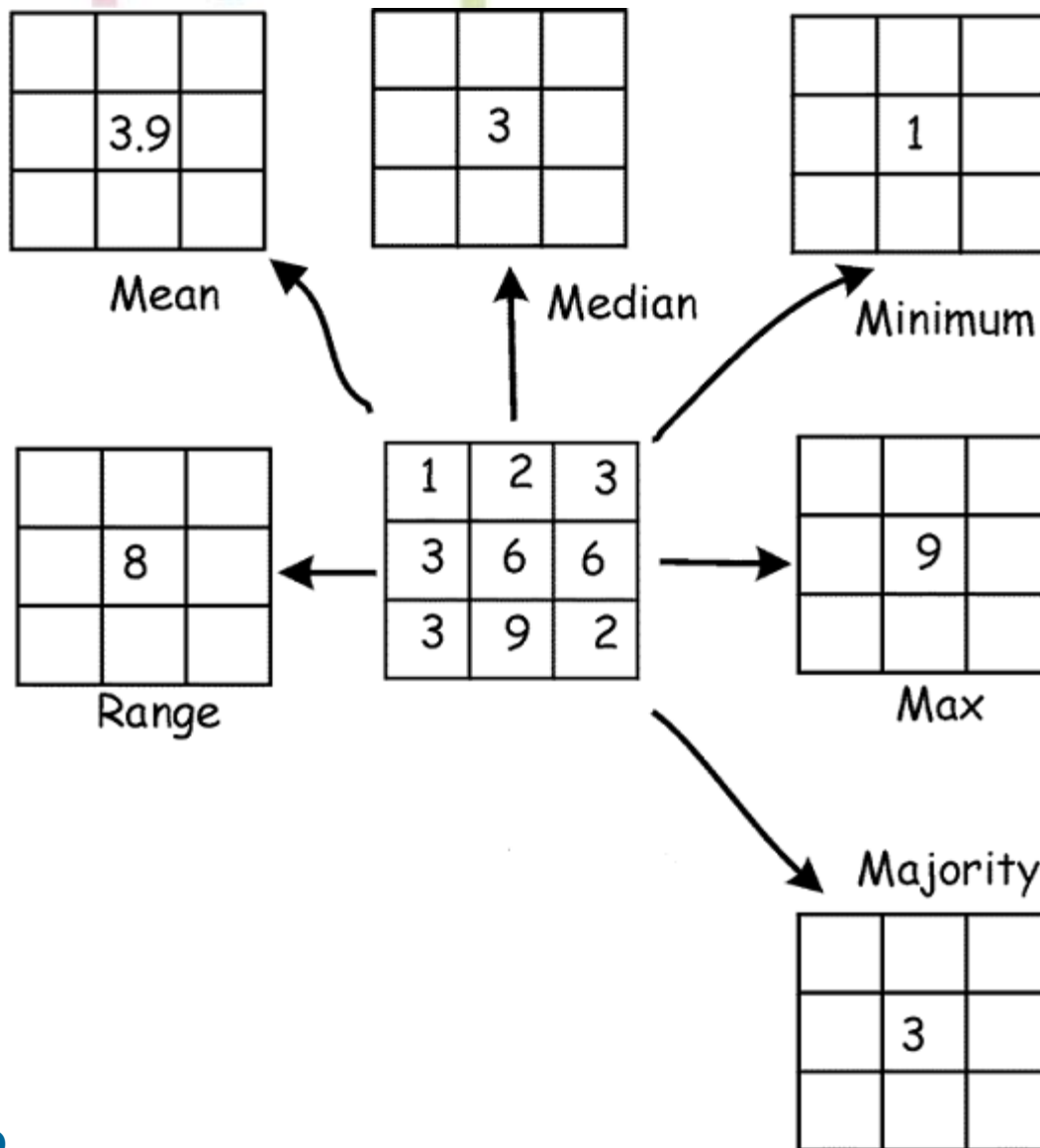


The Neighborhood Function on a Grid



- **focalSum (3x3)**
- **NoData ignorováno (pokud není všude).**

Příklad fokálních statistických funkcí





Zonální funkce

Zonální funkce - na specifické oblasti, nová hodnota vzniká ze zóny definované v jiné vrstvě.

Možné rozdělit na statistické a geometrické (area).

- U statistických funkcí jde o **statistické zpracování hodnot analyzované informační vrstvy, které patří do zóny** definované v druhé informační vrstvě. Statistické funkce mohou být opět průměry, sumy, min, max.
- Mezi **geometrické funkce** patří např. **stanovení plochy, obvodu a dalších charakteristik každé zóny**.



Najděte PLOCHU zastavěného území pro jednotlivé kategorie sklonu svahu

INPUT layers

Zone layer

(with integer slope values)

2	2	3	3
1	2	2	3
1	1	2	2
0	1	1	2

Slope (degrees)

Cell size = 30m

Value raster layer

(1 = built-up/developed area)

	1	1	1
1	1	1	1
1	1	1	
1	1		

Built-up/developed area map

Value= No Data



OUTPUT table

Rowid	VALUE	VALUE_1
1	0	900
2	1	3600
3	2	3600
4	3	2700

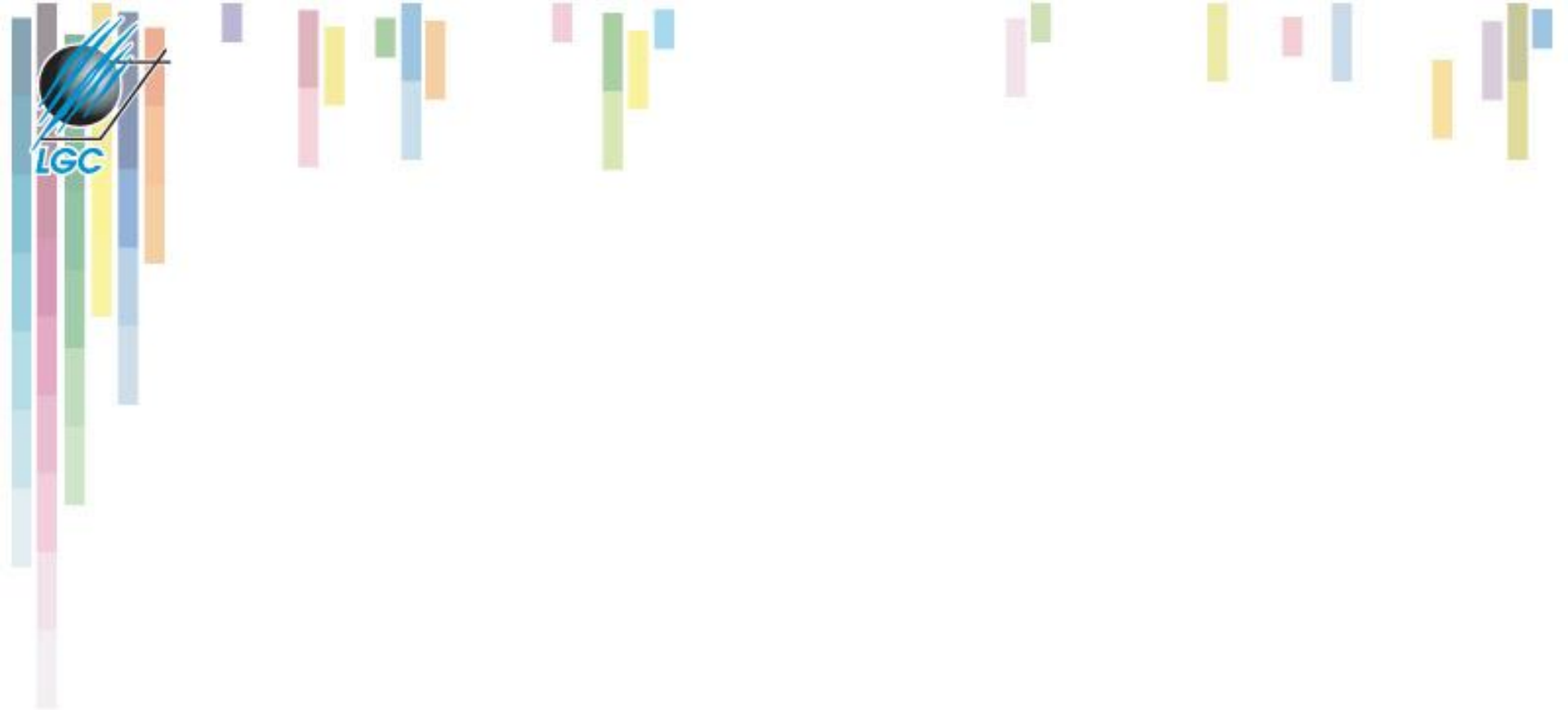
- The “VALUE” column contains the integer slope values.
- The “VALUE_1” column contains the area (m²) of built-up/developed areas for each integer slope value.



Analytické nástroje GIS – příští týden

Analytické možnosti GIS můžeme rozdělit do následujících skupin:

- měřící funkce,
- atributové i prostorové dotazy(nástroje na prohledávání databáze),
- topologické překrytí,
- mapová algebra,
- **vzdálenostní analýzy,**
- **analýzy sítí,**
- **analýzy modelu reliéfu a dalších povrchů.**



VZDÁLENOSTNÍ ANALÝZY



Vzdálenostní funkce

VEKTOR

RASTR

- Základem je Euklidovská vzdálenost

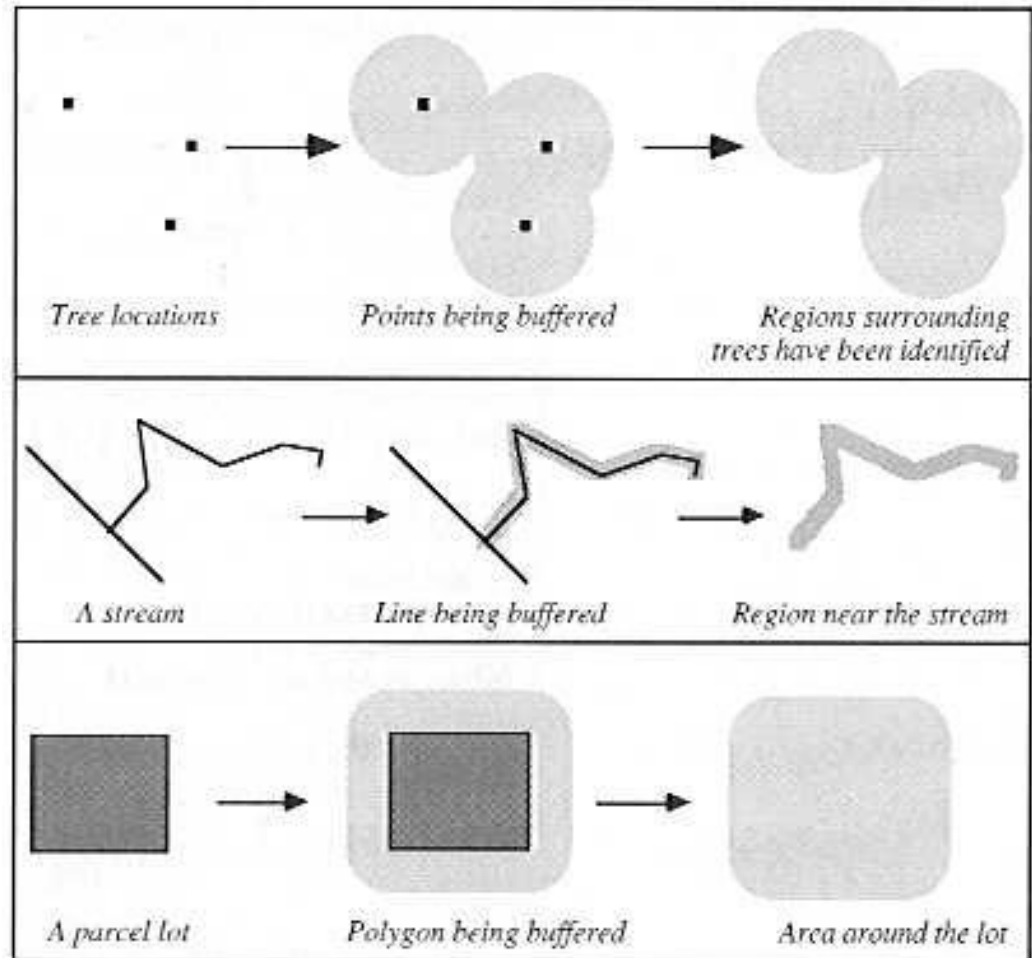
- Matice vzdáleností
- Identifikace nejbližšího souseda

- **Obálka**

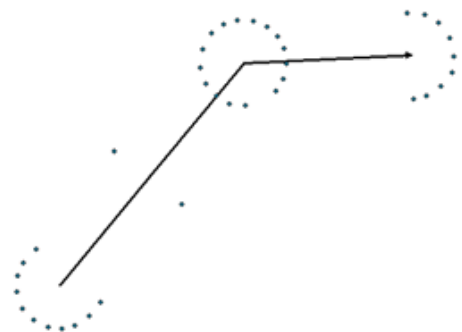
- **Obálka**
- **Nákladové vzdálenosti**
 - Funkce šíření a proudění

Analýza vzdáleností

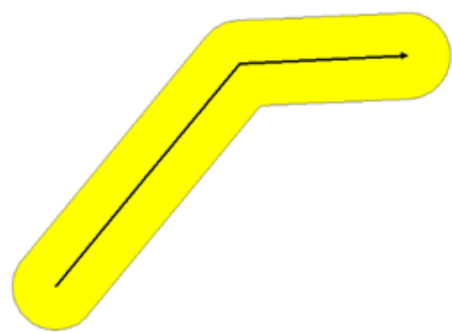
- Tvorba obálek (buffer)
- Výsledkem je obálka v definované vzdálenosti od vybraného geometrického prvku



Offsets created around the input line feature



Buffer derived from the offsets



Obálka (buffer) - parametry

INPUT



OUTPUT
DISSOLVE TYPE:
NONE

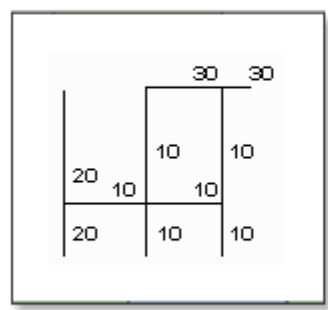


OUTPUT
DISSOLVE TYPE:
ALL

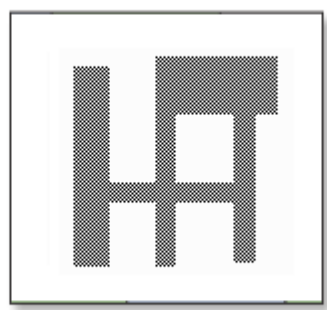


Example 2: Distance from field

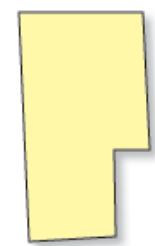
This example illustrates the buffer of a line feature class using a numeric field with values of 10, 20, and 30 for distance, an end type of FLAT, a side type of FULL, and a dissolve type of ALL.



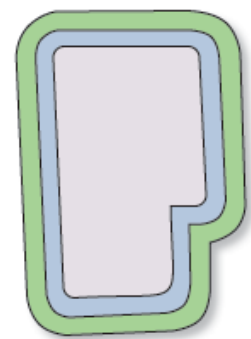
INPUT



OUTPUT



INPUT

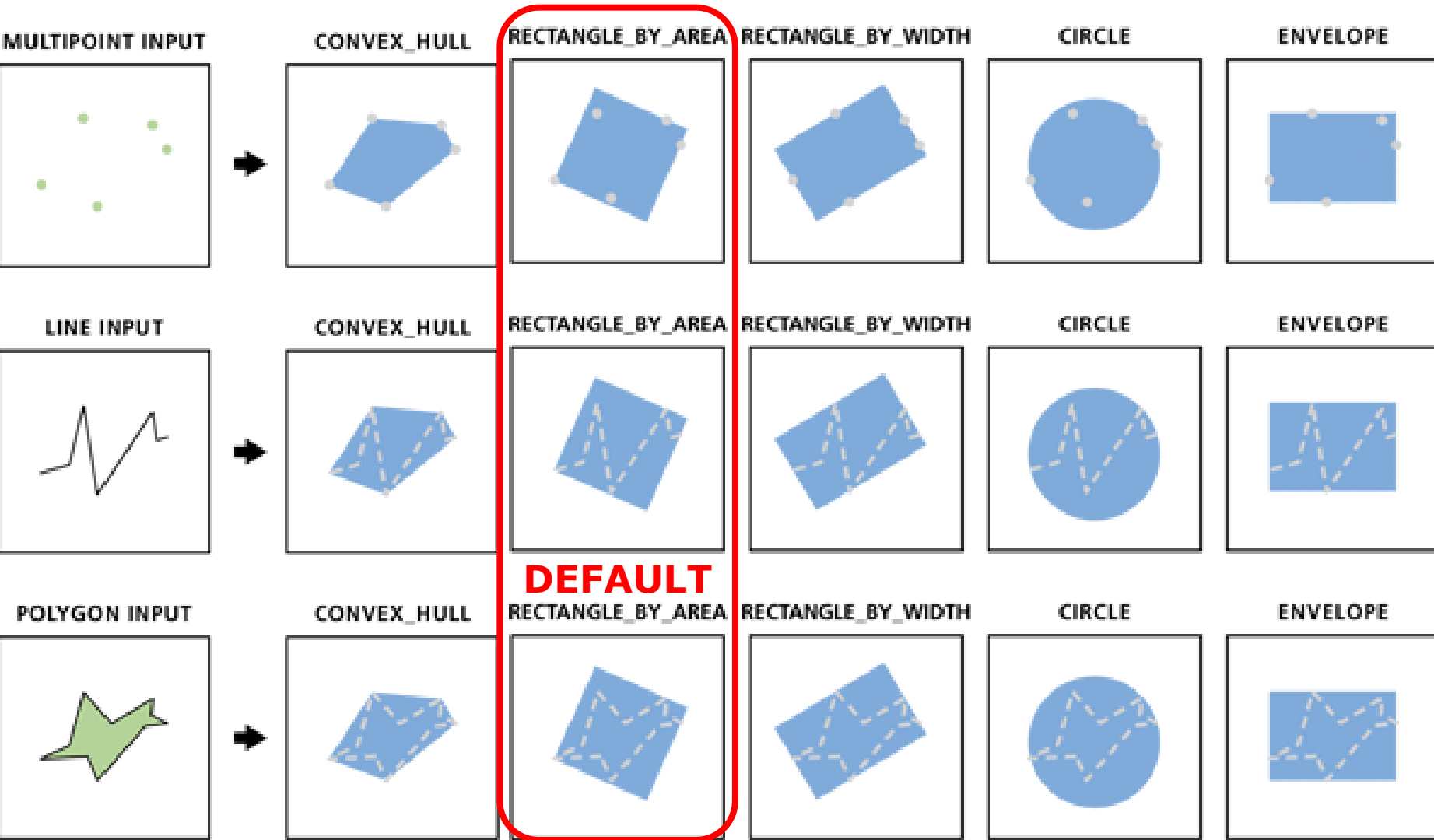


OUTPUT

Because the buffer distances are dependent on the field values, various buffer widths can be applied in the same operation.

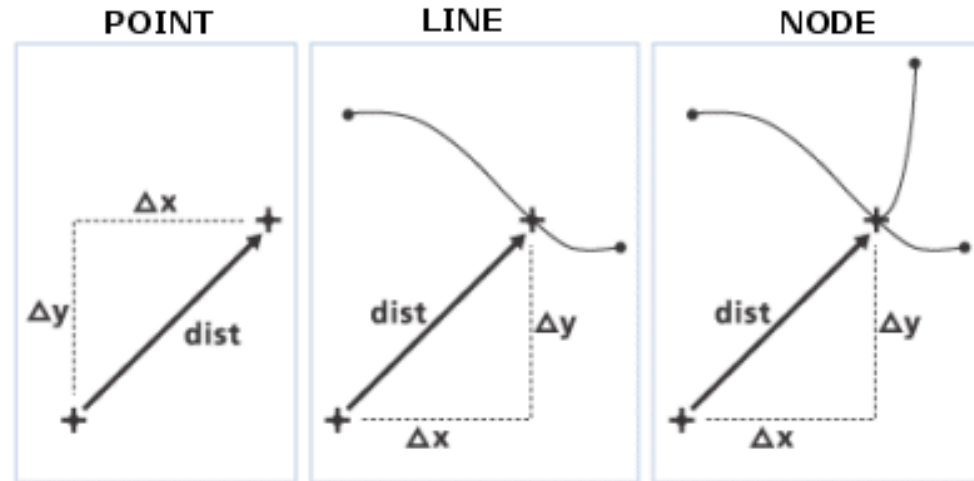


Konvexní obálka a minimální hraniční geometrie



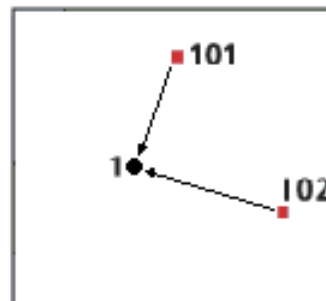
Vzdálenost objektů

- **Nejbližší objekt**



- **Vzdálenost všech objektů**

INPUT COVERAGE



OUTPUT TABLE

A#	B#	Distance
1	A	65
1	B	83

- POINTS IN COVERAGE A
- POINTS IN COVERAGE B

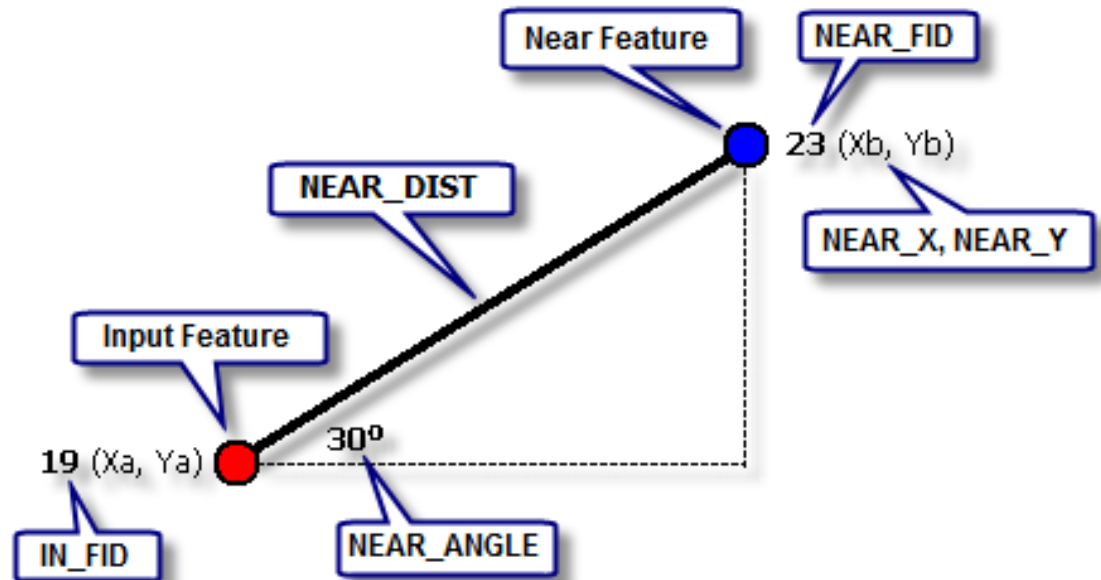


Principy výpočtu vzdáleností

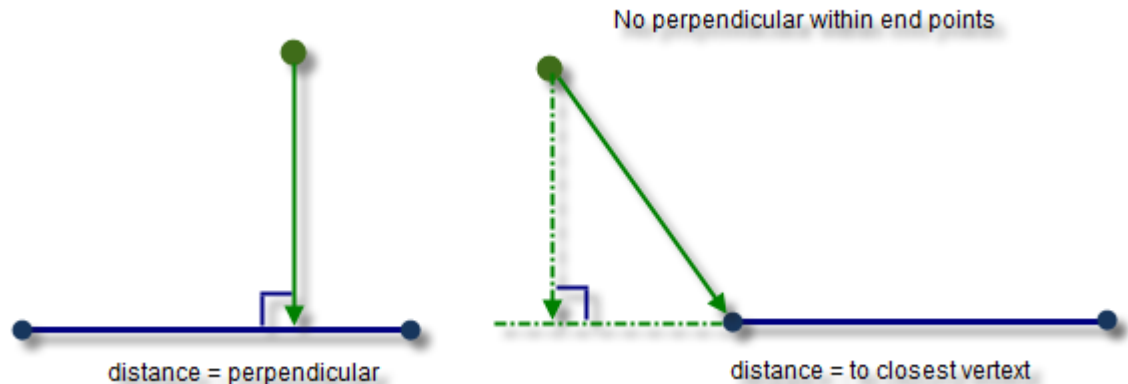
- **Výpočet vzdálenosti závisí na typu geometrie (a souřadnicovém systému). Tři hlavní pravidla určující způsob výpočtu:**
 - Vzdálenost mezi **body** je přímá spojnice obou bodů.
 - Vzdálenost mezi **bodem a linií** je buďto kolmice, nebo vzdálenost k nejbližšímu vrcholu.
 - Vzdálenost mezi **liniemi** je určena vzdálenostmi vrcholů jednotlivých segmentů (více možností, počítá se nejkratší).

Výpočet vzdálenosti

1) Bod – bod

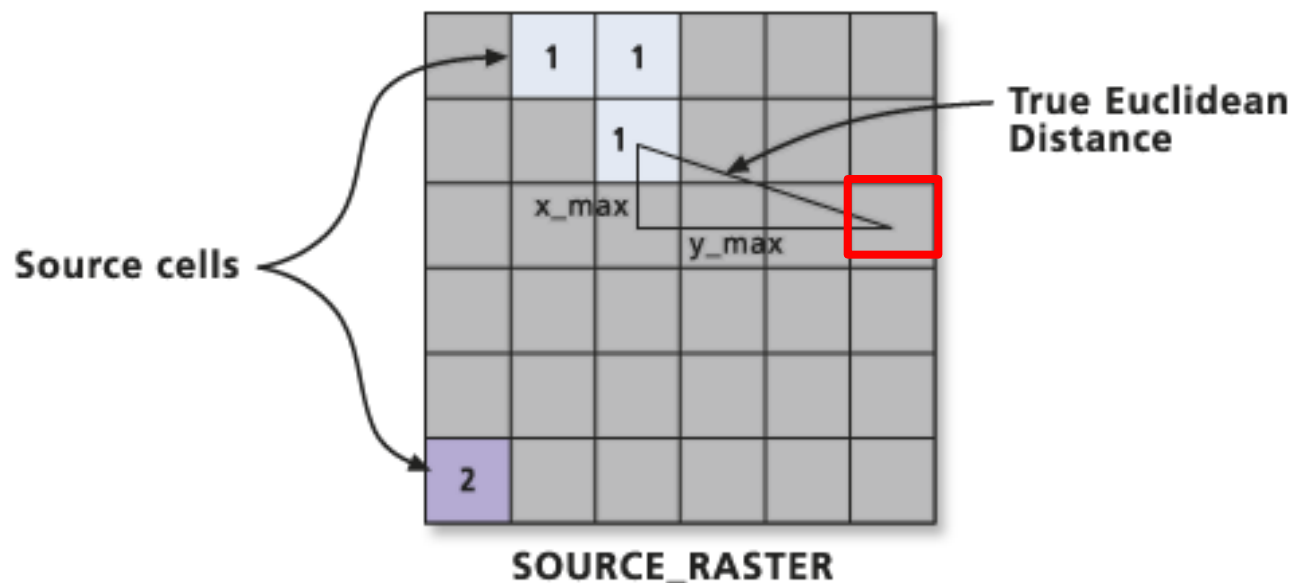


2) Bod - linie

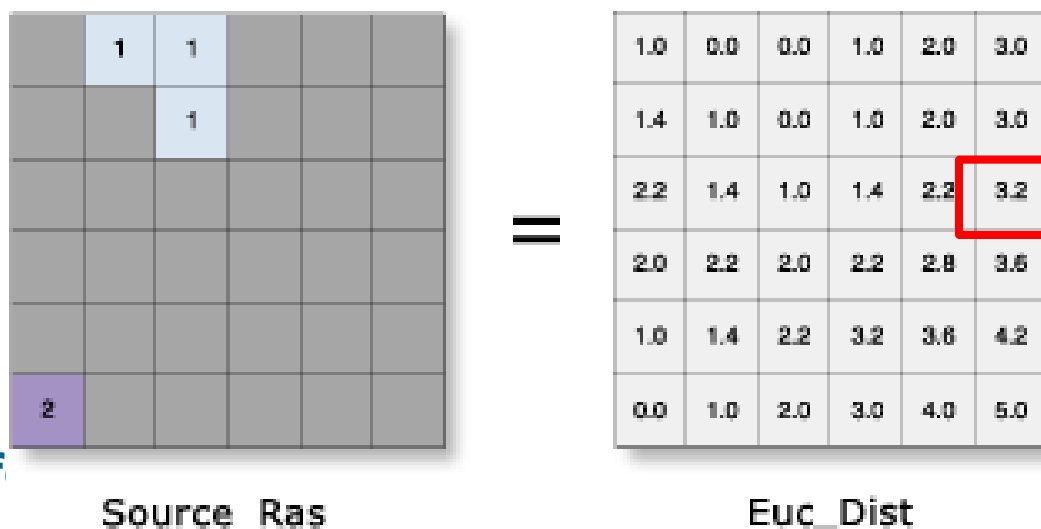




Euklidovské vzdálenosti - rastr

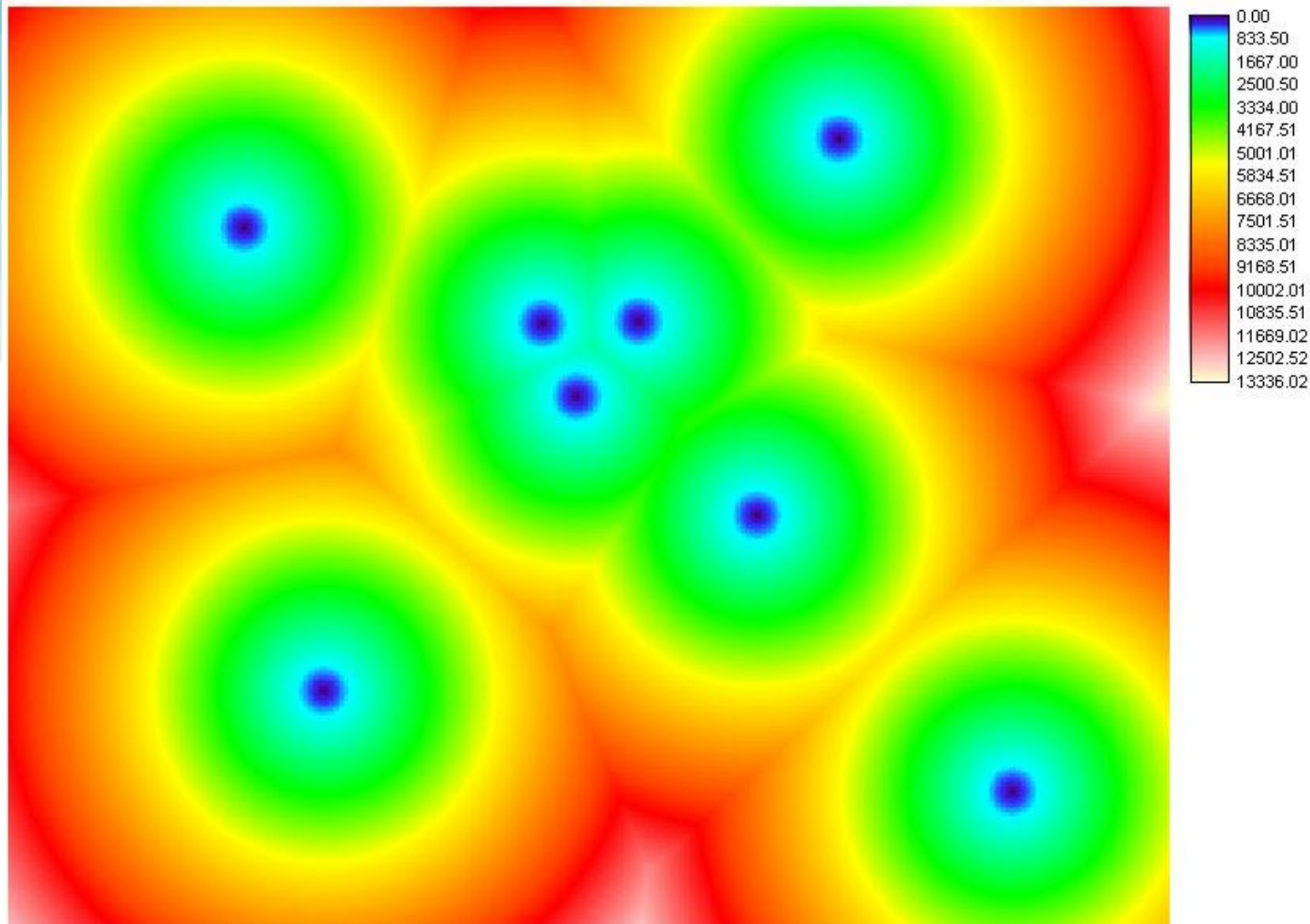


Vzdálenost
buňky k
nejbližšímu
zdroji



Value = NoData

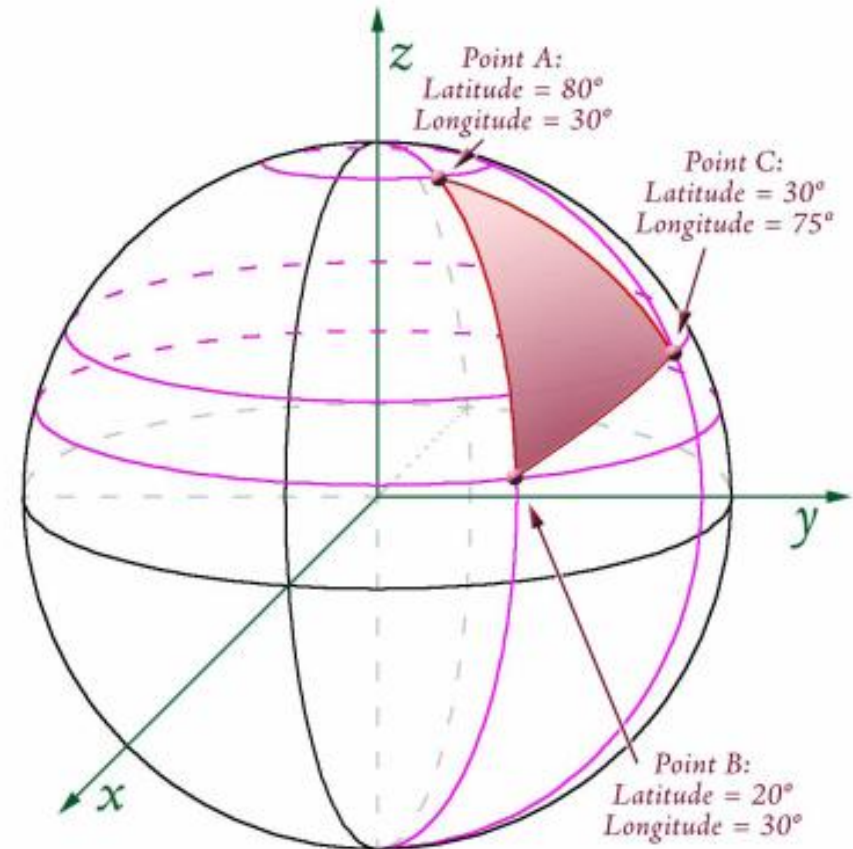
Euklidovské vzdálenosti (2)



**Vzdálenost
buňky k
nejbližšímu
zdroji!**

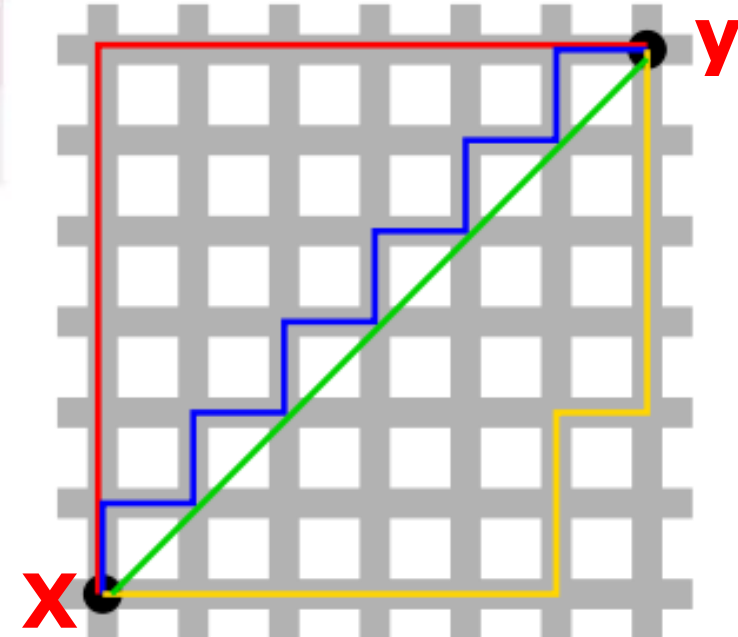
Neuklidovské vzdálenosti

- Sférická vzdálenost
- Manhattan distance
- Nákladové (vážené) vzdálenosti



Neuklidovské vzdálenosti - Manhattan

- Manhattan distance (*taxi cab geometry*, *Minkowski*), **absolutní rozdíl v kartézských souřadnicích.**
- $x=(a,b)$ $y=(c,d)$
- Vzdálenost = $|a-c|+|b-d|$



$$x=(0,0) \quad y=(6,6)$$

$$|0-6|+|0-6|=12$$

$$\sqrt{72} \approx 8.4853$$



Geoir

Vážené vzdálenosti

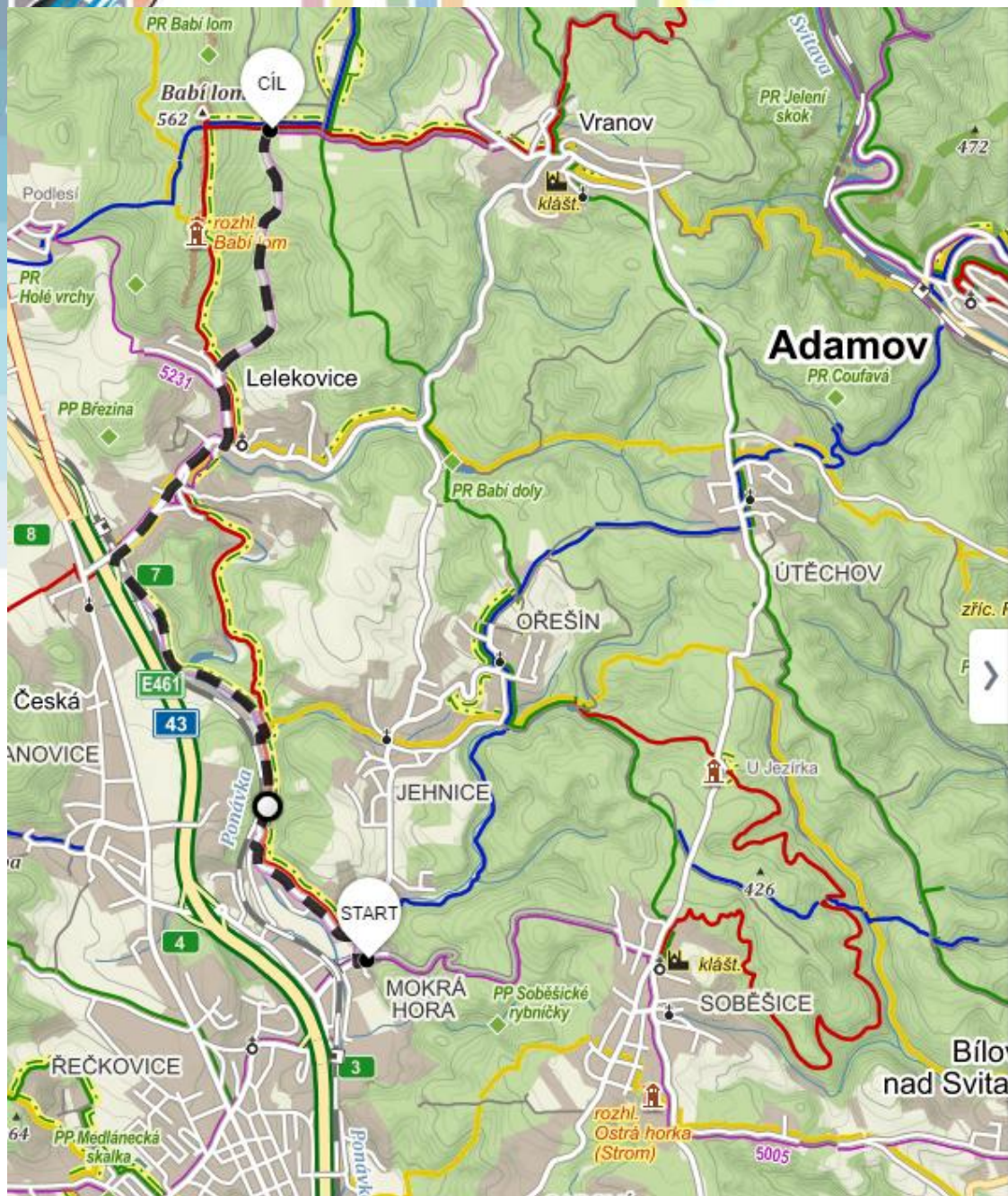
- Vážená vzdálenost si všímá jedné podstatné vlastnosti, a to, že při běžných vzdálenostních analýzách se vůbec neuvažují vlivy okolí, vše je měřeno **vzdušnou čarou (crows flie)** za ideálních podmínek.
- V reálném světě ale tento model zdaleka **neodpovídá skutečnosti**.





Faktory ovlivňující vzdálenost

- **Vlastnosti reálného světa ovlivňující reálnou vzdálenost:**
 - objekty (antropogenní prvky, krajinný pokryv) nacházející se na povrchu,
 - průběh terénu, s ním související převýšení,
 - převládající směr větru,
- následně se modelují jako **faktory** ...
- Faktory modelující vlastnosti reálného světa:
 - **frikční povrch,**
 - **faktor terénu (reliéfu),**
 - **vertikální faktor,**
 - **horizontální faktor,**
- se skládají do výsledného **povrchu nákladů** (nákladového vzdálenostního povrchu).
- Více v předmětu Kartografické modelování



Trasa 8 km – 48 min



Přidat do oblíbených



Sdílet



Jandáskova

Brno, okres Brno-město, kraj Jihomor...

Výlet po okolí



8 km – 48 min



Cyklotrasy



Silnice



Vyhnout se silnicím I. třídy



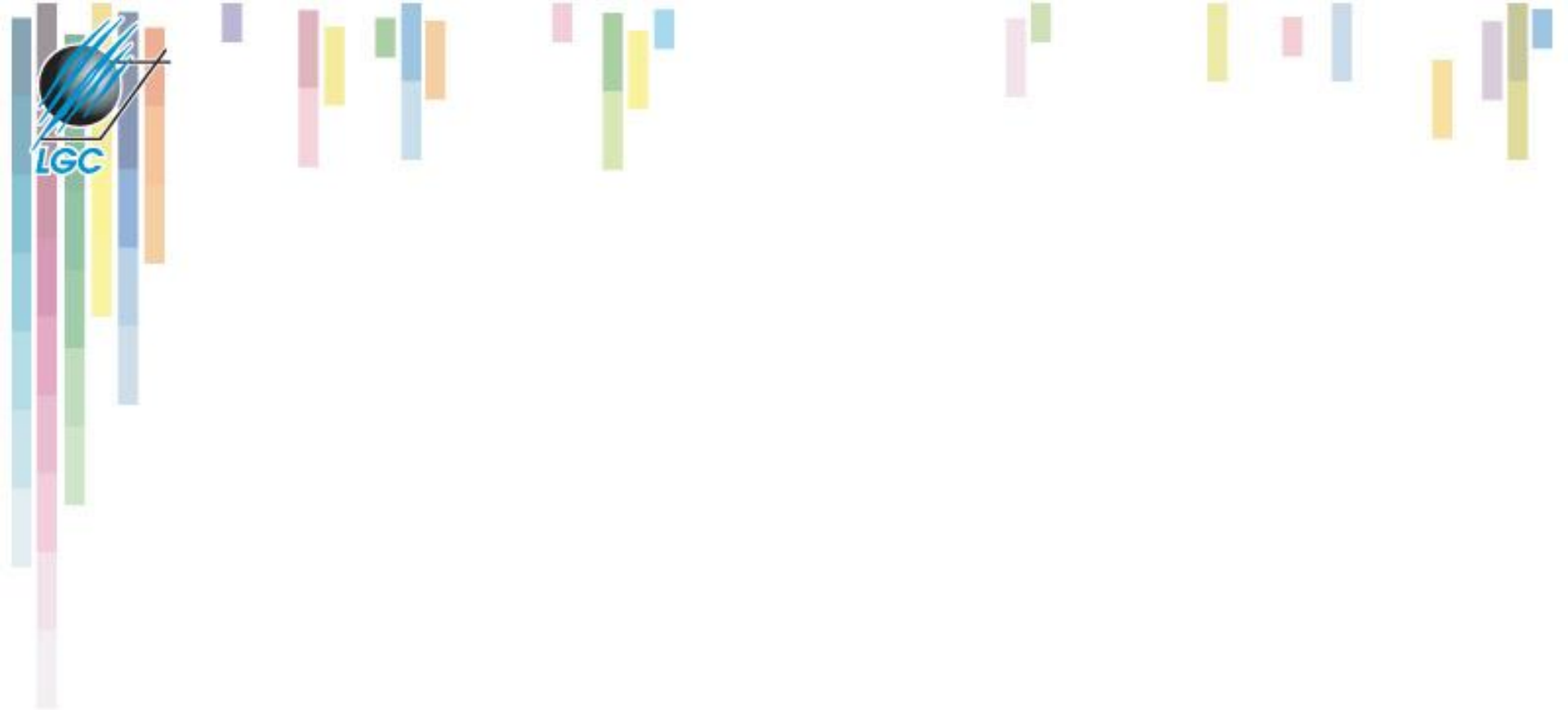
49.3121525N, 16.5835619E

Výlet po okolí



Skrýt výškový profil trasy





ANALÝZY SÍTÍ



Analýzy nad vektorovou sítí

- **Analýzy sítí jsou významnou oblastí aplikace GIS.**
- **V podstatě se jedná opět o hledání nejkratší vzdálenosti, ale s tím rozdílem, že sítě jsou vektorovou reprezentací.**
- **Sít' tvoří (orientovaný) ohodnocený graf, skládající se z **uzlů** (průsečíků) a **hran** (linií).**



Postup tvorby sítě:

- Je třeba **získat liniovou vrstvu**, nad kterou budou analýzy prováděny (ulice, rozvody, kanalizace).
- Tato data musí být **topologicky čistá** (hlavně musí splňovat **konektivitu a znalost směru**) – nutná a v zásadě postačující podmínka pro analýzy sítí.
- Následně lze síti přiřadit **pravidla**, která určují, **jak je možné se pohybovat mezi jednotlivými uzly**.

Pravidla uzlová a hranová:

- **Uzlová pravidla** definují **směr pohybu uzlem**.
 - Například, pokud budu mít uliční síť, na některých křižovatkách není povoleno odbočení doleva či doprava.
- **Hranová pravidla** definují **směr a rychlost pohybu po hraně**.
 - Ulice mohou být jednosměrné, uzavřené, s nadefinovanou maximální a průměrnou rychlostí.



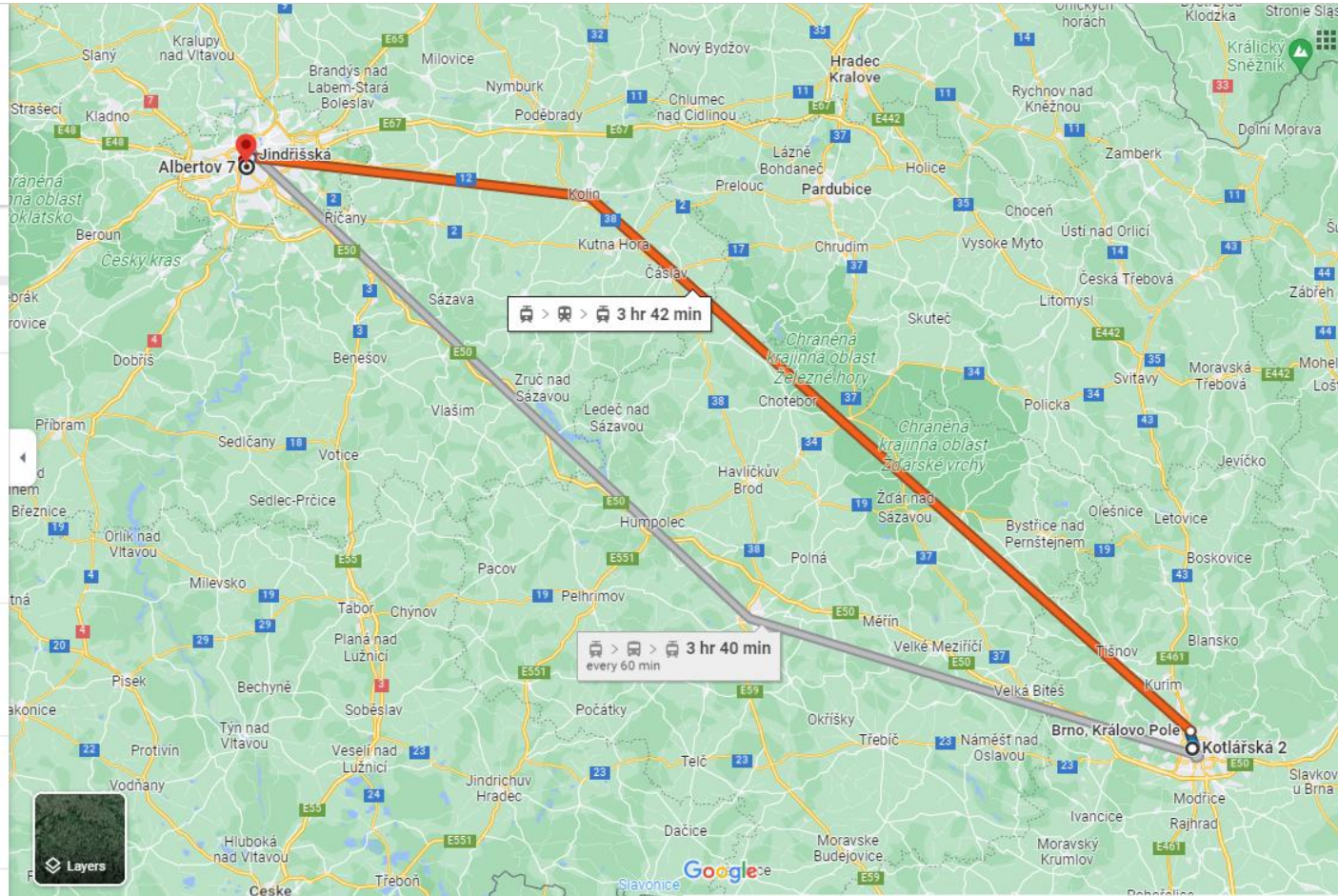
Multimodální síť

Navigation interface showing travel options between two locations:

- Start: Kotlářská 2, 602 00 Brno-střed
- Destination: Albertov 7, 128 00 Nové Město
- Leave now
- Options
- Send directions to your phone

Three travel options are listed:

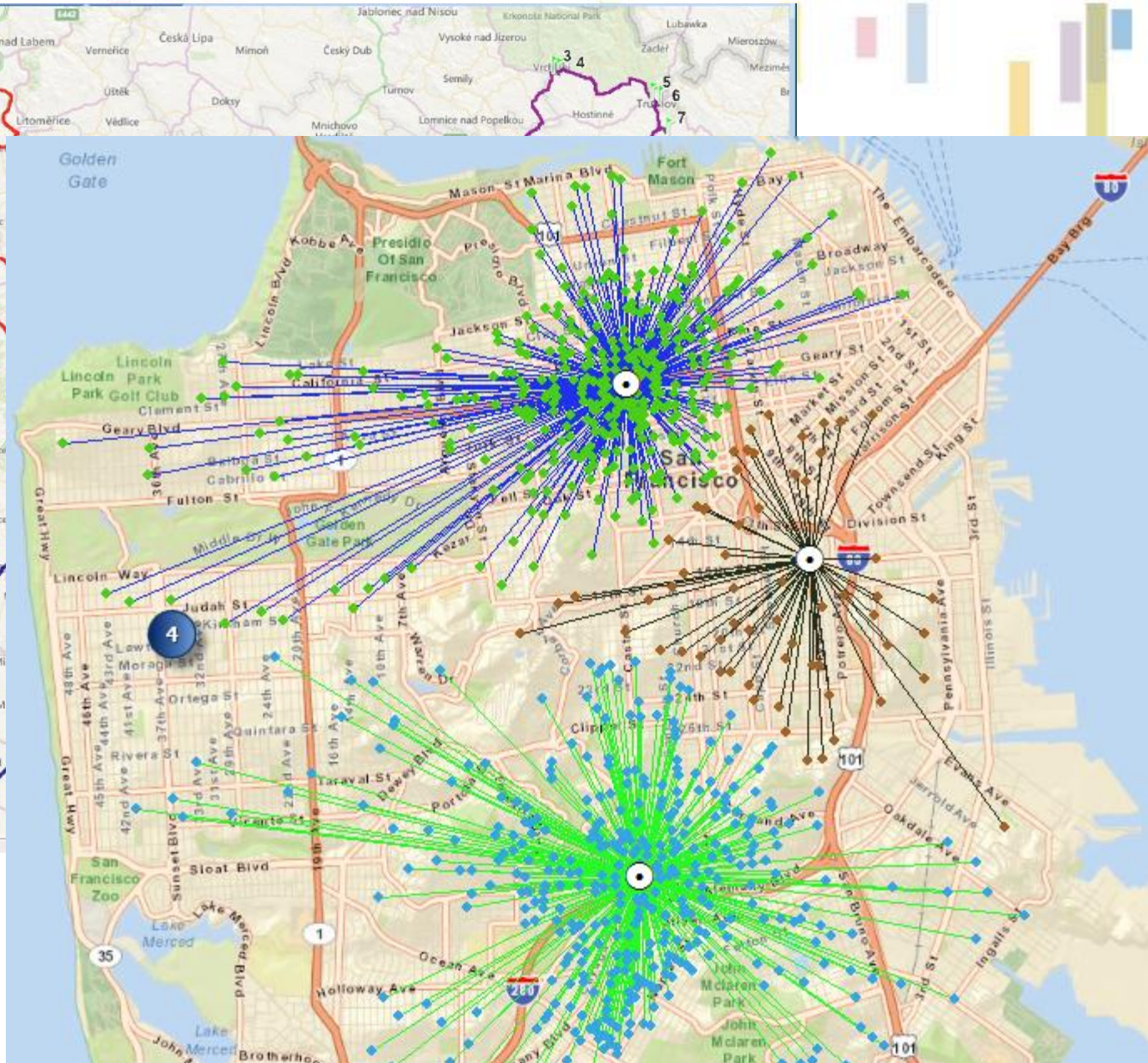
- Option 1:** 11:25 AM—3:07 PM, 3 hr 42 min. Route: Budapest-Nyugati pu-Praha hl.n. > 14. Details.
- Option 2:** 11:25 AM—3:07 PM, 3 hr 42 min. Route: Budapest-Nyugati pu-Praha hl.n. > C > 14.
- Option 3:** 11:51 AM—3:31 PM, 3 hr 40 min. Route: 10 > FlixBus > 14.





Vlastní analýzy nad sítí

- **Hledání optimální trasy** – jde o vyhledání optimální trasy mezi dvěma nebo více body (ve stanoveném pořadí nebo bez) na základě **ceny cesty** (vzdálenost, čas, ...). Analýza umí produkovat i pokyny o cestě pro řidiče.
- **Hledání cesty do nejbližšího zařízení** – jde o vyhledání optimální trasy do nejbližšího (optimálního) zařízení.
- **Alokace zdrojů** – vyhledání všech lokalit, které jsou od vybraného objektu vzdáleny nějakou cenou cesty.
- **Úloha obchodního cestujícího** - optimalizace tras s určitým počtem zastávek.
- **Dijkstra algoritmus** - algoritmus sloužící k nalezení nejkratší cesty v grafu.



Geoinformatika

Zdroj: Csmapi.cz; ESRI



LGC

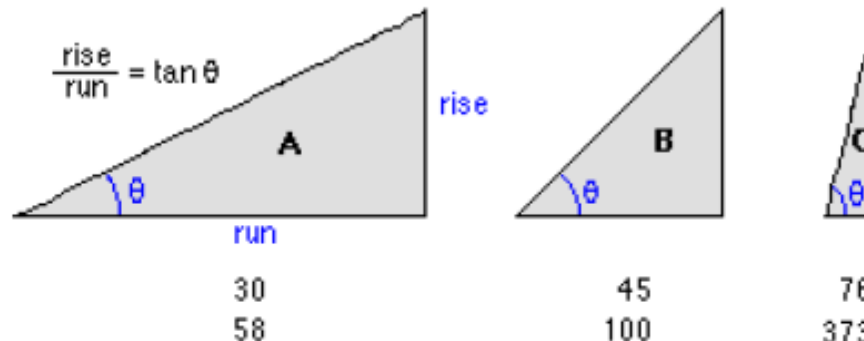
ANALÝZY RELIÉFU (PRO RASTROVÝ DATOVÝ MODEL)

Sklon svahu

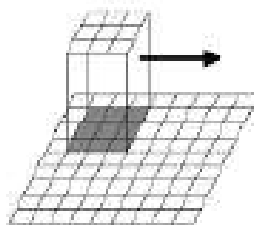
- Vychází z definice první parciální derivace povrchu.
- Technicky řešeno pohybem okna 3x3 nebo 5x5 pixelů.
- Mnoho metod, ale všechny na stejném principu 1. derivace.

Degree of slope = θ

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



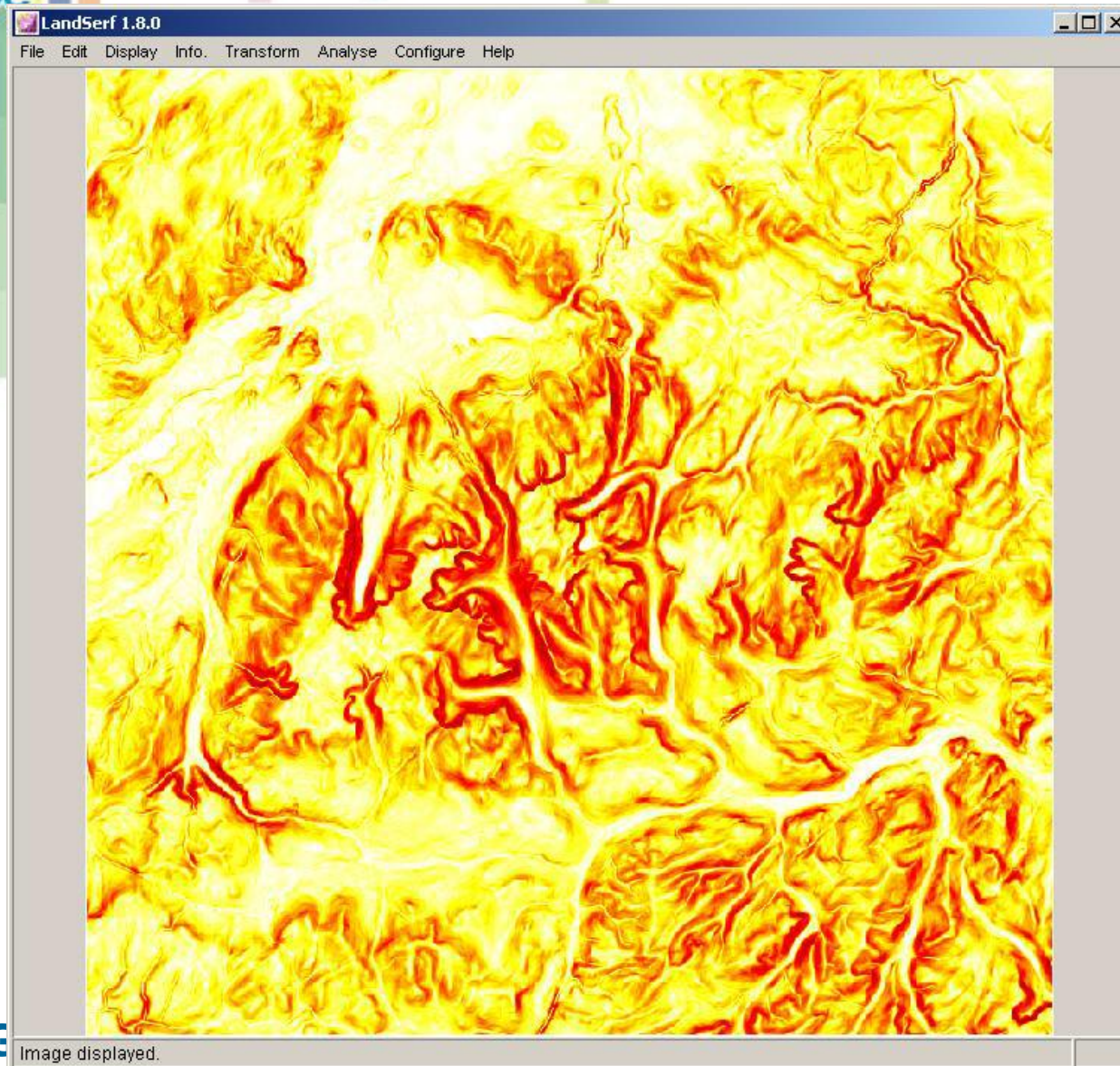
Comparing values for slope in degrees versus percent



Realizace výpočtu pomocí fokální funkce.



Příklad





Další charakteristiky reliéfu

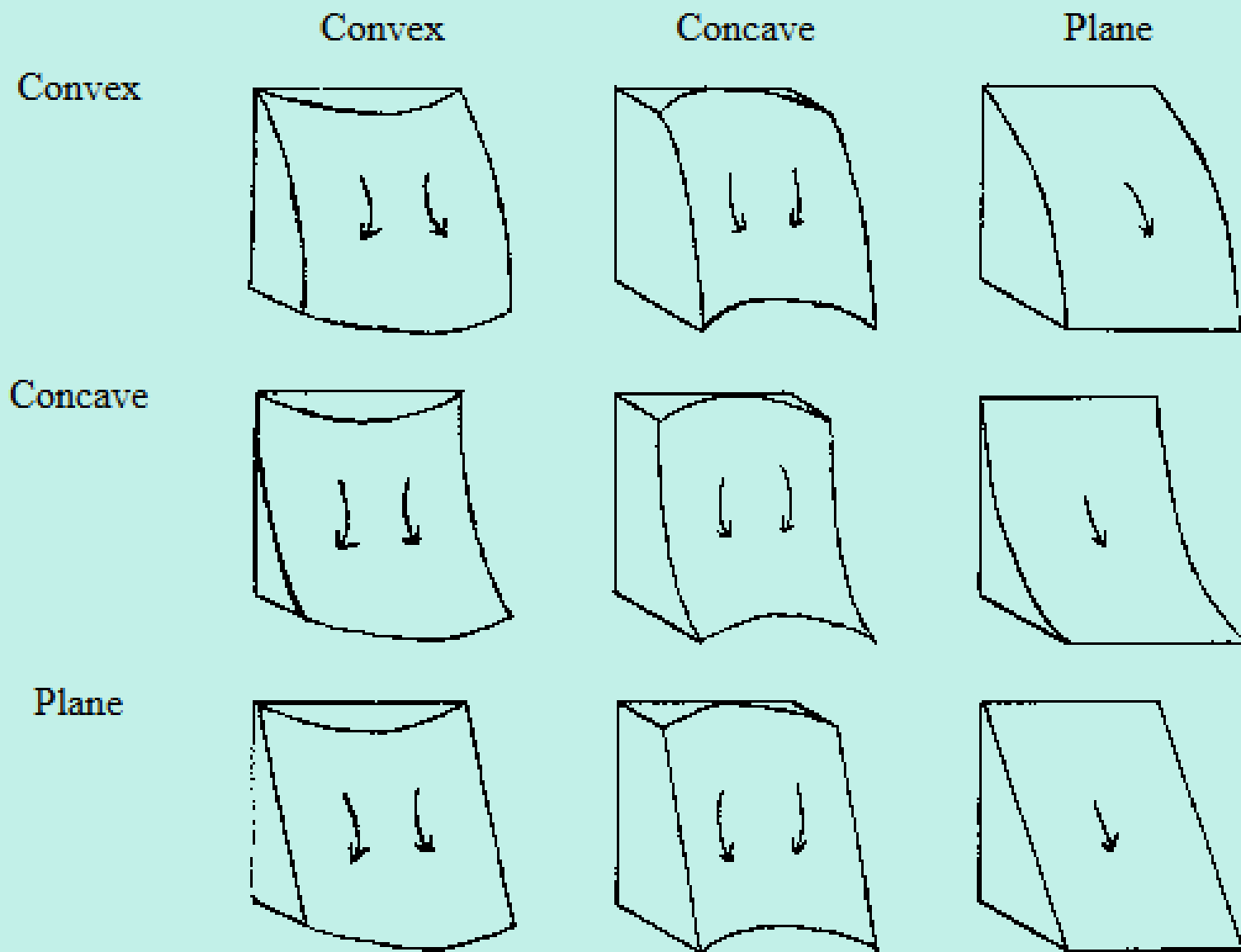
Expozice (aspect)

- Opět založeno na první derivaci ve dvou směrech x a y .
- Měřeno od severu (0°) ve stupních po směru hodinových ručiček, 8 kategorií.

Horizontální a vertikální zakřivení

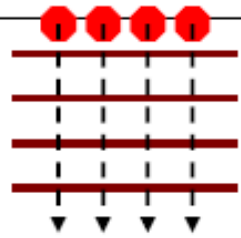
- Založeno na **druhé derivaci** změn povrchu.
- Lze si představit např. jako křivku vzniklou průsečíkem roviny kolmé k povrchu a tohoto povrchu – záleží na směru roviny vzhledem k povrchu!
- **TYPY ZAKŘÍVENÍ?**

Horizontalní a vertikální zakřivení



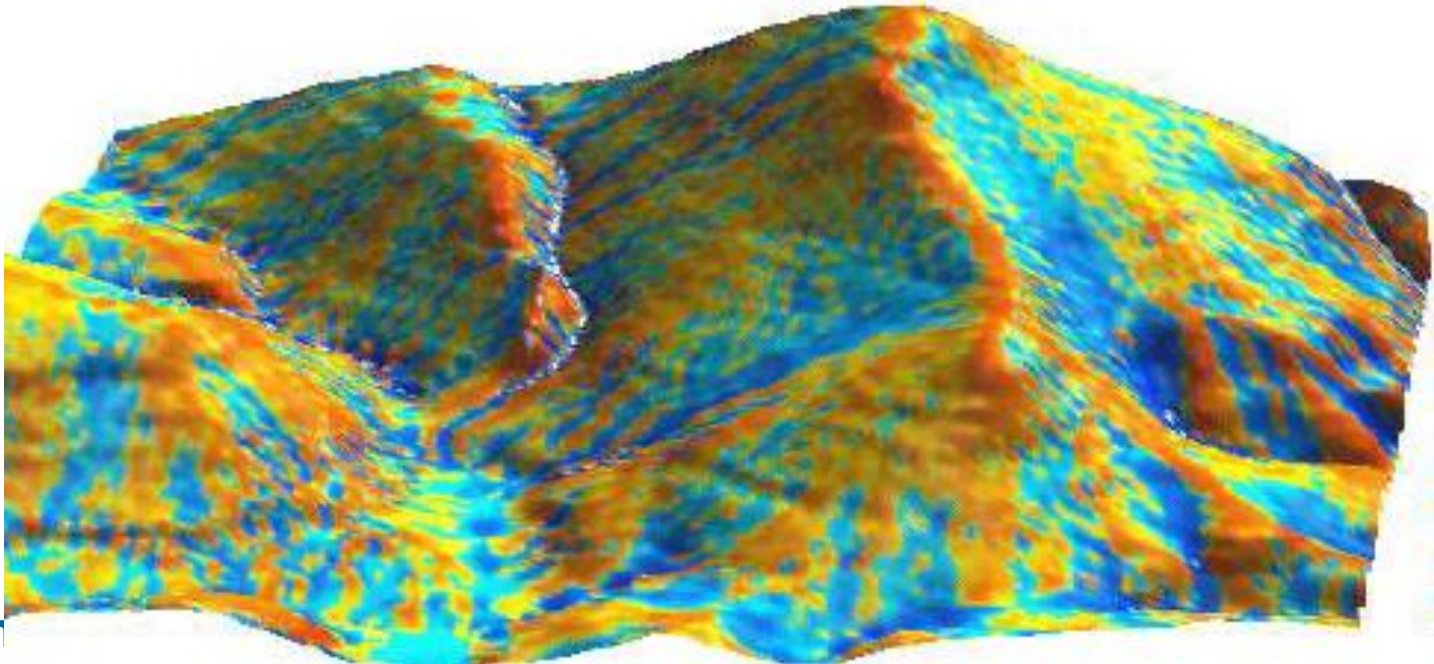


Cvičení – zkuste nakreslit vrstevnice pro níže uvedené křivosti reliéfu ☺

	Gradient		
Aspect	Convex	Concave	Planar
Convex			
Concave			
Planar			

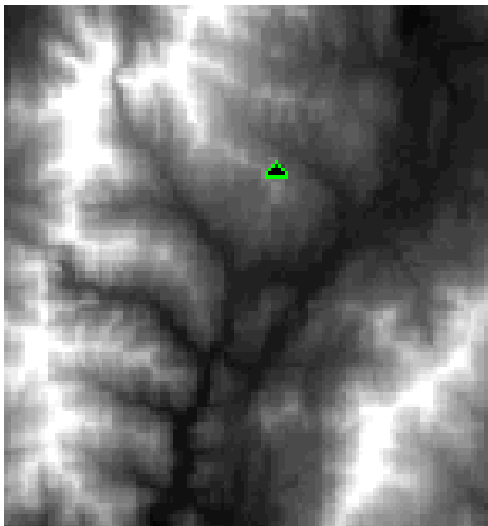
Zakřivení (ukázka)

- Horizontální a vertikální křivost reliéfu -zásadní pro hydrologické analýzy:
 - Akumulace vody ale i substrátu – eroze
 - Přímá souvislost s vlhkostí stanoviště (vertikální zakřivení)
- Zjištění konkávních (chráněných) a konvexních (exponovaných povrchů) může být využito i v mnoha jiných oborech (např. predikce výskytu druhů, akumulace apod.)

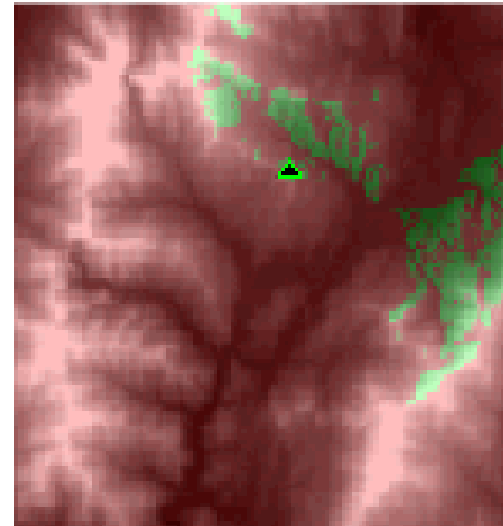


Analýza viditelnosti

- Identifikace oblastí viditelných z určitého místa.
- Řada aplikačních úloh



Input surface with
observer point



Output viewshed



Viditelnost mezi body (Line of Sight LoS)

Point-to-Point Visibility [X]

Grid:

Viewing parameters

Looking from: X: Y:

Height above surface: Meters

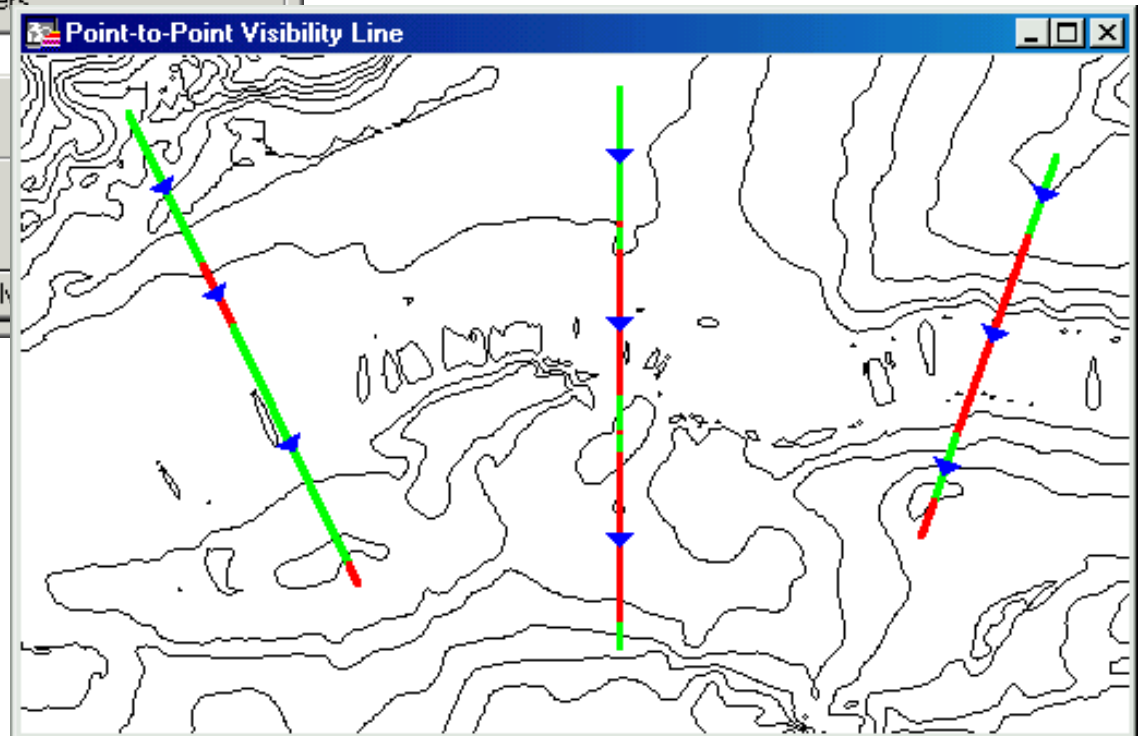
Looking to: X: Y:

Height above surface: Meters

Earth curvature model:

Number of samples:

☐ Plot on map ☐ Create results table



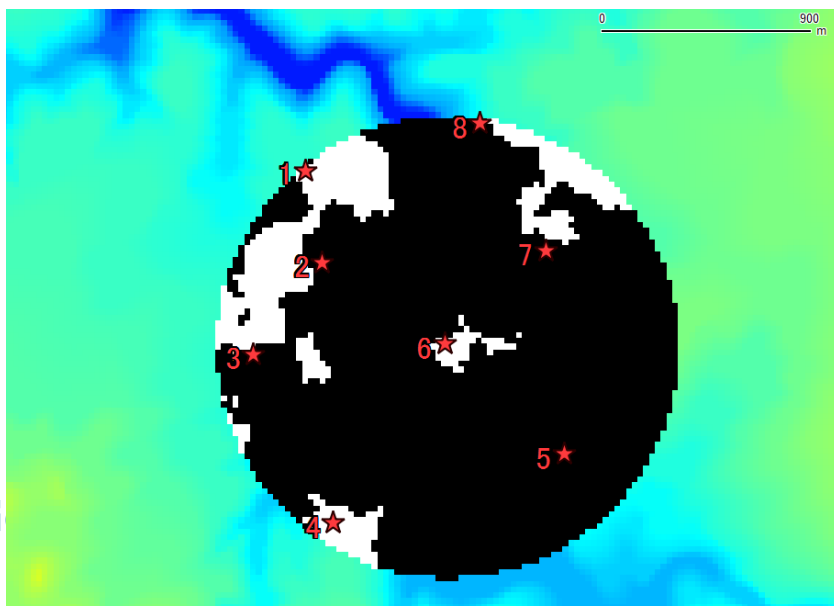
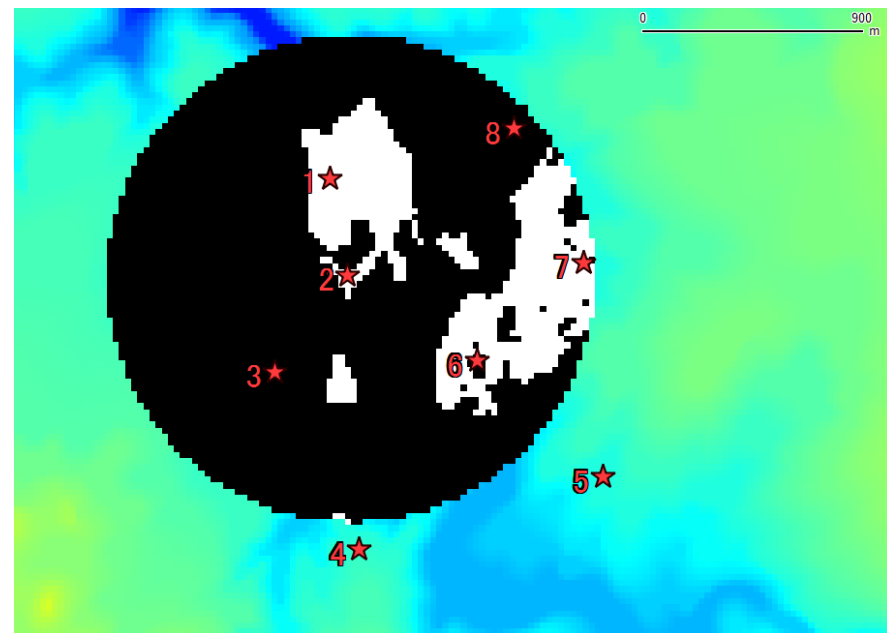
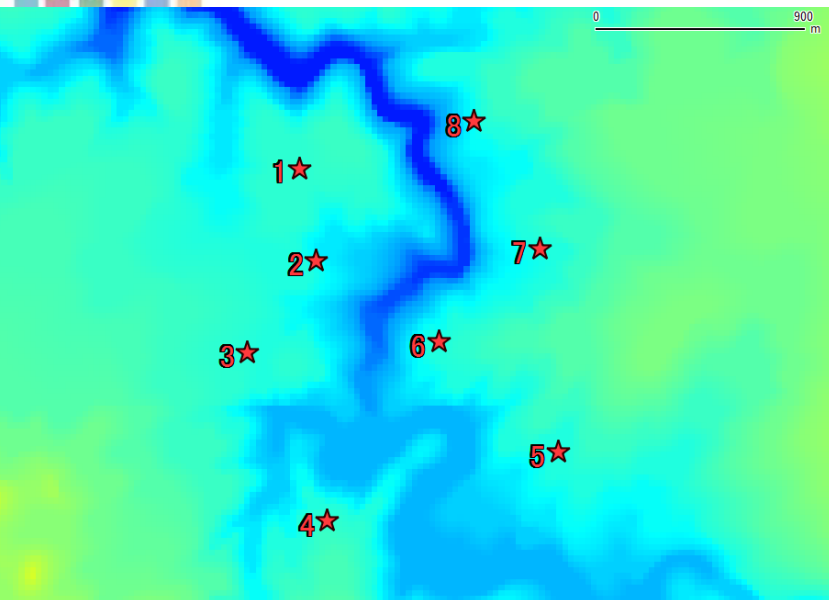


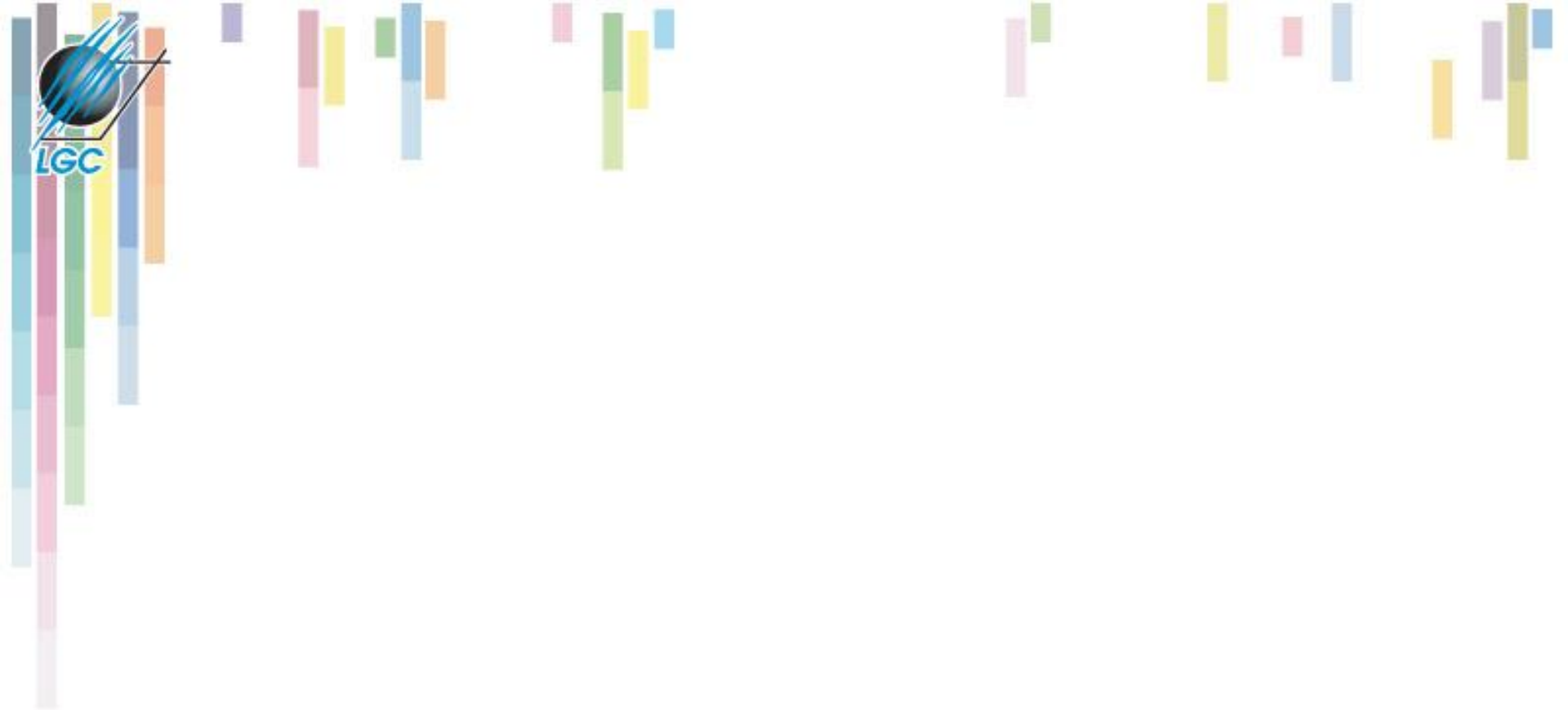
Viditelnost (Multiple Viewshed)

- „Která místa jsou z daných pozorovatelů viditelná?“
- „Z kolika pozorovatelů je viditelný daný objekt/místo?“
- Rozdělení území podle toho, z kterých míst je viditelné (binární dělení 1/0).
- Situace pro 5 pozorovacích míst. Atributová tabulka rástrové vrstvy obsahuje sloupce pro každý pozorovací bod a pomocí hodnot „1“ a „0“ rozlišuje, zda jsou místa označená danou hodnotou z tohoto bodu viditelná.



Analýza viditelnosti z více bodů





HYDROLOGICKÉ ANALÝZY

Směr odtoku

- Směr odtoku je takový směr, kterým při simulaci povrchového odtoku odtéká voda z dané buňky.
- Podle toho, zda je pro danou buňku povolen pouze jeden směr odtoku (směr odpovídající největšímu spádu) či směrů více, jedná se buď o **jednosměrný** (single flow) či **vícesměrný** (multiple flow) **odtok**.
- ArcGIS určuje pouze jednosměrný odtok pomocí algoritmu SFD8 (Single Flow 8- Direction), též nazývaný D8 – **fokální analýza**.



Směr odtoku - kódování

78	72	69	71	58	49
74	67	56	49	46	50
69	53	44	37	38	48
64	58	55	22	31	24
68	61	47	21	16	19
74	53	34	12	11	12

Elevation surface



2	2	2	4	4	8
2	2	2	4	4	8
1	1	2	4	8	4
128	128	1	2	4	8
2	2	1	4	4	4
1	1	1	1	4	16

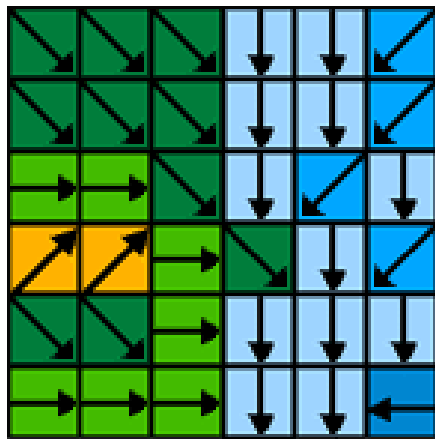
Flow direction

32	64	128
16		1
8	4	2

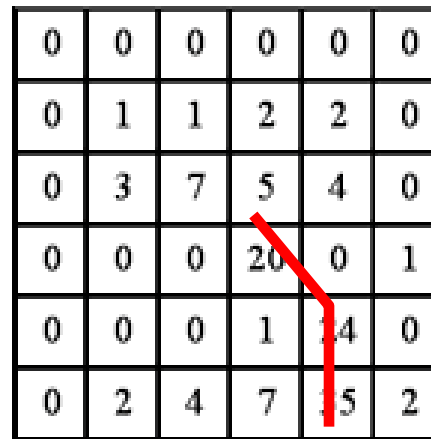
Direction coding

Akumulace odtoku (flow accumulation)

- Akumulace** vody v buňce neboli akumulace odtoku je dána **součtem hodnot buněk**, které **přispívají** do dané buňky.

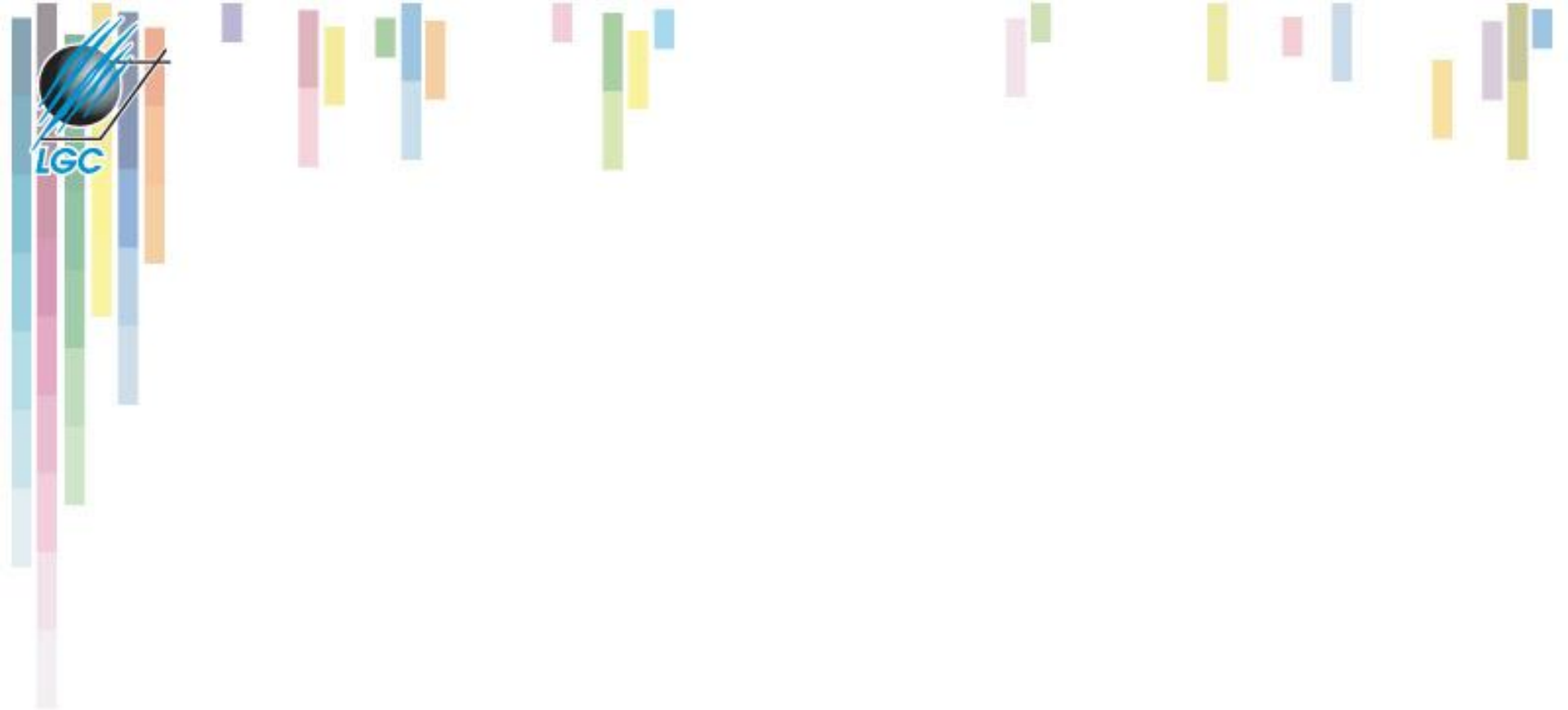


Flow direction

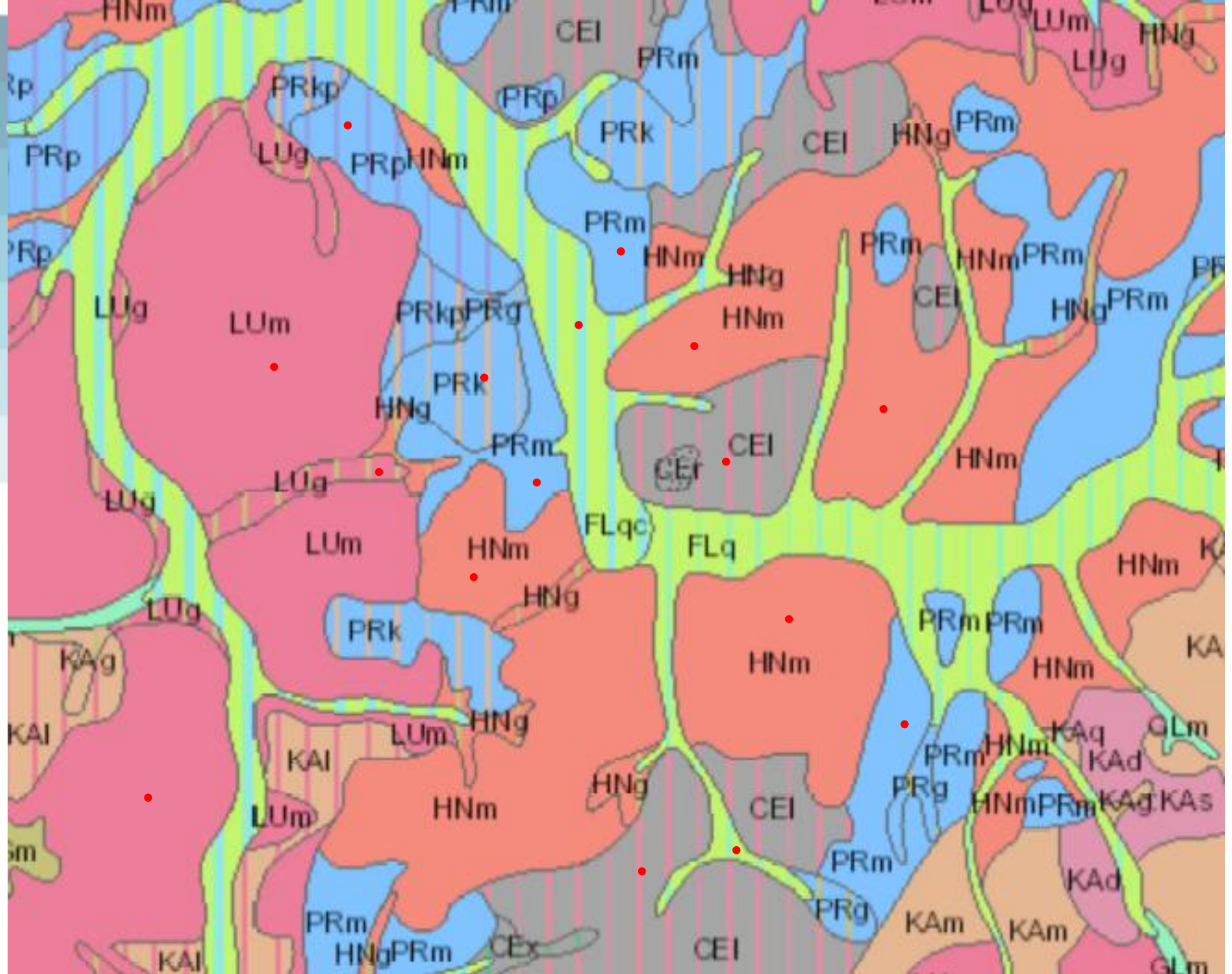


Flow accumulation

- Údolnice (max)
- Hřbetnice (0)



GEOSTATISTIKA





Geostatistika

- V **širším slova smyslu** – statistická analýza prostorově lokalizovaných dat.
- Geostatistika v **užším slova smyslu** – skupina **interpolačních algoritmů** založených na metodě krigingu.
- Pomocí „**klasických**“ statistických metod lze vhodně analyzovat především **atributová data** – jejich kvantitativní či kvalitativní vlastnosti. Velmi omezeně však jimi lze charakterizovat prostorové vlastnosti objektů a jevů.
- Tyto **prostorové vlastnosti** jako např. spojitost **jevů**, prostorovou autokorelaci, prostorové uspořádání (strukturu) lze charakterizovat právě pomocí **geostatistických metod – (TOBLER)**

Více v předmětu „Základy geostatistiky“ prof. Dobrovolný.

Geoinformatika