



**MUNI**

# **Geoinformatika**

## **VIII – GIS analýzy a modelování III**

**jaro 2022**

**Petr Kubíček**

**kubicek@geogr.muni.cz**

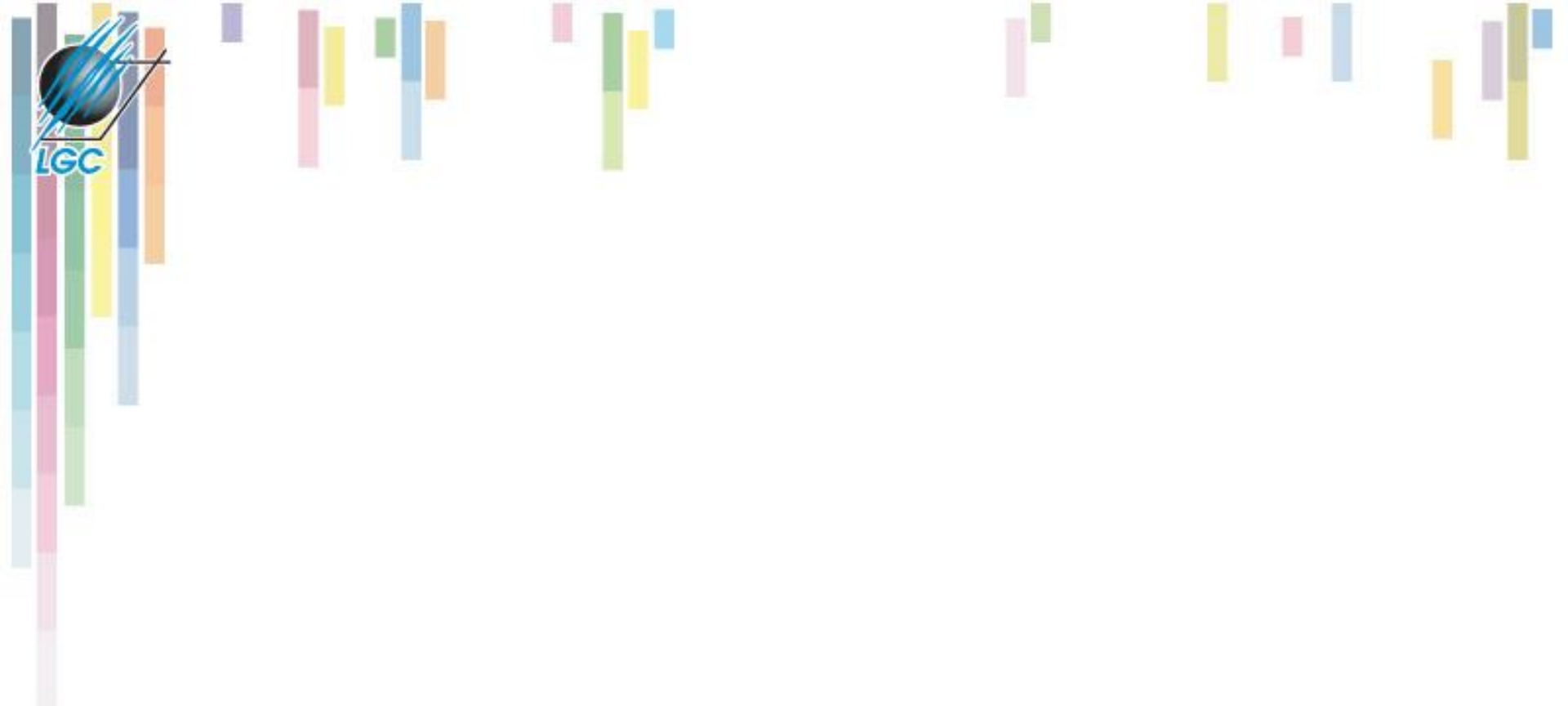
**Laboratory on Geoinformatics and Cartography (LGC)  
Institute of Geography  
Masaryk University  
Czech Republic**



# Analytické nástroje GIS – příští týden

**Analytické možnosti GIS můžeme rozdělit do následujících skupin:**

- měřicí 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

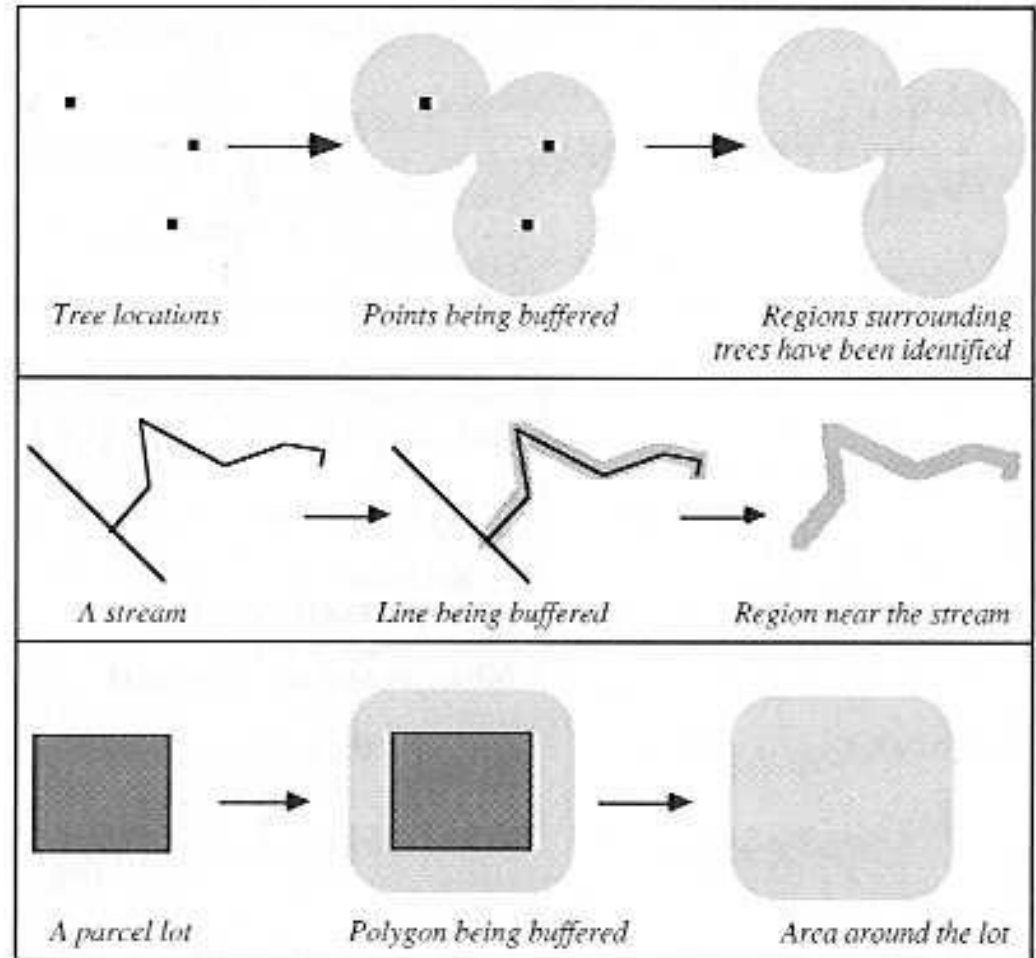
- Matice vzdáleností
- Identifikace nejbližšího souseda

- **Obálka**

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

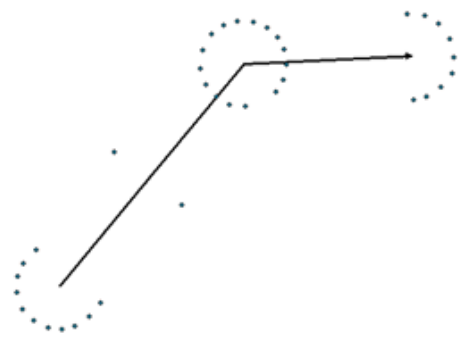
# Analýza vzdáleností

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

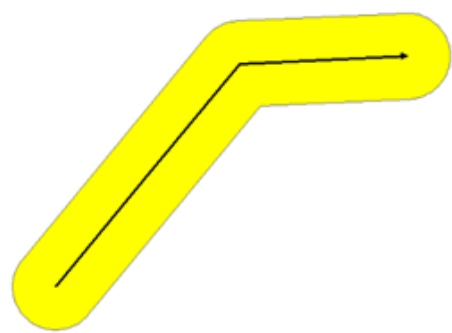


# Obálka (buffer) - parametry

Offsets created around the input line feature



Buffer derived from the offsets



INPUT



OUTPUT  
DISSOLVE TYPE:  
NONE

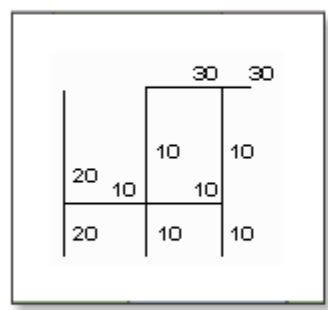


OUTPUT  
DISSOLVE TYPE:  
ALL

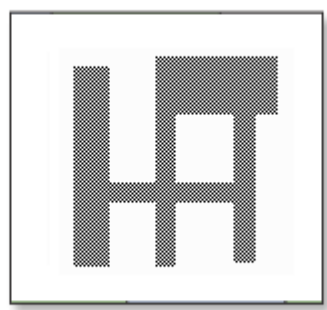


## Example 2: Distance from field

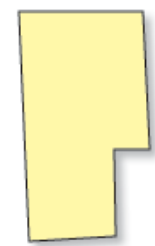
This example illustrates the buffer of a line feature class using a numeric field with values of 10, 20, and 30 for distance, an end type of FLAT, a side type of FULL, and a dissolve type of ALL.



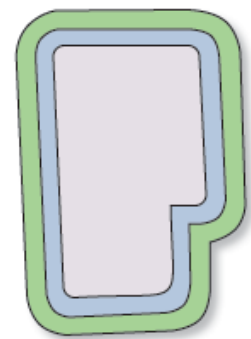
INPUT



OUTPUT



INPUT

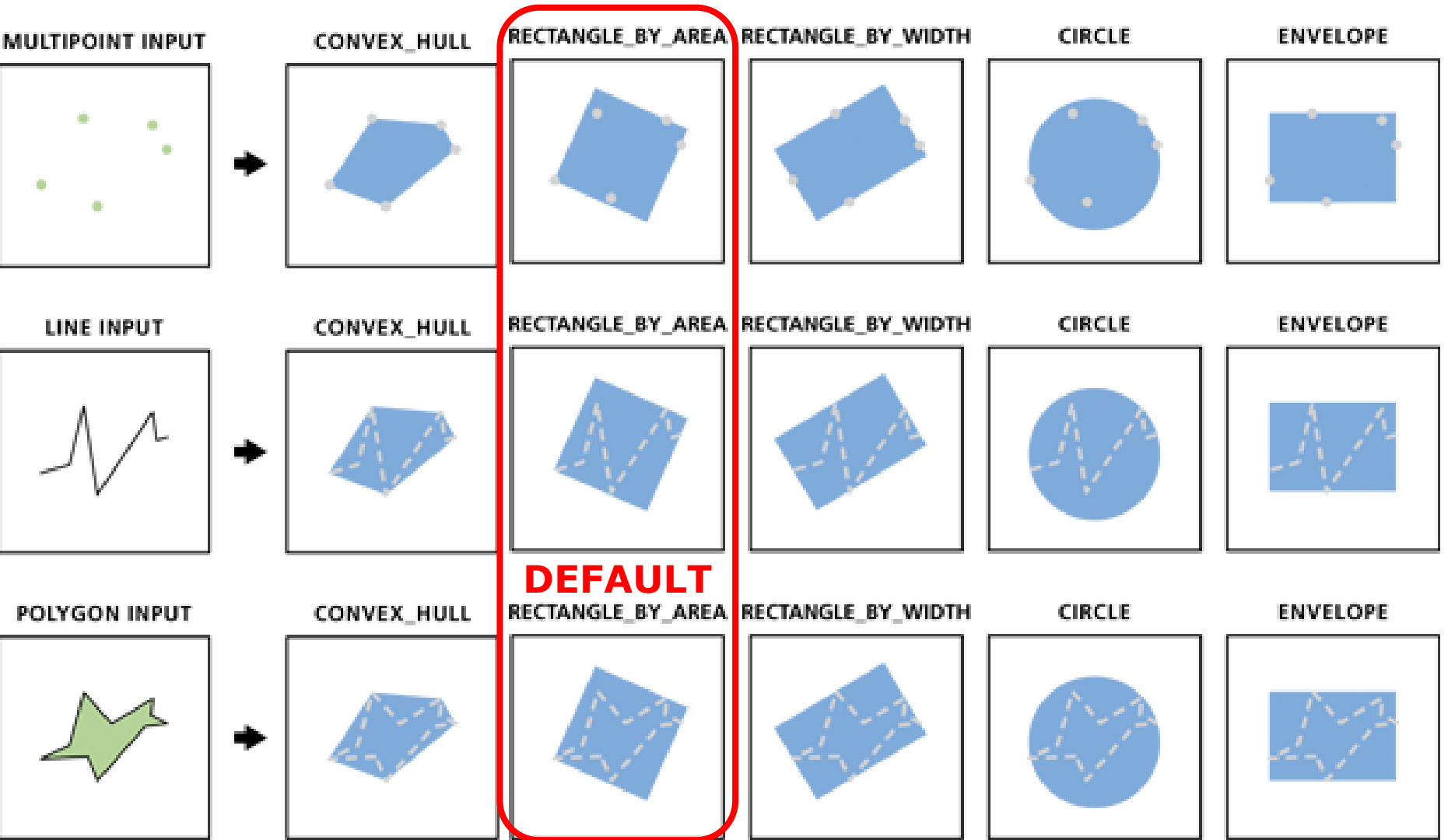


OUTPUT

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

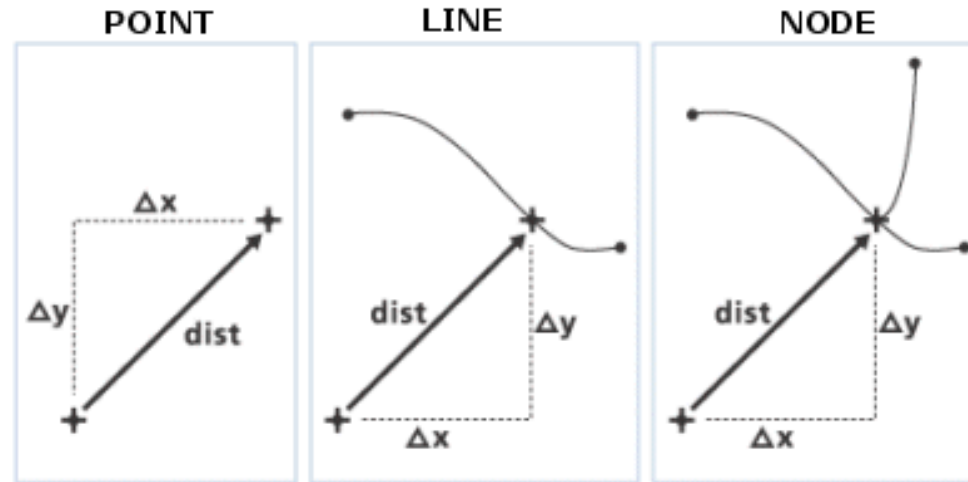


# Konvexní obálka a minimální hraniční geometrie

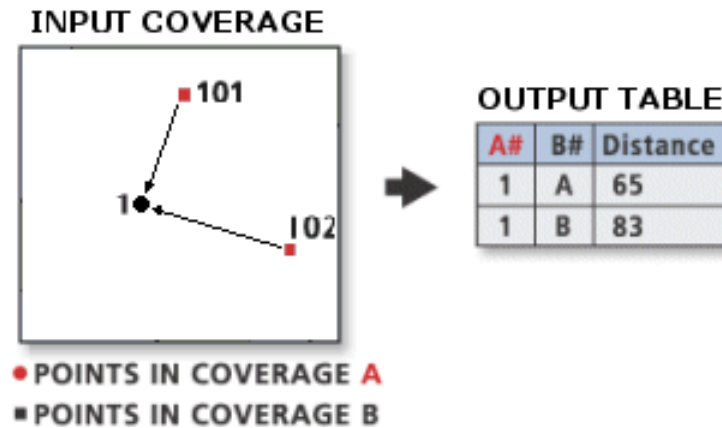


# Vzdálenost objektů

- Nejblížejší objekt



- Vzdálenost všech objektů







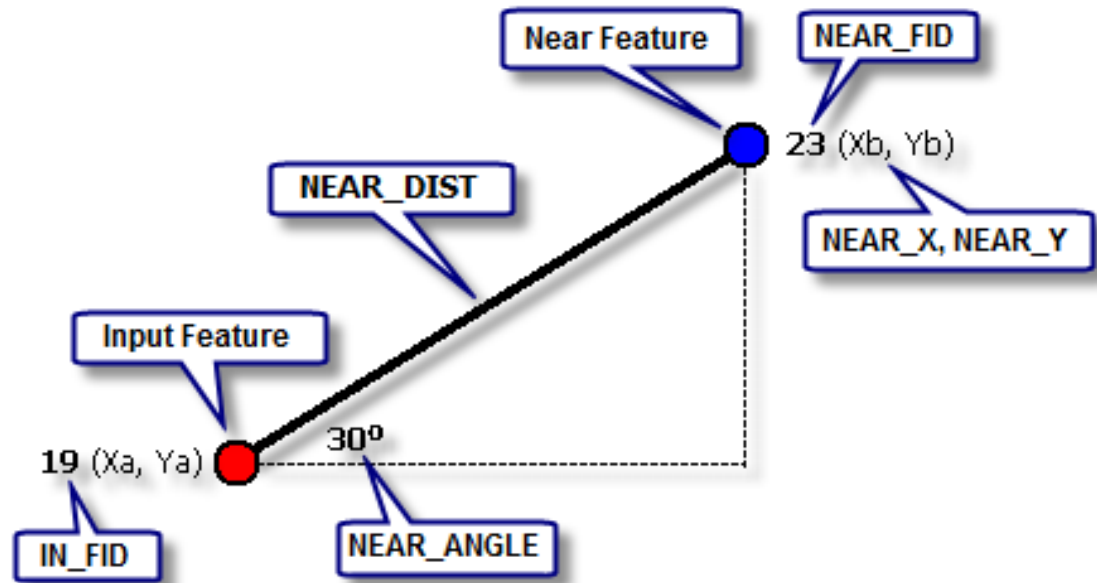
# Principy výpočtu vzdáleností

- **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).

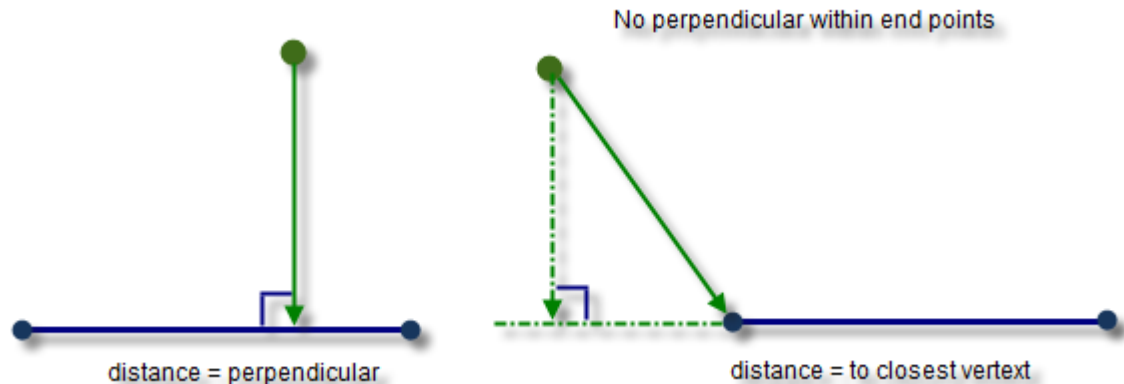


# Výpočet vzdálenosti

## 1) Bod – bod



## 2) Bod - linie





# Vzdálenost objektů v okolí (near distance)

- Určení vzdáleností od vstupního prvku k ostatním prvkům v určeném rozsahu. Výsledky zaznamenány do tabulky.

Attributes of wells\_500M\_of\_Roads

OBJECTID *	IN_FID	NEAR_FID	NEAR_DIST	NEAR_X	NEAR_Y	NEAR_ANGLE
1	1	2851	375.372699	760138.164133	5276211.017398	-152.681072
		3768	409.757634	743051.000944	5332929.999613	-140.16396
		2864			5222707.156896	-174.596187
4	4	3898			5415323.0	
					5437608.2	
6	7	3819	372.913636	740681.99947	5368182.9	
7	9	3645	171.140982	792837.161781	5310511.8	
8	10	2826	156.86993	772635.642368	5313727.5	
9	11	3832	36.235701	766558.514541	5359417.063716	138.776653
10	12	1204	312.038087		53697801	-87.342416
11	13	1213	321.656185		537000367	-151.126955
12	14	3823	304.849234		537480727	179.541906
13	15	130	465.819053	671923.9	550614999419	179.541906

The FID of the input feature.

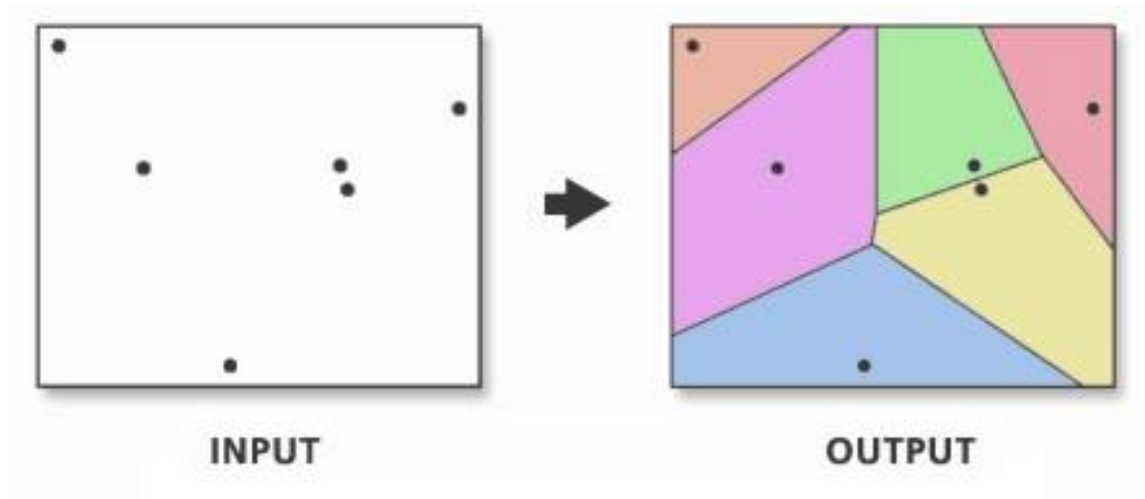
The FID of the near feature.

The distance between the input and near feature.

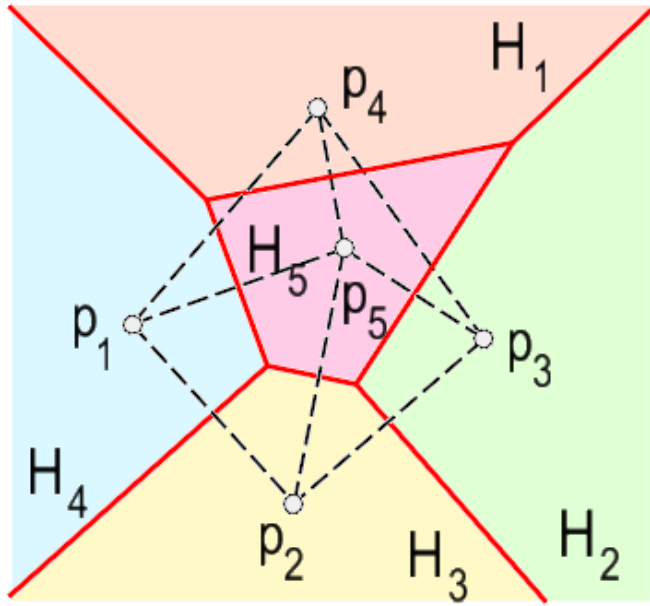
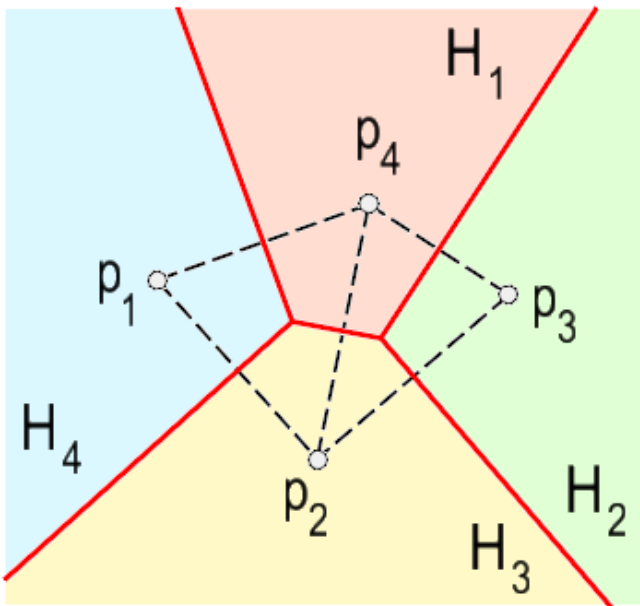
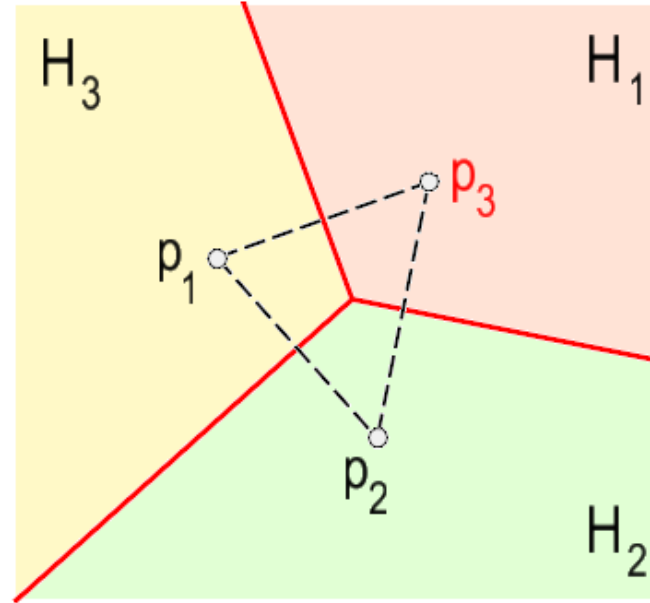
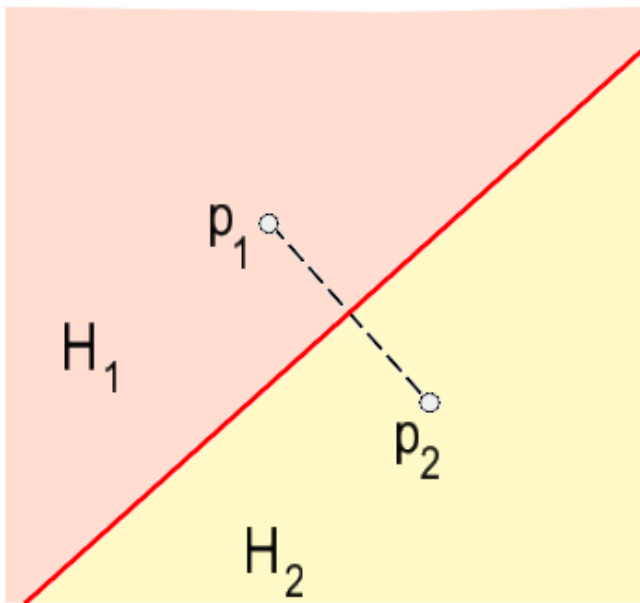
The XY Coordinates of the near feature.

The angle from the input to the nearest point on the Near Feature.

# Analýzy sousedství (Proximity analysis) –

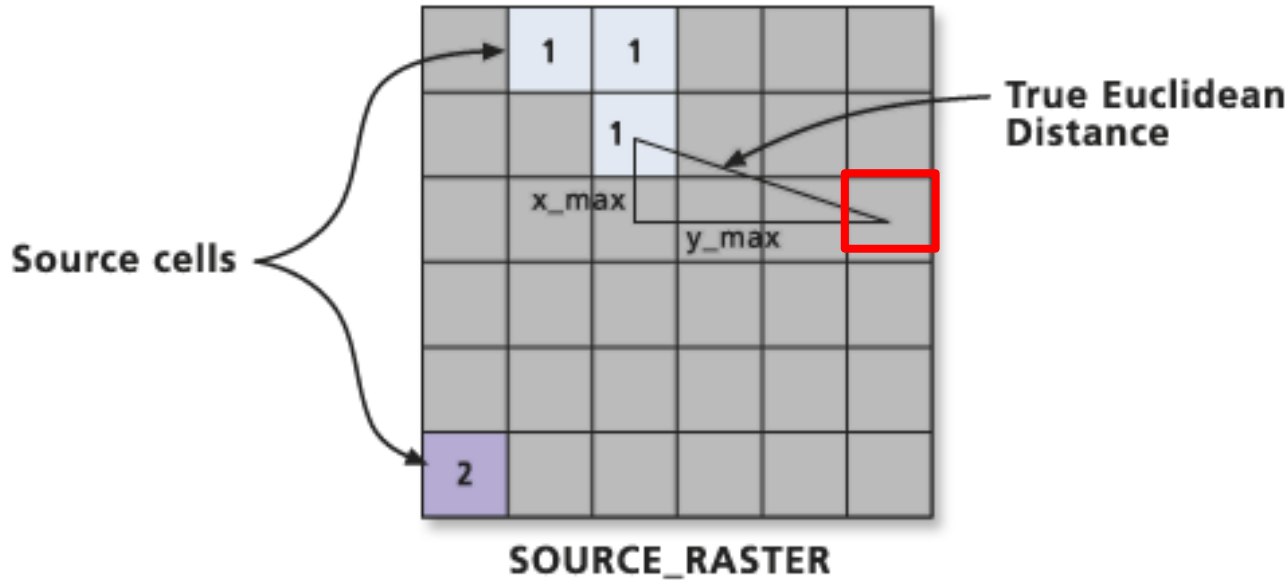


- Každá polygon obsahuje jeden bod vstupního souboru. Každé místo polygonu je blíže k tomuto bodu, než k jakémukoliv dalšímu bodu vstupního souboru.
- Thiessenovy polygony, Voronoi cell (Voroného tesalace - TIN) – konstrukce??

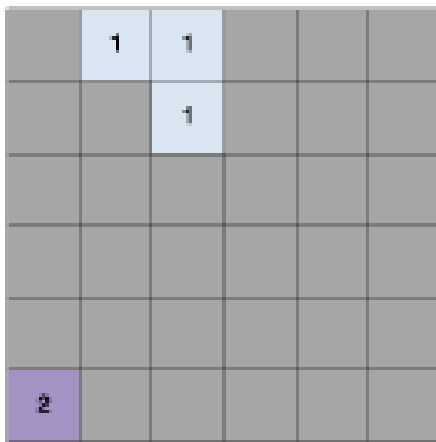




# Euklidovské vzdálenosti - rastr



Vzdálenost  
buňky k  
**nejbližšímu**  
zdroji



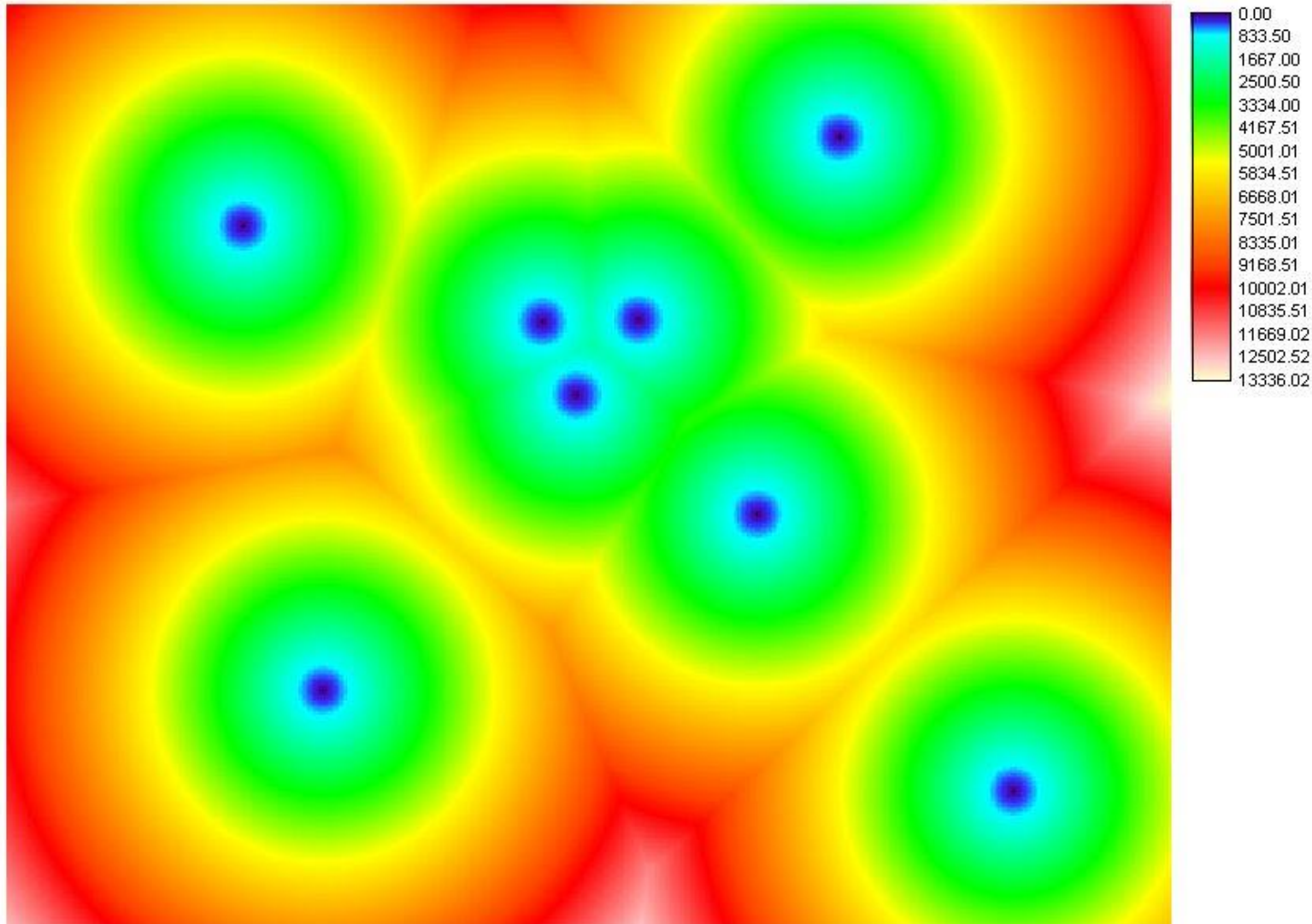
=



Value = NoData



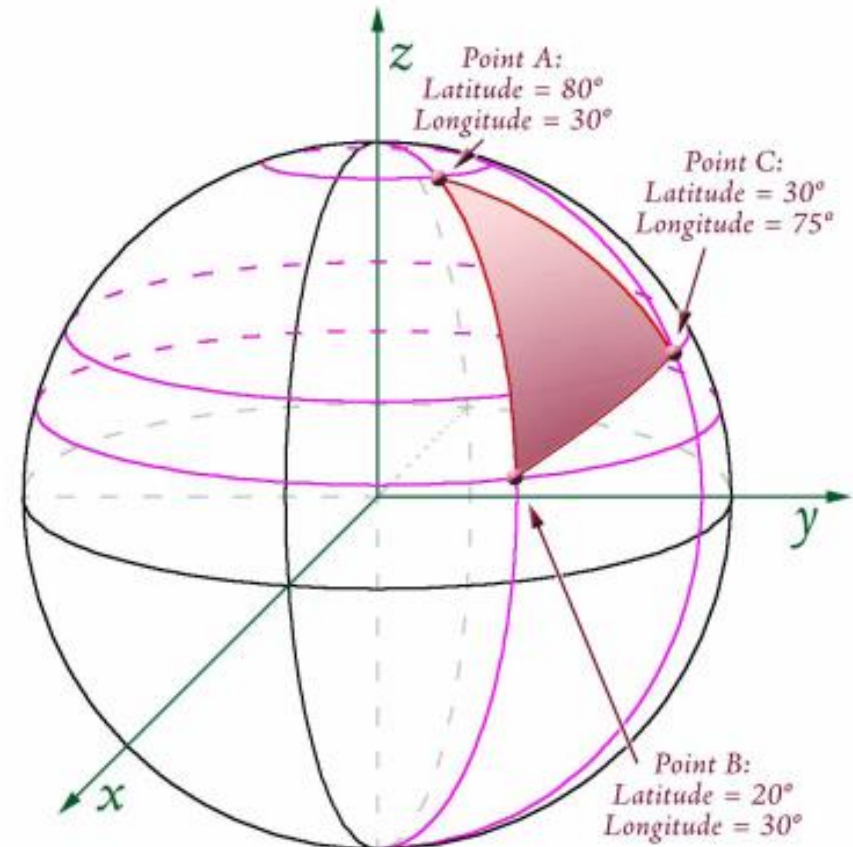
# Euklidovské vzdálenosti (2)



**Vzdálenost  
buňky k  
nejbližšímu  
zdroji!**

# Neuklidovské vzdálenosti

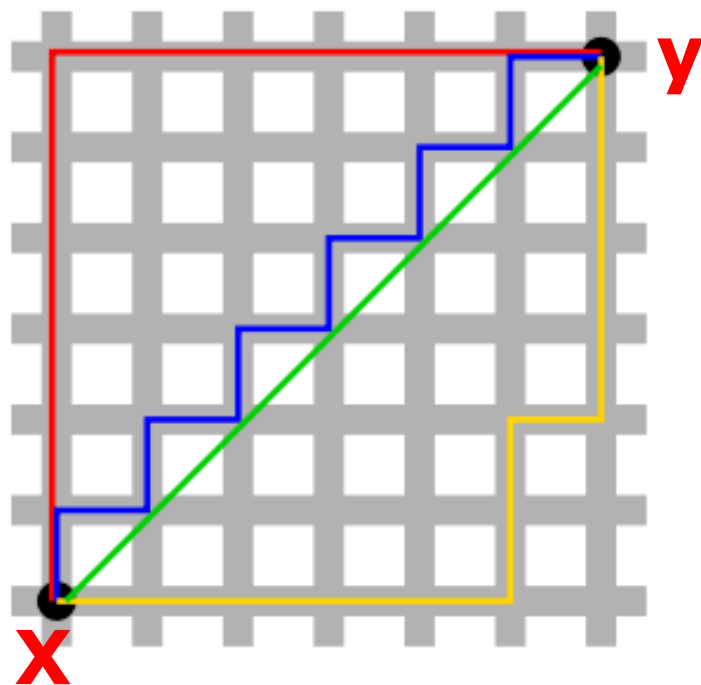
- Sférická vzdálenost
- Manhattan distance
- Nákladové (vážené) vzdálenosti





# Neuklidovské vzdálenosti - Manhattan

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



$$y=(0,0) \quad y=(6,6)$$
$$|0-6|+|0-6|=12$$

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





# 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.**

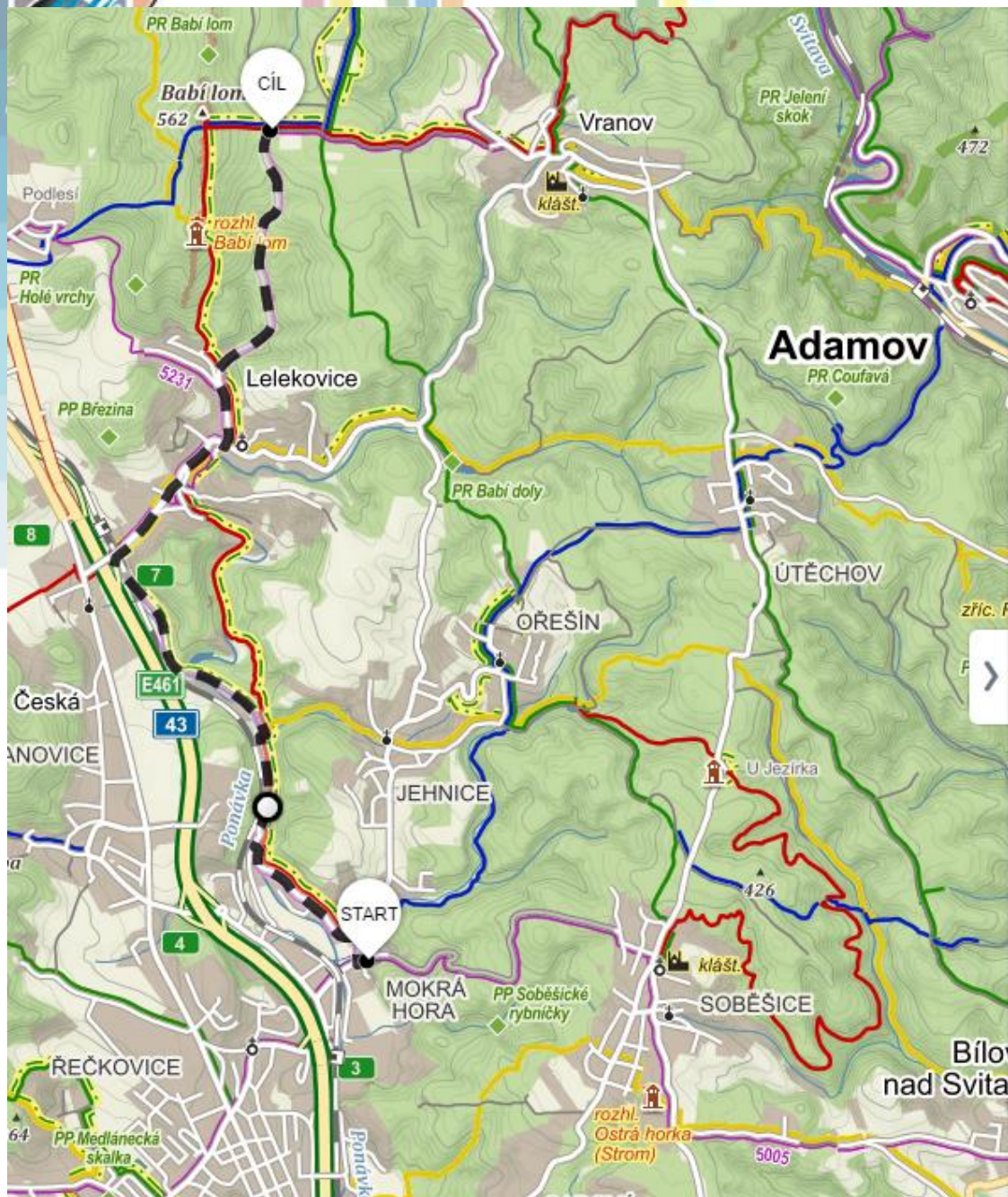




# Faktory ovlivňující vzdálenost

- **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



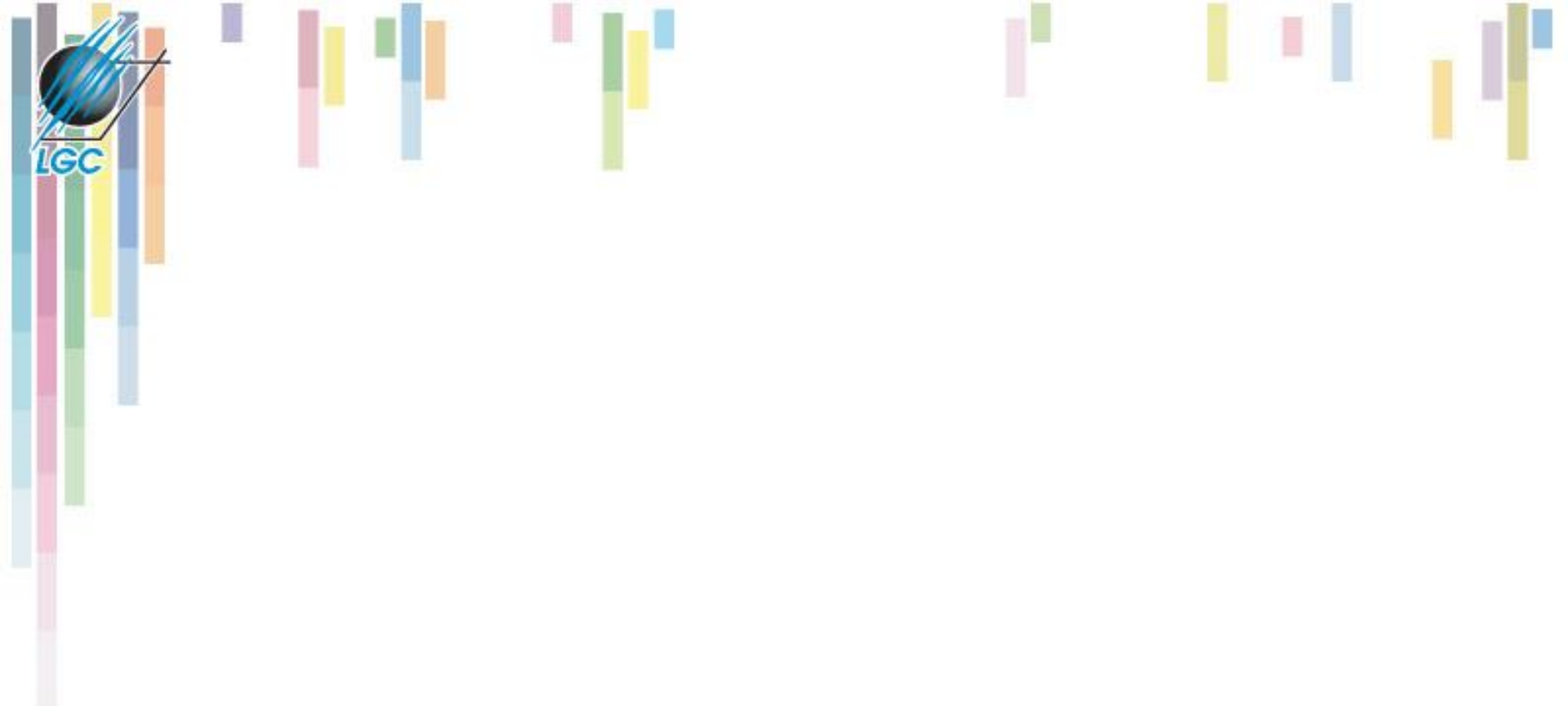
49.3121525N, 16.5835619E

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.





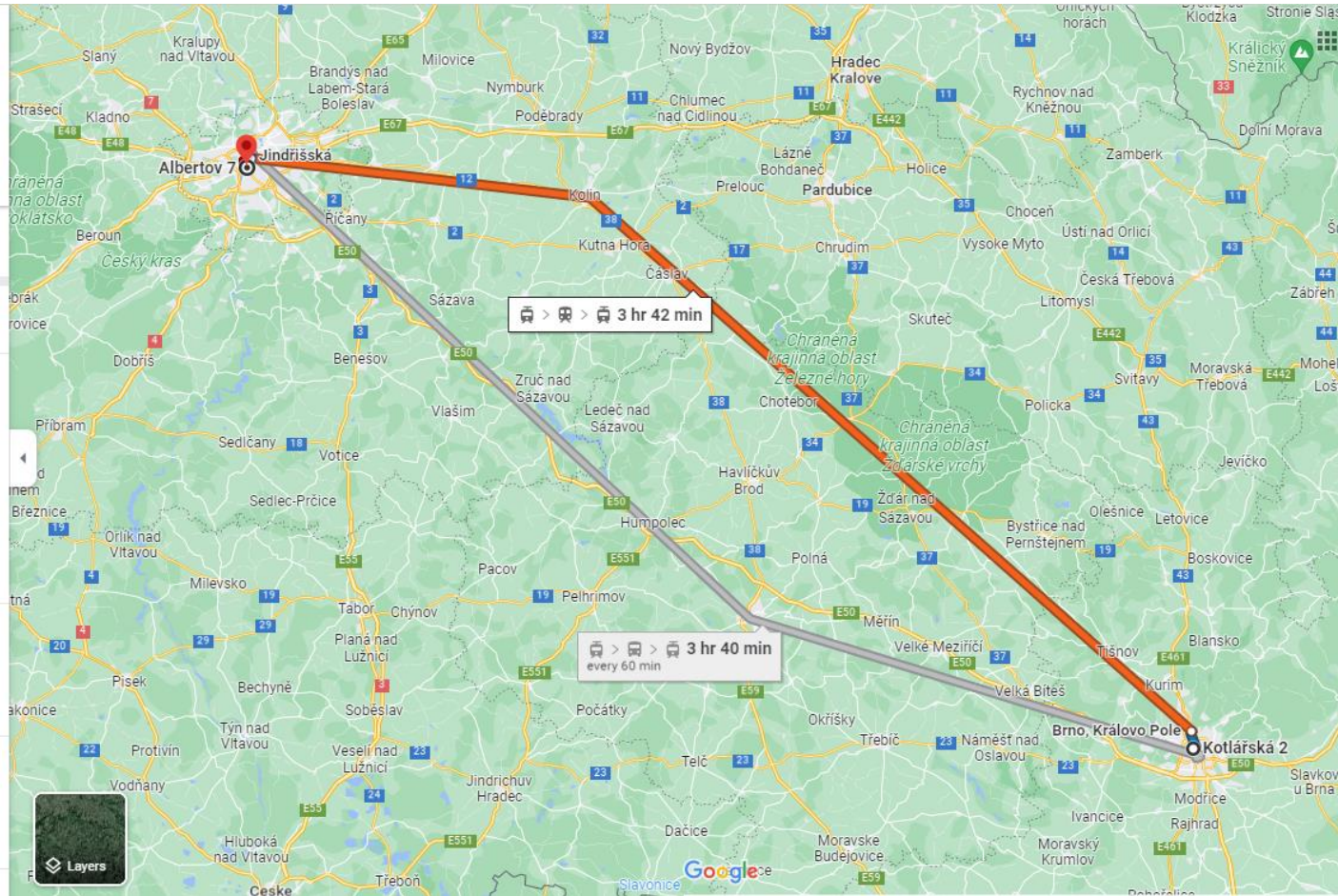
# Multimodální síť

Navigation interface showing route options between **Kotlářská 2, 602 00 Brno-střed** and **Albertov 7, 128 00 Nové Město**.

Options: Leave now

Send directions to your phone

Time	Duration
11:25 AM—3:07 PM	3 hr 42 min
11:33 AM from Pionýrská	19 min
11:25 AM—3:07 PM	3 hr 42 min
11:51 AM—3:31 PM	3 hr 40 min





# 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.







IGC

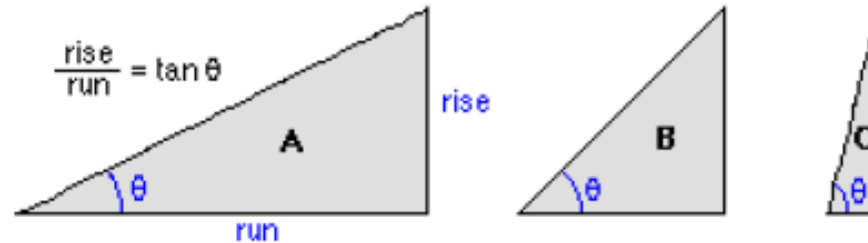
# **ANALÝZY RELIÉFU** (PRO RASTROVÝ DATOVÝ MODEL)

# 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 =  $\theta$

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



Degree of slope =

30

45

76

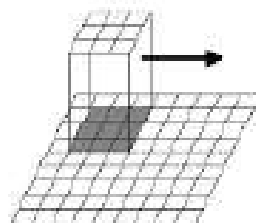
Percent of slope =

58

100

373

*Comparing values for slope in degrees versus percent*

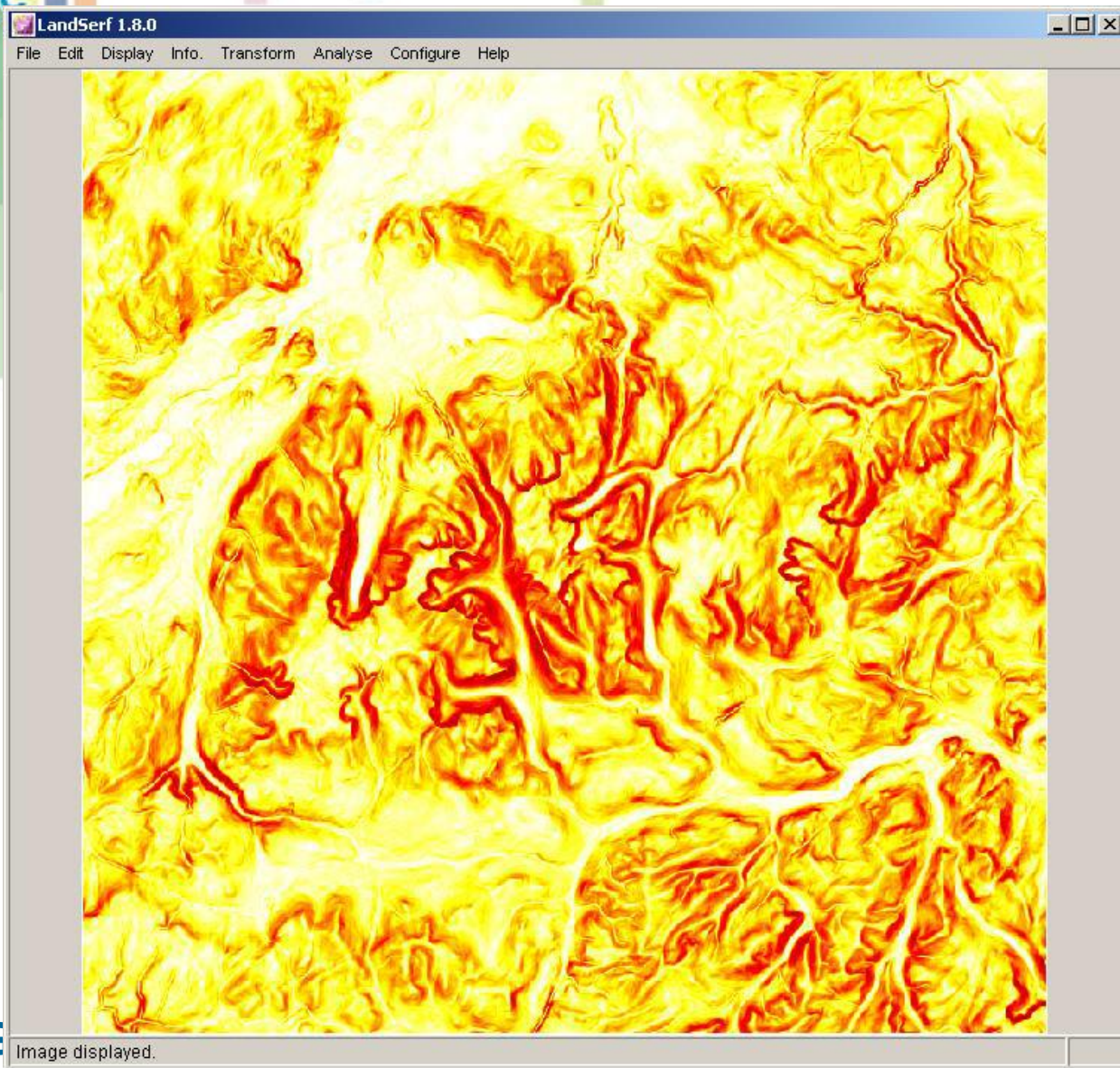


**Realizace výpočtu pomocí fokální funkce.**





# Příklad





# Další charakteristiky reliéfu

## Expozice (aspect)

- Opět založeno na první derivaci ve dvou směrech  $x$  a  $y$ .
- Měřeno od severu ( $0^\circ$ ) 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?**

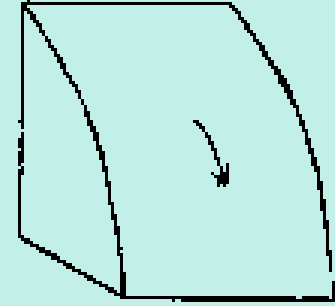
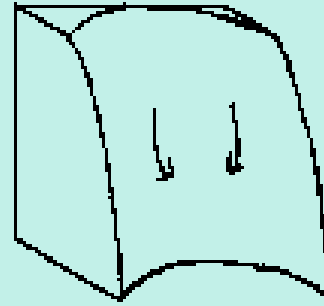
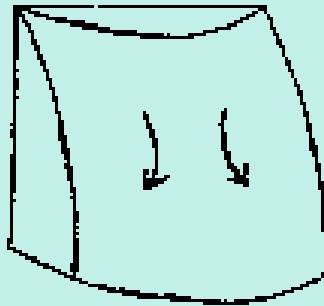
# Horizontální a vertikální zakřivení

Convex

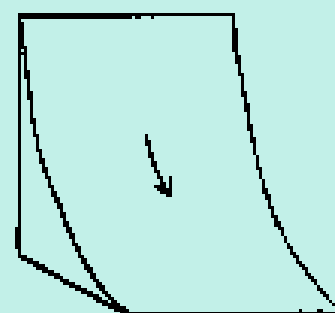
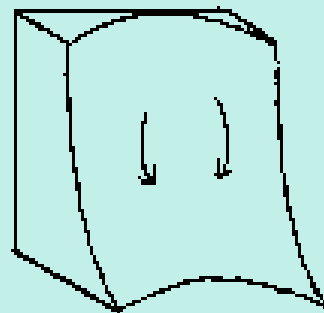
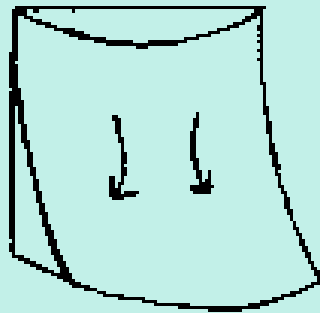
Concave

Plane

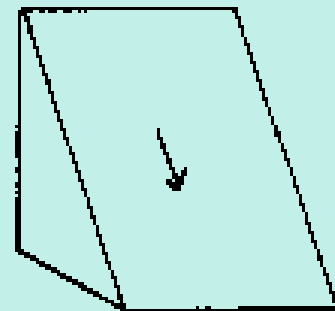
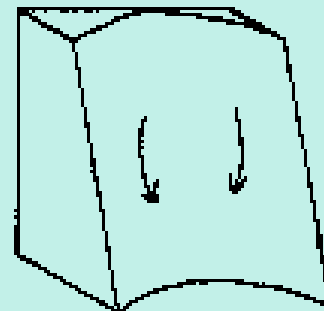
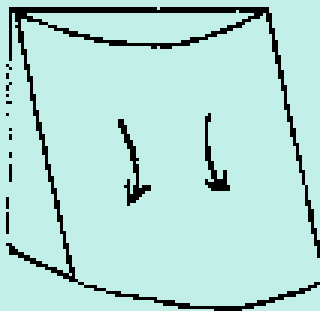
Convex



Concave





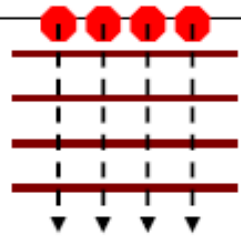
Plane







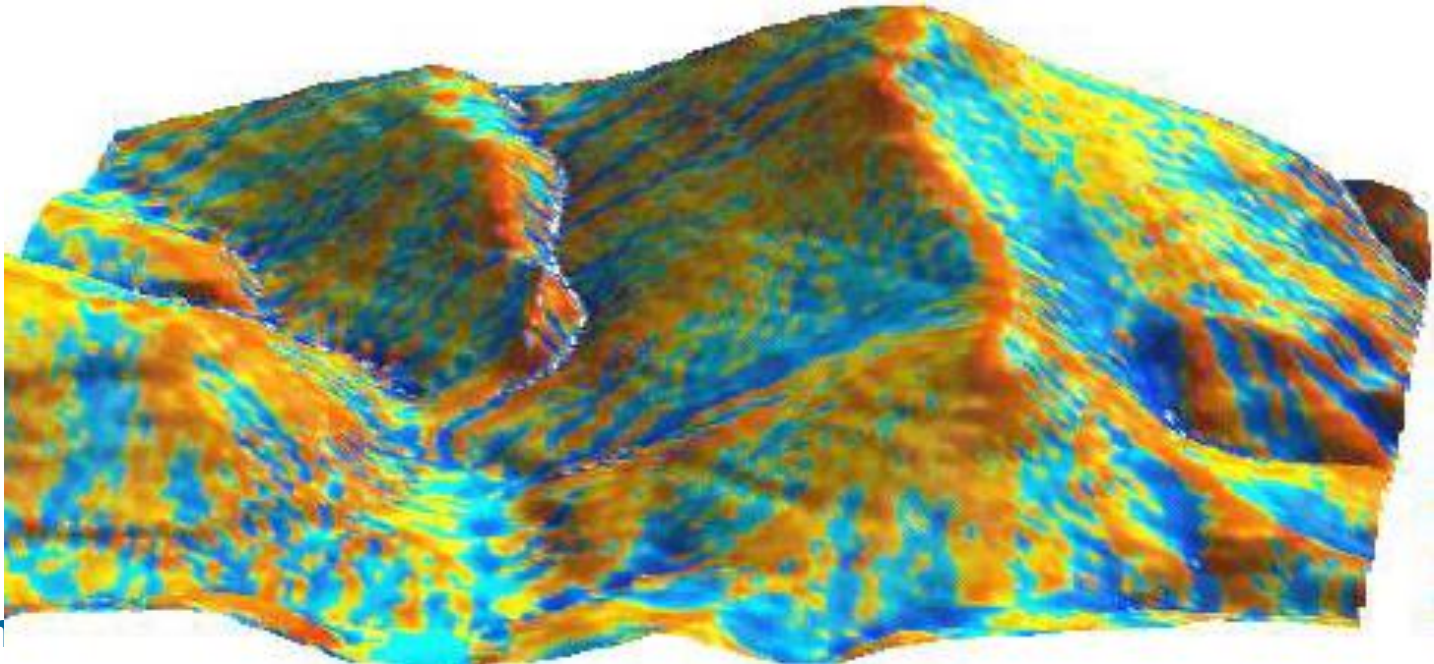
# Cvičení – zkuste nakreslit vrstevnice pro níže uvedené křivosti reliéfu ☺

	<b>Gradient</b>		
<b>Aspect</b>	Convex	Concave	Planar
Convex			
Concave			
Planar			



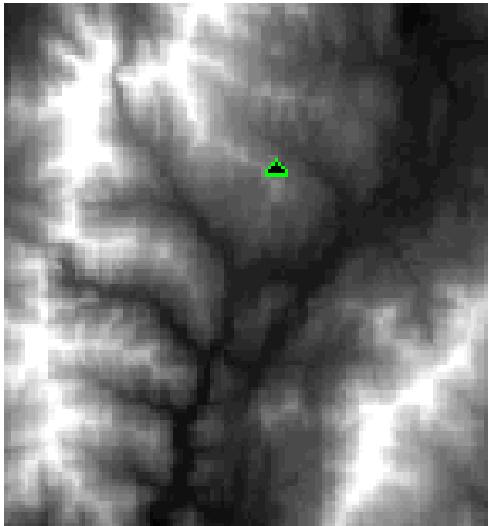
# Zakřivení (ukázka)

- 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.)

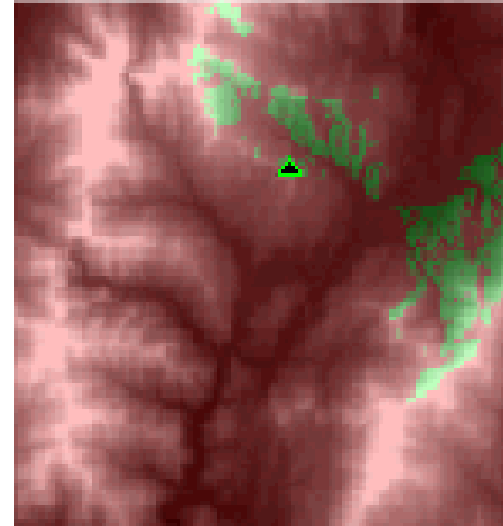


# Analýza viditelnosti

- **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]

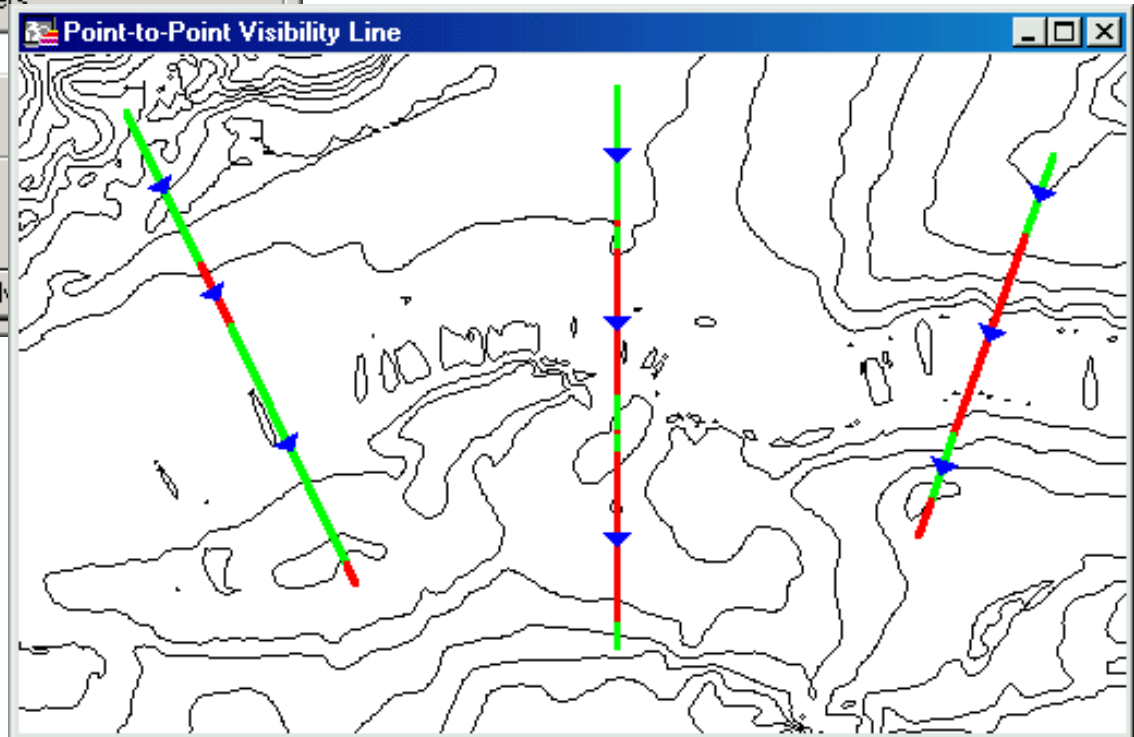
Grid:

Viewing parameters

Looking from:	X: <input type="text" value="496,045.936251"/>	Y: <input type="text" value="4,996,263.545007"/>
Height above surface:	<input type="text" value="10"/>	Meters
Looking to:	X: <input type="text" value="514,437.162273"/>	Y: <input type="text" value="5,006,017.999516"/>
Height above surface:	<input type="text" value="1.000000"/>	Meters
Earth curvature model:	<input type="text" value="Normal Earth Curvature"/>	
Number of samples:	<input type="text" value="100"/>	

Plot on map       Create results table



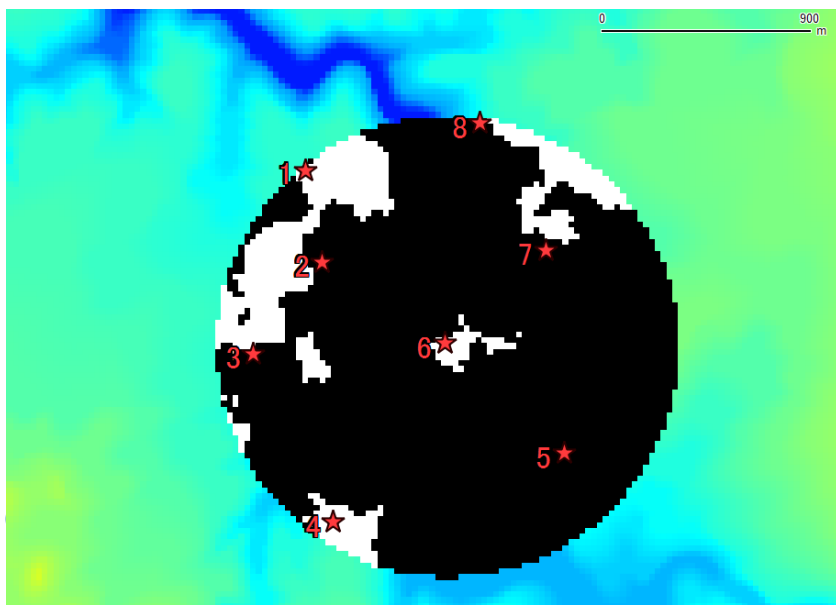
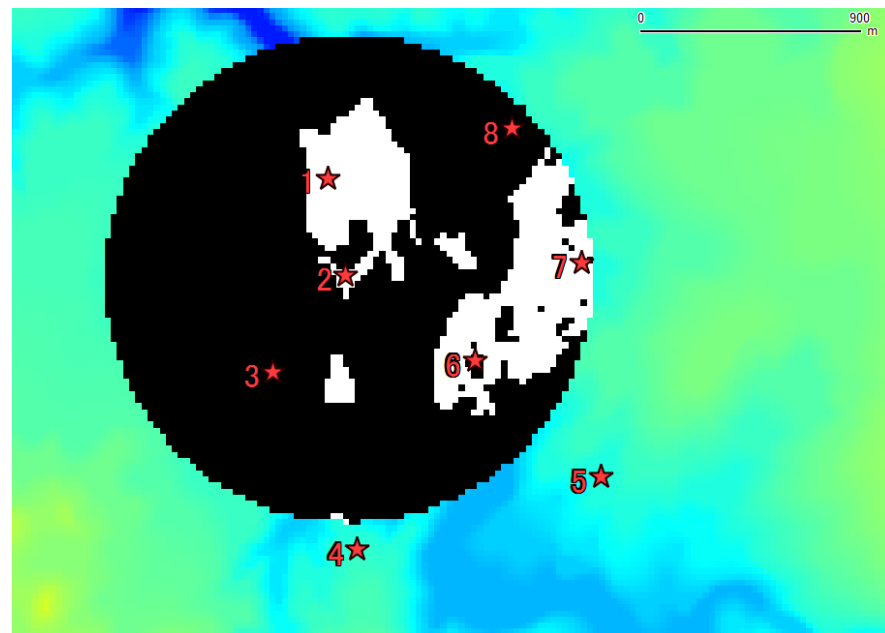
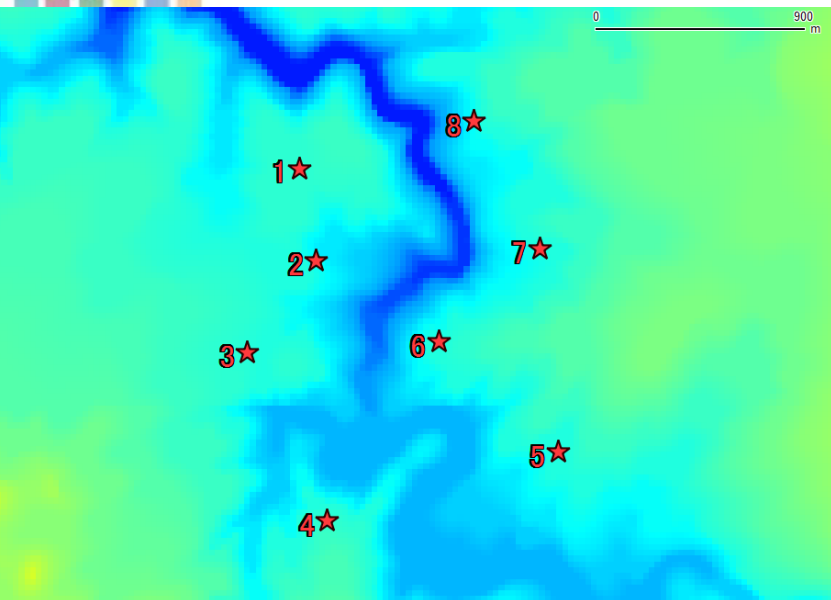


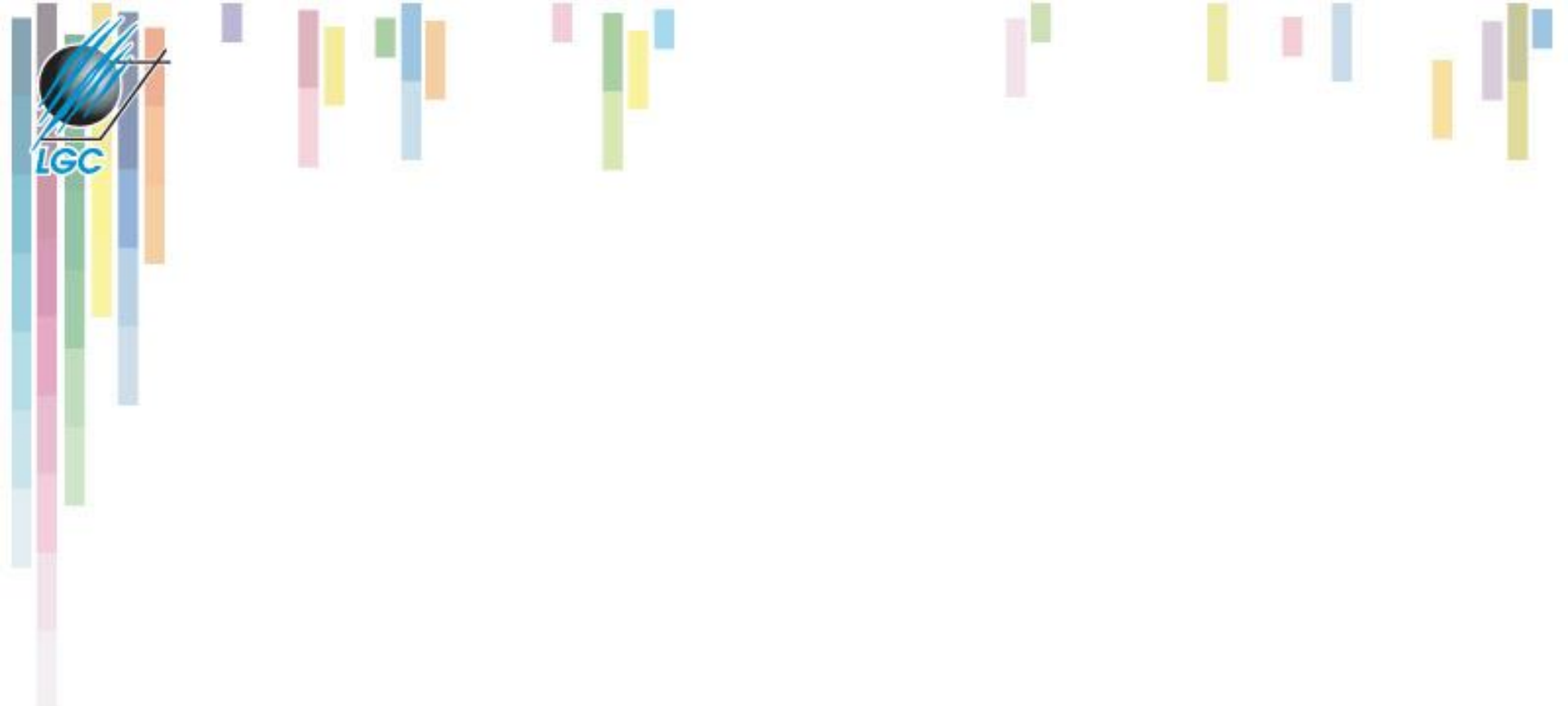
# Viditelnost (Multiple Viewshed)

- „Která místa jsou z daných pozorovatelem viditelná?“
- „Z kolika pozorovatelem 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 rastrové 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 **vícsměrný** (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

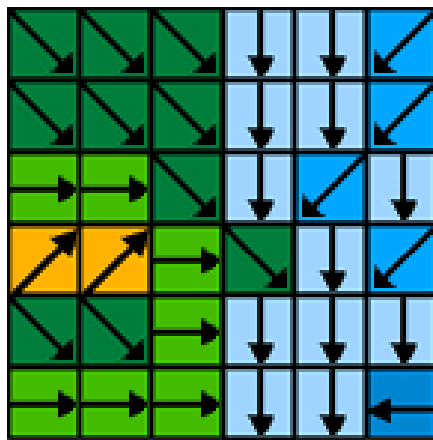
32	64	128
16		1
8	4	2

Direction coding



# Akumulace odtoku (flow accumulation)

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



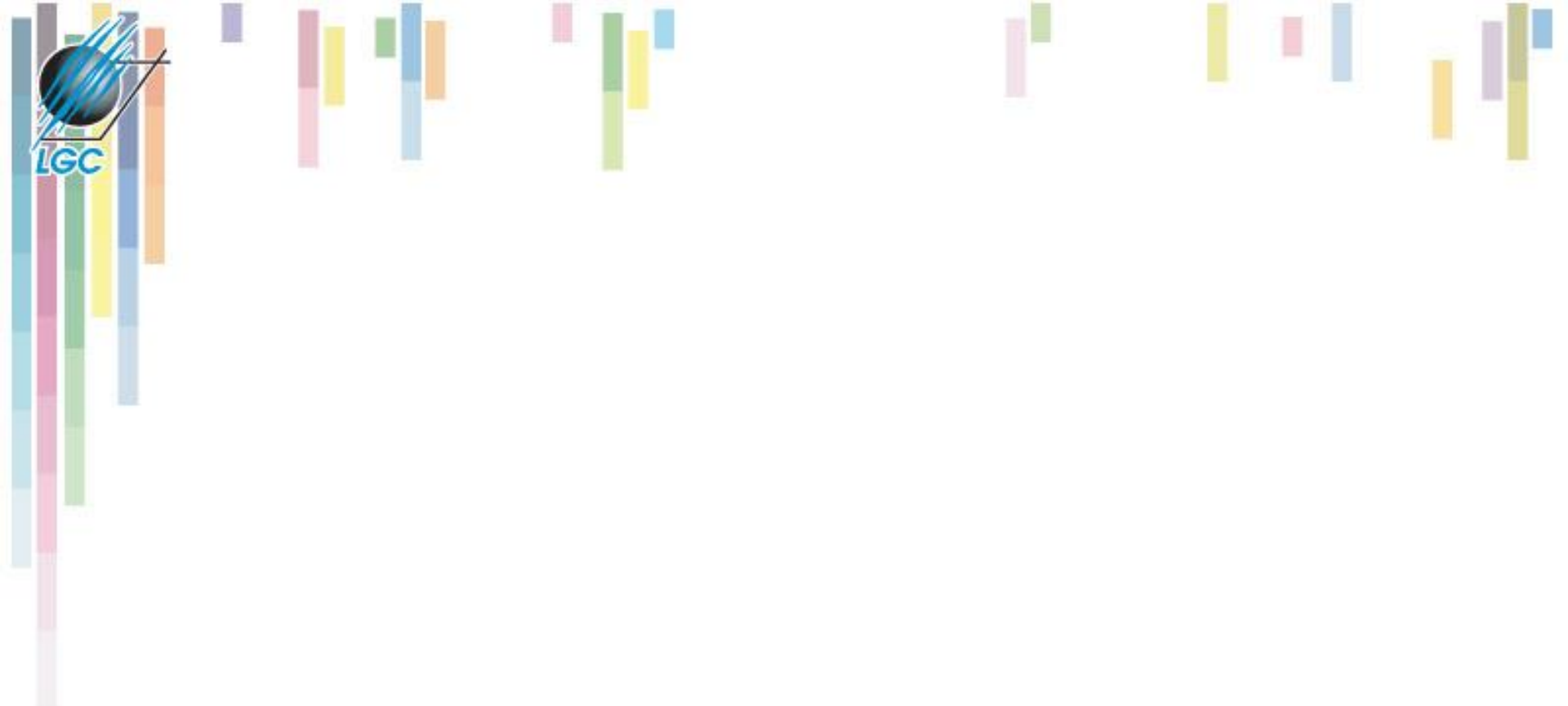
Flow direction



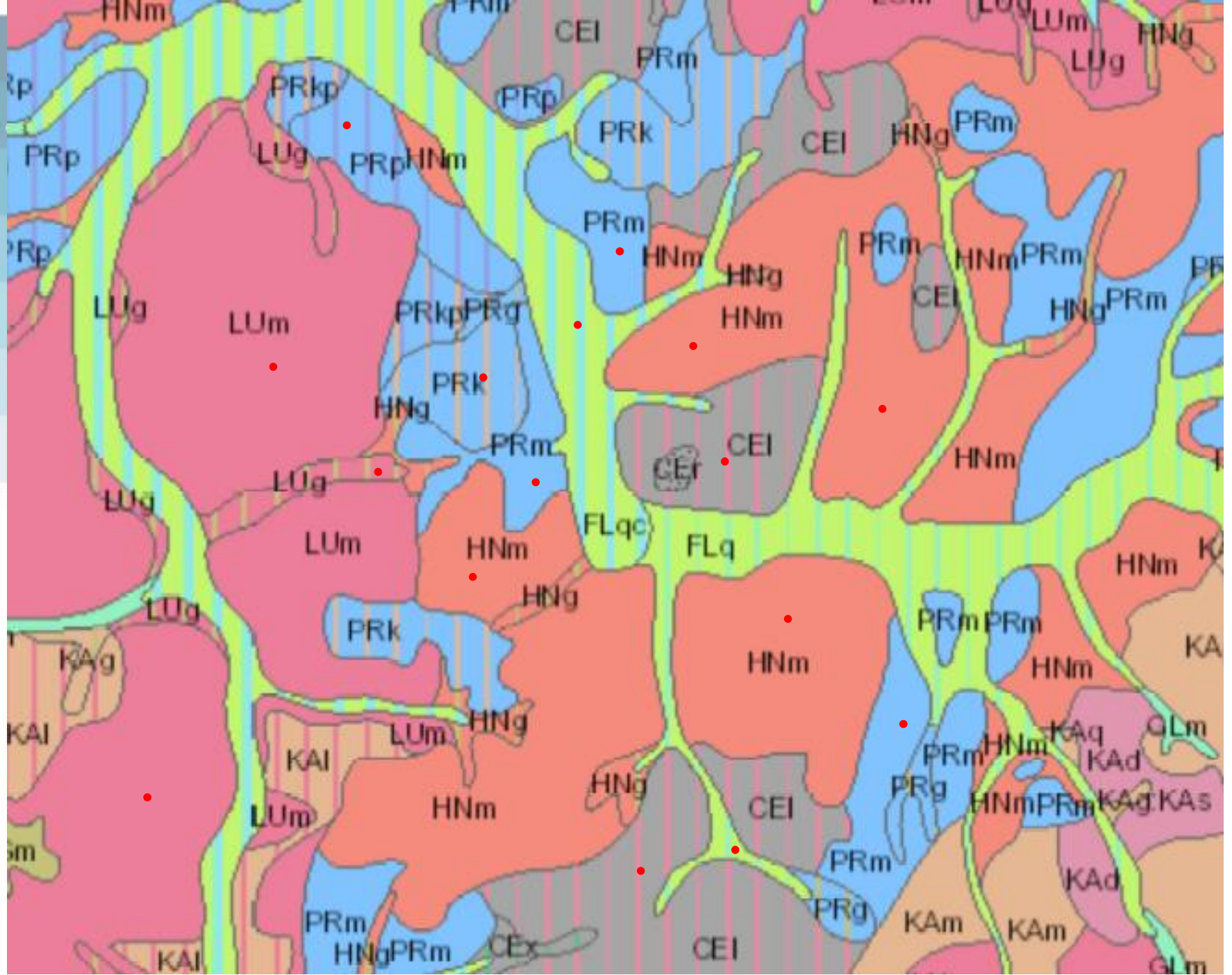
0	0	0	0	0	0
0	1	1	2	2	0
0	3	7	5	4	0
0	0	0	20	0	1
0	0	0	1	14	0
0	2	4	7	15	2

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.**