



Geoinformatika

IX – GIS modelování

jaro 2016

Petr Kubíček

kubicek@geogr.muni.cz

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

Opakování - příklady otázek

- **Prostorové dotazy**
- **Topologické překrytí**
- **Mapová algebra**

Otázka 1

- **Následující obrázek je ukázkou prostorového predikátu:**

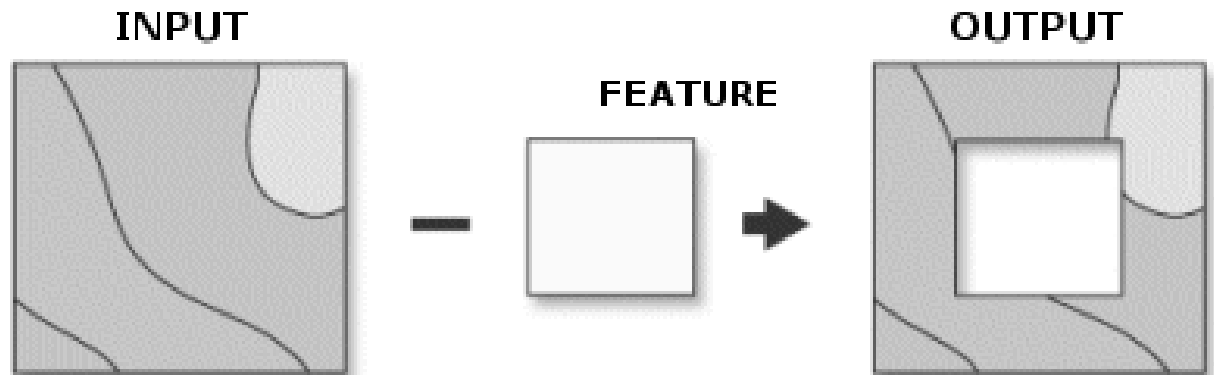
- a) Equal
- b) Disjoint
- c) Touch
- d) Overlap
- e) Cross
- f) Within/Contains



Otázka 2

- **Následující obrázek je typem topologického překrytí (overaly):**

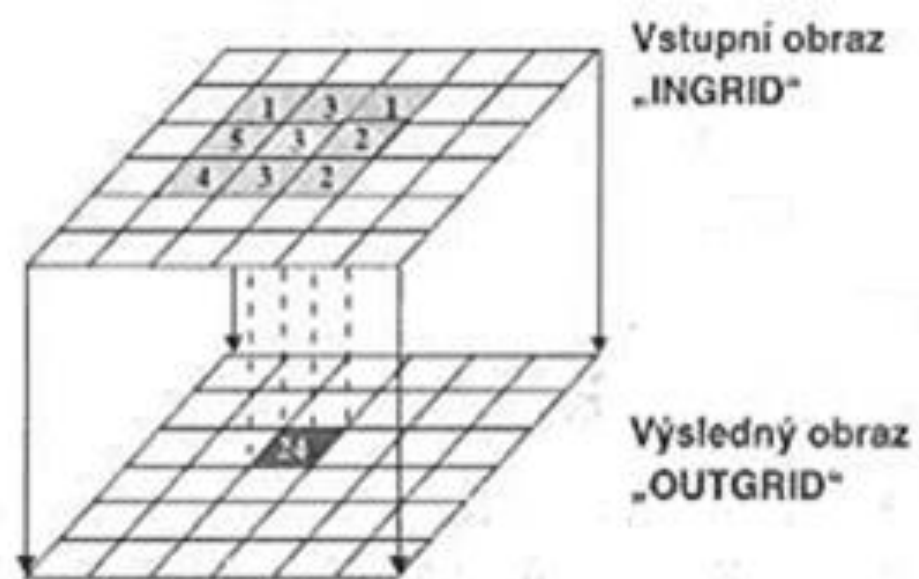
- a) Union
- b) Intersect
- c) Identity
- d) Erase



Otázka 3

- **Následující obrázek je příkladem funkce mapové algebry:**

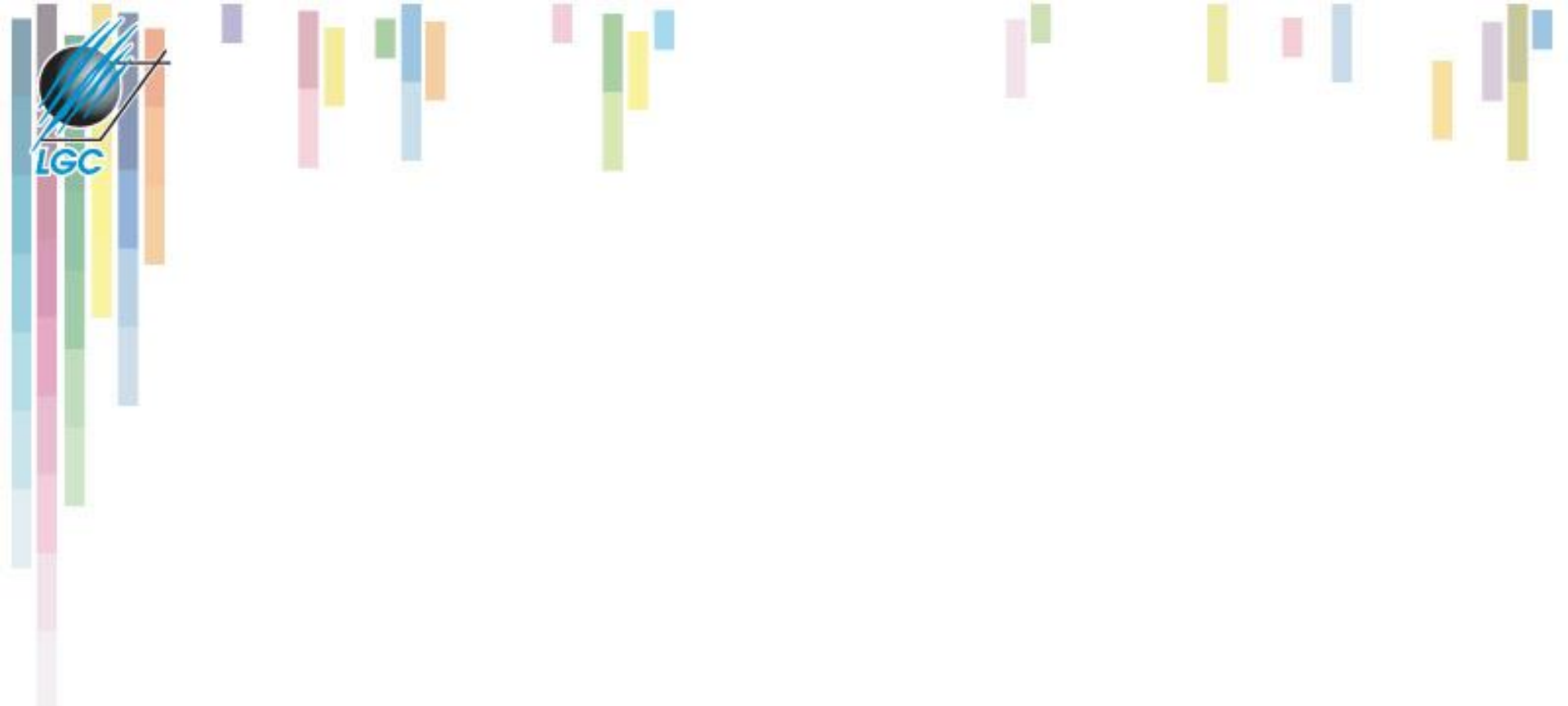
- Lokální
- Fokální
- Zonální
- Globální



Analytické nástroje GIS

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,**
- **statistické analýzy.**



VZDÁLENOSTNÍ ANALÝZY

Vzdálenostní funkce

VEKTOR

RASTR

- Základem je Euklidovská vzdálenost

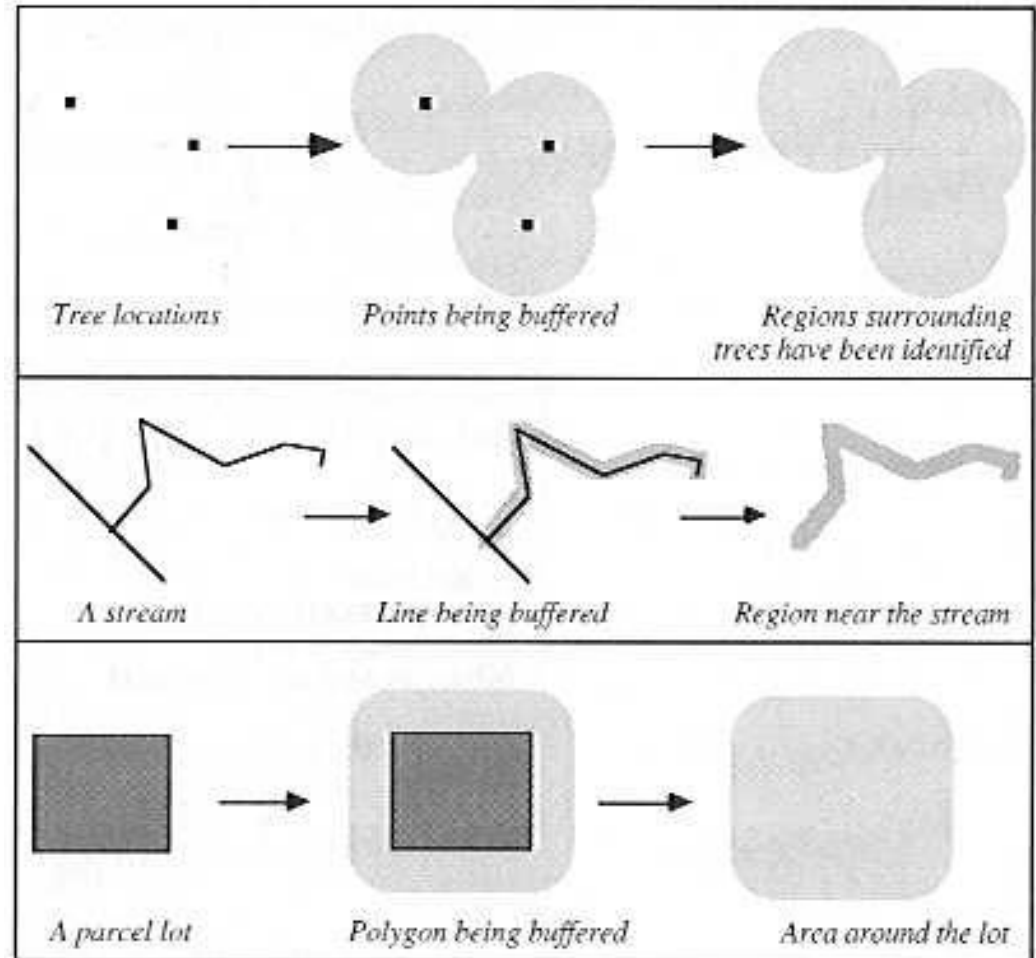
- Matice vzdáleností
- Identifikace nejbližšího souseda

- **Obálka**

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

Analýza vzdáleností

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



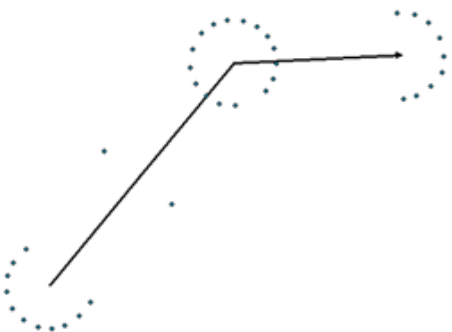


Obálka – parametry (ArcGIS)

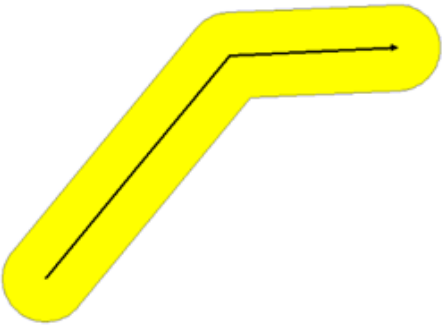
- **buffer_distance_or_field**
- **line_side (o):**
 - Full
 - Left
 - Right
 - OUTSIDE_ONLY
- **line_end_type (o):**
 - Round
 - Flat
- **dissolve_option (o):**
 - None
 - All

Obálka (buffer) - parametry

Offsets created around the input line feature



Buffer derived from the offsets



INPUT



OUTPUT
DISSOLVE TYPE:
NONE

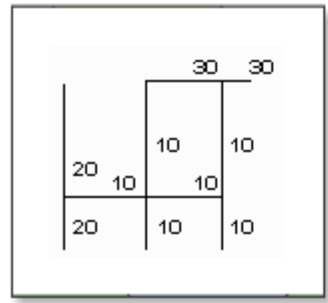


OUTPUT
DISSOLVE TYPE:
ALL

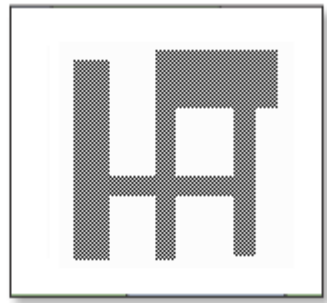


Example 2: Distance from field

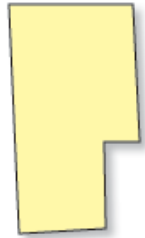
This example illustrates the buffer of a line feature class using a numeric field with values of 10, 20, and 30 for distance, an end type of FLAT, a side type of FULL, and a dissolve type of ALL.



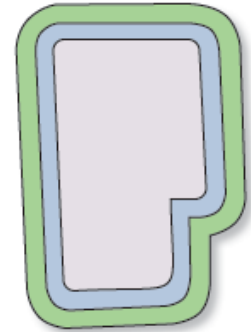
INPUT



OUTPUT



INPUT



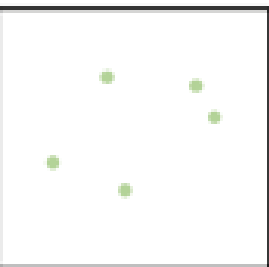
OUTPUT

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

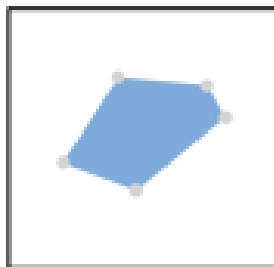


Konvexní obálka a minimální hraniční geometrie

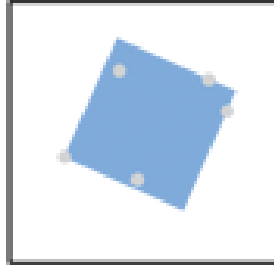
MULTIPOINT INPUT



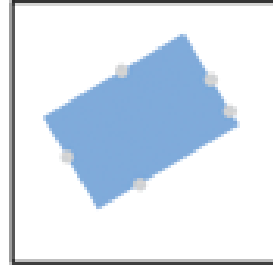
CONVEX_HULL



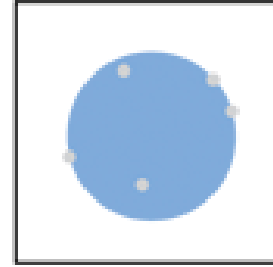
RECTANGLE_BY_AREA



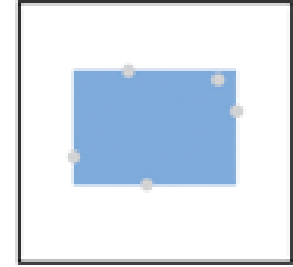
RECTANGLE_BY_WIDTH



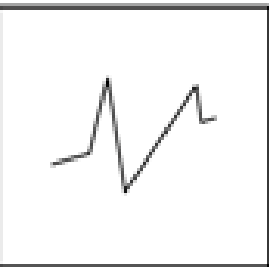
CIRCLE



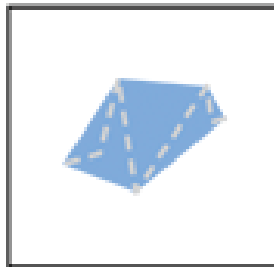
ENVELOPE



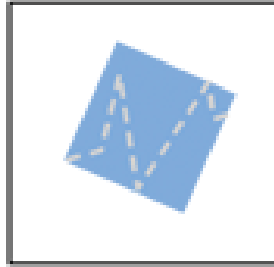
LINE INPUT



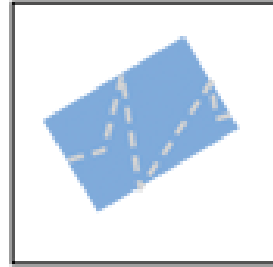
CONVEX_HULL



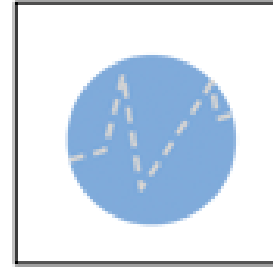
RECTANGLE_BY_AREA



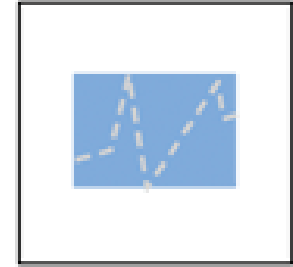
RECTANGLE_BY_WIDTH



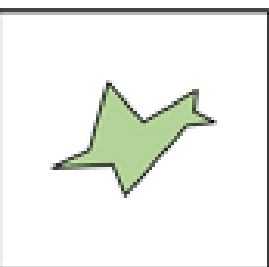
CIRCLE



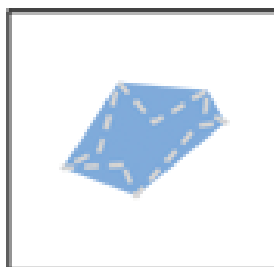
ENVELOPE



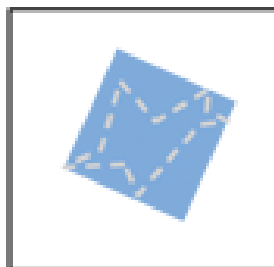
POLYGON INPUT



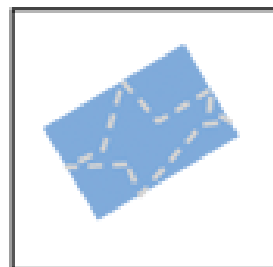
CONVEX_HULL



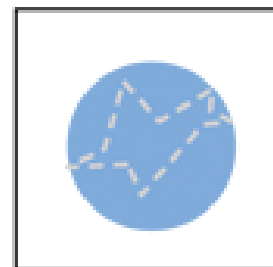
RECTANGLE_BY_AREA



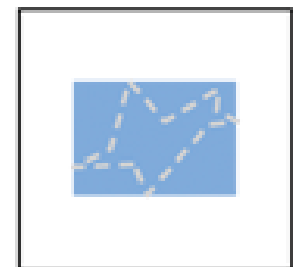
RECTANGLE_BY_WIDTH



CIRCLE

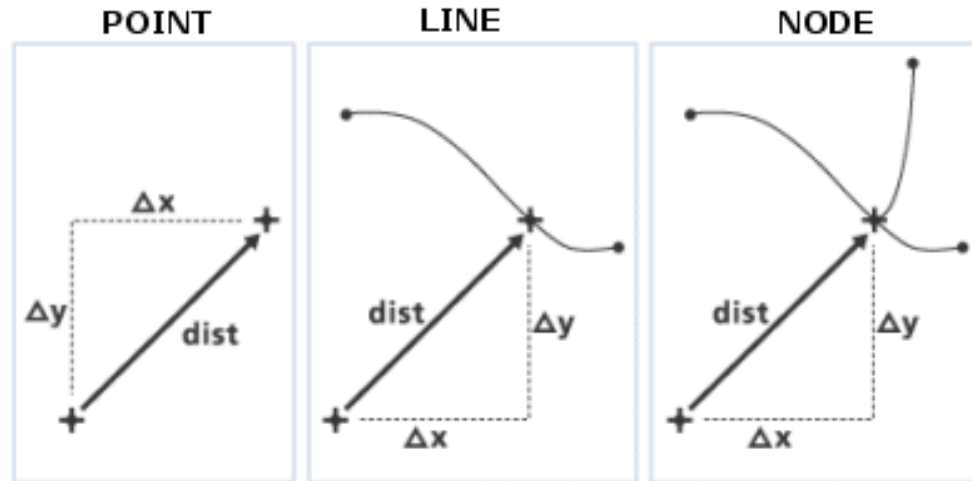


ENVELOPE



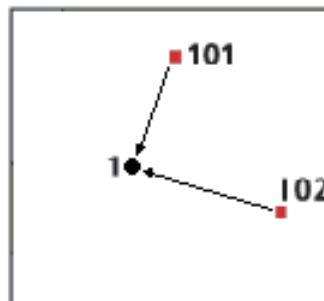
Vzdálenost objektů

- **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

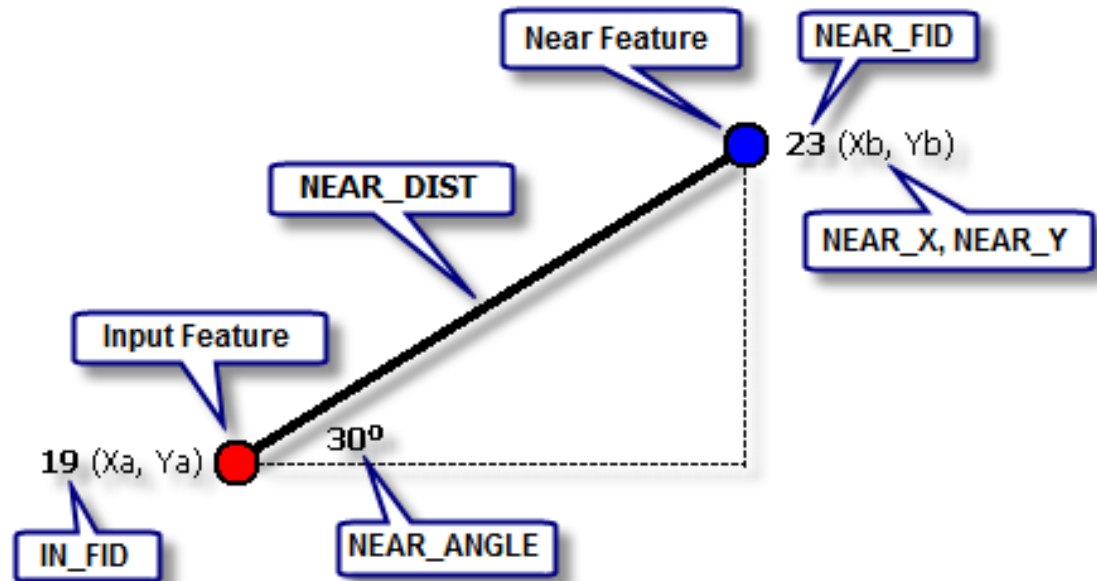
Principy výpočtu vzdáleností

- **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).

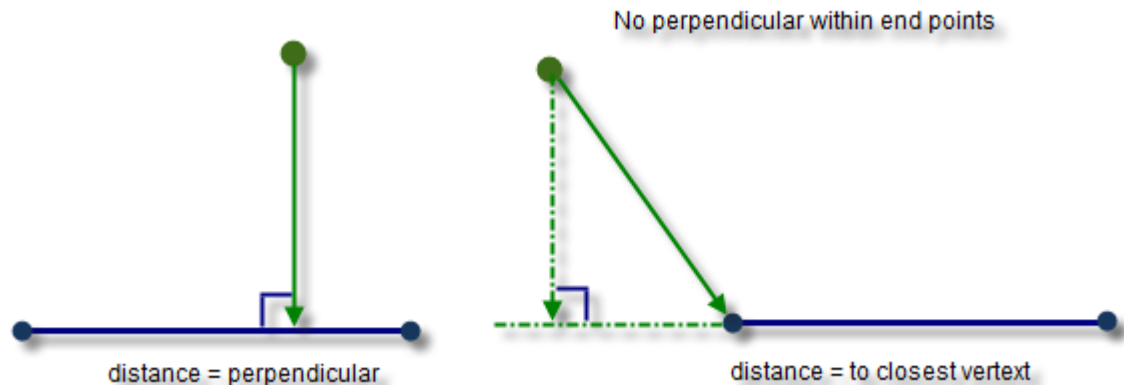


Výpočet vzdálenosti

1) Bod – bod



2) Bod - linie



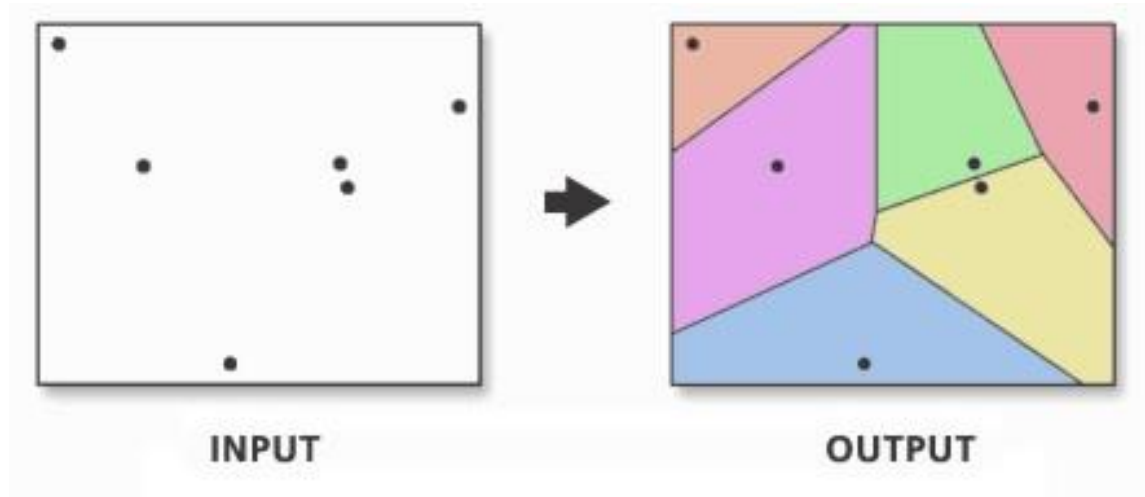


Vzdálenost objektů v okolí (near distance)

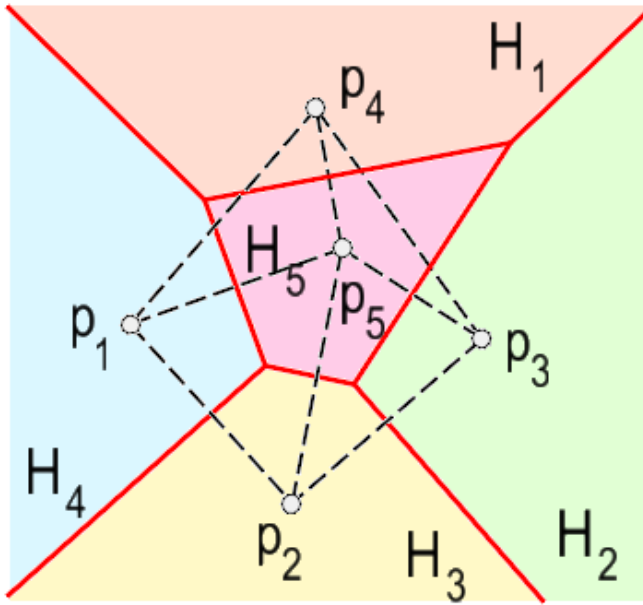
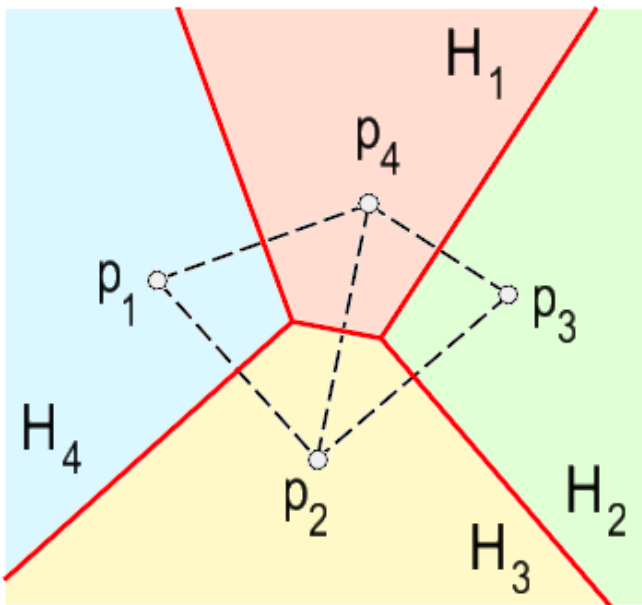
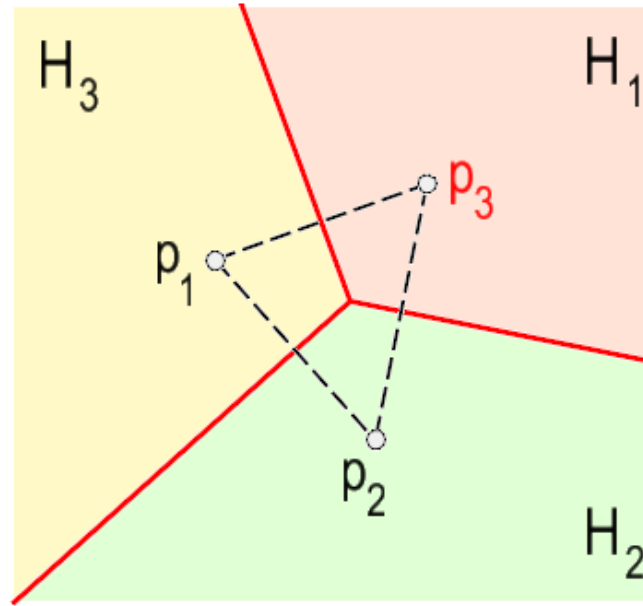
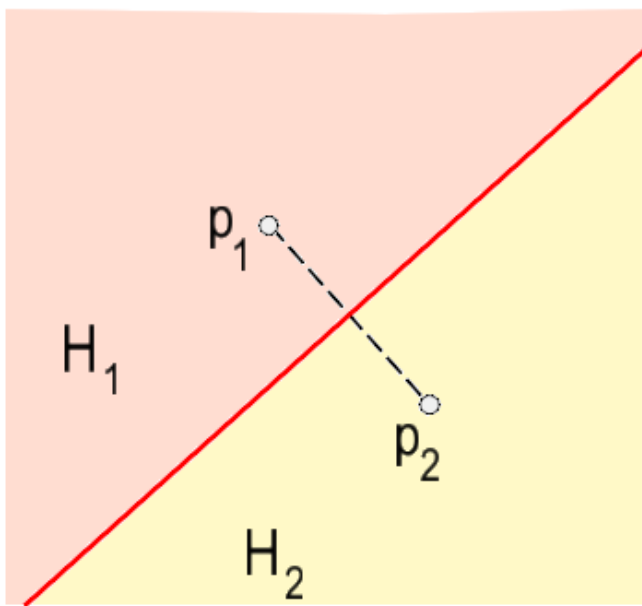
- Určení vzdáleností od vstupního prvku k ostatním prvkům v určeném rozsahu. Výsledky zaznamenány do tabulky.

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		537074.80727	179.541906
13	15	130	465.819053	671923.9	550614.999419	179.541906

Analýzy sousedství (Proximity analysis) –

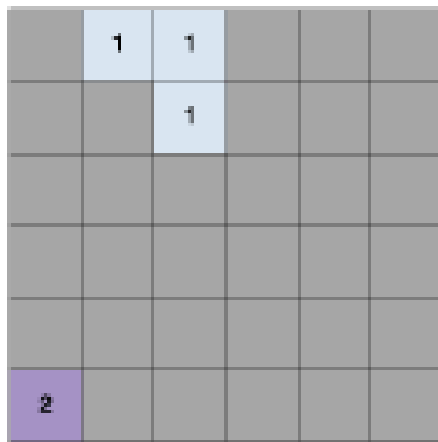
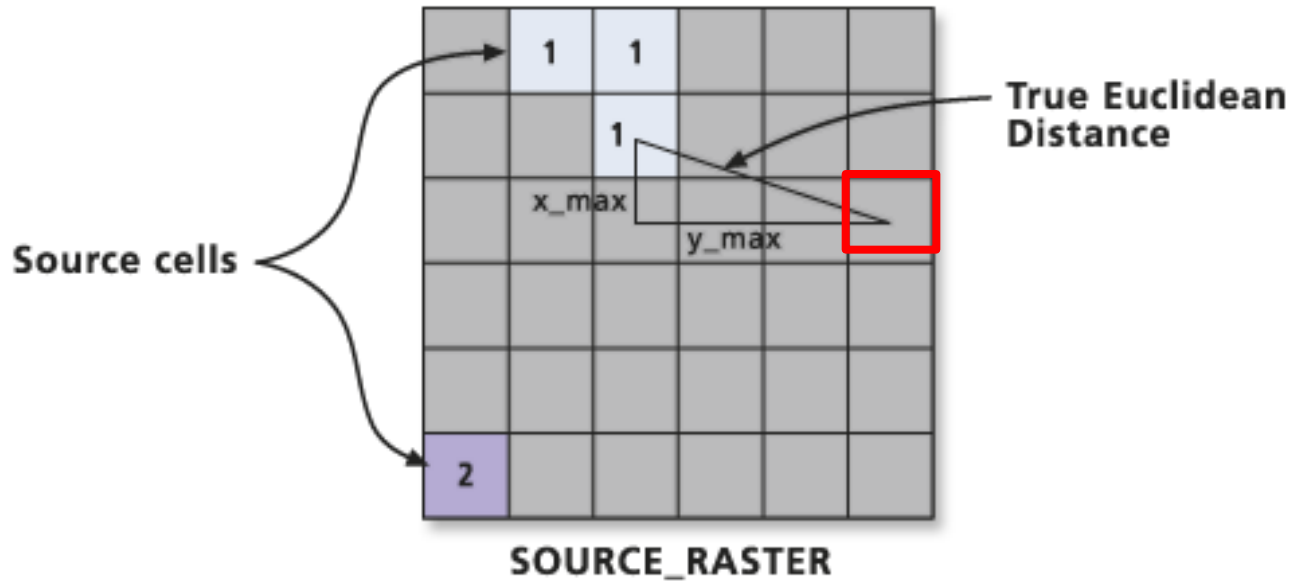


- Každá polygon obsahuje jeden bod vstupního souboru. Každé místo polygonu je blíže k tomuto bodu, než k jakémukoliv dalšímu bodu vstupního souboru.
- Thiessenovy polygony, Voronoi cell (Voroného tesalace) – konstrukce??





Euklidovské vzdálenosti

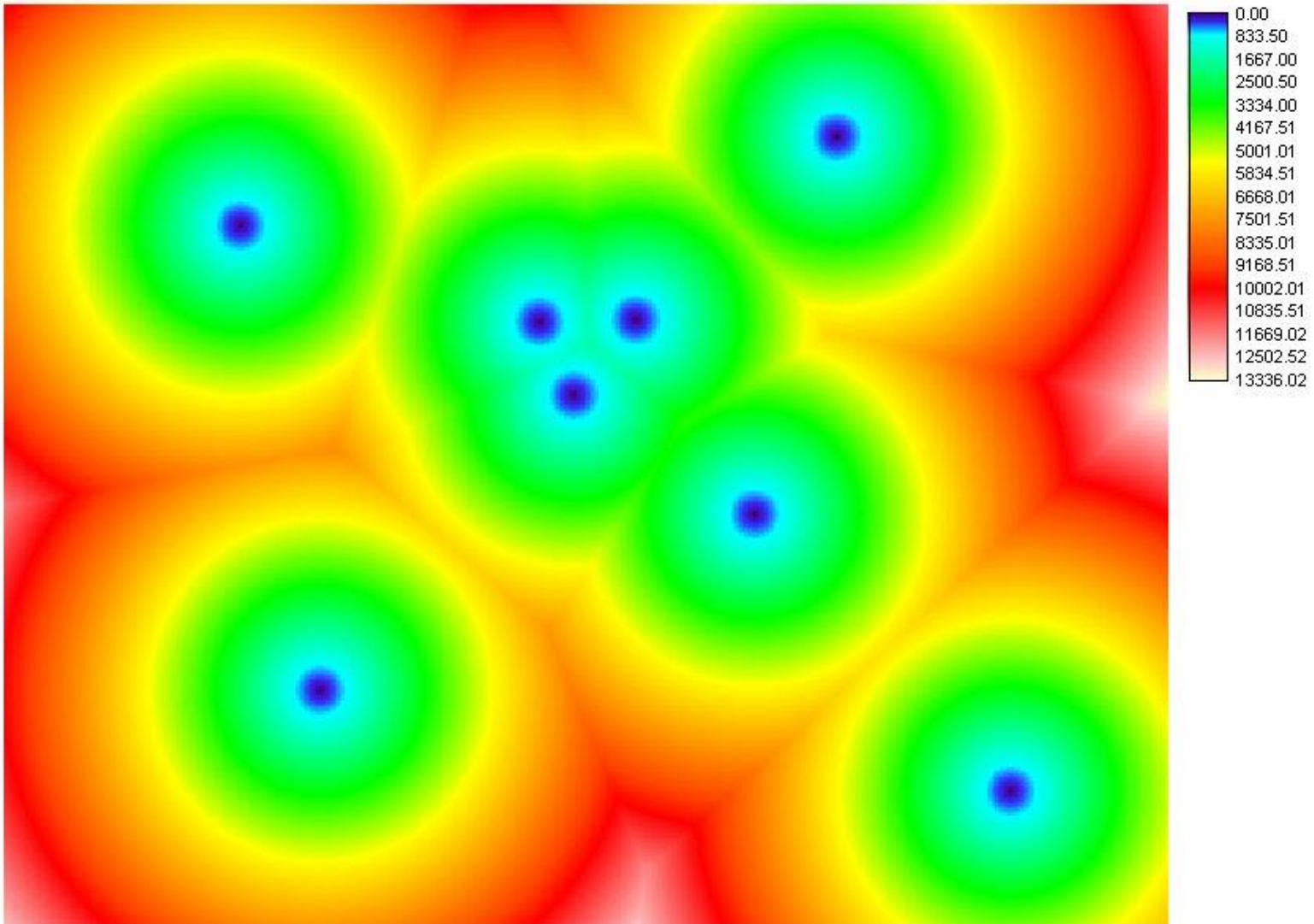


=



Value = NoData

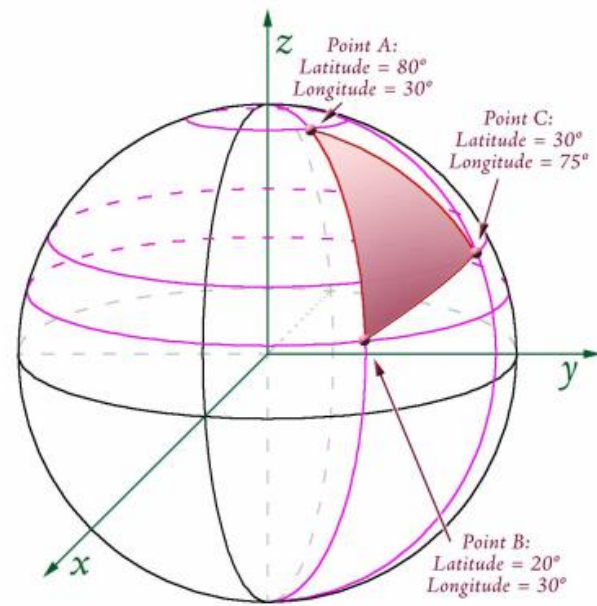
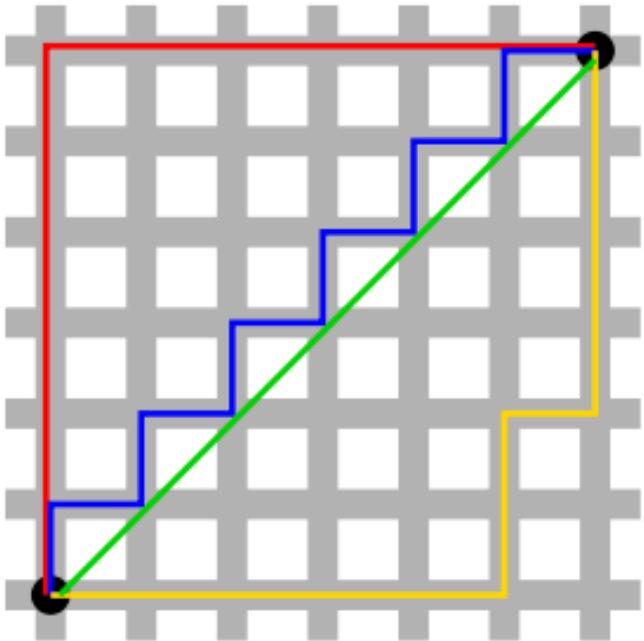
Euklidovské vzdálenosti (2)





Neuklidovské vzdálenosti

- Sférická vzdálenost
- Manhattan distance
- Nákladové vzdálenosti



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

Vážené vzdálenosti

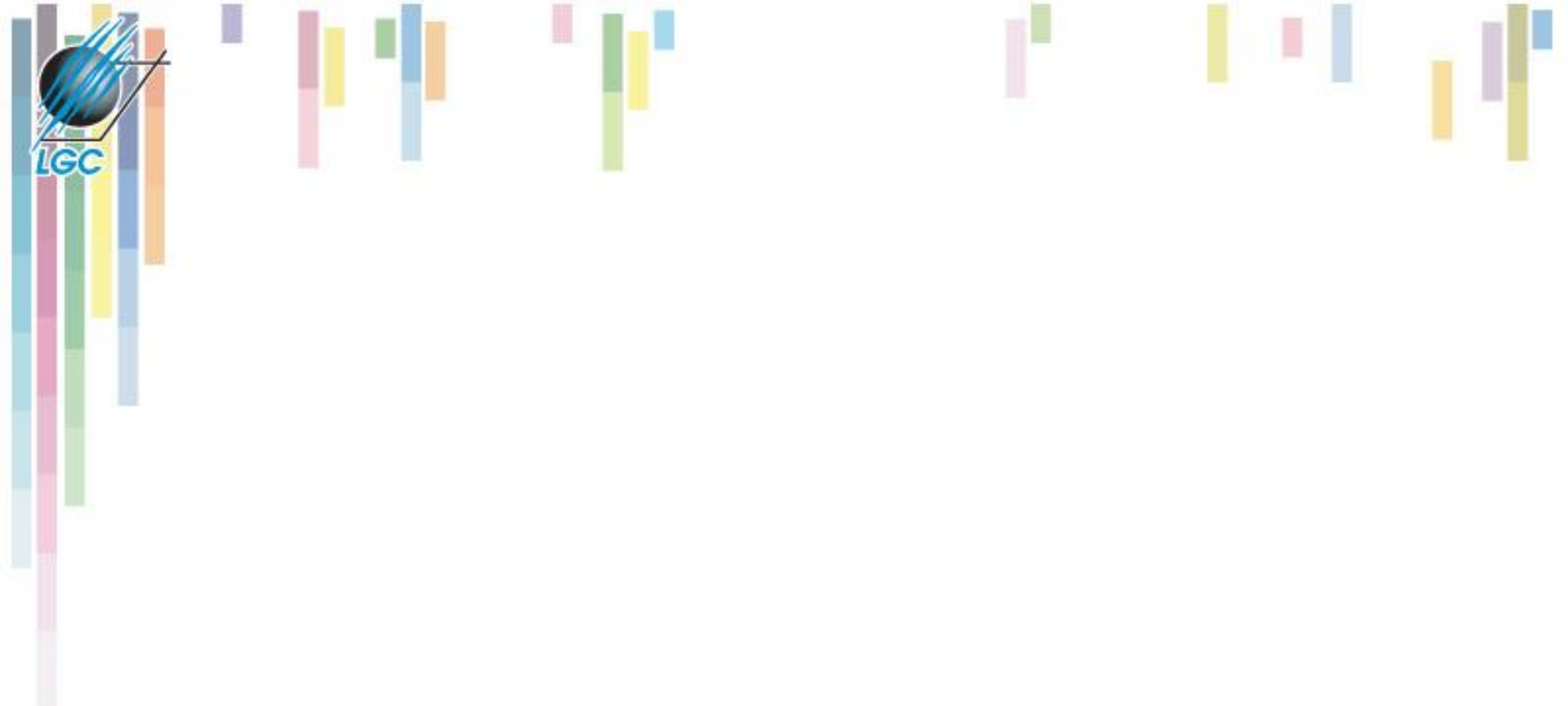
- Vážená vzdálenost si všímá jedné podstatné vlastnosti, a to, že při běžných vzdálenostních analýzách se vůbec neuvažují vlivy okolí, vše je měřeno **vzdušnou čarou (crows flie)** za ideálních podmínek.
- V reálném světě ale tento model zdaleka **neodpovídá skutečnosti**.





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).



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.

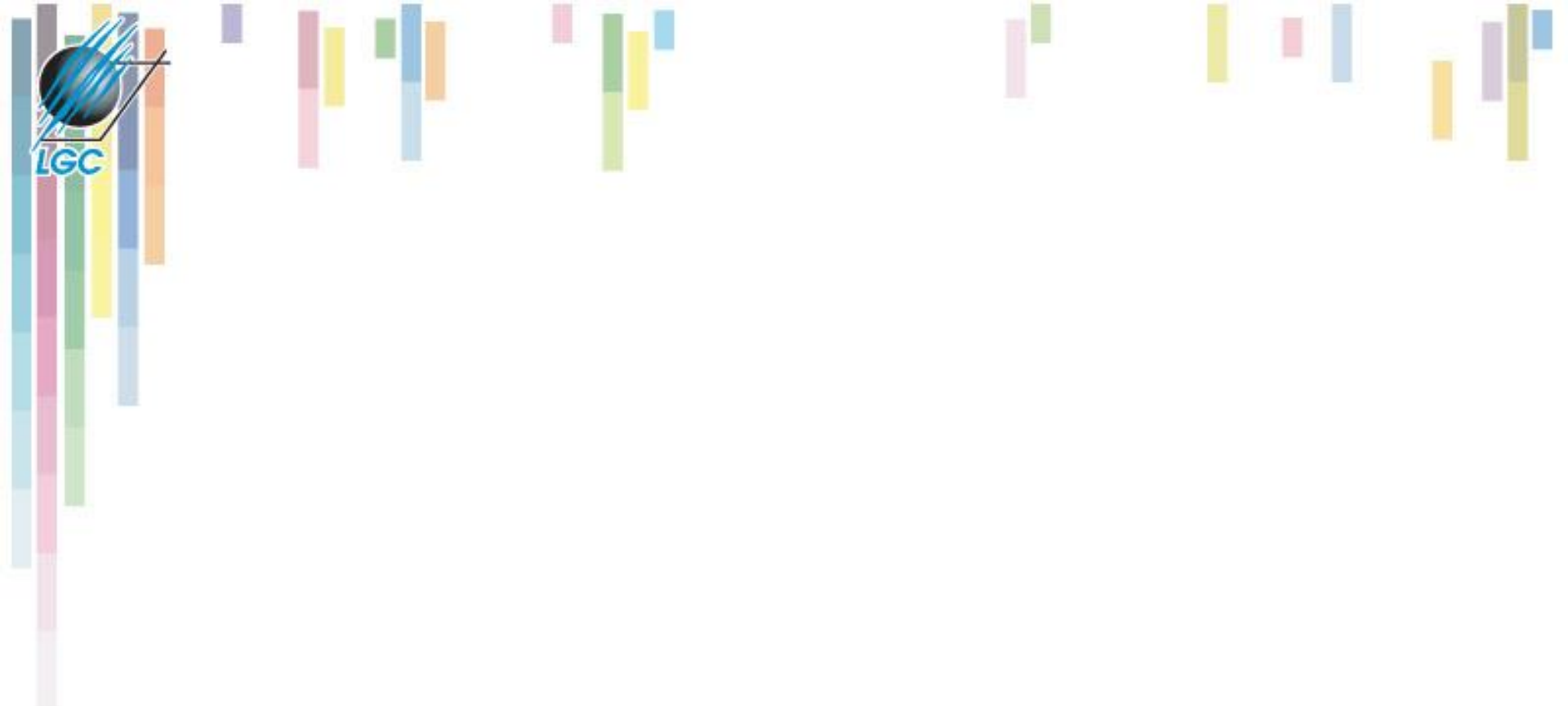
Multimodální síť





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 cenu cesty.
- **Úloha obchodního cestujícího** - optimalizace tras s určitým počtem zastávek.
- **Dijkstra algoritmus** - algoritmus sloužící k nalezení nejkratší cesty v grafu.



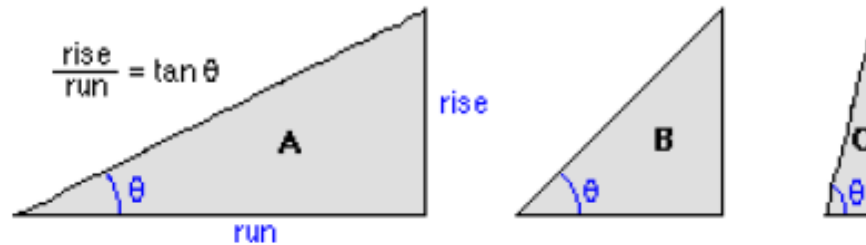
ANALÝZY RELIÉFU (PRO RASTROVÝ DATOVÝ MODEL)

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 = $\frac{\text{rise}}{\text{run}} * 100$



Degree of slope =

Percent of slope =

30

58

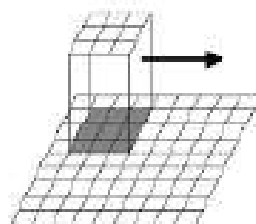
45

100

76

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°) 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?**

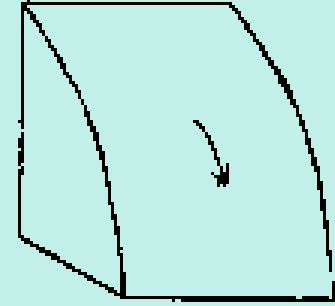
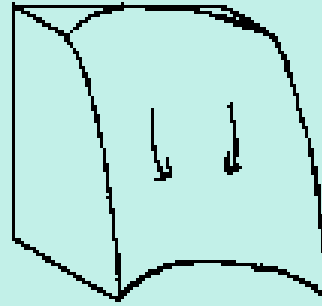
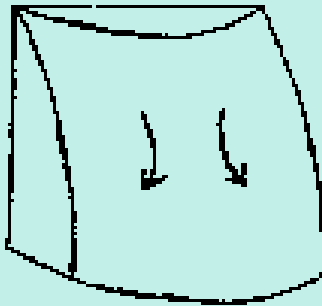
Horizontální a vertikální zakřivení

Convex

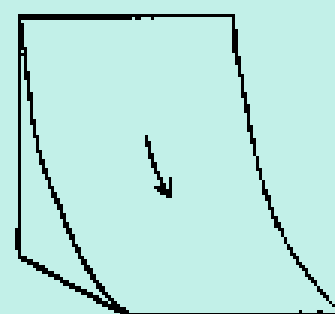
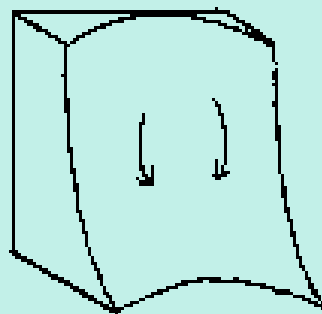
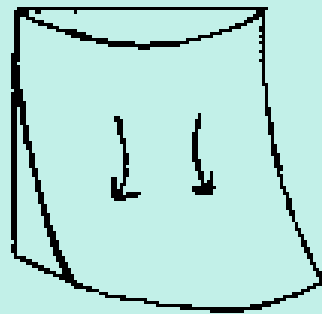
Concave

Plane

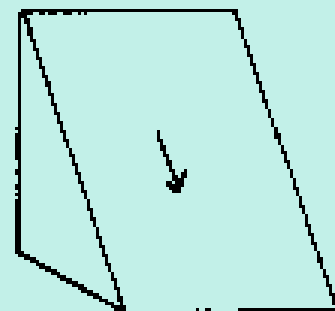
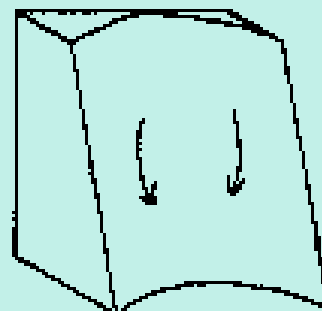
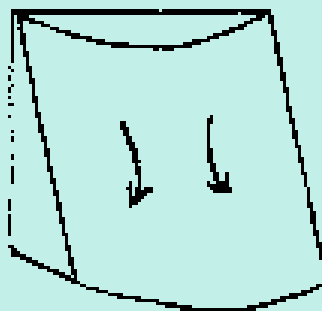
Convex



Concave

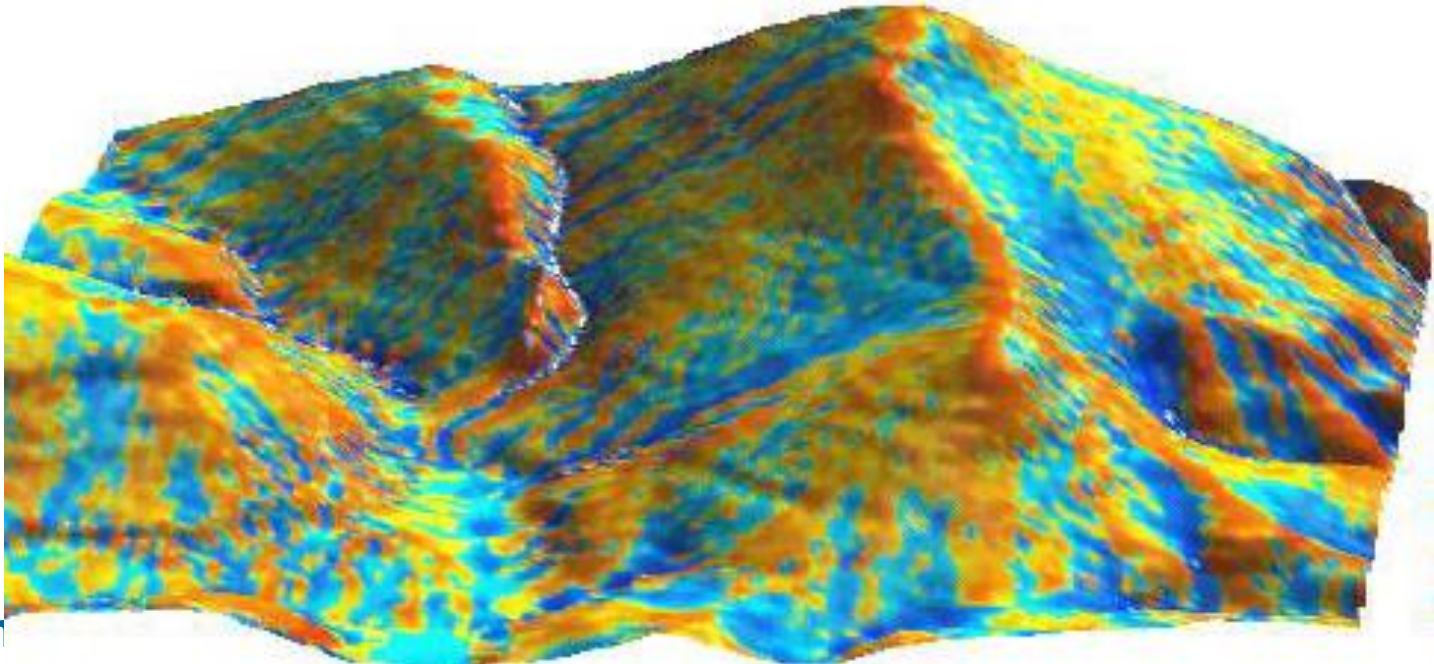


Plane



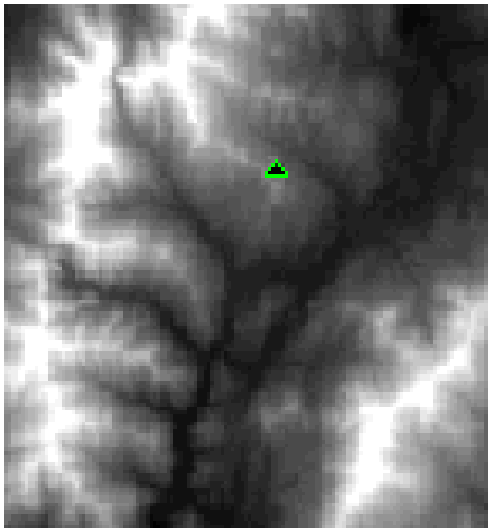
Zakřivení (ukázka)

- 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.)

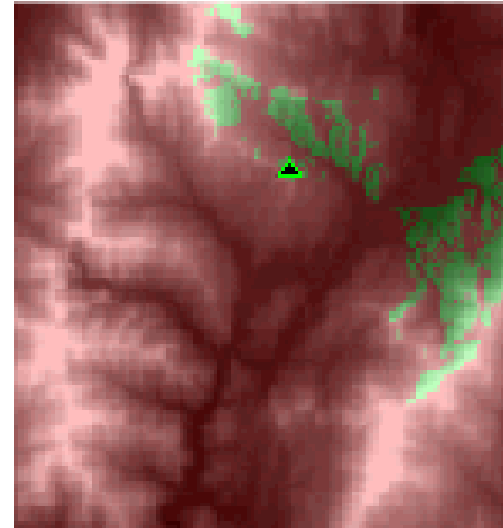


Analýza viditelnosti

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



Input surface with
observer point



Output viewshed



Viditelnost mezi body (Line of Sight LoS)

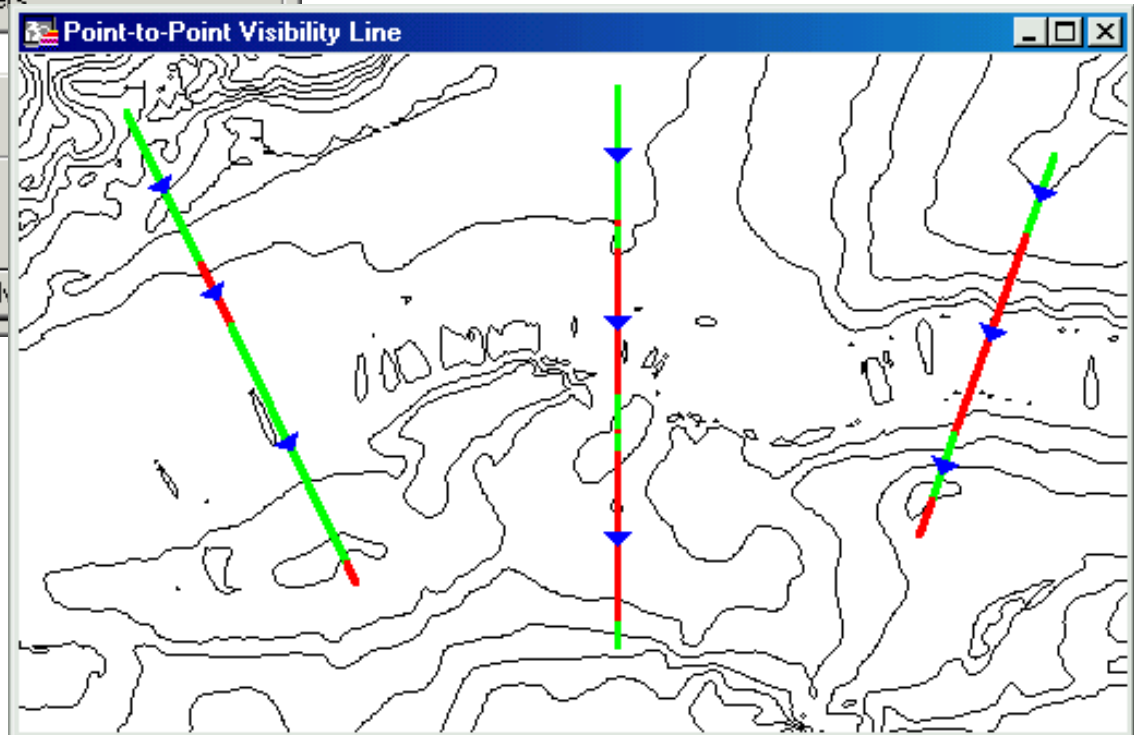
Point-to-Point Visibility [X]

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

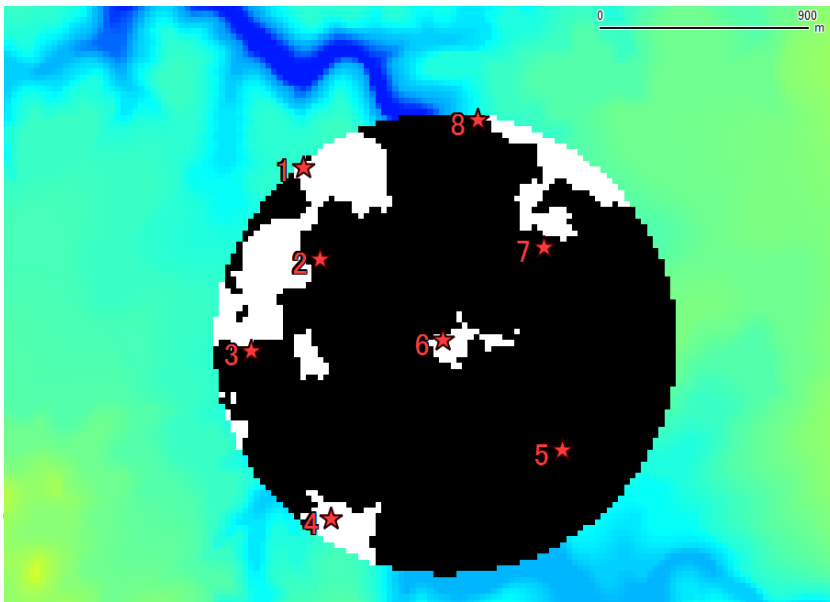
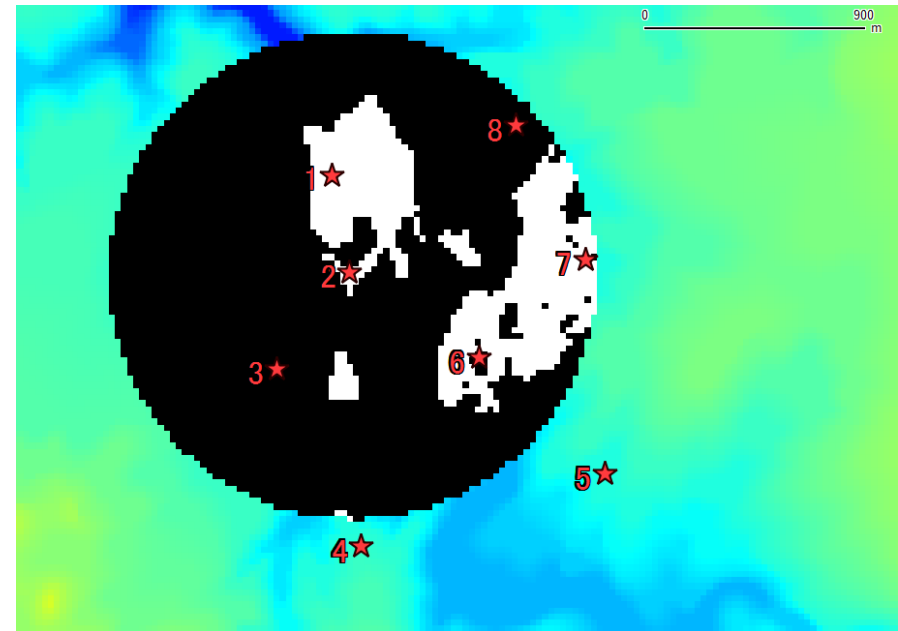
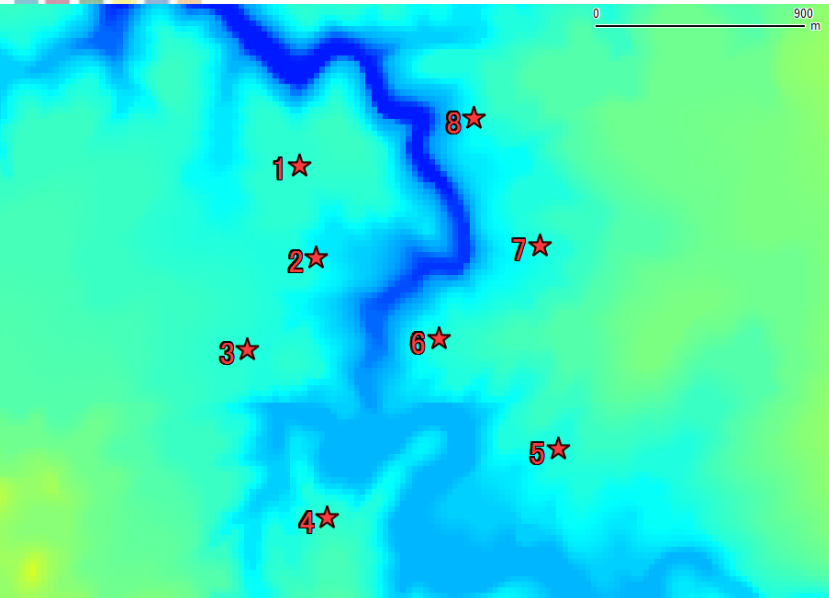


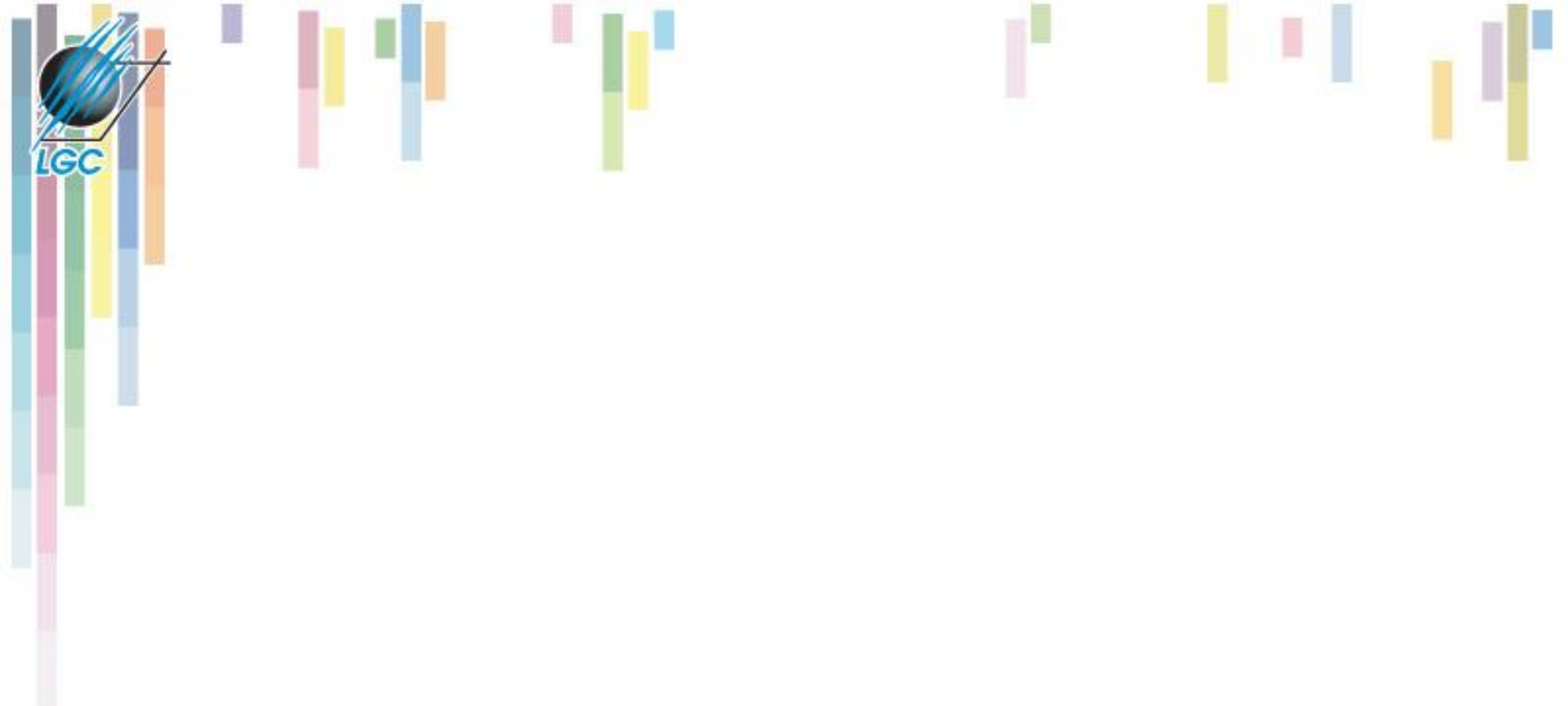


Viditelnost (Multiple Viewshed)

- „Která místa jsou z daných pozorovatelem viditelná?“
- „Z kolika pozorovatelem je viditelný daný objekt/místo?“
- Rozdělení území podle toho, z kterých míst je viditelné.
- 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 **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

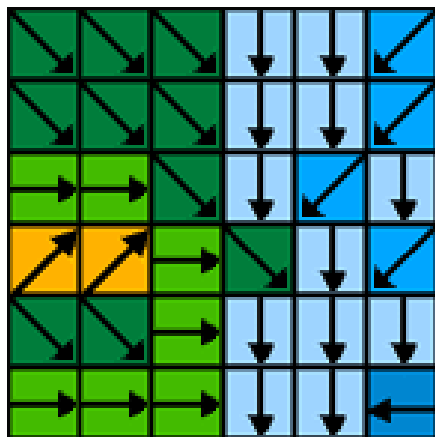
Flow direction

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.



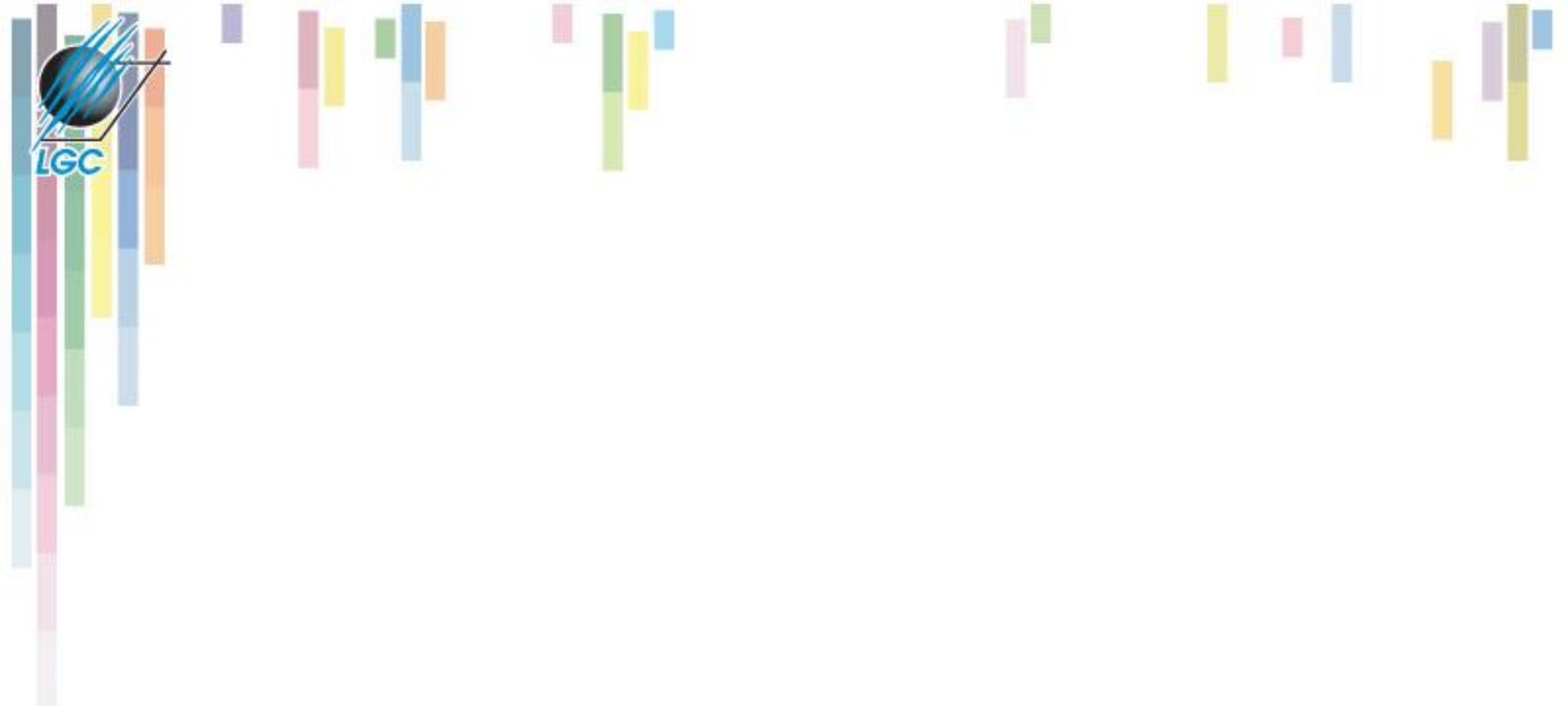
Flow direction



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“ (doc. Dobrovolný).**