Geoinformatika

IX – GIS modelování

jaro 2018

Petr Kubíček

kubicek@geogr.muni.cz

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

Faktory ovlivňující vzdálenost

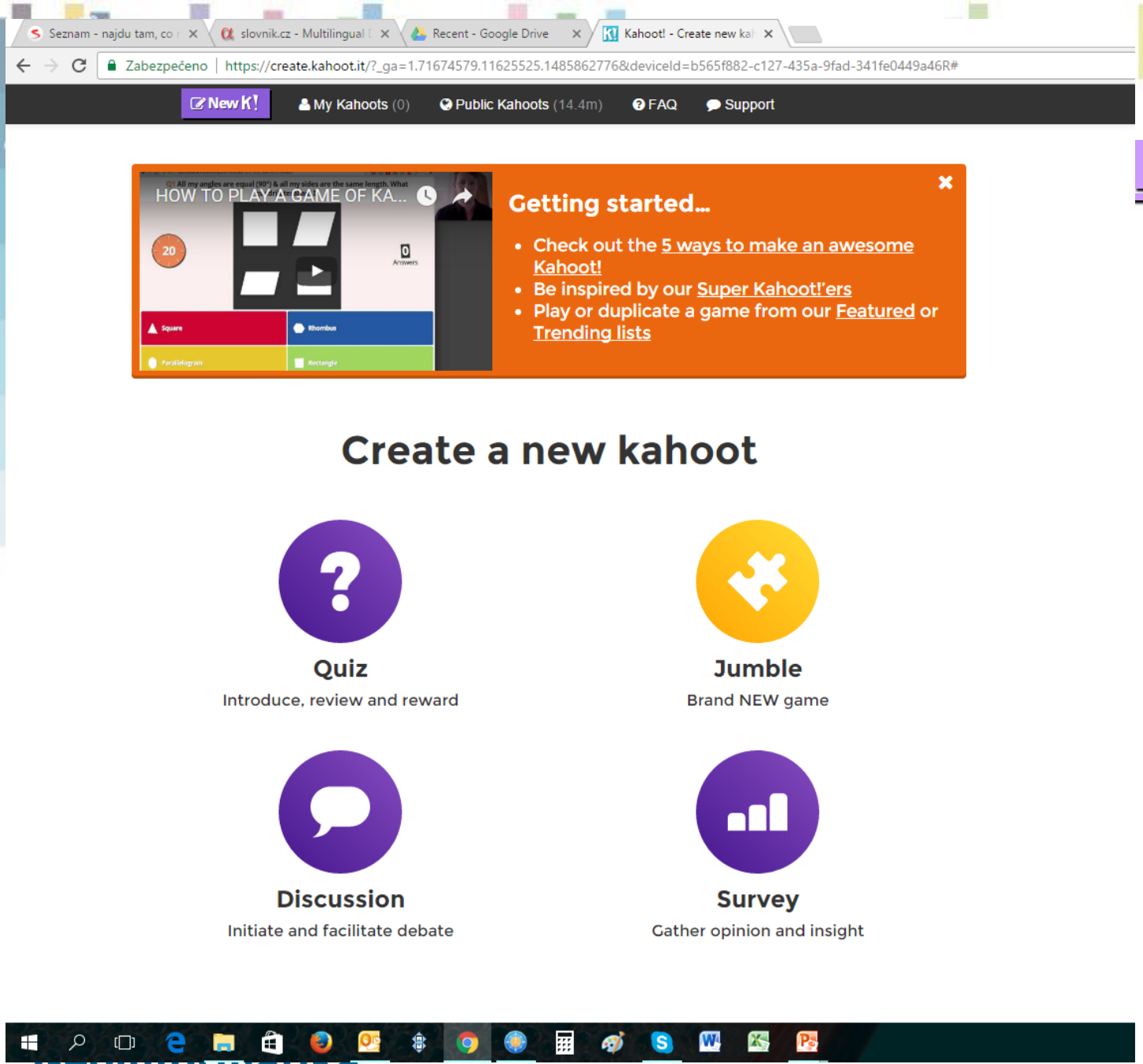
- **Vlastnosti reálného světa ovlivňující reálnou vzdálenost:**
  - objekty (antropogenní prvky, krajinný pokryv) nacházející se na povrchu,
  - průběh terénu, s ním související převýšení,
  - převládající směr větru,
- **následně se modelují jako faktory ...**
- **Faktory modelující vlastnosti reálného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

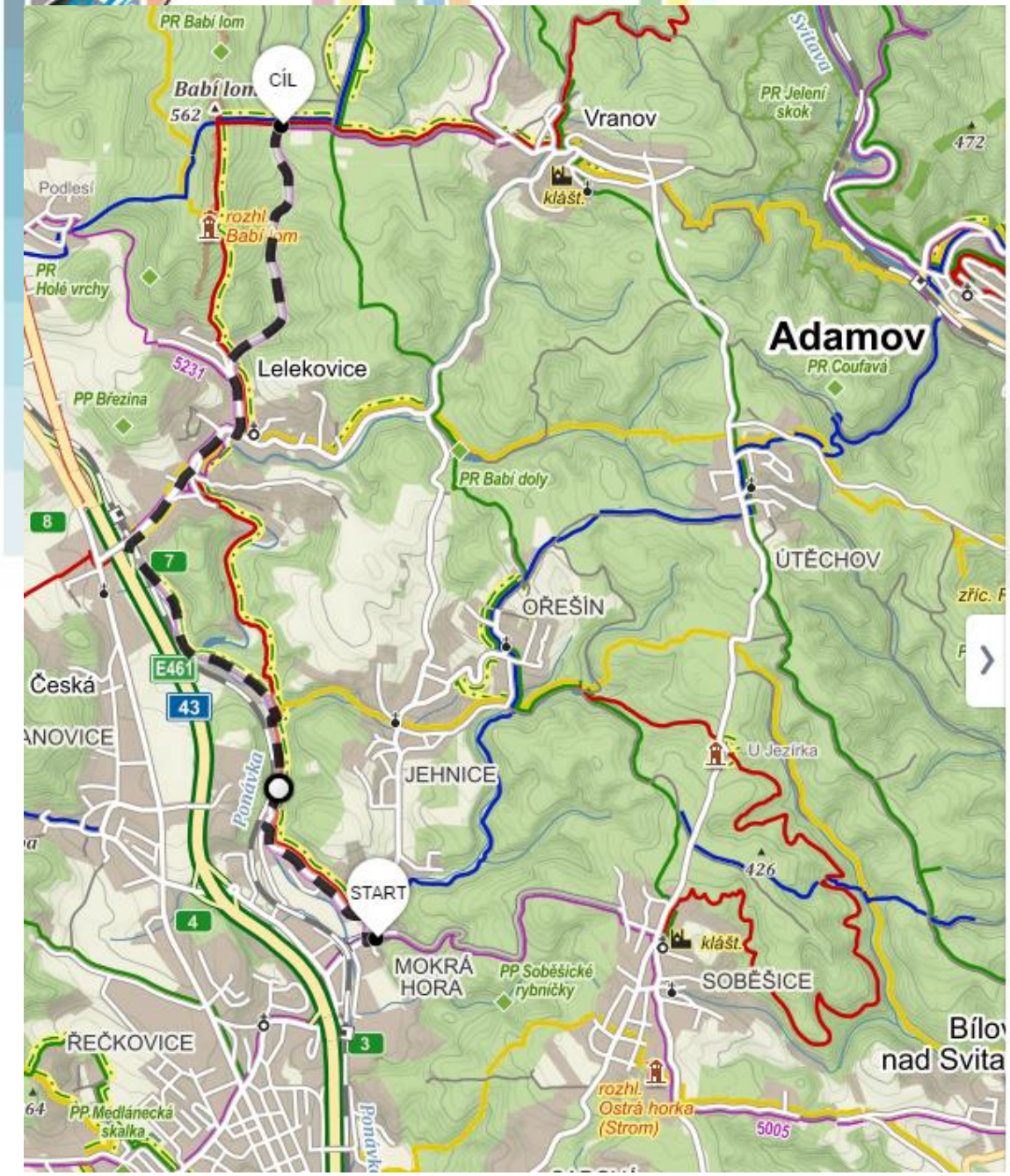
sti -
ttan

X

Geoir

Kahoot


Seznam - najdu tam, co
slovnik.cz - Multilingual
Recent - Google Drive
Kahoot! - Create new kal
Zabezpečeno
https://create.kahoot.it/?_ga=1.71674579.11625525.1485862776&deviceId=b565f882-c127-435a-9fad-341fe0449a46R#
New K!
My Kahoots (0)
Public Kahoots (14.4m)
FAQ
Support
HOW TO PLAY A GAME OF KA...
Getting started...
Check out the 5 ways to make an awesome Kahoot!
Be inspired by our Super Kahoot!'ers
Play or duplicate a game from our Featured or Trending lists
Create a new kahoot
Quiz
Introduce, review and reward
Jumble
Brand NEW game
Discussion
Initiate and facilitate debate
Survey
Gather opinion and insight



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

Stoupání: 270 m Klesání: 42 m

Mapová algebra

Analytické nástroje GIS v rastrovém datovém modelu

Kartografické modelování – historie

- Tomlin (1983) – Map Algebra
- Berry (1987) – Map-ematics
- Ustanovili kartografické modelování jako přijatou metodiku pro zpracování geografických dat.

Dana Tomlin

Joseph Berry

Přirozený jazyk

"If a user can express in words the actions that he wishes to perform on the geographical data, why should s/he not be able to express that action in similar terms to the computer?"

Burrough (1986)

Tomlin – rozpoznal roli přirozeného jazyka pro vyjádření logiky v prostorové analýze. Každá prostorová operace je sloveso, název (jméno) reprezentuje mapovou vrstvu.

Př. Mapa obyvatelstva (jméno 1) je překryta (overlay – sloveso) mapou administrativních jednotek (jméno 2) a vzniká mapa hustoty obyvatelstva (jméno 3 – výsledek).

Příklady použití

- **Termíny nejsou obecně akceptovány – závisí na konkrétní implementaci v GIS balíku.**

Table 1. Examples of natural language verbs.

Operation	*Verb*	*Description*
Make a corridor from a linear data set	SPREAD	Renumber all loci with a value reflecting their distance from a given starting point or line
Intersect two polygon networks	OVERLAY	Lay two polygon networks over each other and produce new polygon net
Select according to a condition	EXTRACT	Select specified values and / or ranges of values from one layer to make a new layer

Implementace kartografického modelu v GIS

- **Identifikace** požadované mapové vrstvy nebo datové sady.
- Použijte **logický nebo přirozený jazyk** a popište proces vytvoření výsledného modelu (data – výsledek).
- Reprezentujte **postup graficky**, aby zahrnoval navrhované operace a postupy.
- Popište grafický postup případnými **příkazy**, které používá příslušný **GIS** balík.

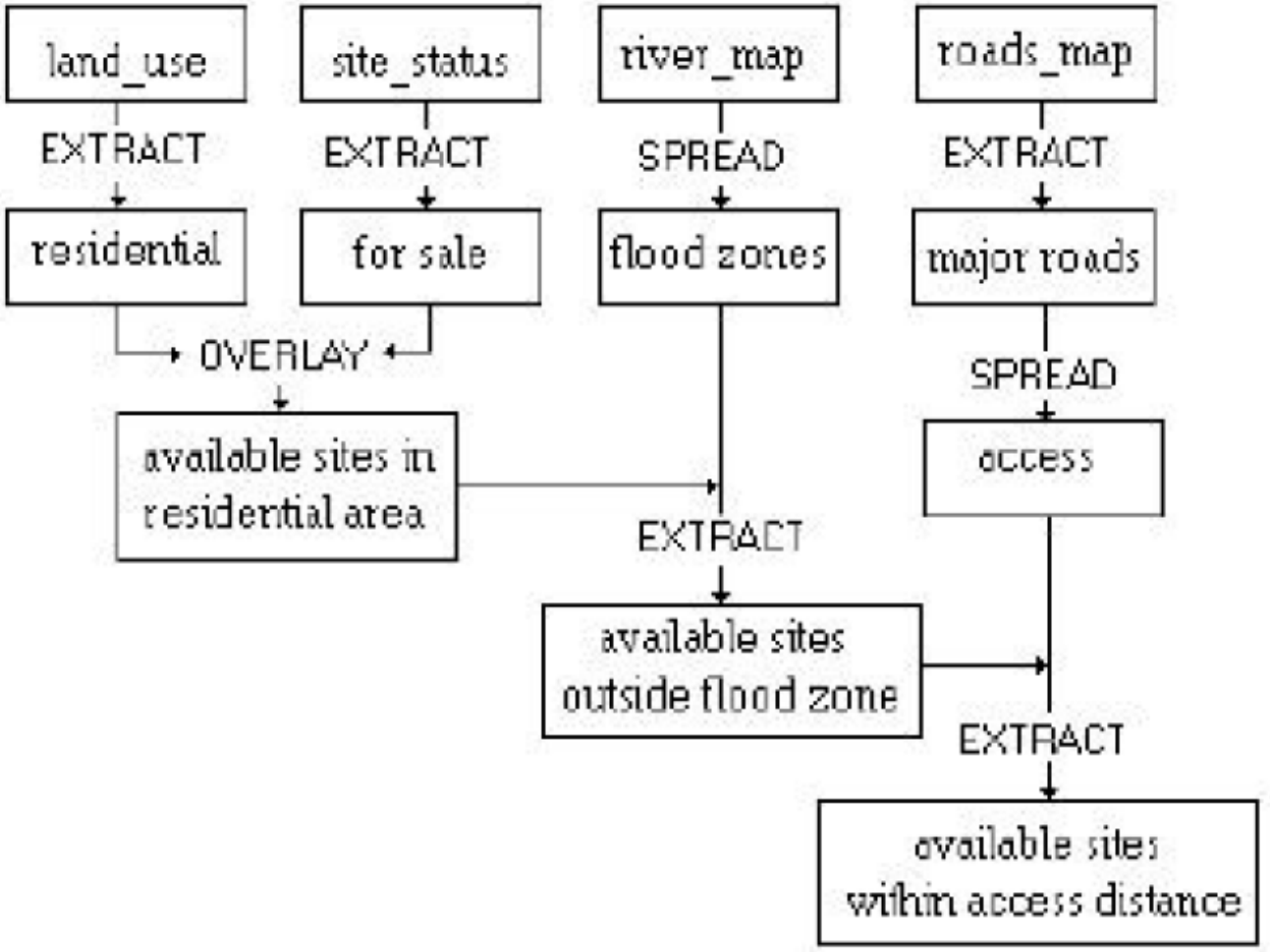
Umístění supermarketu

Hledáme místo na prodej v obytné zóně, mimo oblast záplav a v blízkosti hlavní silnice (I. třída).

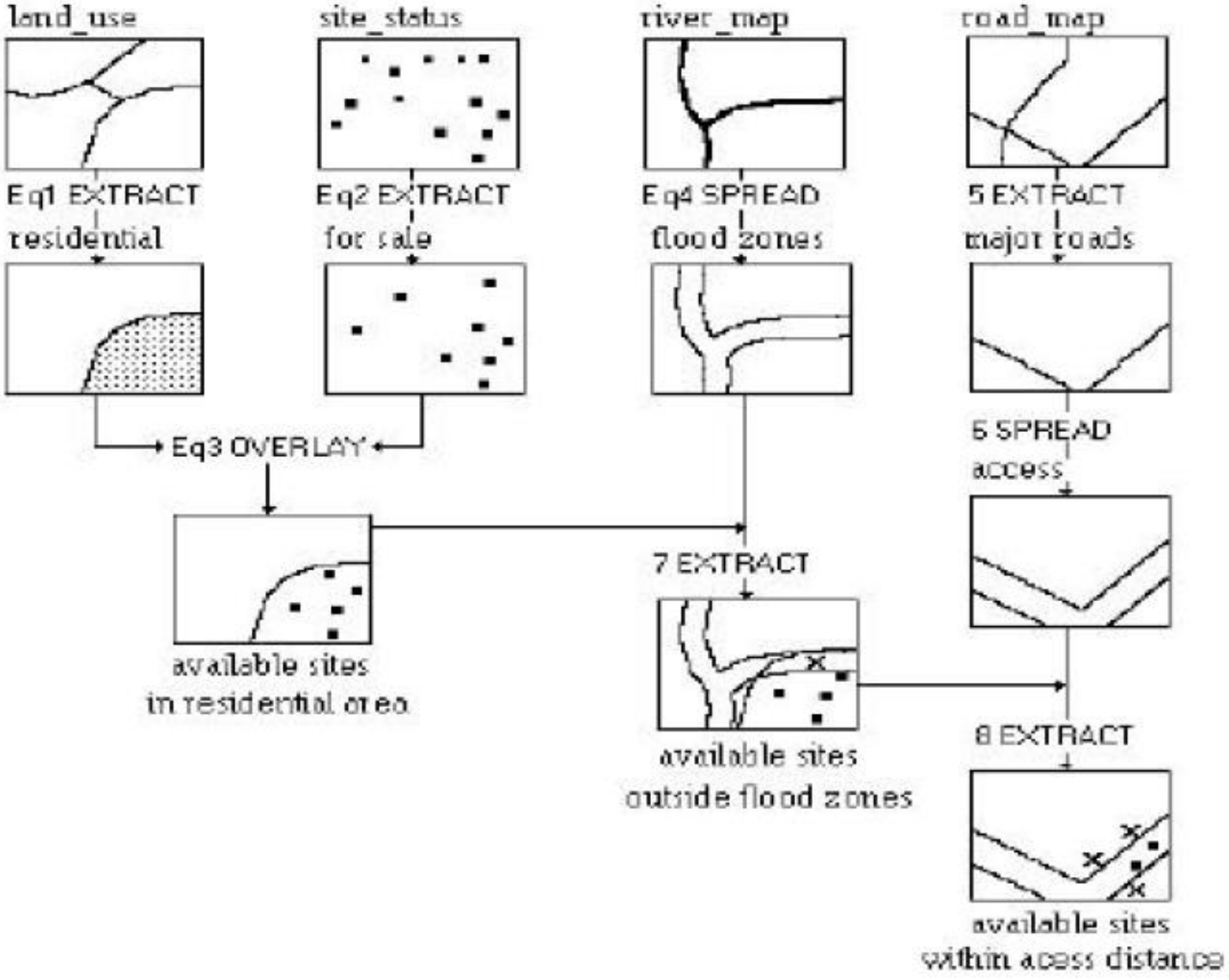
Čtyři datové vrstvy

- **Land_use – využití země**
- **Site_status – místa na prodej**
- **River_map – říční síť**
- **Roads_map – silniční síť**

Table 2 presents four of the equations it would be necessary to solve as part of the process of finding a suitable site for the supermarket.



Operace nutné pro výběr vhodného místa



Algebraické operace

Table 2. Algebraic equations from Figure 5.

From LAND_USE 'extract' RESIDENTIAL	
Eq 1 a – b = c	
where:	a = land_use map
	b = non residential zone
	c = residential
From SITE_STATUS ' extract' FOR_SALE	
Eq 2 d – e = f	
where:	d = site_status map
	e = sites not for sale
	f = sites for sale
'Overlay' RESIDENTIAL and FOR_SALE	
Eq 3 c * f = g	
where:	g = residential sites for sale

Jazyk mapové algebry

- Nástrojů mapové algebry je možné využívat pomocí speciálního jazyka (jazyka mapové algebry).
- Jedná se o jednoduchý programovací jazyk navržený speciálně pro popis analýz prostorového modelování nad rastrovou reprezentací (datovým modelem.
- Jeho syntaxe se produkt od produktu liší, ale princip zůstává stejný.
- Původně navržen jako obecný jazyk pro následnou implementaci v GIS nástrojích (Tomlin).

Struktura jazyka MA

Mapová algebra používá objekty, činnosti a kvalifikátory činnosti. Ty mají obdobné funkce jako podstatná jména, slovesa a příslovce.

- **Objekty slouží k uložení informací, nebo jsou to vstupní hodnoty. Jako objekty se používají rastry, tabulky, konstanty, …**
- **Činnosti jsou příkazy jazyka (operátory a funkce) - vykonávají operace na objektech:**
  - **Operátory** jsou obvyklé matematické, statistické, relační a logické operátory (+, -, *, /, >, <, >=, <=, <>, mod, div, and, or, not, …).
  - **Funkce** mapové algebry se dělí na **lokální, fokální, zonální a globální.**

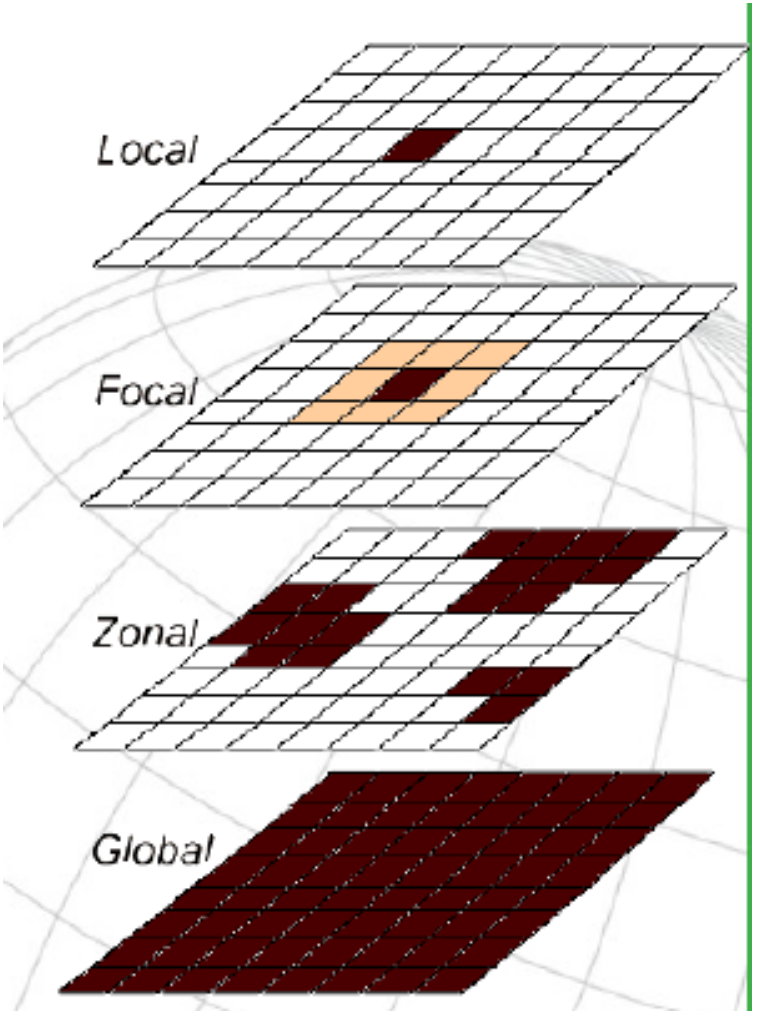
Operace na jedné a více vrstvách

- **Z hlediska počtu zpracovávaných vrstev lze operace mapové algebry dělit na operace s jednou nebo více vrstvami.**
  - **Na jedné vrstvě** jsou to nejčastěji skalární operace jako je připočítávání konstanty, násobení, atp. Jako příklad může posloužit tvorba 2x převýšeného DMR pro vizualizaci ve 3D. **- UNÁRNÍ**
  - **Na více vrstvách jsou** to operace jako sčítání vrstev, které se vykonávají s prostorově odpovídajícími si buňkami. **BINÁRNÍ, N-ÁRNÍ**

Dělení funkcí mapové algebry

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

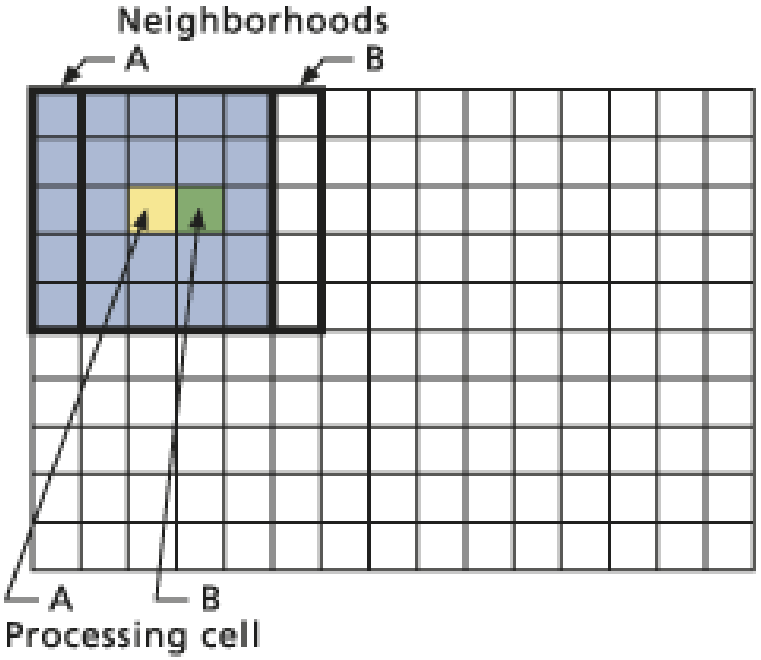
- **Lokální** - na individuální buňce, nová hodnota vzniká z individuální buňky jedné nebo více vrstev.
- **Fokální** - v definovaném okolí, nová hodnota vzniká z definovaného okolí buňky.
- **Zonální** - na specifické oblasti, nová hodnota vzniká ze zóny definované v jiné vrstvě.
- **Globální** - používají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

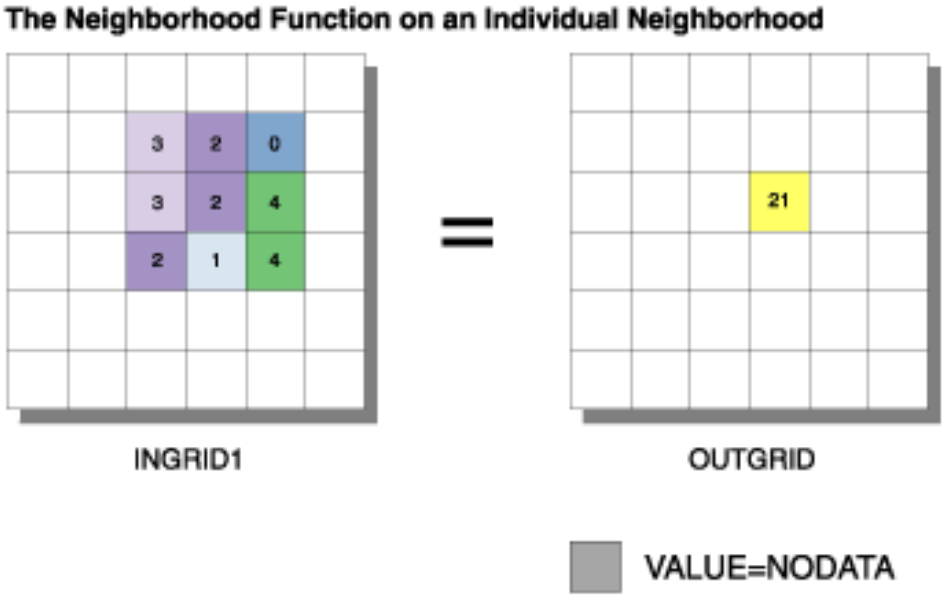


Fokální funkce

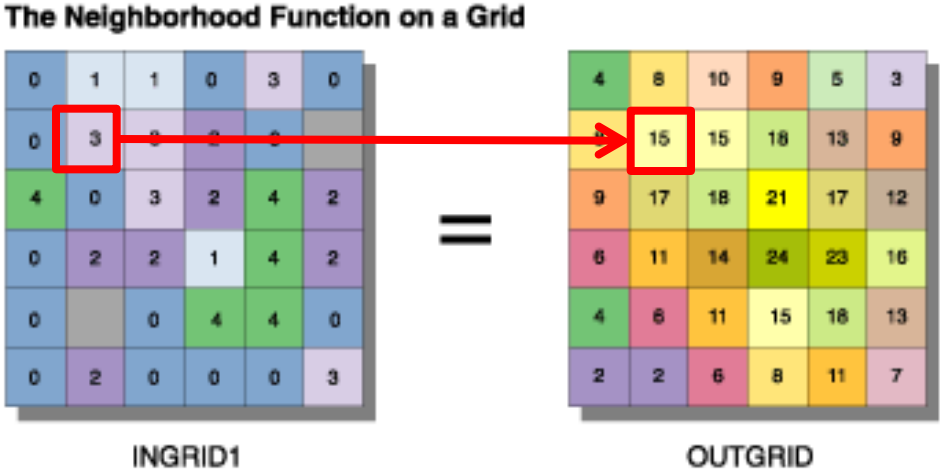
- **Fokální - v definovaném okolí, nová hodnota vzniká z definovaného okolí buňky.**
- **Fokální funkce se dělí na statistické funkce a na analýzy proudění. Většinou se provádějí na okolí 3x3 sousedních buněk, ale systémy často umožňují definovat sousedské okolí podle uživatele.**
- **Ze statistických 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

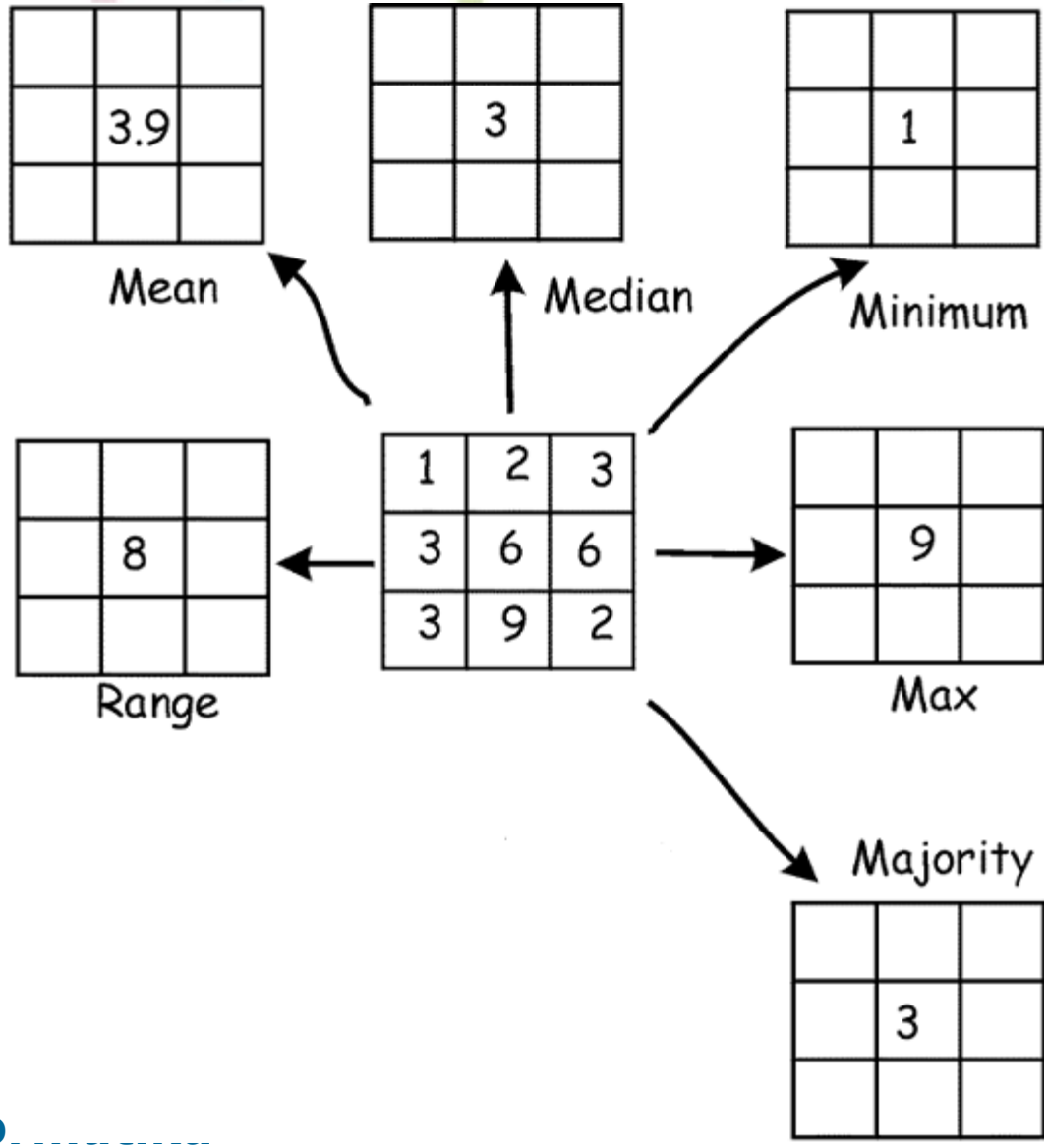




- **focalSum (3x3)**
- **NoData ignorováno (pokud není všude).**



Příklad fokálních statistických funkcí



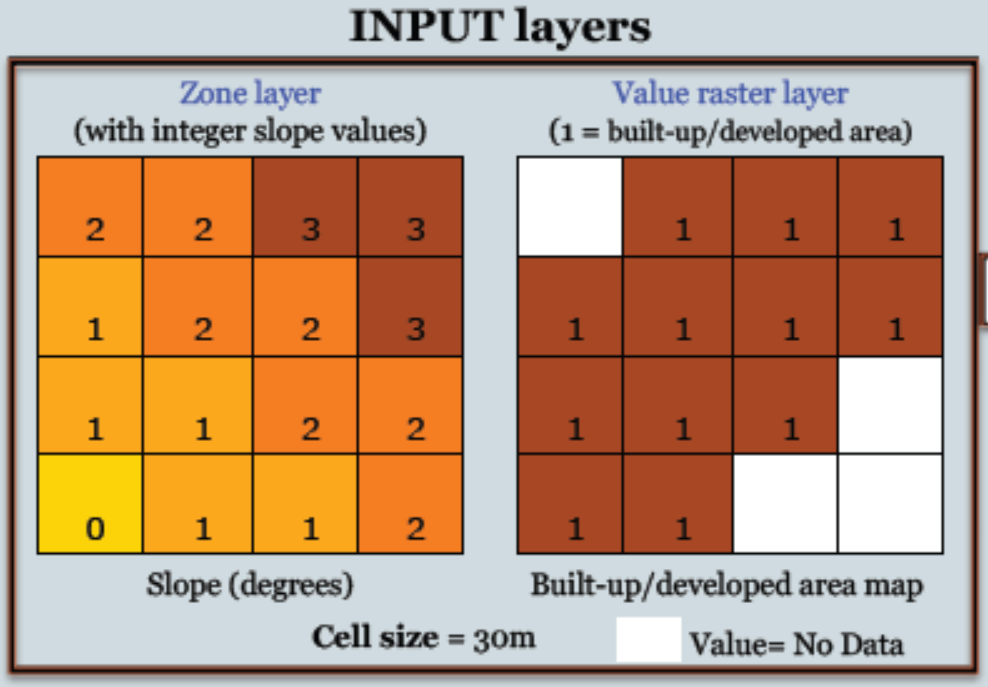
Zonální funkce

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



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.

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.
- Síť tvoří (orientovaný) ohodnocený graf, skládající se z uzlů (průsečíků) a hran (linií).

Tvorba sítě

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.

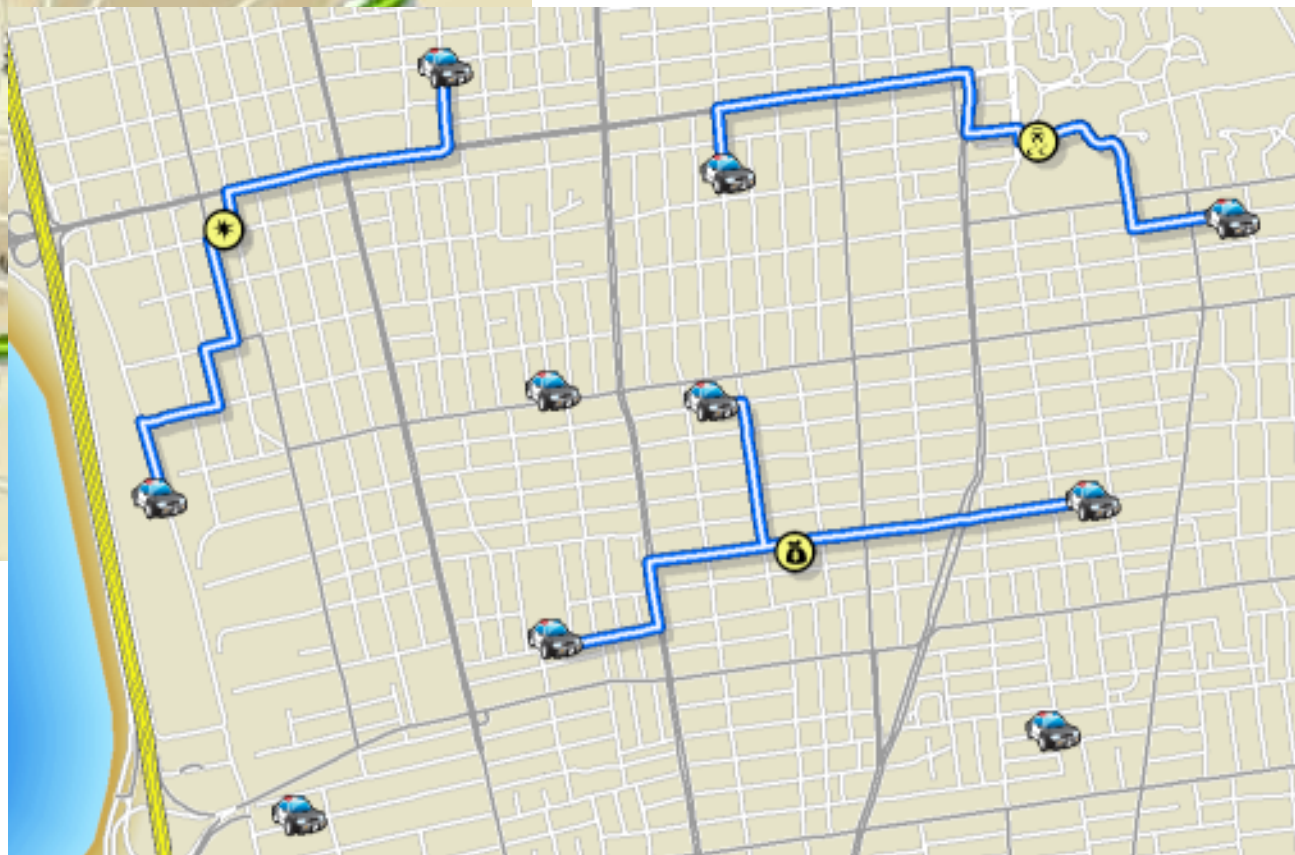
Pravidla uzlová a hranová:

- **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 sítě

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.



Geoinformatika

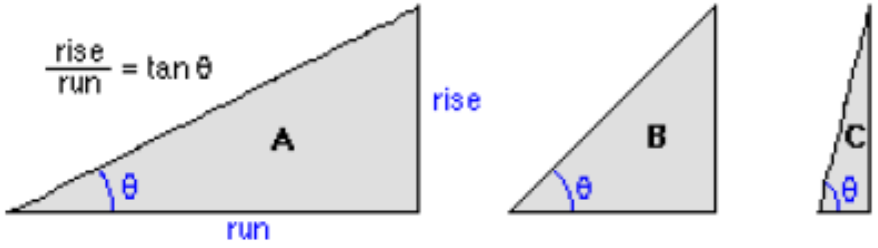
ANALÝZY RELIÉFU (PRO RASTROVÝ DATOVÝ MODEL)

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.

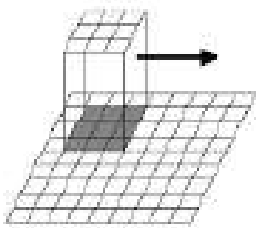
Degree of slope = θ

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



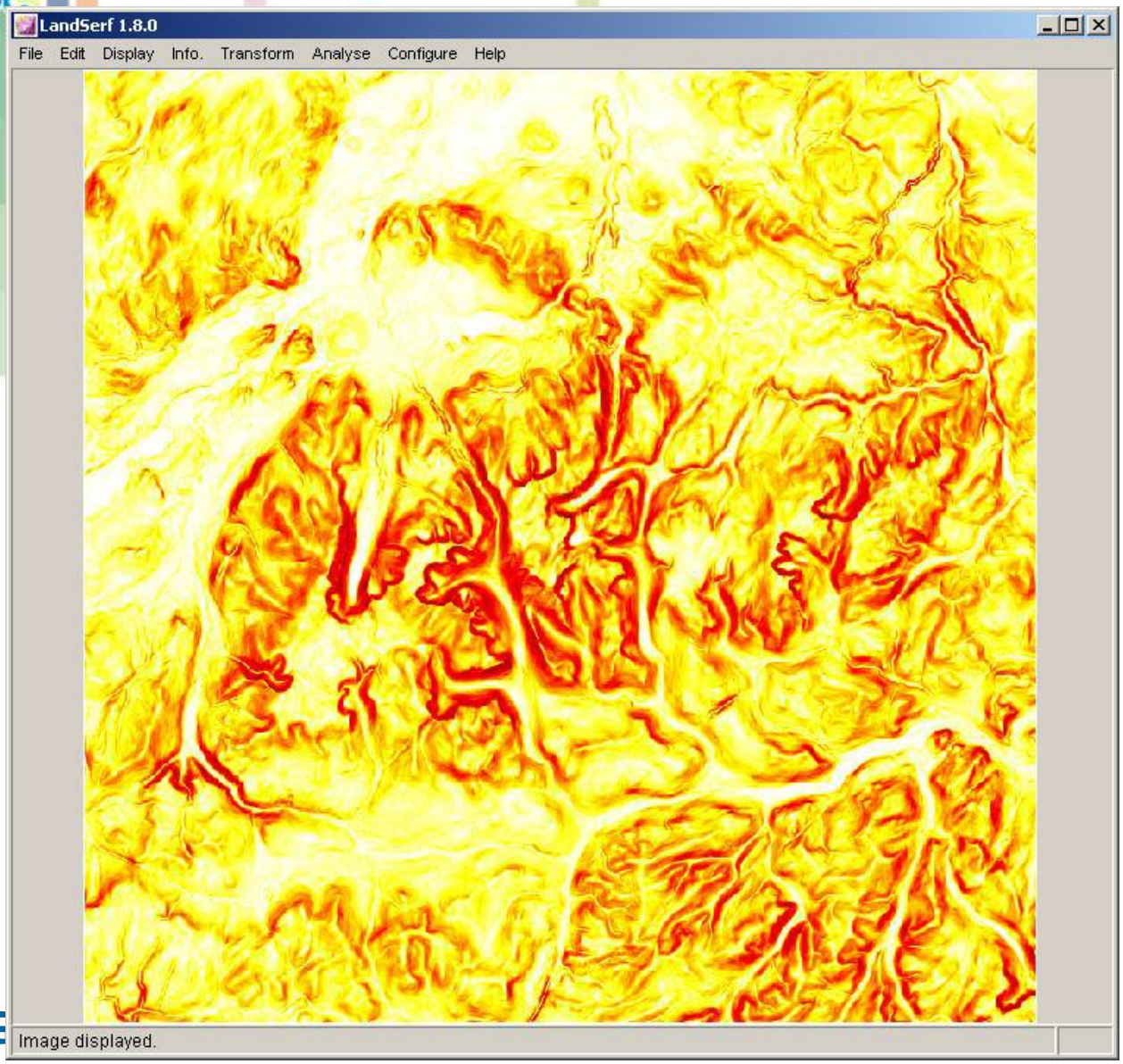
Degree of slope =	30	45	76
Percent of slope =	58	100	373

Comparing values for slope in degrees versus percent



Realizace výpočtu pomocí fokální funkce.

Příklad


LandSerf 1.8.0
File Edit Display Info. Transform Analyse Configure Help
Image displayed.

Další charakteristiky reliéfu

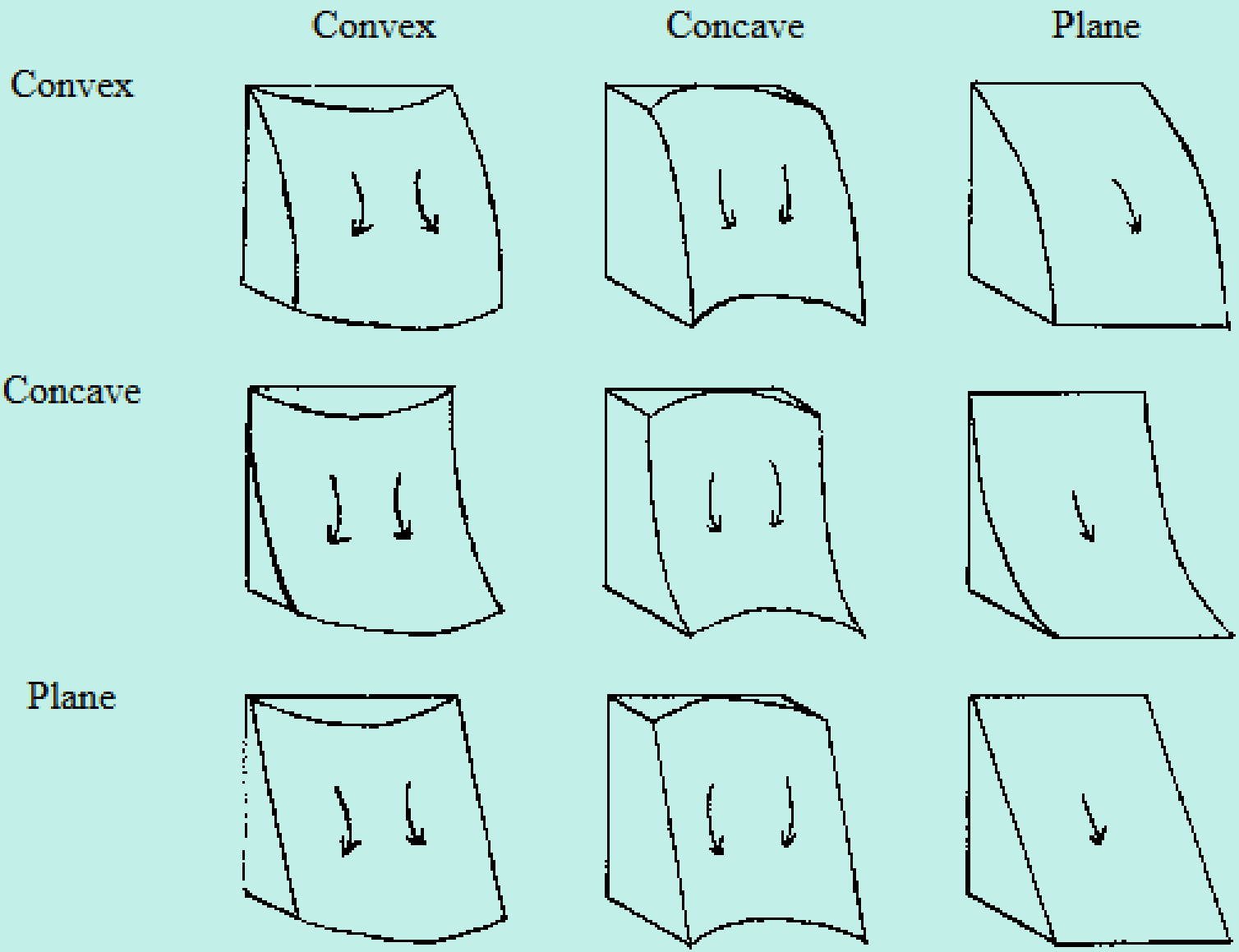
Expozice (aspect)

- 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

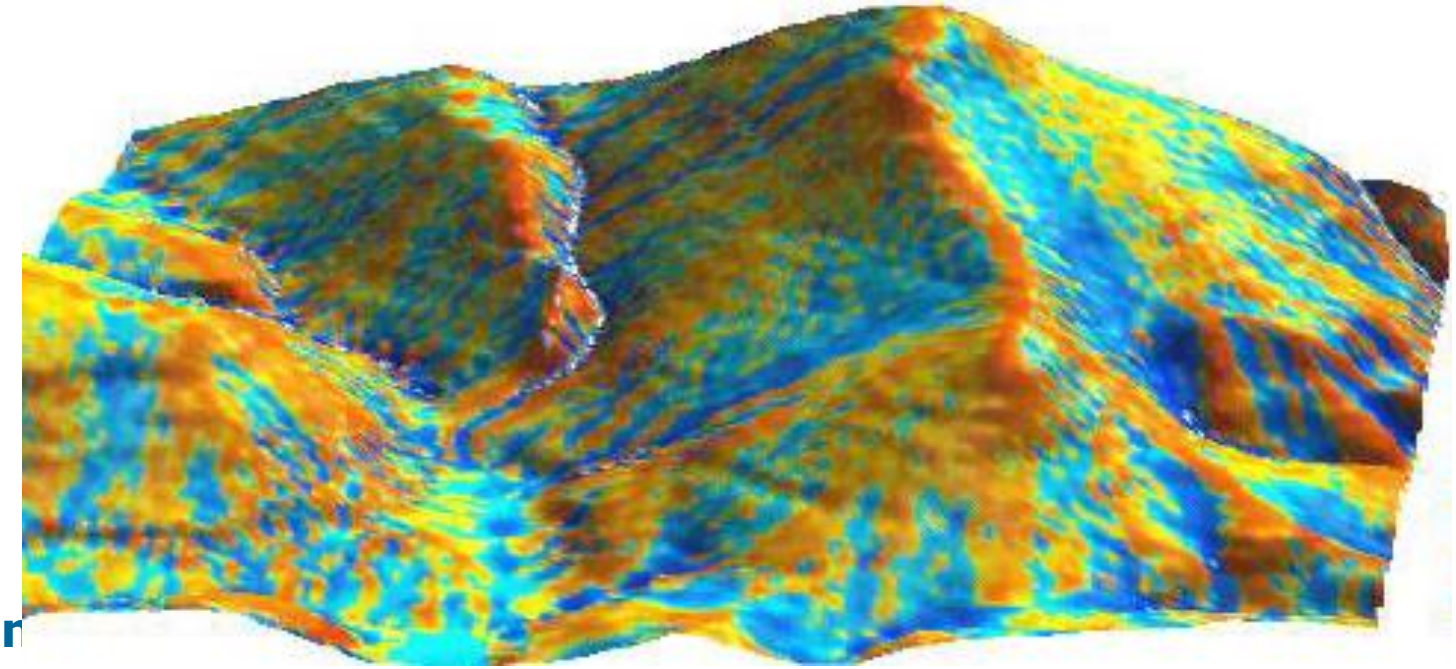
- Založeno na **druhé derivaci** změn povrchu.
- Lze si představit např. jako křivku vzniklou průsečíkem roviny kolmé k povrchu a tohoto povrchu – záleží na směru roviny vzhledem k povrchu!
- **TYPY ZAKŘÍVENÍ?**

Horizontální a vertikální zakřivení



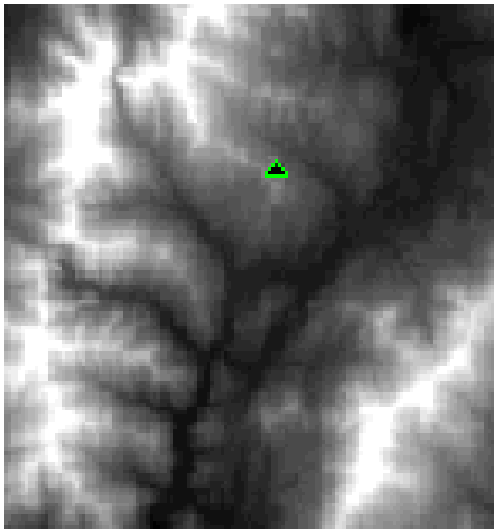
Zakřivení (ukázka)

- 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.)

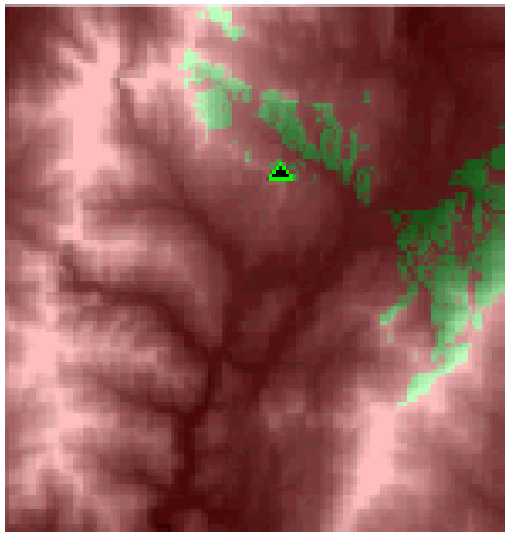


Analýza viditelnosti

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

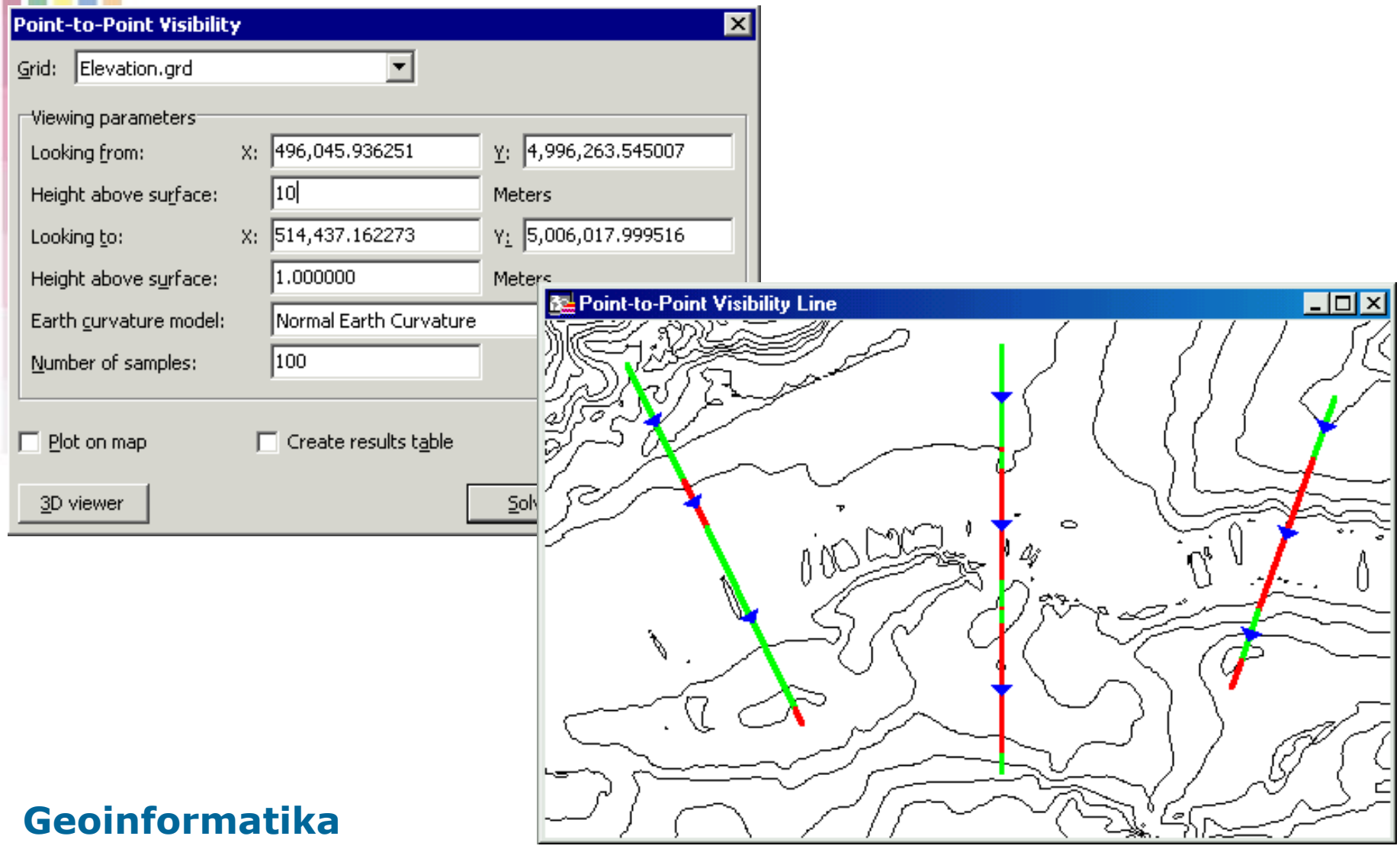


Input surface with observer point



Output viewshed

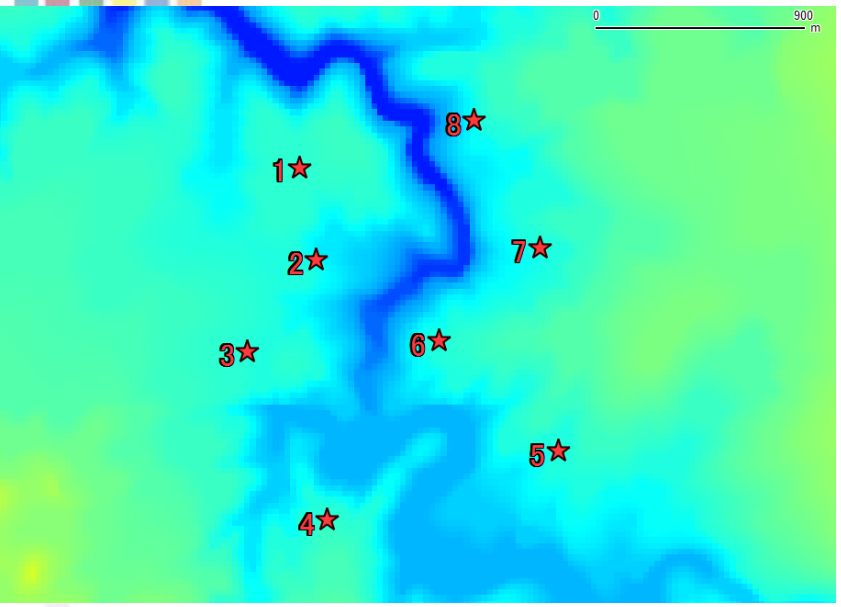
Viditelnost mezi body (Line of Sight LoS)

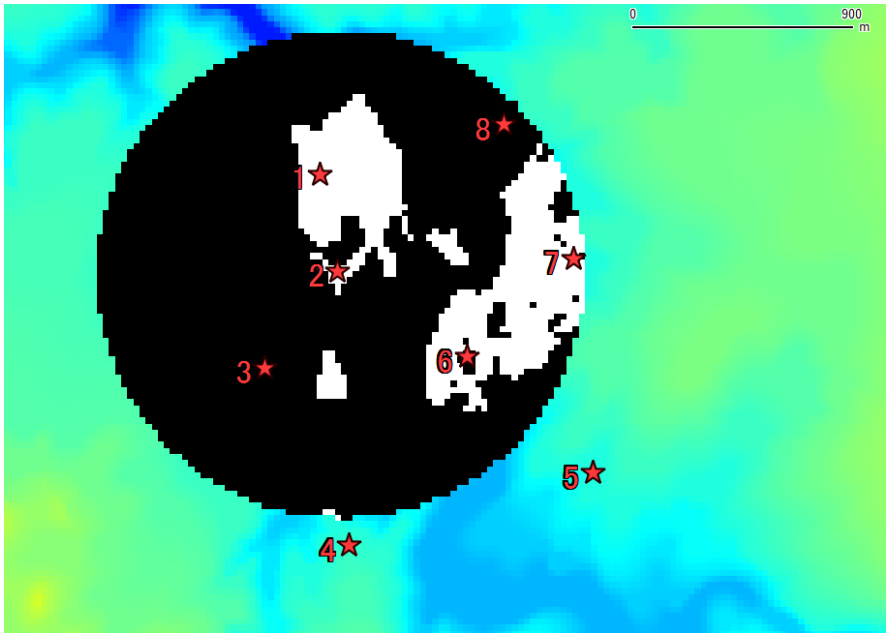


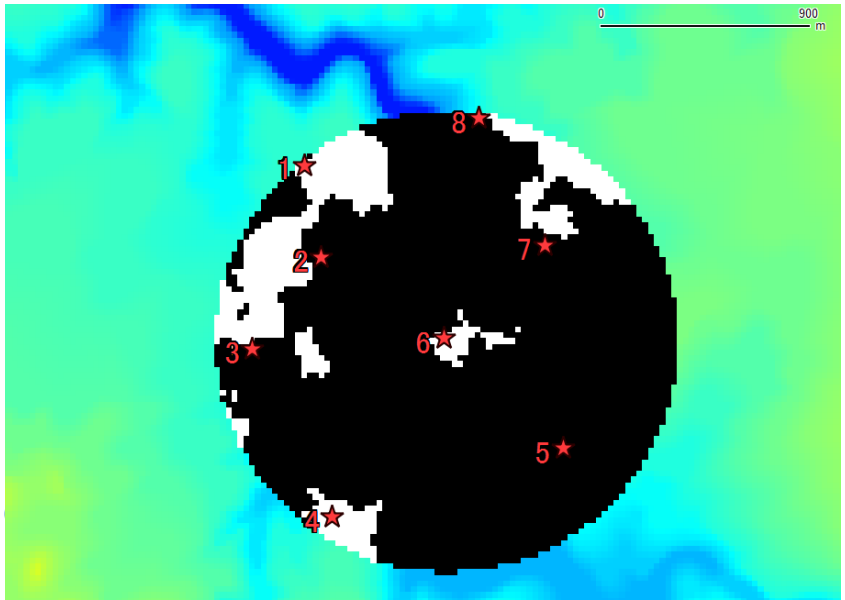
Viditelnost (Multiple Viewshed)

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







G

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.

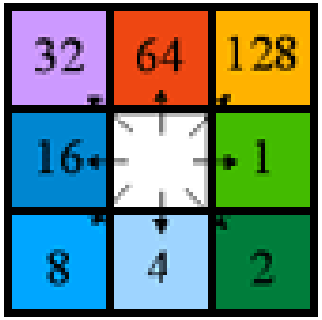
Směr odtoku - kódování

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

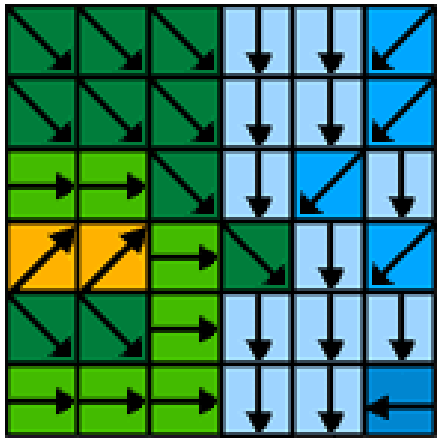
Flow direction



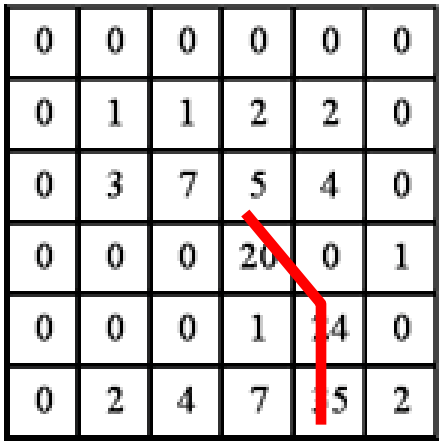
Direction coding

Akumulace odtoku (flow accummulation)

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



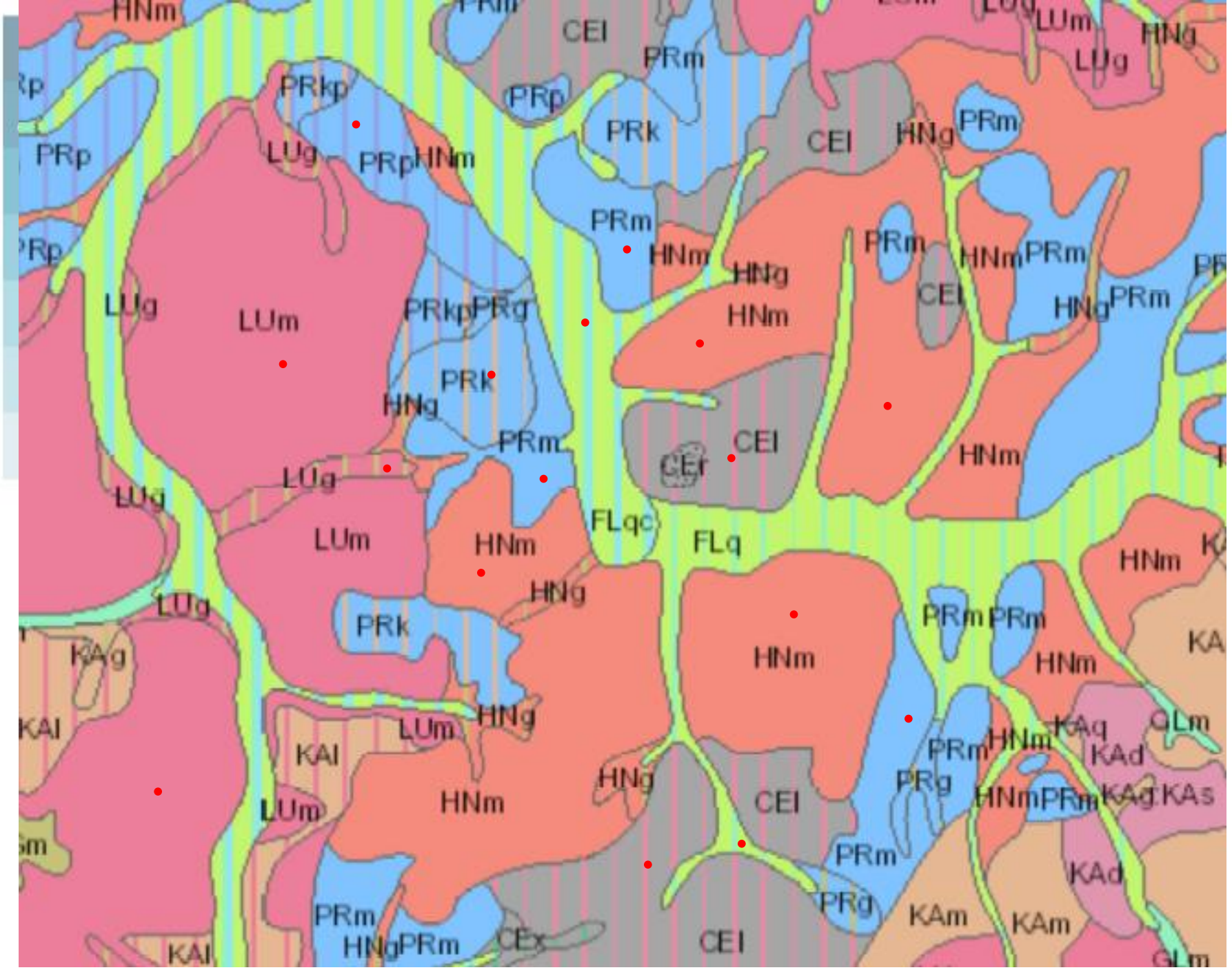
Flow direction



Flow accumulation

- **Údolnice (max)**
- **Hřbetnice (0)**

GEOSTATISTIKA


HNm
CEl
PRm
LUm
HNg
LUg
PRkp
PRp
PRk
CEl
HNg
PRm
PRp
LUg
PRp
HNm
PRm
HNm
HNg
PRm
HNm
PRm
CEl
HNg
PRm
LUg
LUm
PRkp
PRg
HNm
PRk
HNg
PRm
CEl
CEr
HNm
LUg
LUg
LUm
HNm
FLqc
FLq
HNm
HNg
LUg
PRk
PRm
PRm
KAg
HNm
HNm
KAl
LUm
HNg
KAq
GLm
KAl
PRm
HNm
KAd
HNg
PRg
HNm
PRm
KAg
KAs
LUm
HNm
CEl
PRm
KAd
PRg
KAm
KAm
PRm
HNg
PRm
CEx
CEl
KAl
GLm

Geostatistika

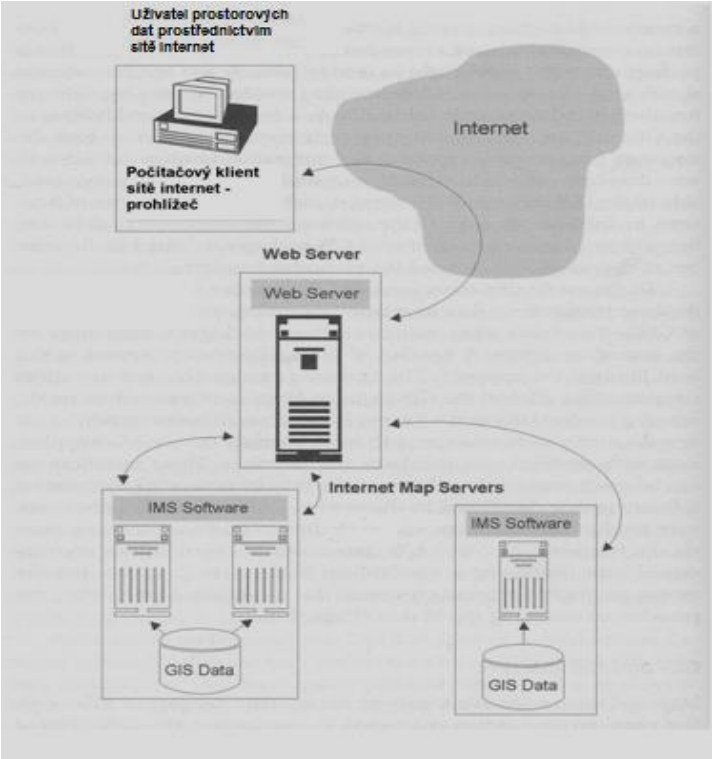
- V **širším slova smyslu** – statistická analýza prostorově lokalizovaných dat.
- Geostatistika v **užším slova smyslu** – skupina **interpolačních algoritmů** založených na metodě krigingu.
- Pomocí „klasických“ statistických metod lze vhodně analyzovat především atributová data – jejich kvantitativní 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.

GEOINFORMAČNÍ INFRASTRUKTURY

Geoinformační infrastruktury (?)

- **Geografické informační systémy (GIS) – technologický základ**
- **Formáty – SHP, DGN, DXF – SDTS**
- **Internet – klient x server architektura**



Vznik GII

- **Nejen technologie, ale také ostatní součásti systému, jakými jsou organizační, datové a politické aspekty.**
- **GII, SDI, prostorové datové infrastruktury.**
- **Clinton (1994):**

„Národní geoinformační infrastruktura (NGII) zahrnuje technologii, pravidla, standardy a lidské zdroje nezbytné pro sběr, zpracování, ukládání, šíření a zlepšení využití geoinformací“

Evropský rámec GII2000

- **Evropská geoinformační infrastruktura:**

***„Evropský politický rámec vytvářející nezbytné podmínky pro dosažení cílů. Zahrnuje všechny nařízení, regulativy, pobídky a struktury vytvořené jak na úrovni EU institucí, tak na úrovni států“* (Evropská komise, 1995).**

Překážky organizačního a politického charakteru (!).

Národní geoinformační infrastruktura

„Národní geoinformační infrastruktura České republiky - Program rozvoje v letech 2001 – 2005“ (NEMOFORUM), NGII byla popsána jako:

„Soubor vzájemně provázaných podmínek, které v prostředí ČR umožňují zajistit a zpřístupnit co největšímu okruhu uživatelů širokou škálu geoinformací uživatelsky vhodnou formou při plném využití potenciálu moderních (geo)informačních a komunikačních technologií“ .

Proč INSPIRE?

Environmentální požadavky

- **Potřeba lepších informací pro podporu environmentální politiky**
- **Zlepšení existujících informačních toků**
- **Sdílení informací**

Data o životním prostředí

- 90% dat je prostorové povahy

Situace v Evropě

- Nedostatečná přeshraniční koordinace/ koordinace mezi různými úrovněmi v rámci států
- Nedostatek standardů
- Data špatně využitelná

EC Directive establishing an infrastructure for spatial information in the Community – INSPIRE