



GIS4SG

I – Základní stavební kameny prostorové analýzy podzim 2017

Petr Kubíček

kubicek@geogr.muni.cz

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



LEARNING GIS WITH GAME OF THRONES
GVSIG DESKTOP



Prerekvizity – na co navazujeme?

- **Z0262 Geoinformatika** – základní technologické znalosti a dovednosti.
- **Z2062 Geografická kartografie** – základní znalosti o tvorbě a podstatě map.
- ...



**Základní teoretické okruhy + cvičení v ArcGIS.
Struktura 2/1 – hodina bude zahrnovat přednášku
a diskuzi 1-2 článků vztahujících se k tématu.**

- 1. Úvod do geoinformační problematiky v sociální geografii**
- 2. Geoinformační metody a analýzy pro sociální geografii;**
- 3. Vybrané datové zdroje a formáty a jejich užití;**
- 4. Alokační úlohy;**
- 5. Geomarketing;**
- 6. Analýzy kriminality;**
- 7. Geoinformační technologie v krizovém řízení;**
- 8. Vizualizace časoprostorových dat.**
- 9. Multikriteriální analýza a ověřování její validity.**



Literatura - knihy

- **WORTLEY, R., MAZEROLLE, L.G. (2008): Environmental criminology and crime analysis.**
- **OKABE, A. (2006): GIS-based studies in the humanities and social sciences.**
- **PARKER, R. N., ASENCIO, E.K. (2008): GIS and spatial analysis for the social sciences : coding, mapping and modeling.**
- **Vybrané doporučené články - viz přednášky.**



Organizace a ukončení

- **Zkouška – ústní zkouška.**
- **Cvičení tvoří nedílnou část známky z předmětu.**
- **Cvičení – viz podmínky Mgr. Václav Paleček**
- **Projektová práce v týmu v rámci cvičení, závěrečný poster, využití „peer review“.**



Jaká je budoucnost GIS?

https://youtu.be/IY2_3th-Axk



**MAKING
SENSE OF
THE DATA**



Modelování, model

- **Modelování = prostředek poznávacího procesu**
- **Model = zjednodušené zobrazení skutečnosti, části objektivní reality či jevu.**
- **Model zobrazuje pouze vybrané znaky předlohy, které nás zajímají v konkrétním případě zkoumání, od ostatních vlastností se upouští.**
- **Účel modelu – rozhoduje o zobrazovaných vlastnostech**
- **Různé typy modelů – mapa, databáze, datový model, GIS model.**



Datové modely v GIS (?)

OPAKOVÁNÍ:

- **Základní typy datových modelů**
- **Geometrická primitiva**
- **Topologie - principy a projevy v jednotlivých datových modelech.**
- **Výhody a nevýhody**



Role GIS v modelování

- Nástroj pro zpracování, zobrazení a integraci různých zdrojů dat – mapy, DMT, GPS, tabulky..
- Datové modelování – vektor, rastr, hybrid. Výhody použití pro specifické jevy (vektor pro dobře ohraničené jevy s jasným tvarem).
- Možnost převodu formátu vektor – rastr (RAVE, VERA), oba datové typy mohou vstupovat do modelů. Lze s úspěchem využít oba a převádět je mezi sebou.
- Možnost propojení GIS na statistické programy (Matlab).
- **Typy propojení** - **volné** (loose coupling - import - export), **pevné** (tight coupling – společný interface, SAGA GIS), **vložené** (embedded) systémy (Geostatistical analyst ArcGIS statistické funkce v GIS a naopak).



Datové modely a základní metody

- **Jak převést okolní realitu do počítače?**
- **Jaký model použít?**
- **Jak uložit data do počítače?**

Table 4-1 Geographic data models

| Data model | Example application |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Computer-aided design (CAD) | Automated engineering design and drafting |
| Graphical (non-topological) | Simple mapping |
| Image | Image processing and simple grid analysis |
| Raster/grid | Spatial analysis and modeling, especially in environmental and natural resource applications |
| Vector/Geo-relational topological | Many operations on vector geometric features in cartography, socio-economic and resource analysis, and modeling |
| Network | Network analysis in transportation, hydrology and utilities |
| Triangulated irregular network (TIN) | Surface/terrain visualization |
| Object | Many operations on all types of entities (raster/vector/TIN etc.) in all types of application |



Základní operace

- Geometrické, dotazovací a vzdálenostní operace = *prostorové analýzy*.
- Základní stavební komponenty většiny GIS SW (ArcGIS, MapInfo, QGIS...).
- Definovány prostřednictvím *de facto/de jure* standardů.
- OGC compliant.



Analytické a modelovací metody – OGC simple feature specs

Table 4-2 OGC OpenGIS Simple Features Specification – Principal Methods

| Method | Description |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Spatial relations | |
| Equals | spatially equal to: $a=b$ |
| Disjoint | spatially disjoint: equivalent to: $a \cap b = \emptyset$ |
| Intersects | spatially intersects: is equivalent to [not a disjoint(b)]: $[a \cap b]$ |
| Touches | spatially touches: equivalent to: $a \cap b = \emptyset$ and $I(a) \cap I(b) = \emptyset$ does not apply if a and b are points |
| Crosses | spatially crosses: equivalent to: $[\dim(I(a) \cap I(b)) < \max\{\dim(I(a)), \dim(I(b))\}]$ and $a \cap b \neq a$ and $a \cap b \neq b$ |
| Within | spatially within: within(b) is equivalent to: $a \cap b = a$ and $a \cap b \neq b$ |
| Contains | spatially contains: [a contains(b)] is equivalent to [b within(a)] |
| Overlaps | spatially overlaps: equivalent to: $[\dim(I(a) \cap I(b)) = \dim(I(a)) = \dim(I(b))]$ and $a \cap b \neq a$ and $a \cap b \neq b$ |
| Relate | spatially relates, tested by checking for intersections between the interior, boundary and exterior of the two components |



| Spatial analysis | |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Distance | the shortest distance between any two points in the two geometries as calculated in the spatial reference system of this geometry |
| Buffer | all points whose distance from this geometry is less than or equal to a specified distance value |
| Convex Hull | the convex hull of this geometry (see further, Section 4.2.13, Boundaries and zone membership) |
| Intersection | the point set intersection of the current geometry with another selected geometry |
| Union | the point set union of the current geometry with another selected geometry |
| Difference | the point set difference of the current geometry with another selected geometry |
| Symmetric difference | the point set symmetric difference of the current geometry with another selected geometry (logical XOR) |



GEOMETRICKÉ A RELAČNÍ OPERACE



Geometrické operace

Operace pro vektorové prvky či skupiny buněk v rastrovém datovém modelu – řada prostorových vlastností – délka, ploch.

Představíme základní geometrické atributy, které lze využít. Jsou dvojího druhu:

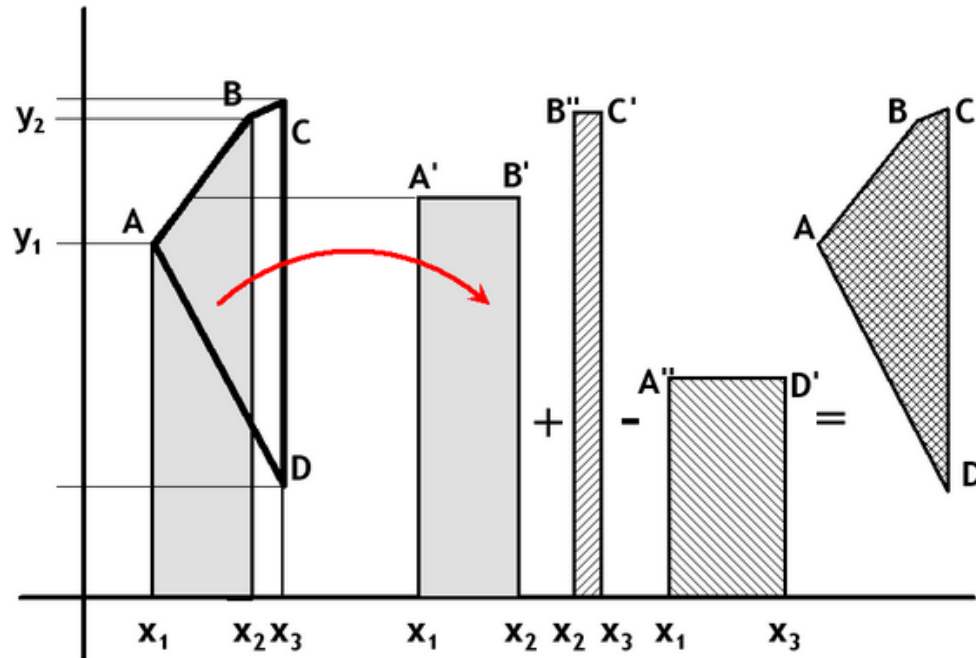
- **Vnitřní** – součást atributové tabulky pro všechny geometrické prvky.
- **Vnější** – je nutné vypočítat a doplnit pro všechny prvky (součást SW nebo výpočetní vzorec).
- Pokud je třeba provádět s geometrickými vlastnostmi nějaké další operace (seřadit podle plochy, plocha x obvod), je vhodné si **explicitně vytvořit vlastní pole**.



Délka a plocha - vektor

- Eukleidovský prostor (jaké jsou předpoklady?)
- Lichoběžníkové pravidlo: $A_1 = \frac{1}{2}(x_2 - x_1)(y_1 + y_2)$
- Pro 4 vrcholy A,B,C,D:

Figure 4-1 Area calculation using Simpson's rule



- Obecně:

$$A = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n-1} (x_{i+1} - x_i)(y_i + y_{i+1})$$



Délka a plocha - rastr

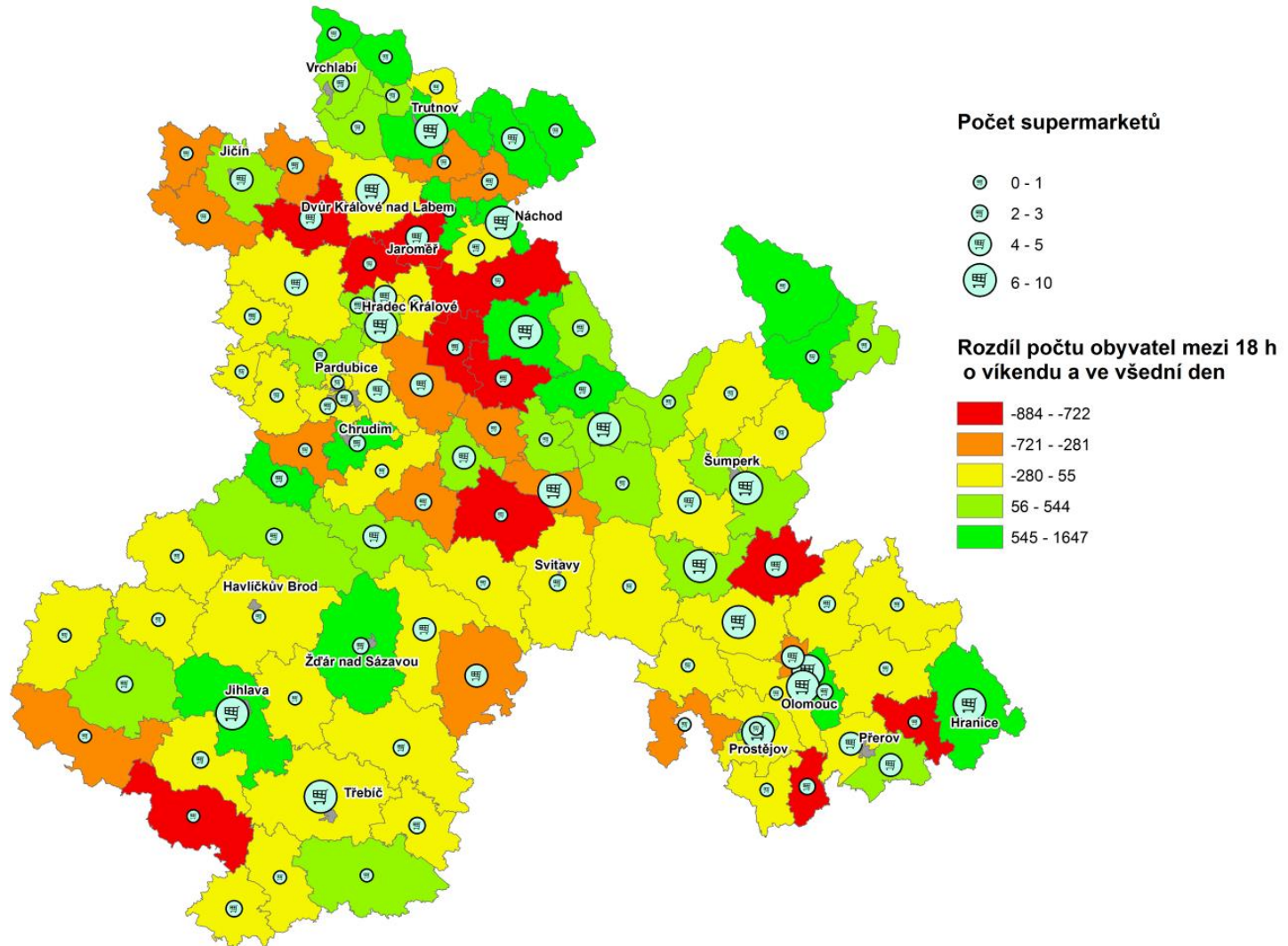
- **Dáno velikostí buňky a počtem řádků a sloupců.**
- **Plocha** = počet buněk; vymezení celistvé plochy (otvory, homogenity, celistvost hranic)
- **Vzdálenost** – dle typu povoleného pohybu – Manhattan, diagonální pohyb.

| | | |
|---|---|---|
| | ■ | |
| ■ | ■ | ■ |
| | ■ | |

| | | |
|---|---|---|
| ■ | | ■ |
| | ■ | |
| ■ | | ■ |

| | | |
|------|---|------|
| 1.41 | 1 | 1.41 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1.41 | 1 | 1.41 |

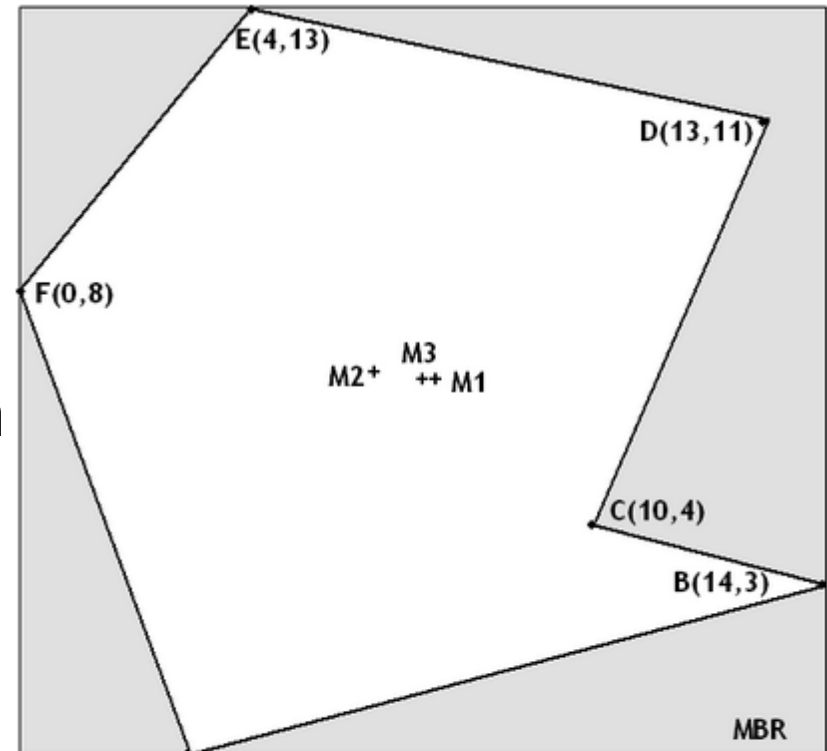
Jak jsou reprezentovány atributové složky plochy?





Středý a centroidy

- Odlišné podle SW, odlišné pro geometrii (bod, linie, plocha a jejich skupiny).
- Průměrný střed (M1), těžiště (gravitační střed) – centroid (M2), střed MBR (M3).
- MBR střed – rychlý, ale citlivý k odlehlým vrcholům (B(34,3).
Linie – bod stejně vzdálený oběma hraničním bodům (počátku a konci)



A(3,0)

Mean centre: M1=(7.33,6.50)

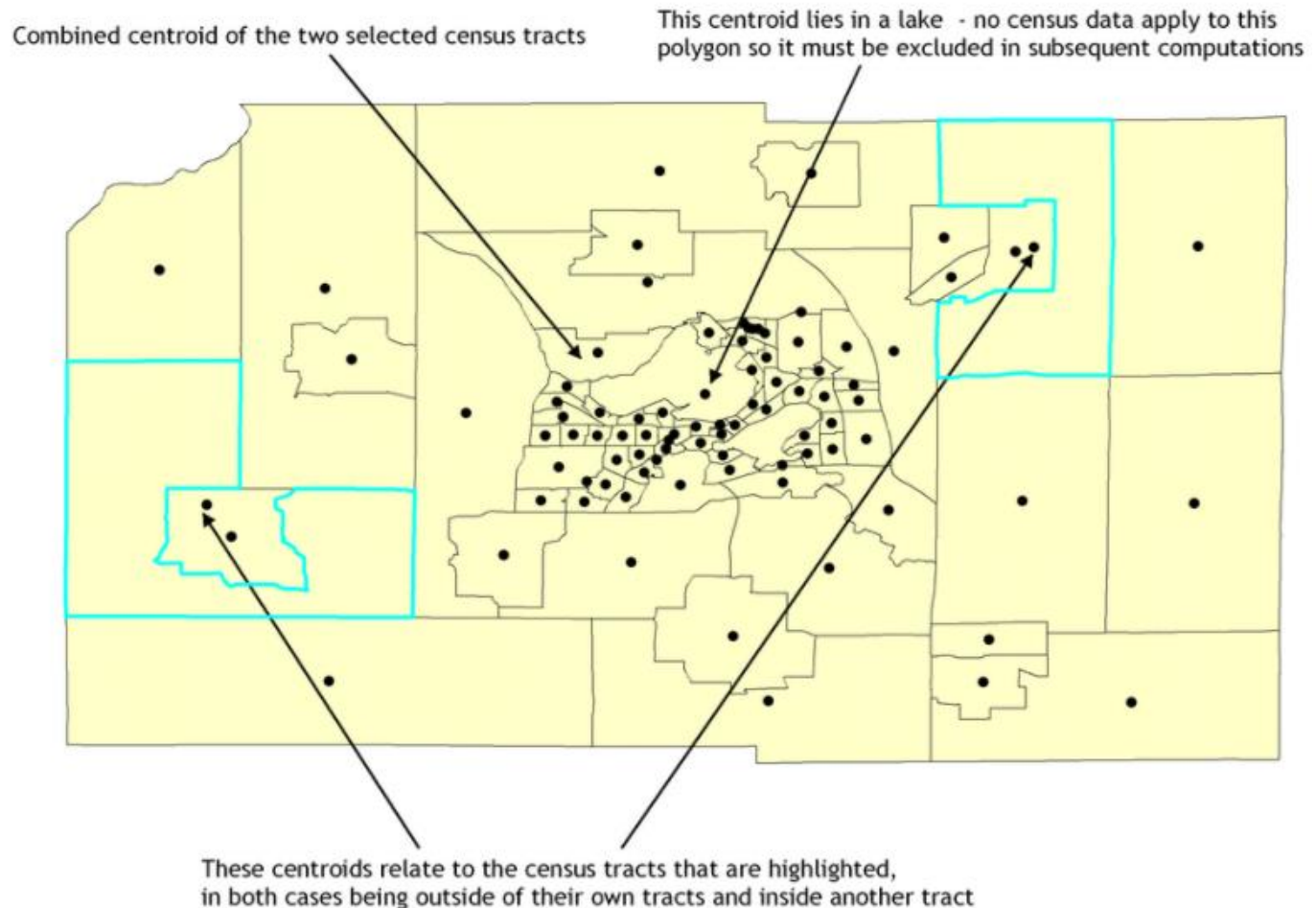
Centre of gravity: M2=(6.33,6.72)

MBR centre: M3=(7.00,6.50)



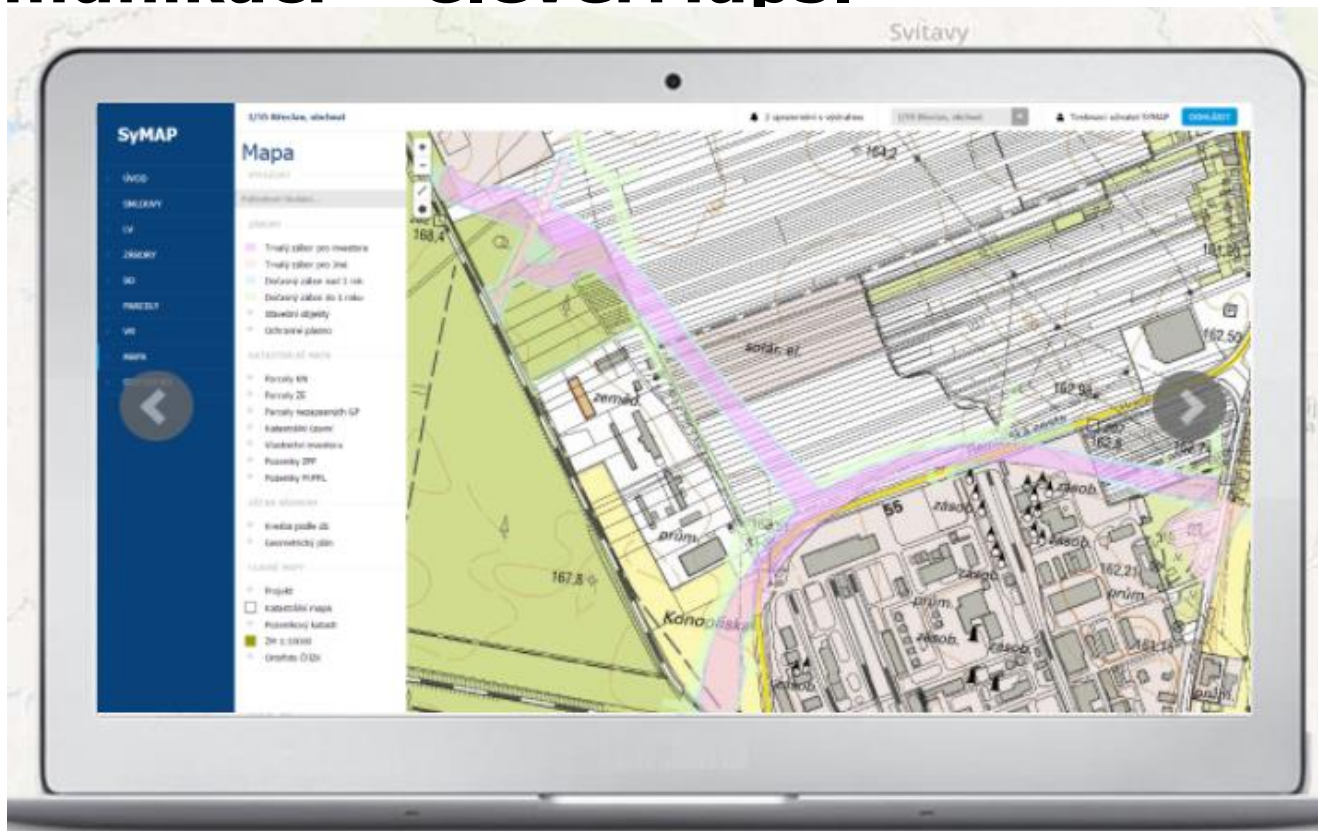
Potenciální problémy

- **Komplexní tvar polygonů – centroidy mohou ležet mimo polygon.**
- **ArcGIS – Feature to points (INSIDE option on).**



Prostorové dotazy (spatial join)

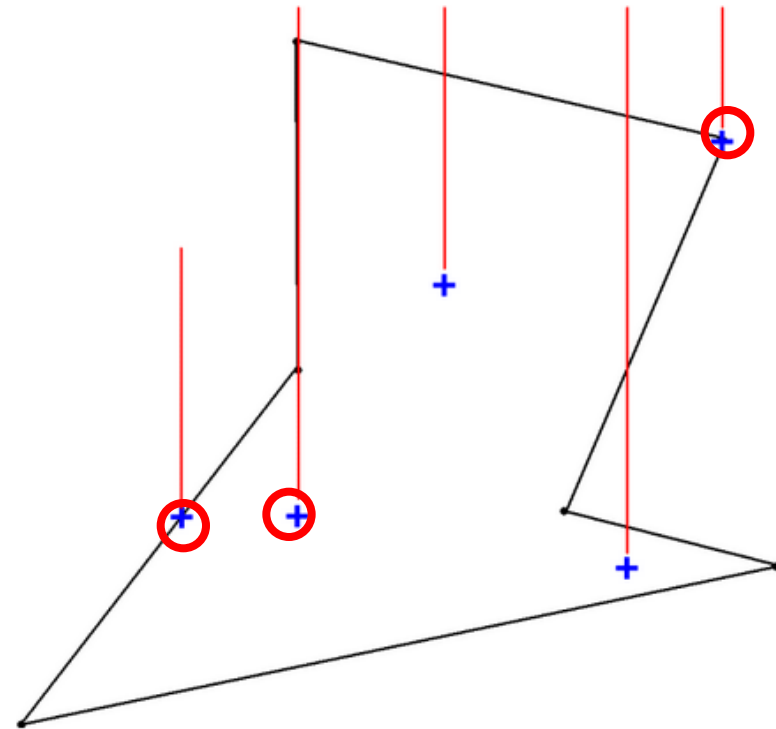
- Která místa leží v JMK??
- ŘSD a projektování výstavby rychlostních komunikací – CleverMaps.





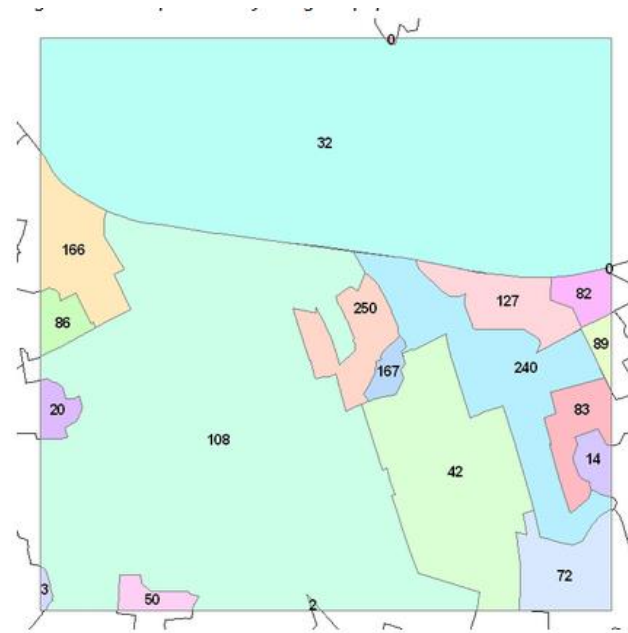
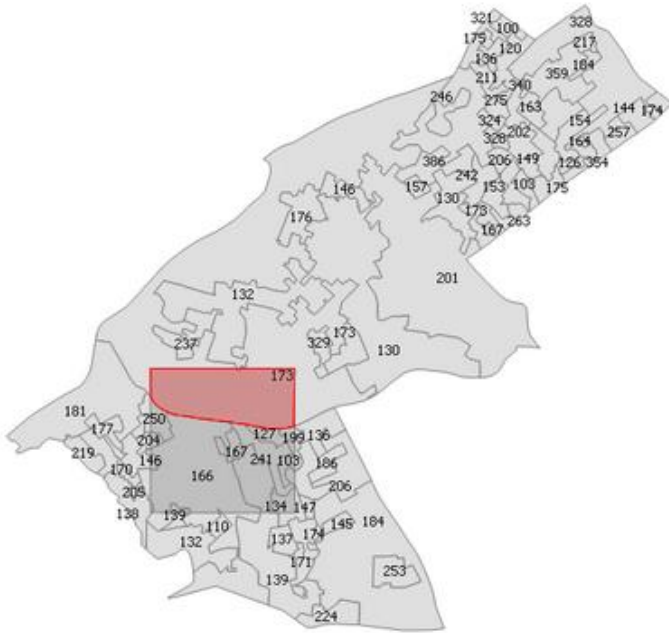
Bod (linie, polygon) v polygonu

- Leží daná geometrie uvnitř polygonu (adresa v městské části)??
- Primární řešení - použití MBR.
- Standardní řešení - protažení linie vzhůru nebo kolmo doprava - pokud je počet průtnutí hranice polygonu lichý = bod leží uvnitř polygonu.
- Speciální případy - hranice, vertex, vertikální segment ○



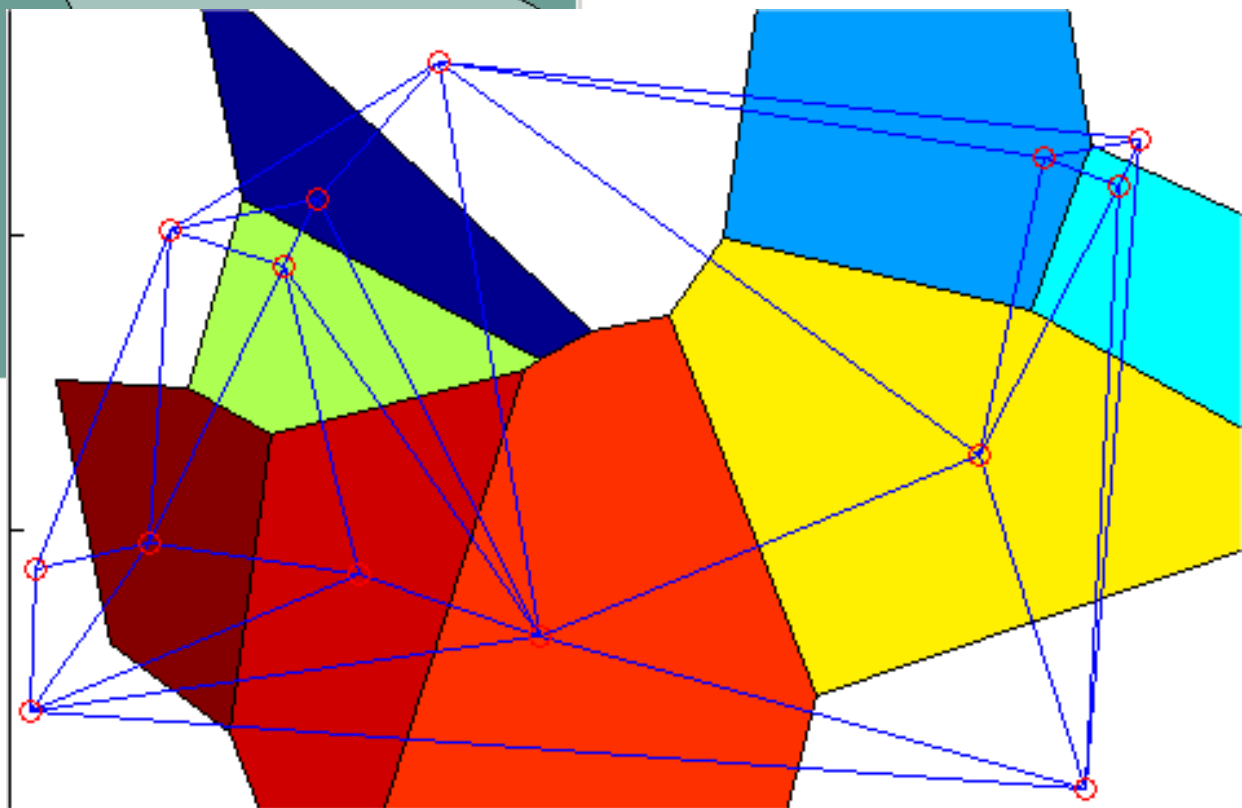
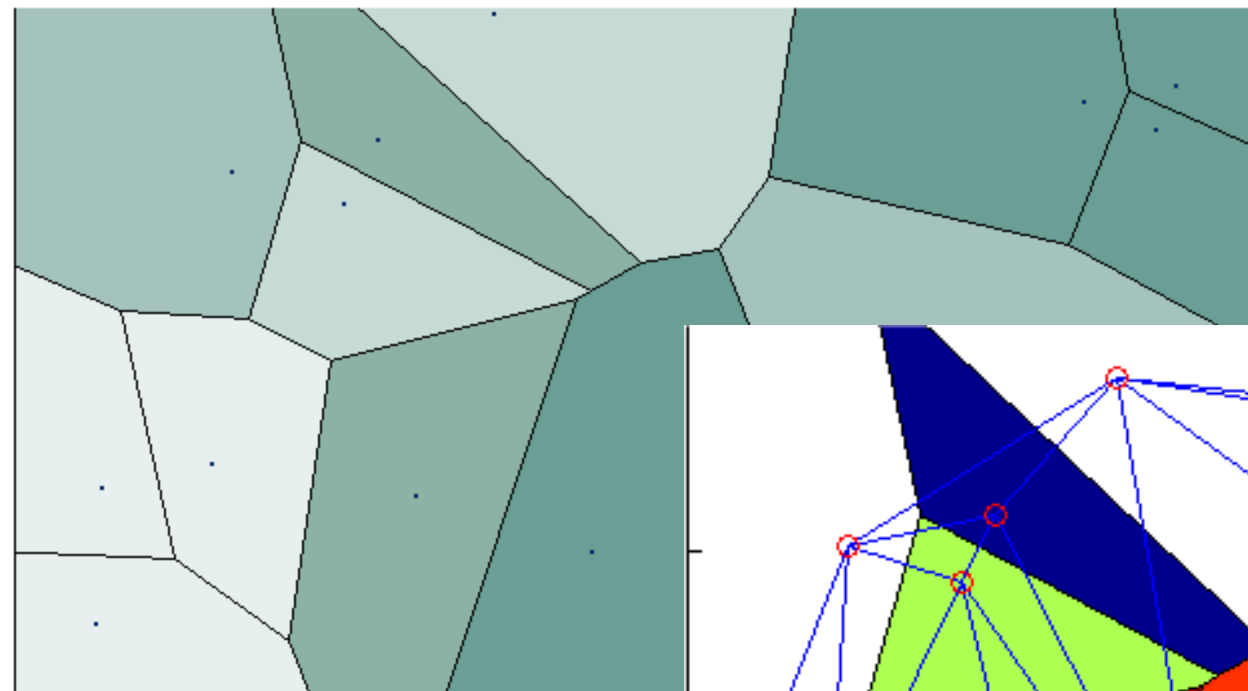
Interpolace polygonu

- Jak přiřadit atributy nově vzniklému polygonu?
- Obslužná zóna nemocnice vs. Demografie.
- Overlay vs. Pyknofylaktické přiřazení.
- Uniformí vs. proměnlivé rozložení prostoru – jak řešit?





Dělení plochy - tesalace Voroného polygony





Tesalace v rastru a na síti

Figure 4-34 Voronoi cells for a homogeneous grid using a 3x3 distance transform

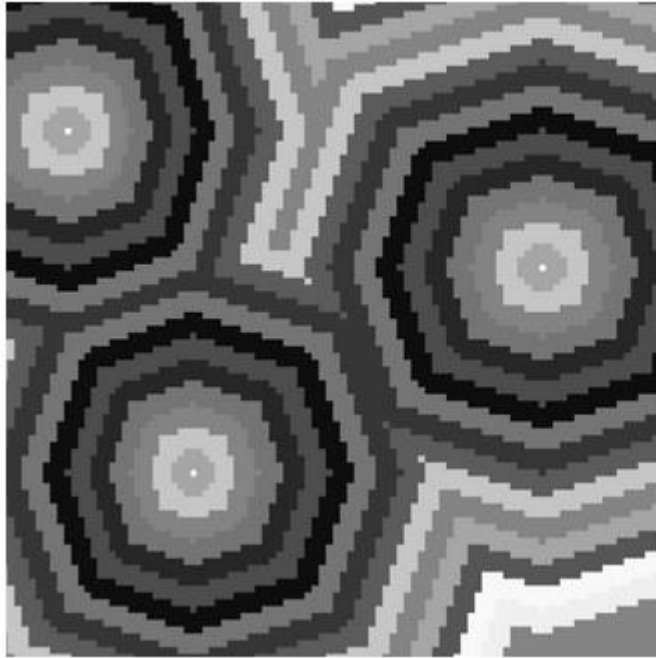


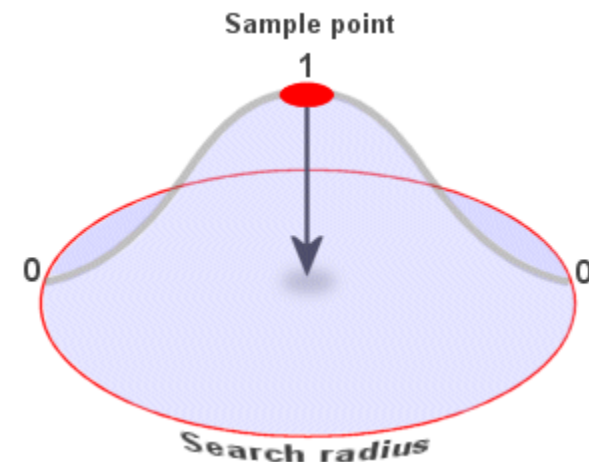
Figure 4-35 Network-based Voronoi regions – Shibuya district, Tokyo

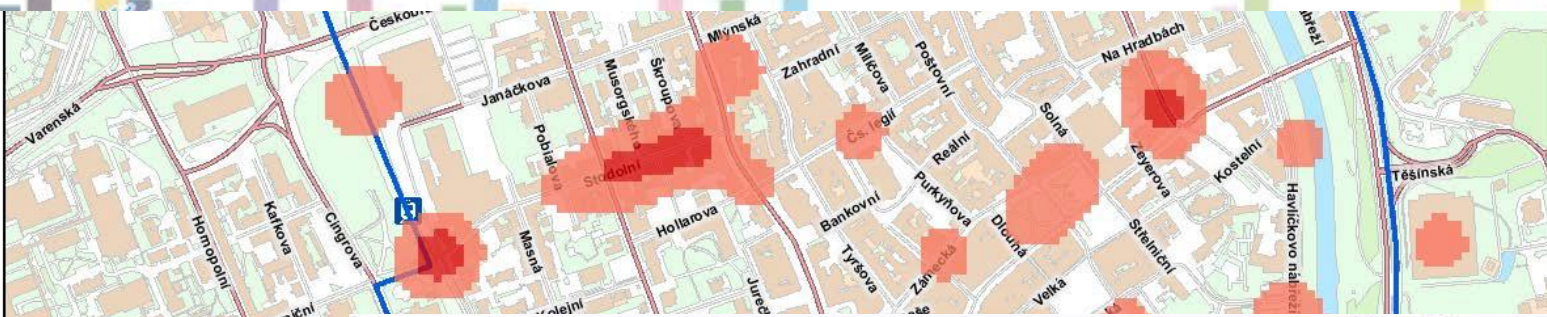




Hustota a metody jádrového vyhlazení – kernel density

- **Ve které části města dochází k nejvíce krádežím aut??**
- metoda výpočtu hustoty povrchu - lze představit tak, že kolem každého bodu se vytvoří kruhové okolí podobné plynule zakřivenému povrchu. Ten má nejvyšší hodnotu 1 v místě bodu a klesá pomocí matematicky definované funkce směrem k okraji, kde nabývá hodnoty 0. Hodnota hustoty pro každou buňku je poté vypočtena posčítáním hodnot všech jádrových povrchů, které překrývají střed dané buňky.





Legenda

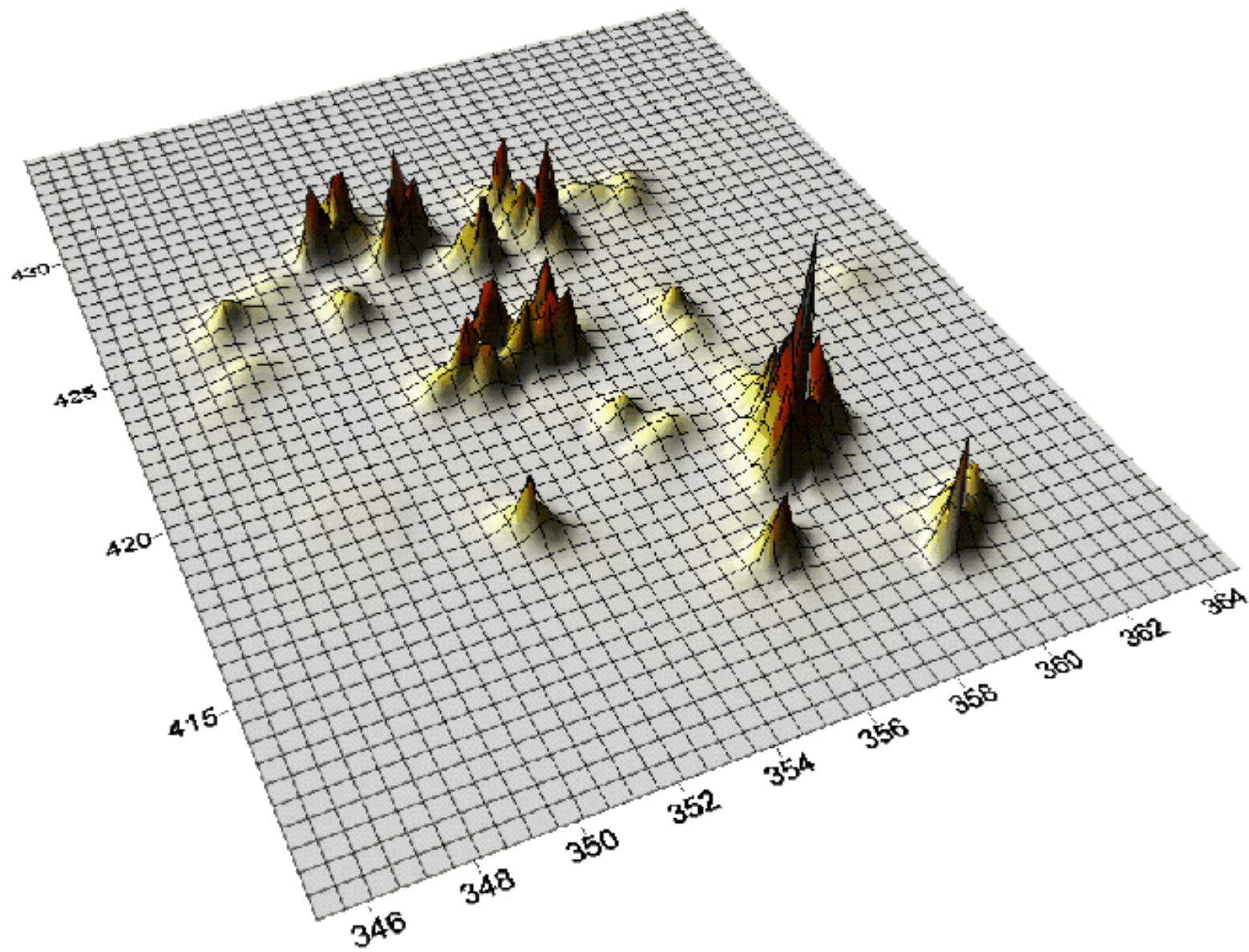
**Metóda: Kernel Density
bunka 10 m, vzdialen**

- Štatisticky význam
- Oblasť zvýšeného
- neutrálne územie (l
- výskumná oblasť



**INTENSITY OF RATE OF LONG TERM
UNEMPLOYMENT OSTRAVA CITY,
MARCH OF 2007**

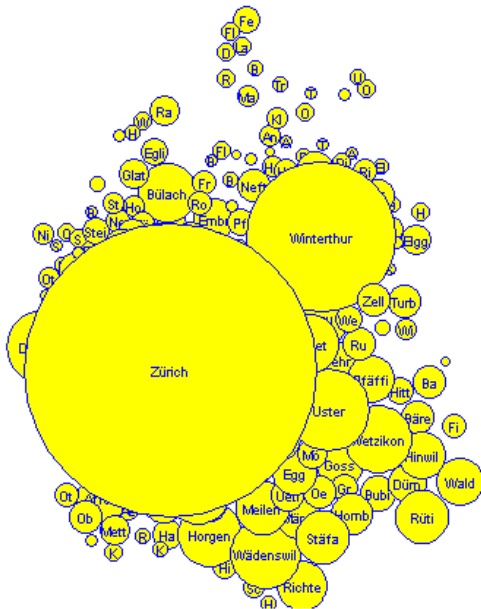
Figure 4-46 Kernel density map, Lung Case data, 3D visualization



Anamorfované mapy (Cartograms)

- Změněná geometrie prostoru
- Doorling. [MAPresso](#), [MapViewer](#) a [GeoDa](#).

A. : Initial stage



A. Zurich Canton, Switzerland. 171 communes, B. Cartogram creation using Dougenik, Chrisman and population mapped thematically

A. : Fin

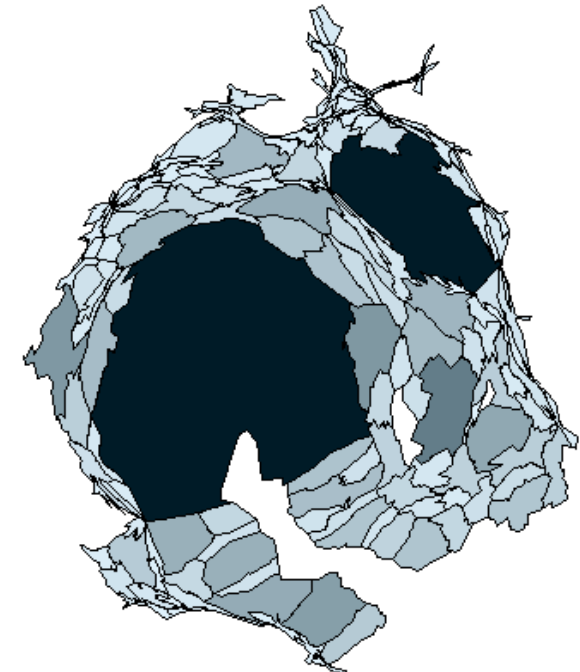
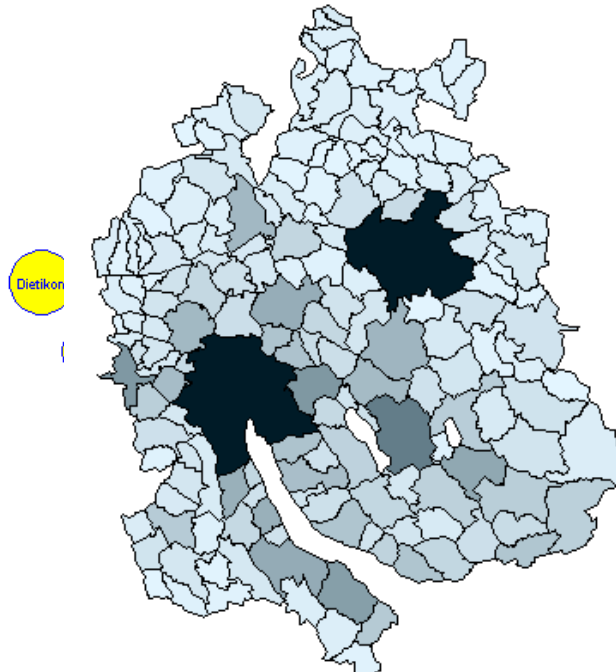
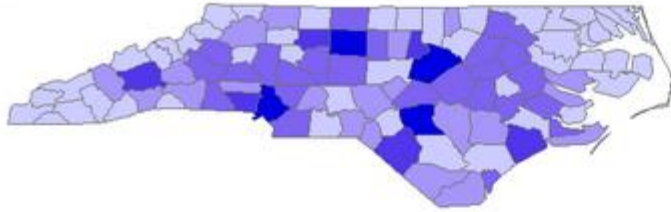
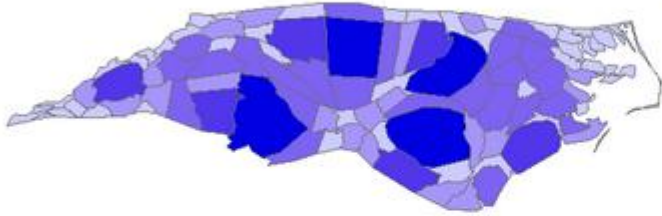


Figure 4-51 Cartograms of births data, 1974

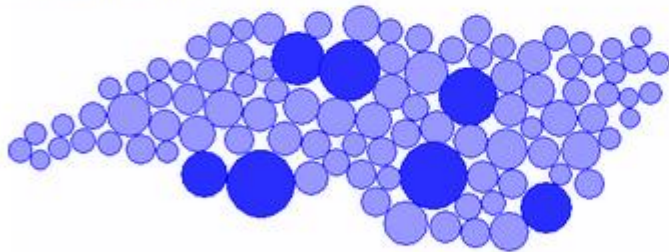
A. Source data



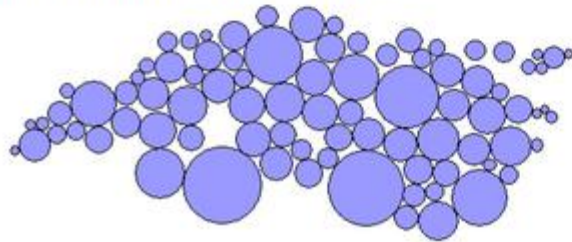
B. Glastner-Newman diffusion algorithm (ArcGIS 9 Cartogram Geoprocessing tool)



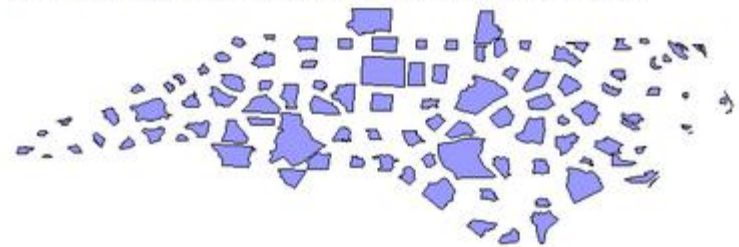
C. GeoDa's Dorling cartogram



D. MapViewer's Dorling cartogram



E. MapViewer's non-contiguous 'explosion' cartogram





MAPOVÁ ALGEBRA

Mapová algebra

- **Tomlin (1983) – Map Algebra**
- **Berry (1987) – Map-matics**
- **Ustanovili kartografické modelování jako přijatou metodiku pro zpracování geografických dat.**
- **Kartografické modelování je základní způsob vyjádření a organizace metod, jejichž způsobem jsou prostorové proměnné (data) a prostorové operace (funkce) vybírány a používány v GIS.**
- **Více v předmětech:**
 - Kartografické modelování
 - Aplikovaná geoinformatika



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

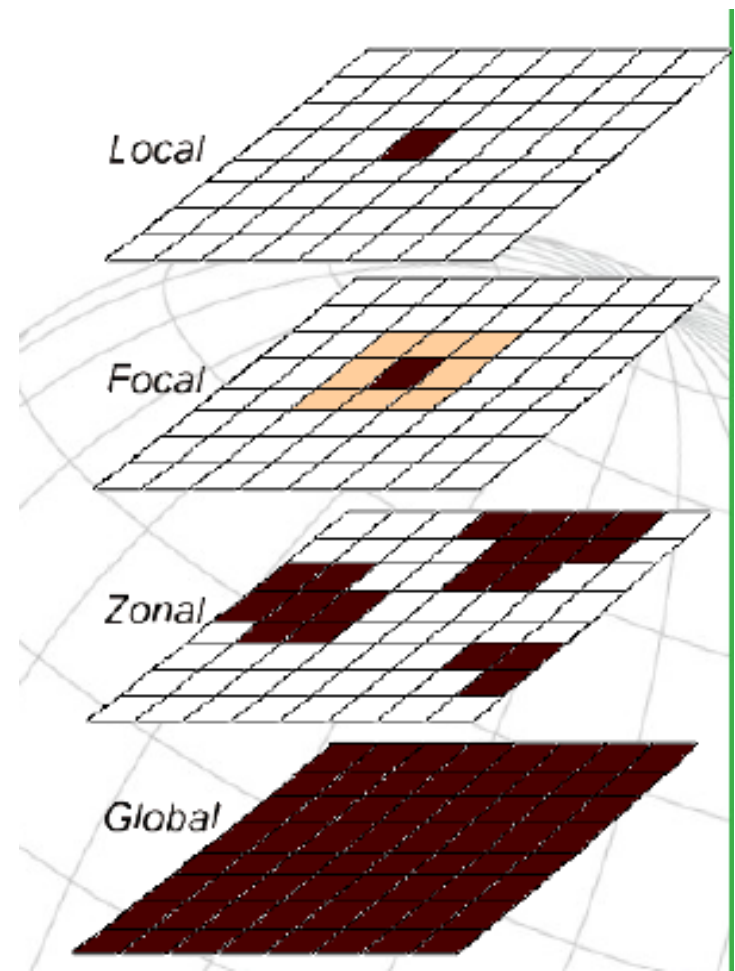
- **Z hlediska počtu zpracovávaných vrstev lze operace mapové algebry dělit na operace s jednou nebo více vrstvami.**
 - **Na jedné vrstvě (unární)** jsou to nejčastěji skalární operace jako je připočítávání konstanty, násobení, atp. Jako příklad může posloužit tvorba 2x převýšeného DMR pro vizualizaci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



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 (Tomlin – Inkrementální)** - používají se všechny buňky informační vrstvy.





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.
 - **Na více vrstvách jsou** to operace jako sčítání vrstev, které se vykonávají s prostorově odpovídajícími si buňkami.



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.



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.**