



GIS4SG



II – Základní stavební kameny prostorové analýzy II

Lokační a alokační úlohy I

podzim 2017

Petr Kubíček

kubicek@geogr.muni.cz

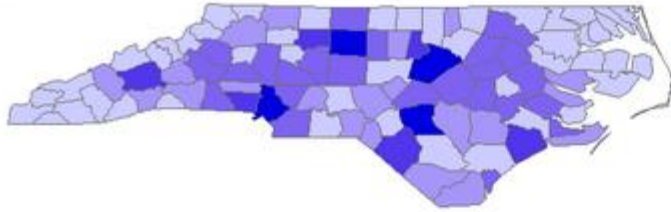
**Laboratory on Geoinformatics and Cartography (LGC)
Institute of Geography
Masaryk University
Czech Republic**

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

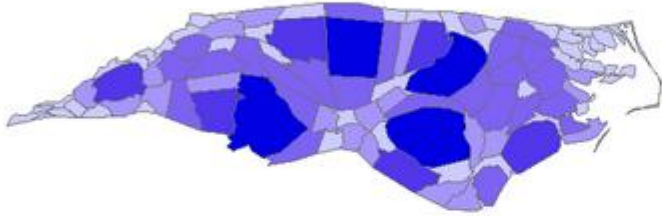


Figure 4-51 Cartograms of births data, 1974

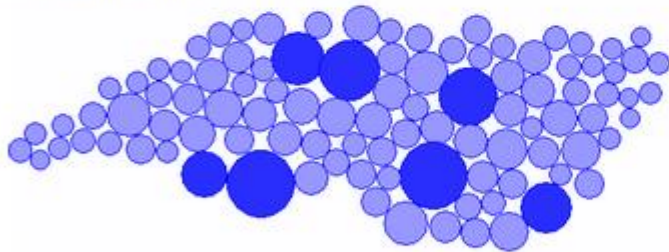
A. Source data



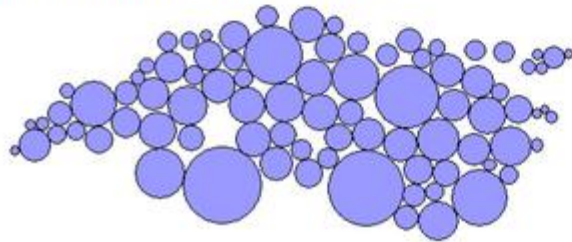
B. Glastner-Newman diffusion algorithm (ArcGIS 9 Cartogram Geoprocessing tool)



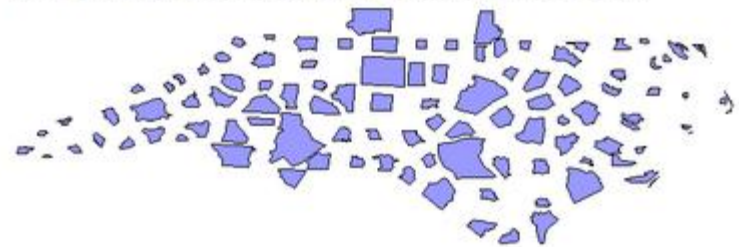
C. GeoDa's Dorling cartogram



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

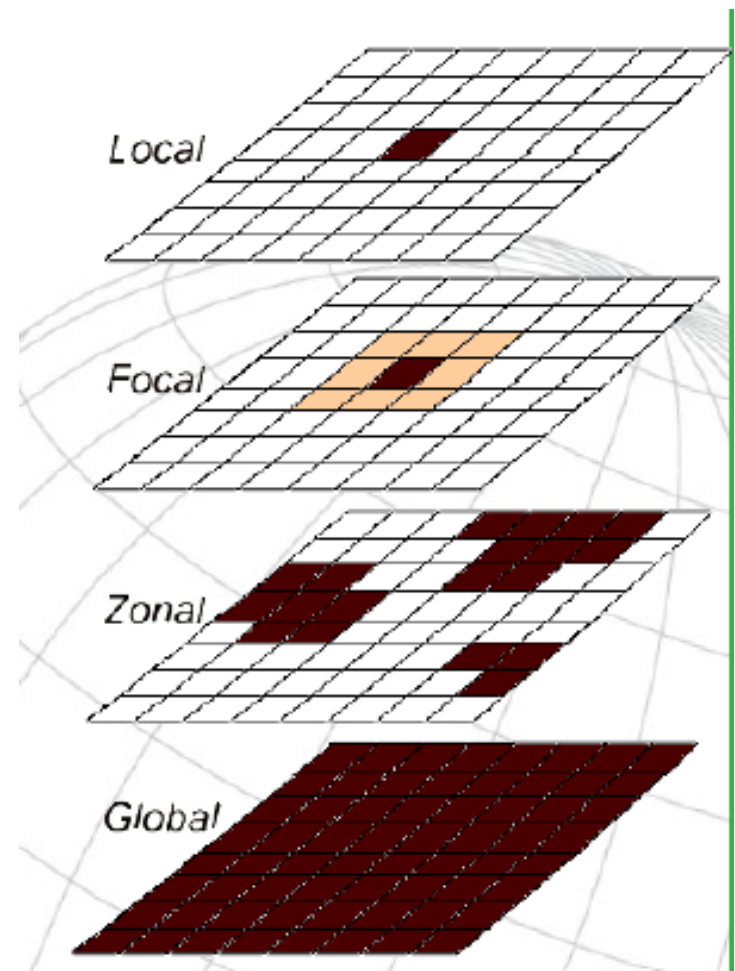
- **Z hlediska počtu zpracovávaných vrstev lze operace mapové algebry dělit na operace s jednou nebo více vrstvami.**
 - Na jedné vrstvě (unární) jsou to nejčastěji skalární operace jako je připočítávání konstanty, násobení, atp. Jako příklad může posloužit tvorba 2x převýšeného DMR pro vizualizaci ve 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.**



Lokační a alokační úlohy

Kde mám postavit svůj obchod?



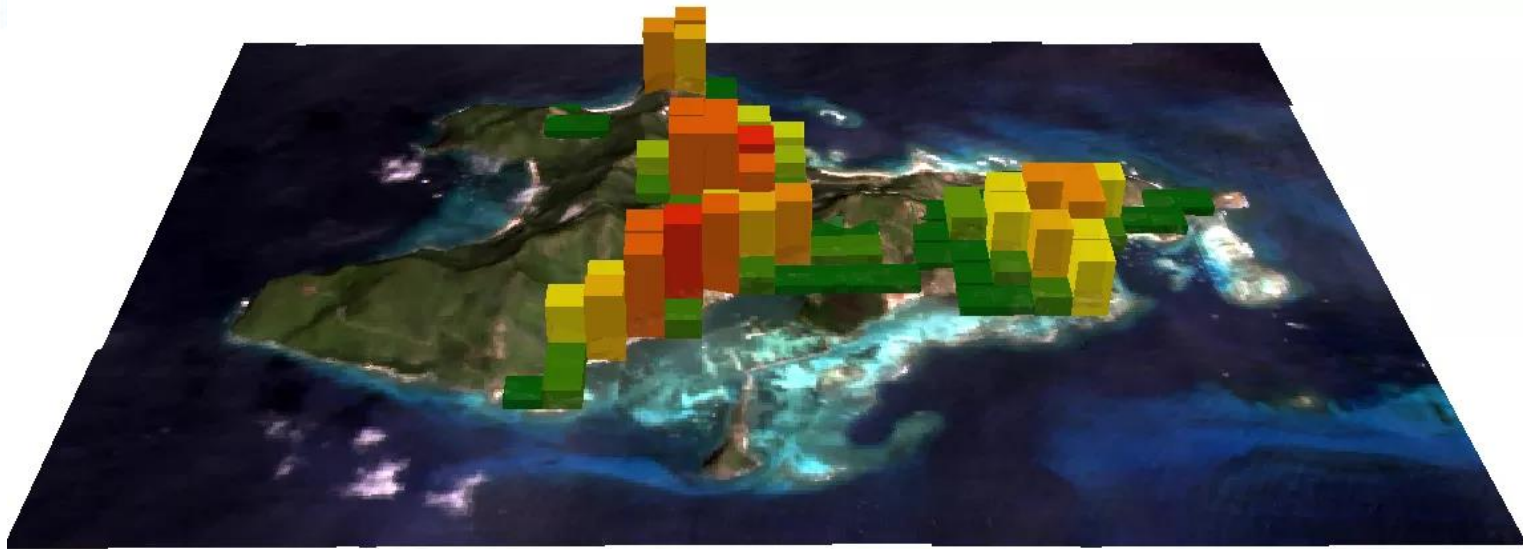
Úvod

- Kde mám umístit svoji provozovnu (stanici, nemocnici,..) ?
- Umístění (lokace) je klíčový faktor pro úspěch v podnikání (maloobchodním).
- Pokud obchodník ví, kde jsou jeho potenciální zákazníci, snadněji je získá a udrží si je.
- Jaká data budeme potřebovat?
- Jak optimální umístění najít?
- Na jakých principech je nalezení založeno a jaké technologie lze využít?
- Je třeba jít nad rámec location-allocation nástroje v ArcGIS Network analyst?



Lokace a alokace – v čem je problém?

Starosta ostrova s následujícím rozmístěním obyvatelstva:



Kde je optimální umístit požární stanice tak, aby bylo obyvatelstvo co nejlépe chráněno v případě vzniku požáru??

Umístění požárních stanic (?)

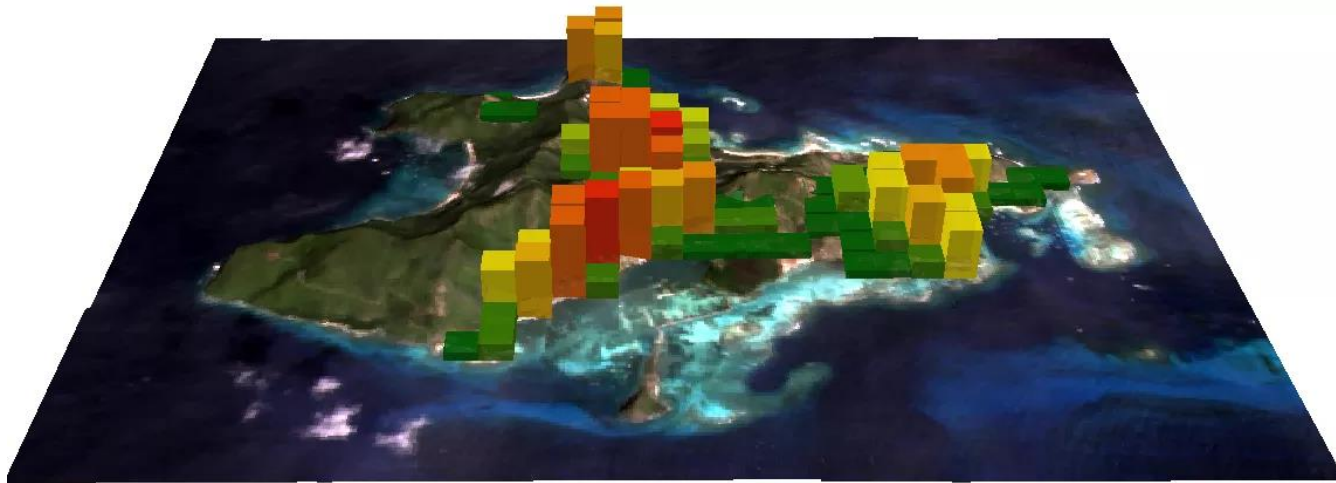
- **Optimalizujte rozmístění 5 požárních stanic.**



- **Na základě jakých kritérií bylo umístění zvoleno? Jaké postupy byly použity?**

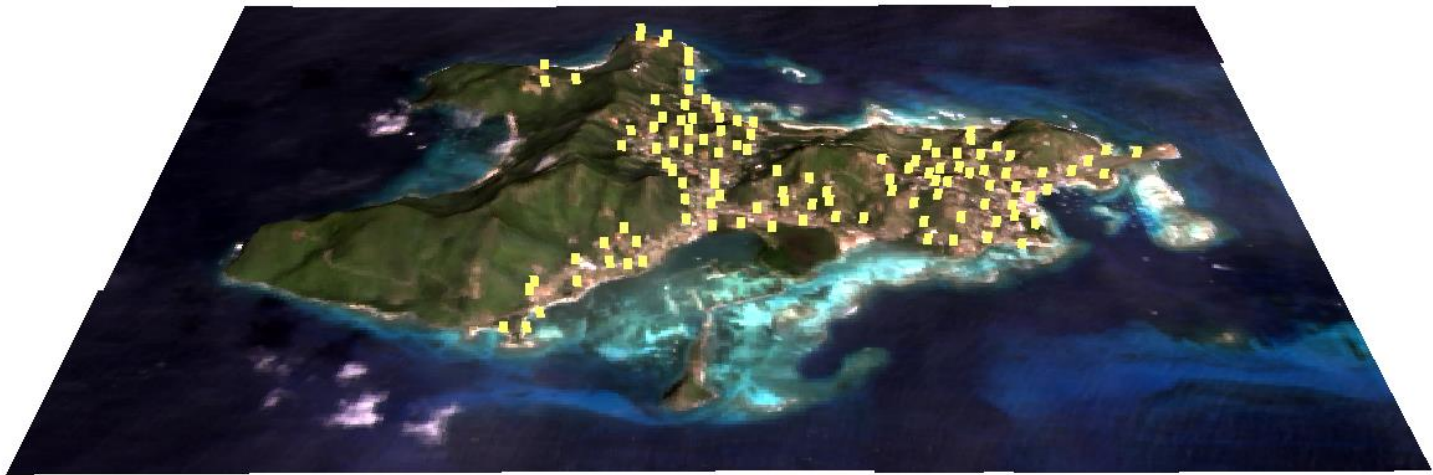
Jaká potřebujeme data??

- 1. Data o poptávce (demand points) – počet obyvatel v jednotlivých oblastech (počet zákazníků...). Možno přidat váhy v případě více kritérií/datových zdrojů. Příklady??**



Jaká potřebujeme data? II.

2. Provozovny (umístění požadované provozovny) – možné, vyžadované, konkurenční, vytipované... (prodejna, stanice, BST, nemocnice...).



Pokud není možné omezit, lze nahradit pravidelnou sítí rovnoměrně rozmístěných bodů, nebo souborem adres.



Jaká potřebujeme data? III.

3. Síť – silniční či uliční síť s určenými pravidly pohybu (connectivity rules). Jaké datové sady můžeme využít?? Jaká pravidla je potřeba splnit?





Oblasti využití alokačních úloh

- Největší využití lokačních a alokačních analýz je oblast **logistiky a geomarketingu**.
- **Dalšími oblastmi, kde tyto analýzy nacházejí uplatnění je:**
 - modelování alokace v distribuci vody (potrubí),
 - v oblasti služeb a investic (hledání vhodných lokalit pro investory),
 - ve sběru odpadu,
 - v oblasti datových sítí (sociální webové sítě, wifi, IP adresy).



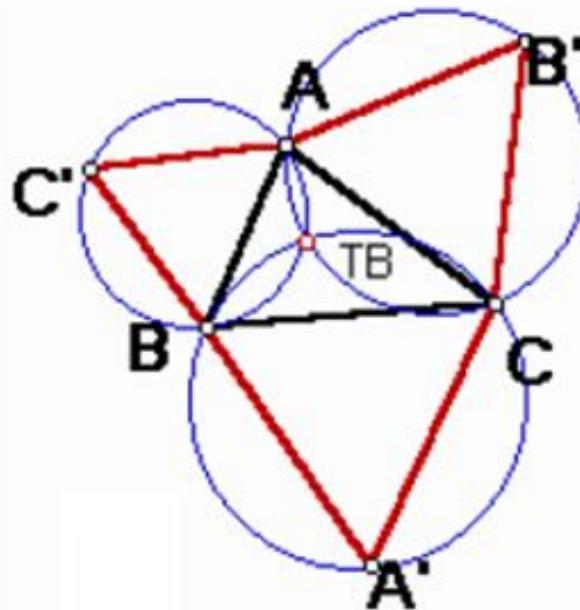
Teoretický základ

- **Alokace** = přiřazení spotřebitelů ke zdrojům, kdy vznikají tzv. obslužné (servisní) oblasti.
- **Lokace** = optimální lokality pro vybrané zařízení.
- **Lokační teorie** - vychází z hledání vhodné lokalizace pro nějaké zařízení (lokace), která je dána souřadnicemi x , y a vypočítána ze známých souřadnic pevných bodů, tzv. **poptávkových bodů** a podle **váhy** jim přiřazené (alokace).
- **Jedná se o územní medián, tedy bod s minimálním součtem euklidovské vzdálenosti, vzdálenosti „vzdušnou čarou“.**



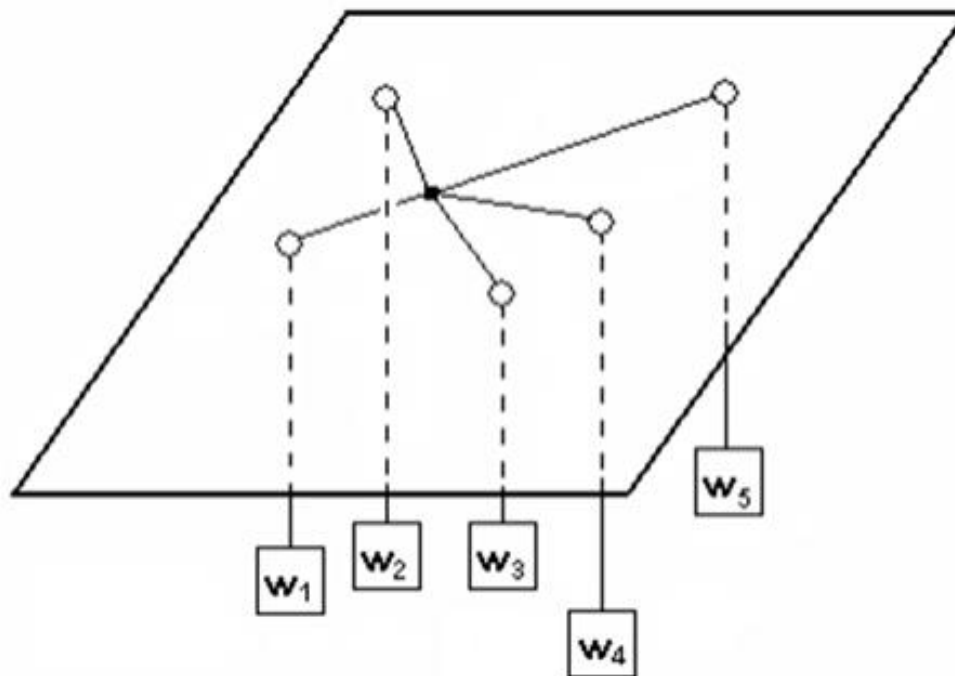
Metody řešení územního mediánu

- **Torricelliho bod, Varignonův rámeček, Voronoi diagramy.**
- **Torricelliho bod** je bod uvnitř ostroúhlehého trojúhelníku, který má minimální součet vzdáleností od vrcholů. Nad každou stranou trojúhelníka se sestrojí rovnostranný trojúhelník a jeho kružnice opsaná. Všechny tři kružnice se protnou v jedné bodě – Torricelliho bod.



Metody řešení územního mediánu

- **Varignonův rámec** vychází z analogického modelu desky s otvory, které odpovídají obslužným bodům. Každým otvorem prochází nit, na jejímž volném konci visí závaží s váhou. Opačné konce nití jsou svázány v uzlu, jehož souřadnice po ustálení představují optimální umístění střediska obsluhy.





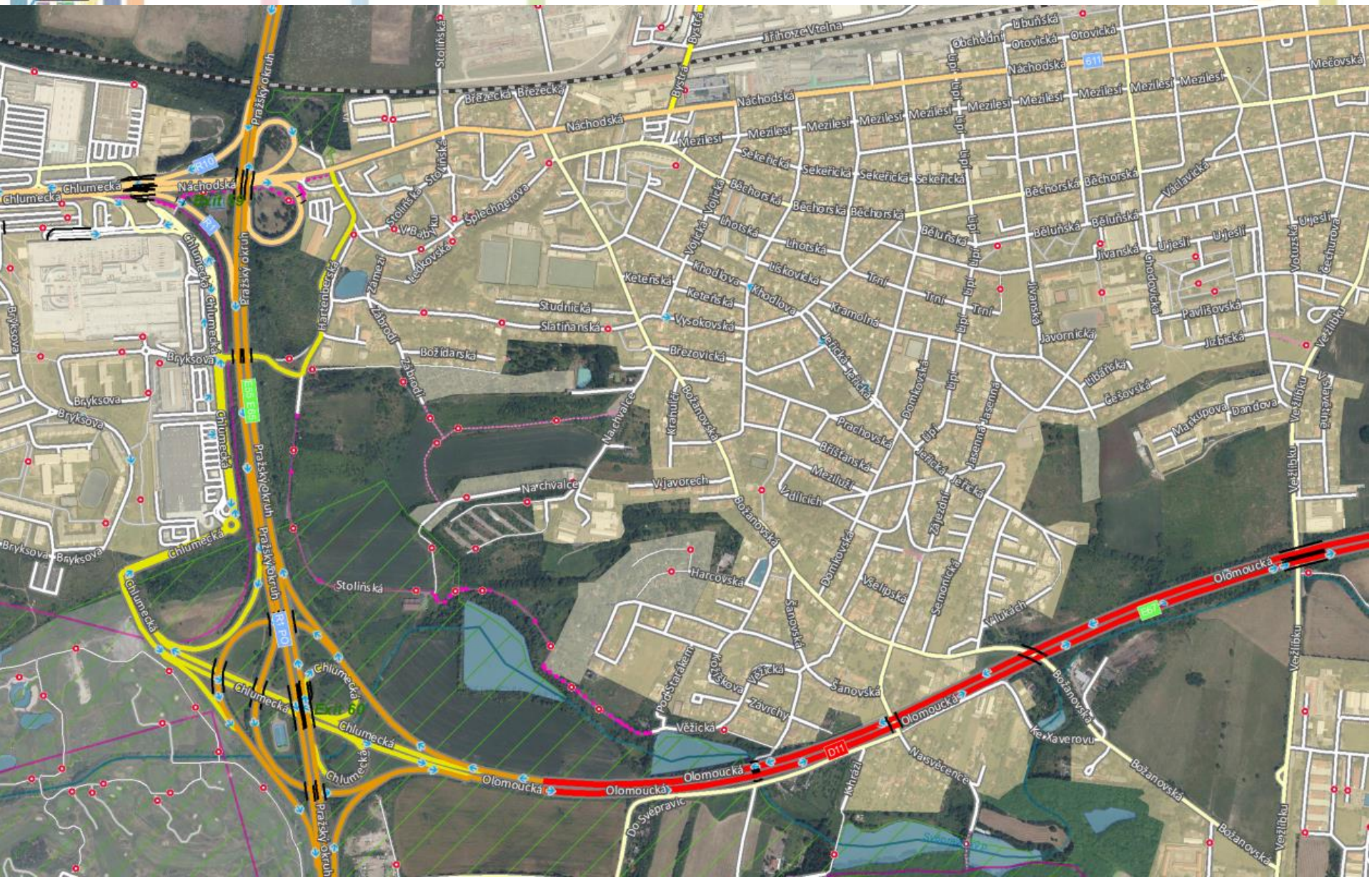
Data pro síťovou analýzu

- **ZABAGED, OpenStreetNet, JSDI.**
- **StreetNet (CEDA) – aktualizace 2x ročně; bežešvá, navigace, doplněna topo podkladem a administrativními hranicemi.**
- **Popisné informace identifikační (číslo silnice, mezinárodní označení, třída název ulice.), technické a funkční (popis segmentů, pravidla pohybu).**





Street Net vzorek





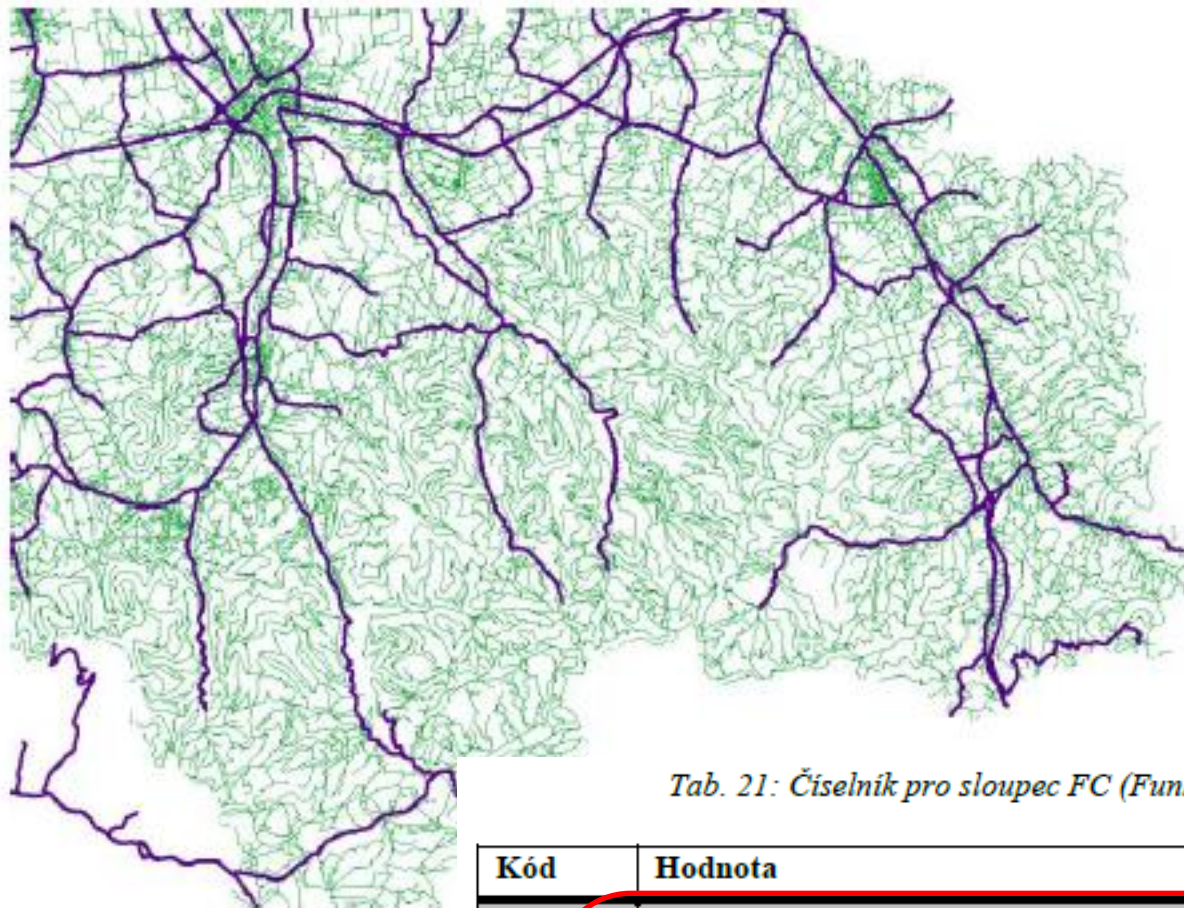
Streetnet

Horák a kol. 2015



ZABAGED

Street Net typy komunikací



Tab. 21: Číselník pro sloupec FC (Funkční kategorizace) (CEDA, 2014a)

Kód	Hodnota
0	dálnice
1	hlavní silnice (zejm. mezinárodně významné silnice evropské tahy E)
2	ostatní významné silnice
3	silnice regionálního významu
4	spojovací silnice lokálního významu
5	významné spojnice v rámci sídel
6	ostatní významné komunikace v rámci sídel
7	místní komunikace
8	účelové komunikace (lesní a polní cesty, chodníky pro pěší, stezky pro cyklisty, ...)

Obr. 155: Porovnání vrstvy



Real Time data pro síťovou analýzu

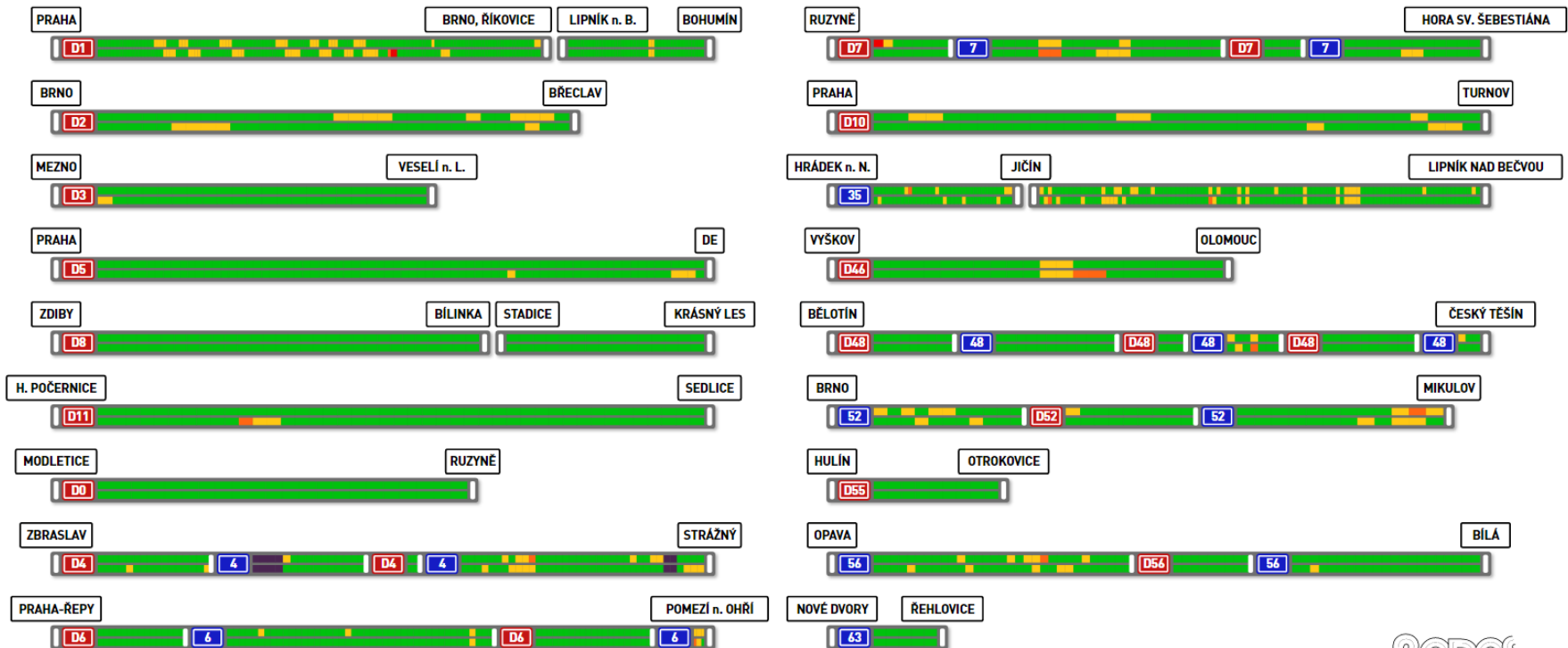
- **Rodos** <http://rodos.vsb.cz/>
- Dynamic Mobility Model (DMM) integrován s pohybem osob, vozidel a zboží.

Česká Republika
Dálnice a rychlostní silnice

EN | CS | Průvodce aplikací | Kontakt

Automatická aktualizace za 22s

Dálnice a rychlostní silnice | Rozcestník | Česká Republika | Praha | Brno | Ostrava | Kongesce | Analýza uzávěrek | Modernizace D1 | Meteoradar





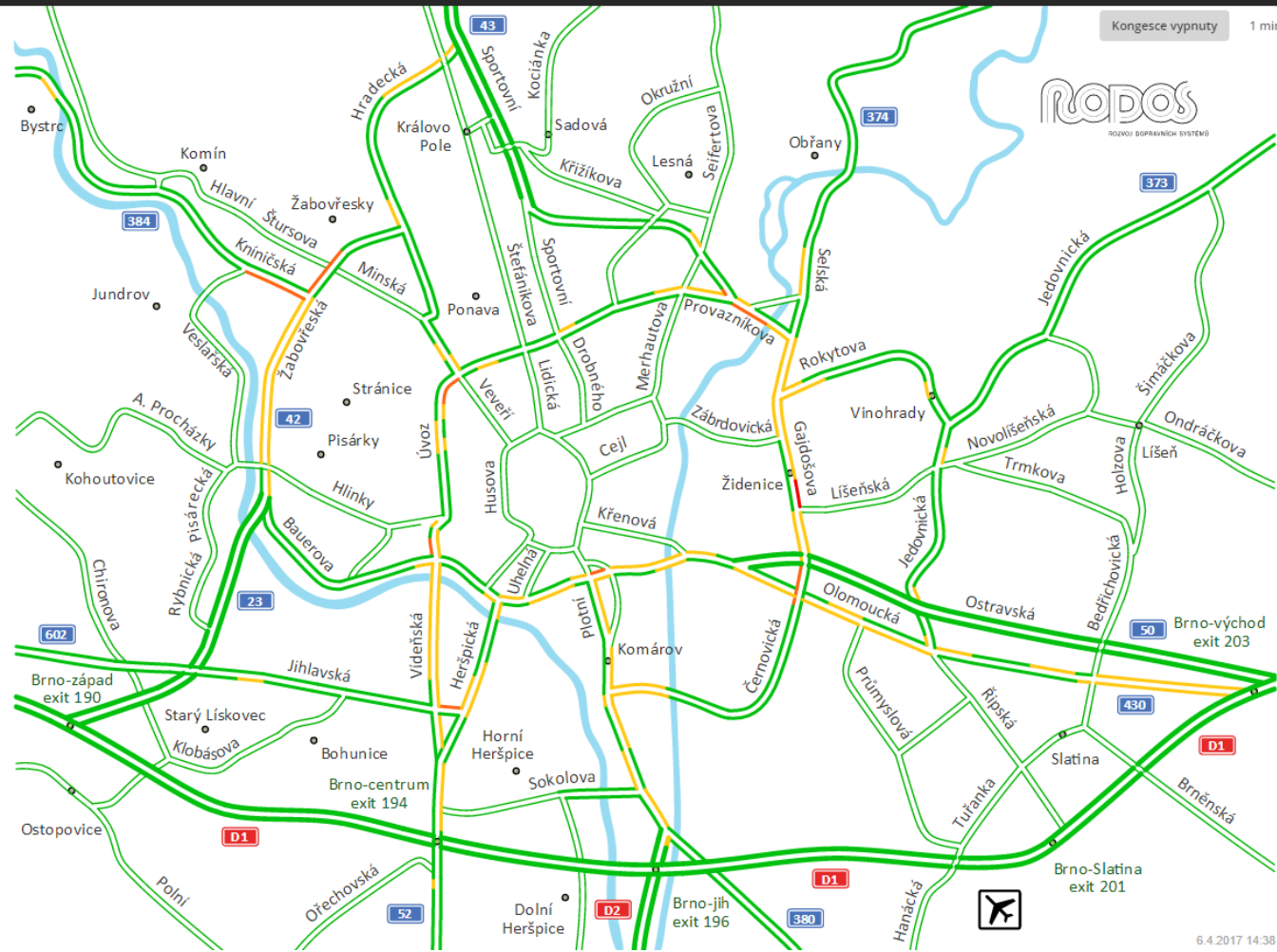
Detailní pohled RODOS Brno (zdržení dopravy)

Brno
Náhled
Automatická aktualizace za 2s

EN | CS | Průvodce aplikací | Kontakty

Dálnice a rychlostní silnice | Rozcestník | Česká Republika | Praha | Brno | Ostrava | Kongesce | Analýza uzavírek | Modernizace D1 | Meteora

Kongesce vypnuty 1 min 2 min 3 min 4 min 5 min



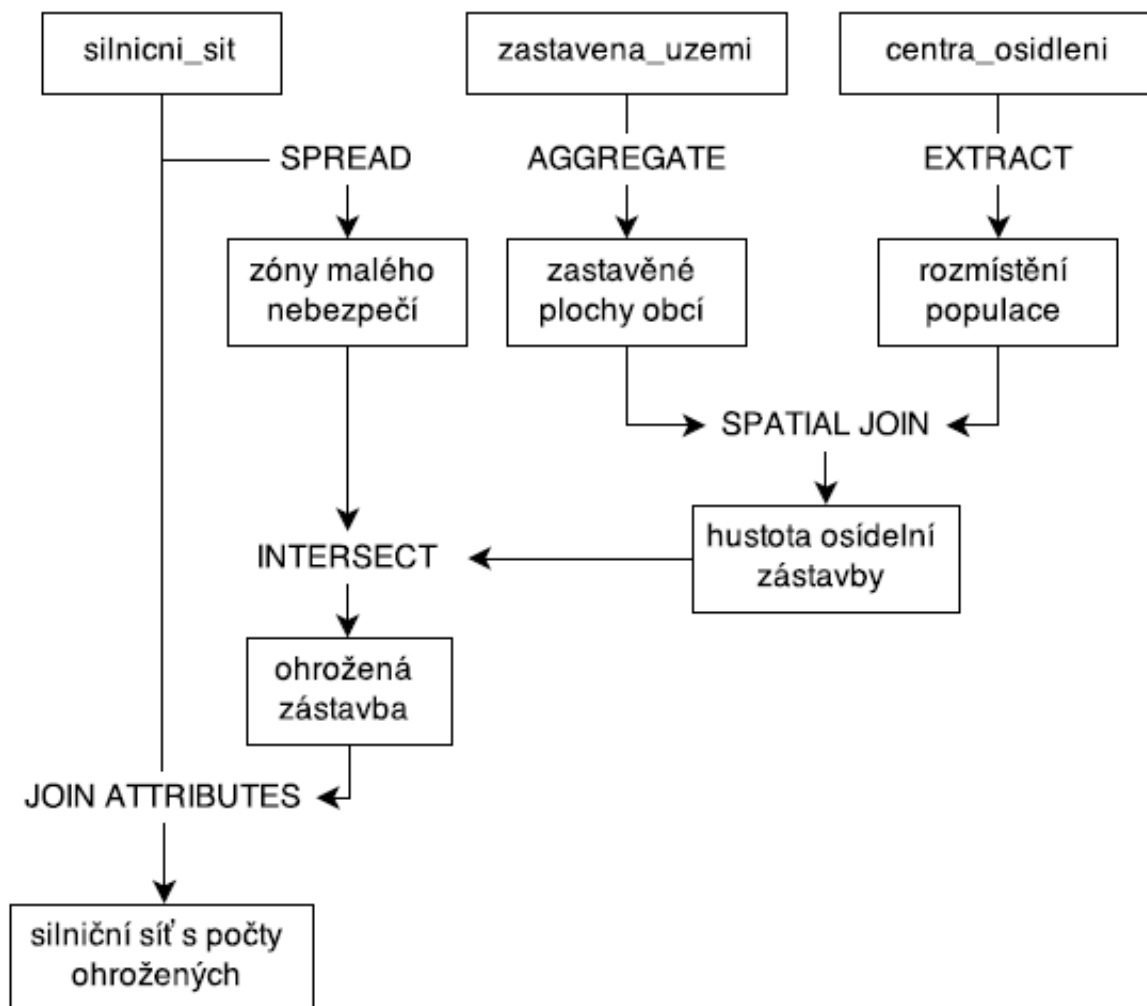


Převoz nebezpečného materiálu – případová studie (BP, Leitgeb 2015)

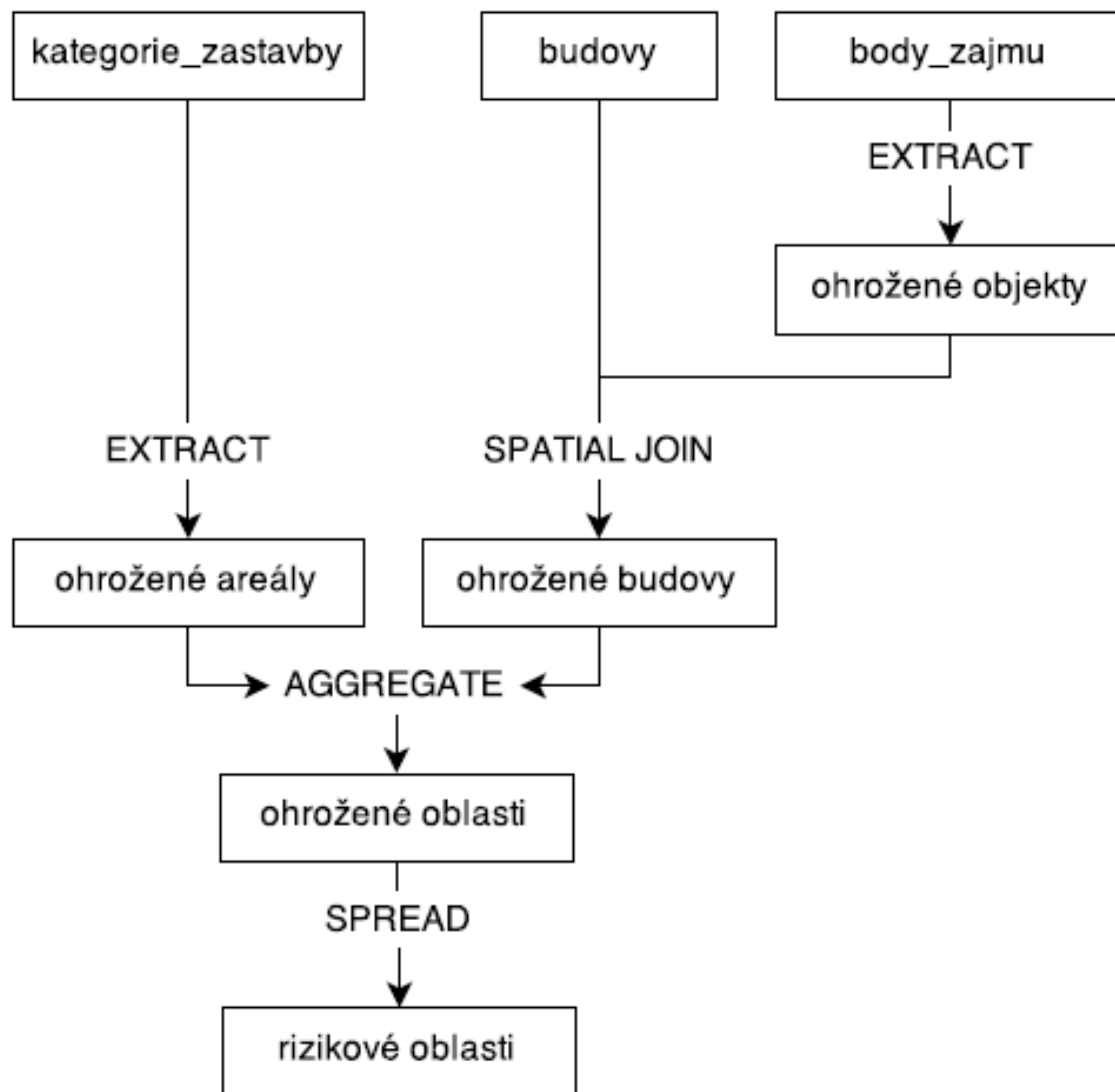
- **Cíl: minimalizovat potenciální dopad na obyvatelstvo v průběhu převozu nebezpečného materiálu (výbušné, hořlavé látky).**
- **ADR klasifikace, policejní a vojenské předpisy pro převoz materiálů.**
- **Alternativní kritéria :**
 - Koncentrace obyvatelstva založena na uličních segmentech;
 - Využití budov(POIs) s vysokou koncentrací obyvatel a citlivých objektů (bariéry).



Kritérium 1 – uliční segmenty



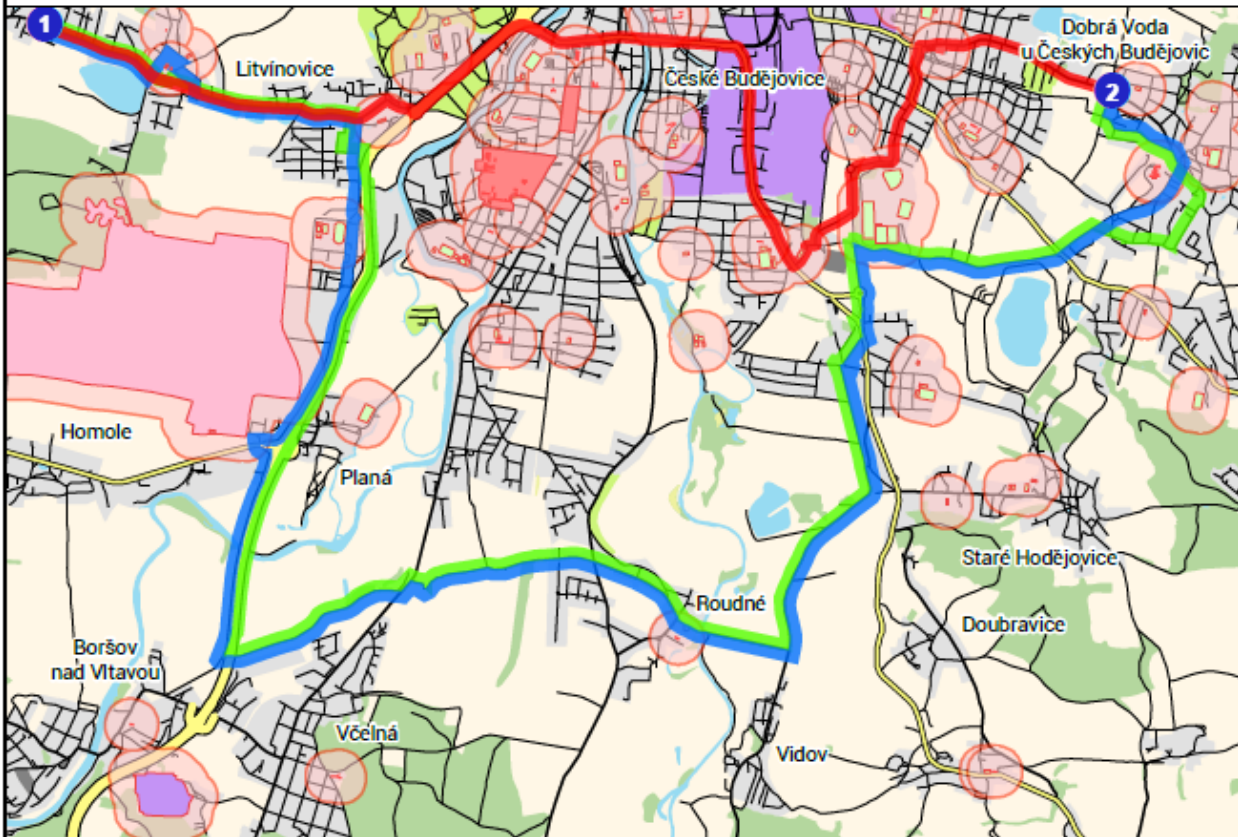
Kritérium 2 – citlivé objekty a PoI



OPTIMALIZACE TRASY PŘEVOZU VÝBUŠNIN NA MODELOVÉM ÚZEMÍ ČESKOBUDĚJOVICKA

0 500 1 000 2 000 m

TRASA Č. 1



Pokryv povrchu a půdy

Park	Včelná
Bažina	Zastavěné oblasti
Lesy	Vodní plochy a toky
Hřbitov	Pole a louky

Zájmové areály

Ohrožená a neohrožená letiště
Ohrožená a neohrožená průmyslová zóna
Ohrožená a neohrožená nemocnice
Ohrožená a neohrožená hřiště/stadion

Prvky trasy

Krajní bod trasy
Trasa A
Trasa B
Trasa C

Bariéra zvýšené ceny, citlivá budova, hřiště
--

Pozemní komunikace

Silnice 1., 2. a 3. třídy
ostatní komunikace

Autor: Šimon LEITGEB,
409281, 3. B-GK KART

Použitý software: ArcGIS 10.3,
Arc/Info, © ESRI

Souřadnicový systém: S-JTSK

Zdroje dat: Street Net NAV, Global
Network, © CEDA
© Příspěvatelé OpenStreetMaps

Brno 2015, GÚ PřF MUNI

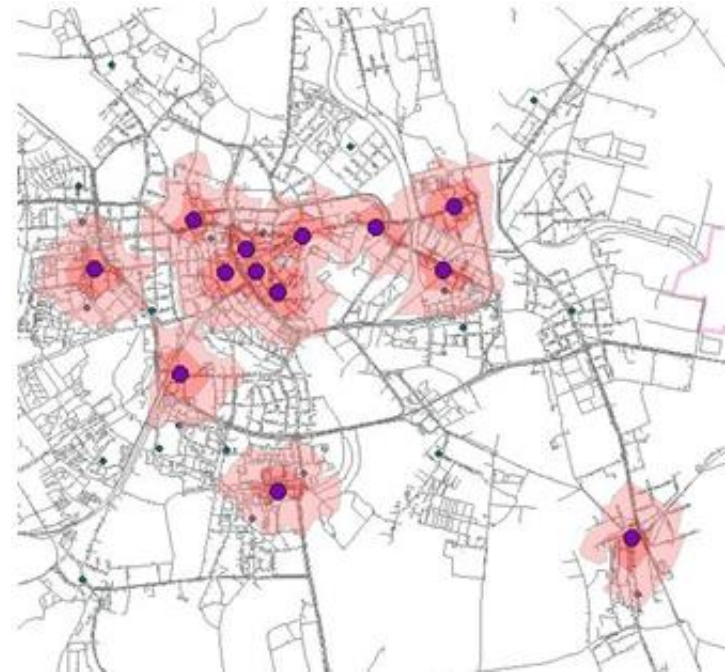
A- nejkratší
cesta

B – kritérium 1

C – kritérium 2

Jak řešit v ArcGIS

- **Bez sítě** - *Buffer* na generování obalových zón a nástroj *Create Thiessen Polygons* pro tvorbu spádových oblastí.
- **Na síti** - *Network Analyst* a její nástroje *Service Area* a *Location-Allocation*.
- **Service Area** neboli obslužné zóny představují hrany (ulice), které spadají do vymezené oblasti prostřednictvím parametru *Impedance* (vzdálenost, čas, náklady...). Zařízení, kolem jsou dány lokalizací na síti a vždy do analýzy musí vstupovat alespoň jedno. Je možné také vytvářet složené obslužné zóny, např. ve vzdálenosti 1 a 2 km.
- Parametry *Impedance*; *Default Breaks*.

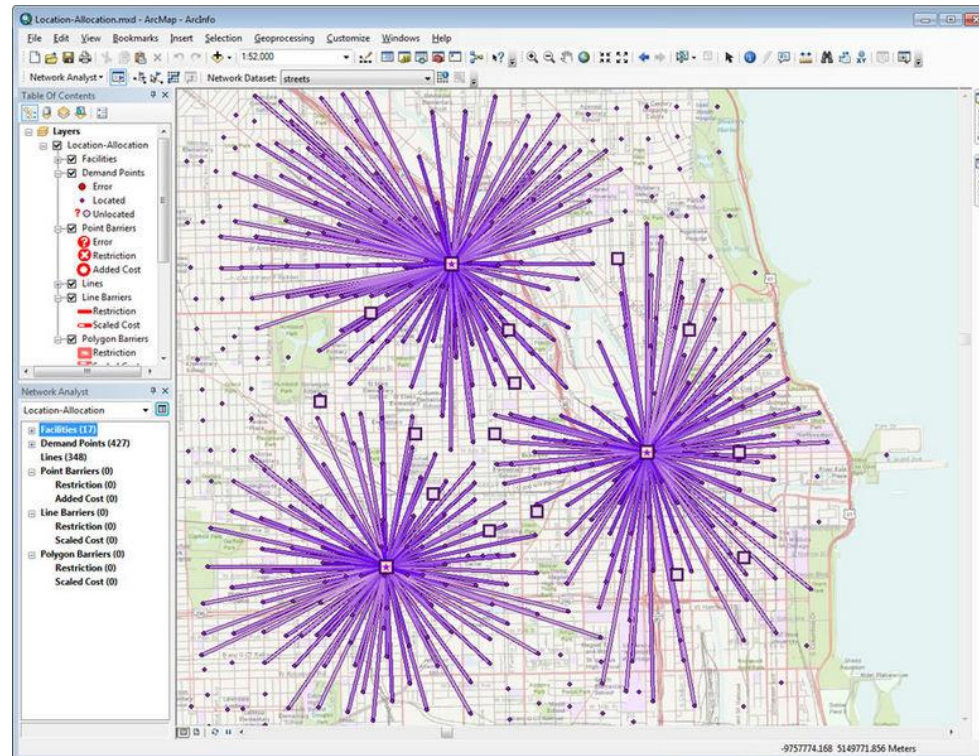




Location – alocation v ArcGIS - jak lze ovlivnit řešení lokačních a alokačních úloh?

Vstupy:

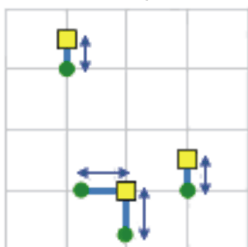
- **potenciální lokality zařízení (*Candidate*), stávající lokality zařízení (*Required*) a lokality konkurenčních zařízení (*Competitor*).**
- **poptávkové body (*Demand Points*)**, které představují potenciální zákazníci pro zařízení (nejčastěji adresní body s demografickými charakteristikami, které slouží jako váha analýzy). Poptávkové body tak omezují výslednou analýzu pouze na oblasti, kde se poptávkové body nachází .



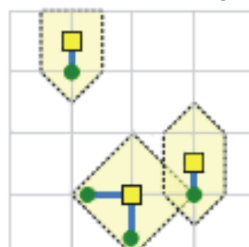
Nástroj *Location-Allocation* obsahuje celkem 6 typů analýz:

- **Minimize Impedance (Minimalizace nákladů)**
- **Maximize Coverage (Maximální pokrytí)**
- **Minimize Facilities (Minimalizace zařízení)**
- **Maximize Attendance (Maximalizace účasti)**
- **Maximize Market Share (Maximalizace trhu)**
- **Target Market Share (Cílené pokrytí trhu)**

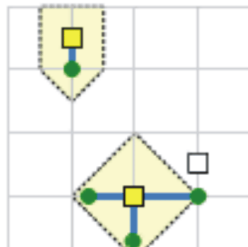
Minimize Impedance



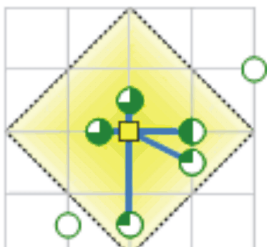
Maximize Coverage



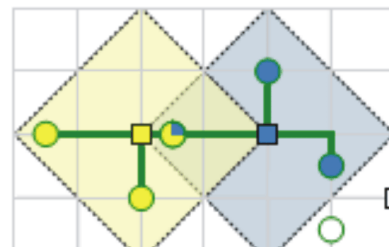
Minimize Facilities



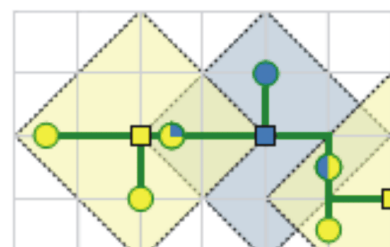
Maximize Attendance



Maximize Market Share



Target Market Share

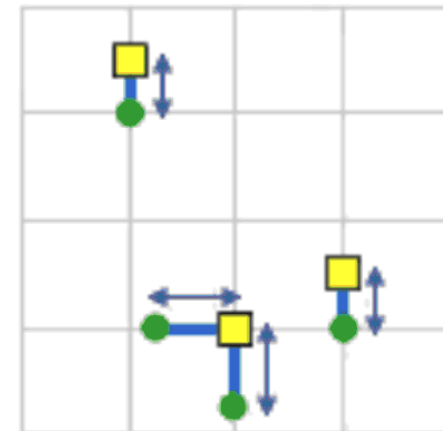




Minimalizace nákladů

- Analýza zaručuje **minimalizaci odporu** (vzdálenost, čas, nebo finanční náklady na překonání daného úseku sítě).
- Př. - veřejnost cestuje do nějakého zařízení, a my požadujeme, aby tato cesta byla co nejkratší. Využívá se tedy nejvíce při lokalizaci služeb veřejného sektoru. Používá se pro analýzy, kde je odpor (vzdálenost či čas) klíčovým faktorem.
- Platí, že každý poptávkový bod se vždy přiřadí pouze k jednomu zařízení.
- Nejjednodušší alokační a lokační analýza.
- Nejvíce rozšířená.

Minimize Impedance

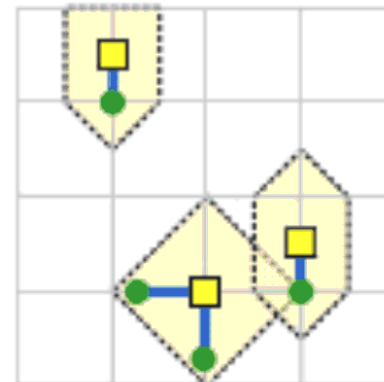




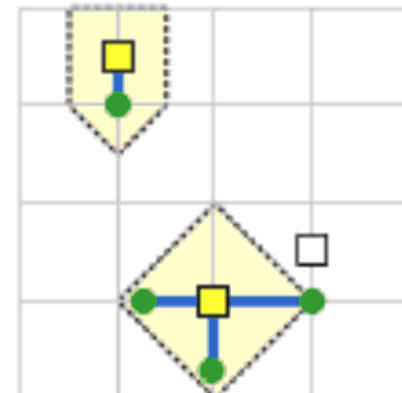
Maximální pokrytí a Minimalizace zařízení

- **Maximální pokrytí** se snaží přiřadit co nejvíce poptávkových bodů k zařízení, např. u lokalizace policejních stanic, ze kterých se vyjíždí k nehodám, při pokrytí celého území. Hraniční vzdálenost, váhy (počet obyvatel).
- **Minimalizace zařízení** analýza se snaží vybrat **co nejméně z potenciálních zařízení** tak, aby pokryla celé území minimálním počtem zařízení.

Maximize Coverage



Minimize Facilities

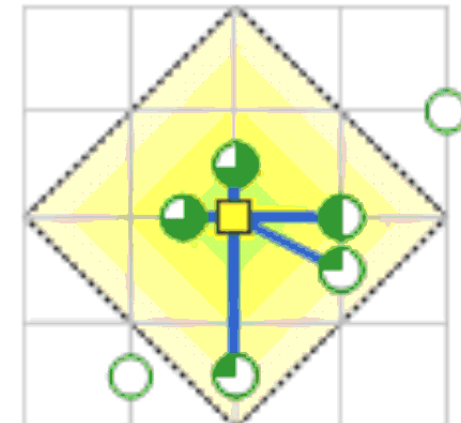




Maximalizace účasti

- Analýza při výběru zařízení využívá faktu, že čím je poptávkový bod více vzdálený od zařízení, tím je menší pravděpodobnost, že ho navštíví.
- Poptávkové body mohou být přiřazeny k více zařízením, jejich váha se rozdělí mezi více zařízení. Je nutné znát počet zařízení, která chceme lokalizovat a váhu poptávkových bodů (počet obyvatel v adresních bodech).

Maximize Attendance

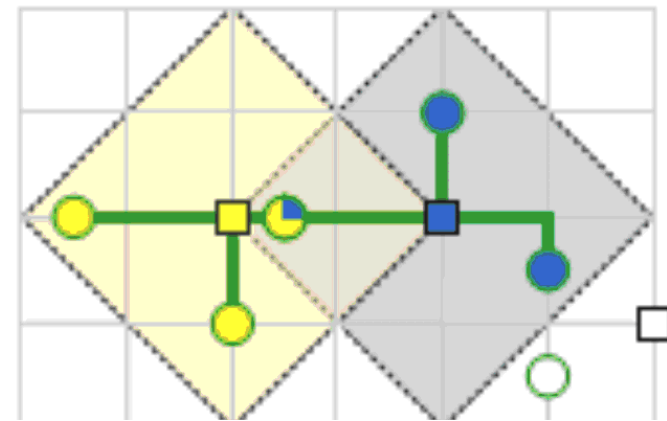




Maximalizace trhu

- Analýza se snaží získat **co největší část trhu**. Počítá také s konkurenčními zařízeními, tudíž některé poptávkové body jsou sdíleny spolu s konkurenčními zařízeními a lze takto získat informaci o počtu poptávkových bodů (zákazníků), které budou společné jak novému zařízení, tak některému ze zařízení konkurenčních. Výsledné řešení se snaží zaručit, aby tento počet byl co nejmenší.
- **Cílem je pokrýt, co největší část trhu s ohledem na konkurenční zařízení.**

Maximize Market Share

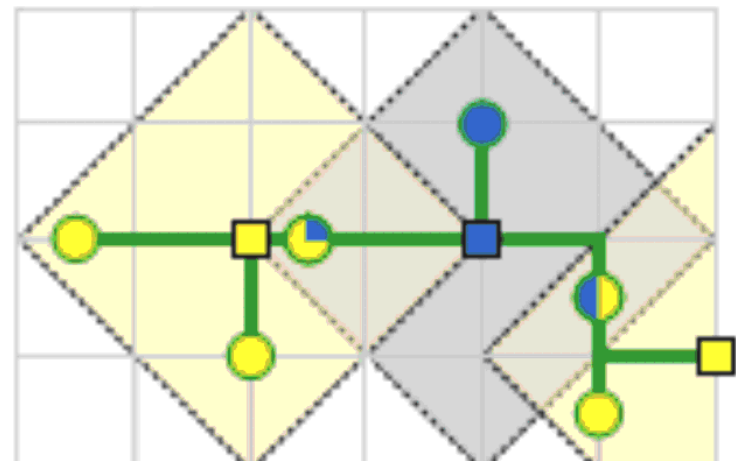




Cílené pokrytí trhu

- Analýza se snaží vybrat takové kandidátní lokality, které by **pokryly zadané procento trhu.**
- Např. při požadavku na 20% pokrytí trhu, lze analýzou určit, že pro pokrytí této části trhu, je nutné vybrat šest potenciálních lokalit.
- Cílem analýzy je vybrat co nejméně zařízení nezbytných pro pokrytí zadaného procenta trhu s ohledem na konkurenci a nastavené procento trhu.

Target Market Share





Literatura pro další přednášku

- Wang (2014): Location – allocation methods and examples.
- Kanaroglou a kol.(2005): Establishing an air pollution monitoring network for intraurban population exposure assessment: A location-allocation approach.