

GIS4SG

Lokační a alokační úlohy I

podzim 2020

Petr Kubíček

kubicek@geogr.muni.cz

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



**Masaryk University
Czech Republic**

Lokační a alokační úlohy

Kde mám postavit svůj obchod?

Kde máme umístit bankomat?

Kde lokalizovat testovací místo pro COVID-19?



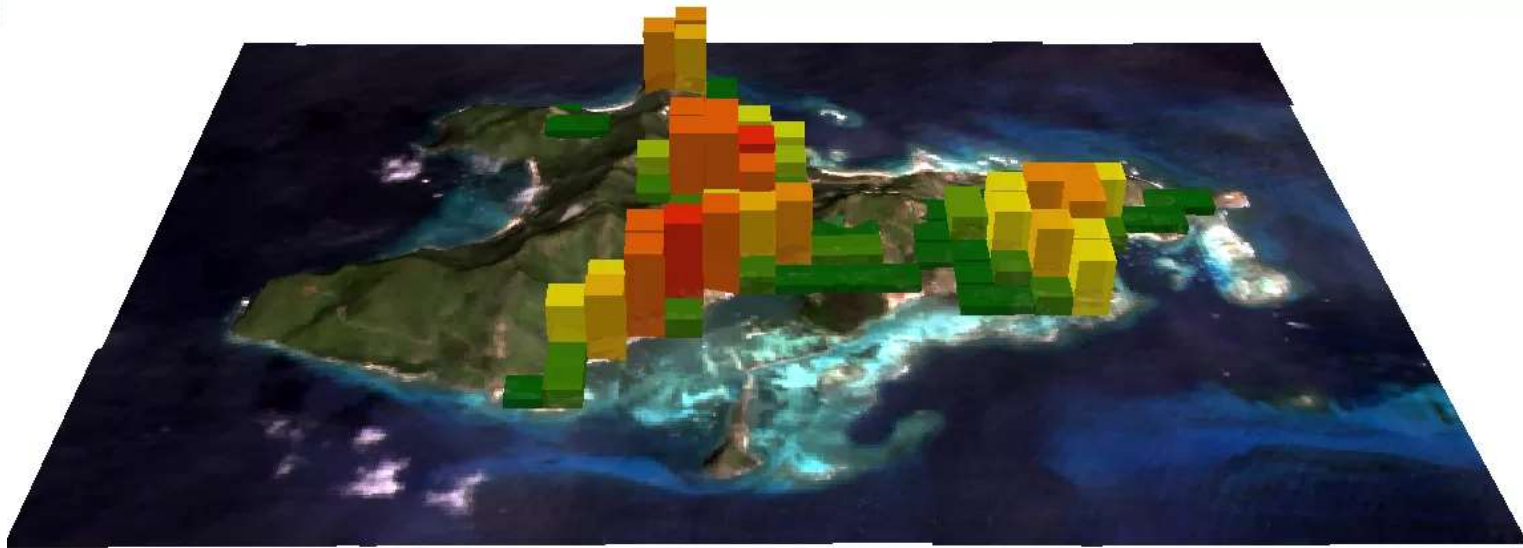
Úvod

- 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 (?)

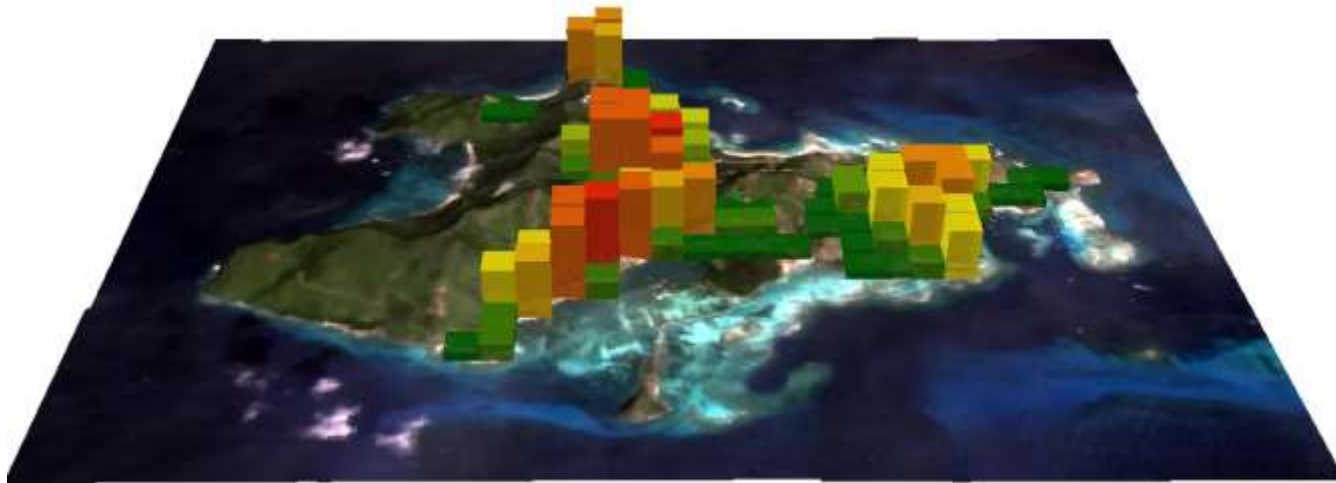
- **Optimalizujte rozmístění 5 požárních stanic.**



- **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).



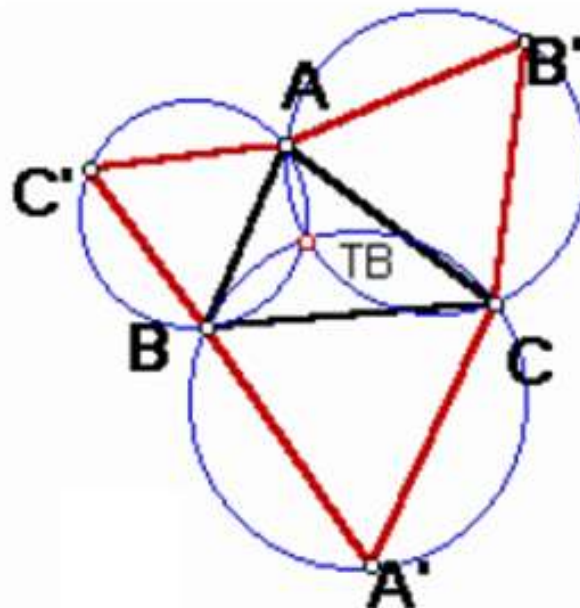
Teoretický základ

- **Alokace** = přiřazení spotřebitelů ke zdrojům, kdy vznikají tzv. obslužné (servisní) oblasti.
- **Lokace** = optimální umístění 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“.**



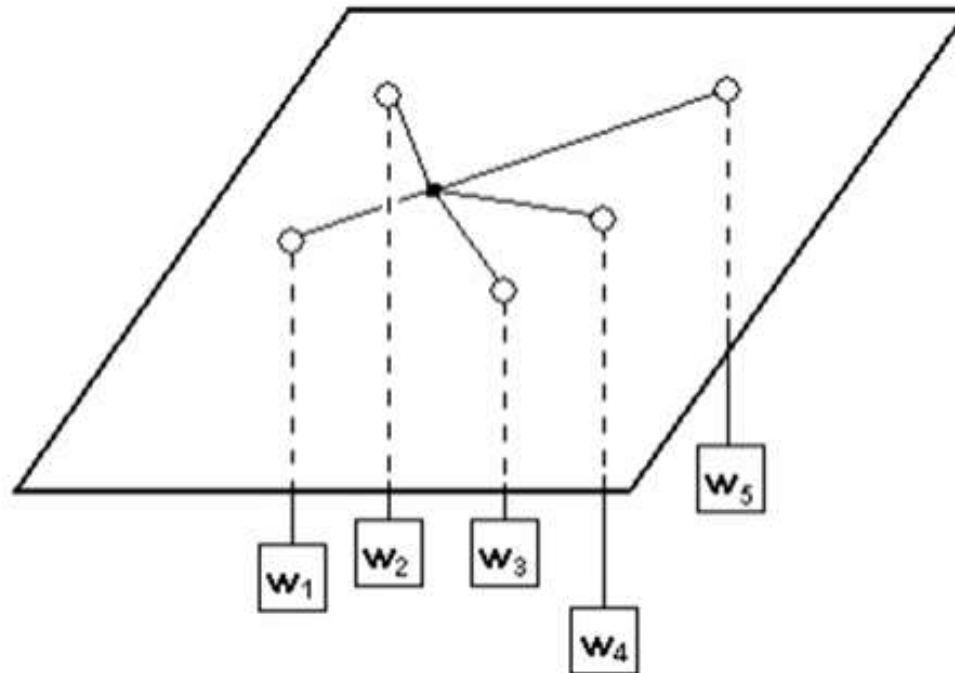
Metody řešení územního mediánu

- **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.

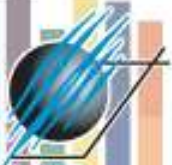




Data pro síťovou analýzu

- **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





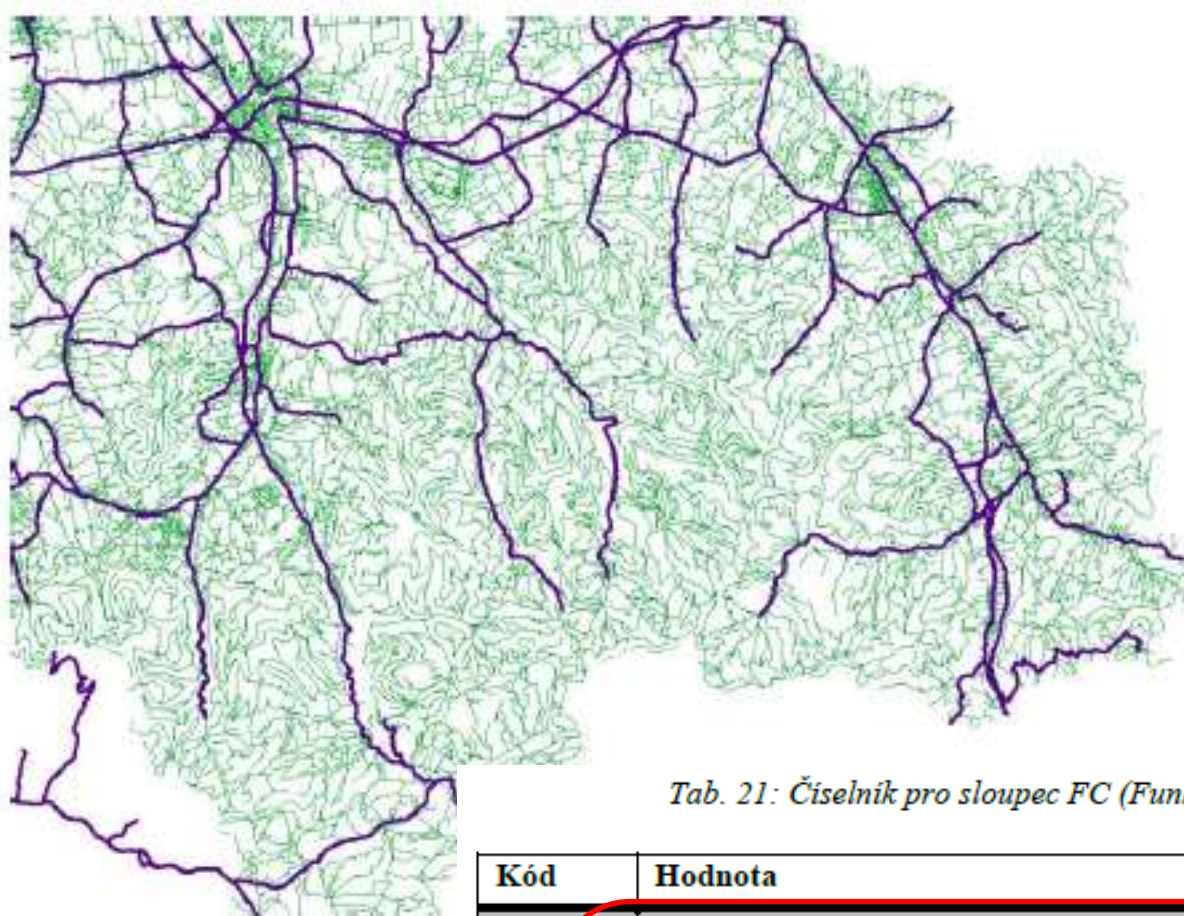
Streetnet

Horák a kol. 2015



ZABAGED

Street Net typy komunikací



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

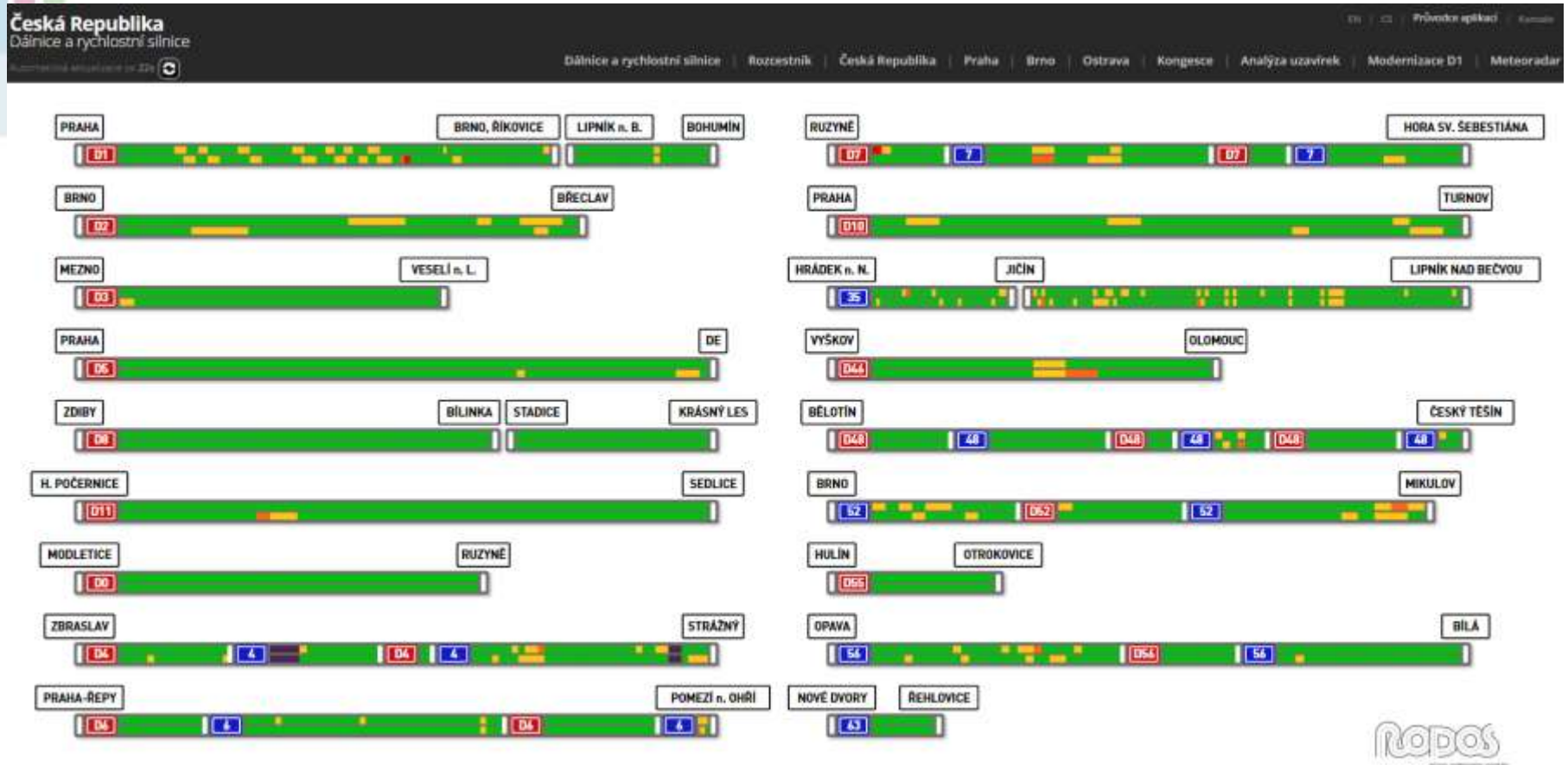
Kód	Hodnota
0	dálnice
1	hlavní silnice (zejm. mezinárodně významné silnice evropské tahy E)
2	ostatní významné silnice
3	silnice regionálního významu
4	spojovací silnice lokálního významu
5	významné spojnice v rámci sídel
6	ostatní významné komunikace v rámci sídel
7	místní komunikace
8	účelové komunikace (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.





Detailní pohled RODOS Brno (zdržení dopravy)

Brno
Náhled

Automatizovaná analýza 22. 26. 2017

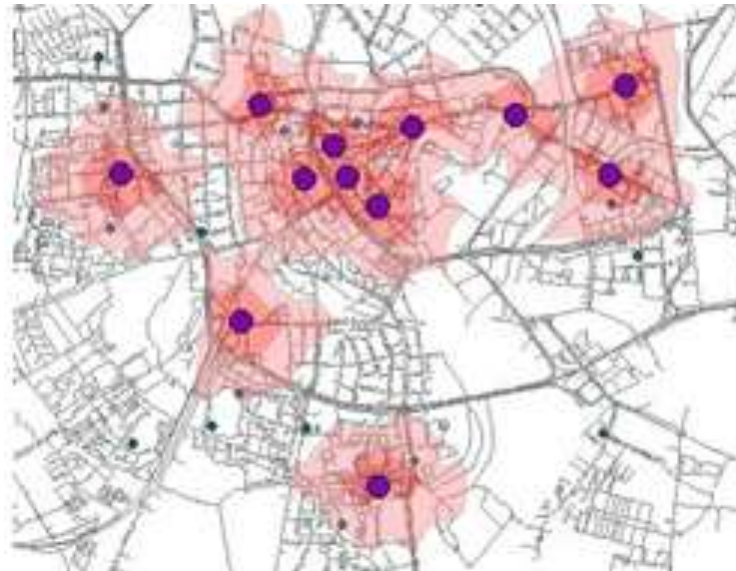
Dálnice a rychlostní silnice | Rozcestník | Česká Republika | Praha | Brno | Ostrava | Kongesce | Analýza uzavírek | Modernizace D1 | Meteorol...



6.4.2017 14:28

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 sítě (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*.

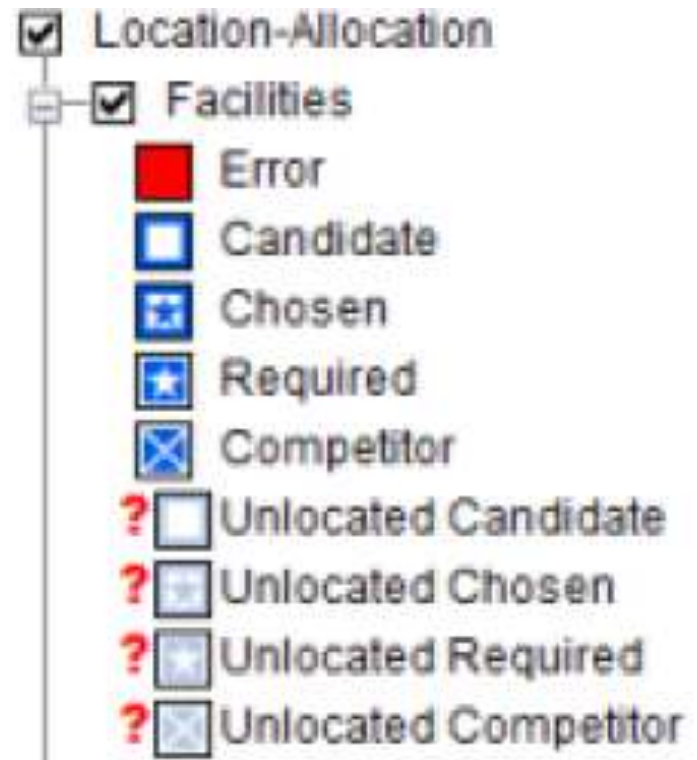
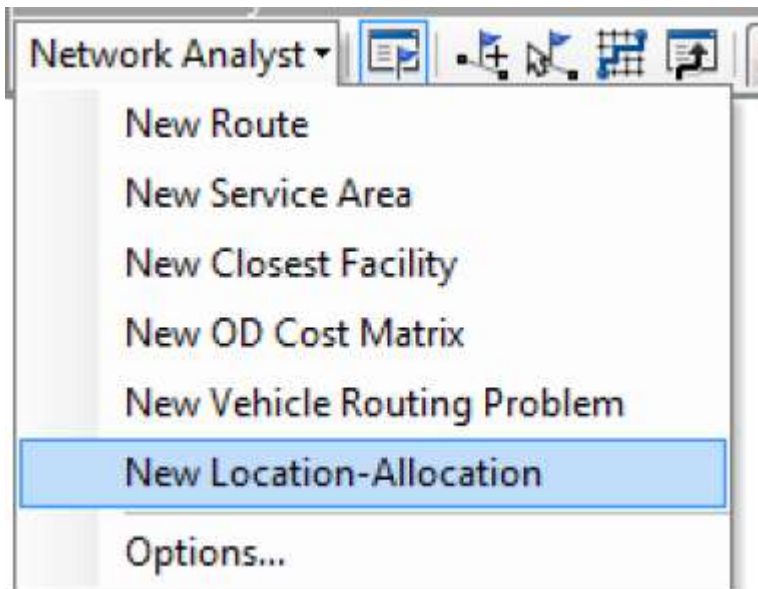




Location – allocation v ArcGIS - jak lze ovlivnit řešení lokačních a alokačních úloh?

Location – allocation vstupy:

- potenciální lokality zařízení Facility (*Candidate*), **stávající lokality zařízení (*Required*) a lokality konkurenčních zařízení (*Competitor*)**.
- Každé zařízení může mít váhu – důležitost či atraktivita (například velikost podlažní plochy).

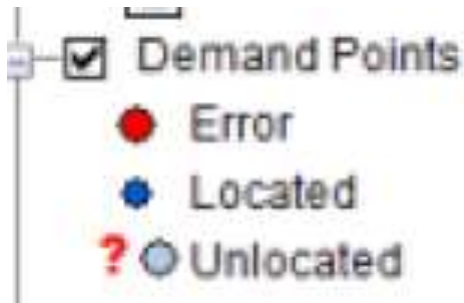




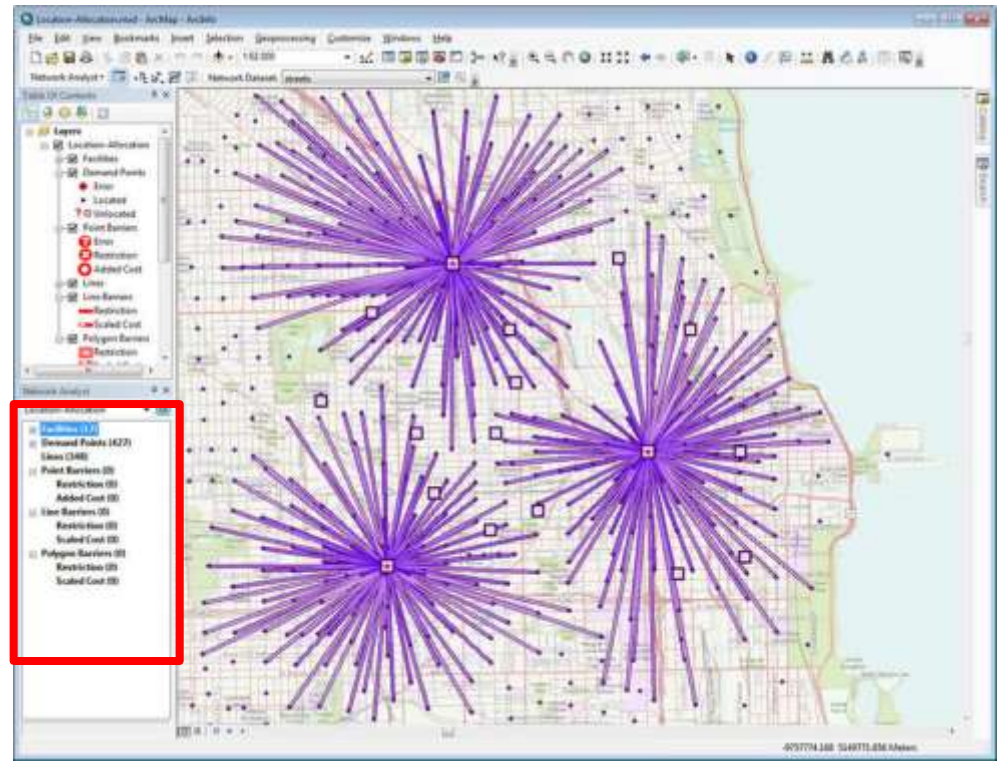
Location – alocation v ArcGIS - jak lze ovlivnit řešení lokačních a alokačních úloh?

Vstupy II:

- **poptávkové body (*Demand Points*)**, které představují potenciální zákazníci pro zařízení (nejčastěji adresní body s demografickými charakteristikami, které slouží jako váha analýzy, centroidy PSC se sumami obyvatel). Poptávkové body tak omezují výslednou analýzu pouze na oblasti, kde se poptávkové body nachází .



17 Facilities
427 Demand Points
3 required

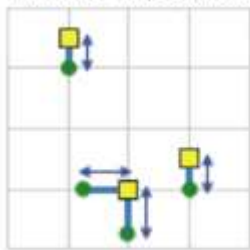


Typy analýz

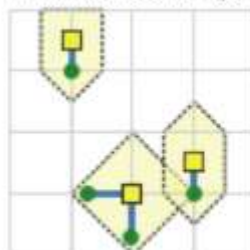
Nástroj *Location-Allocation* obsahuje celkem 6 typů analýz:

- **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)**

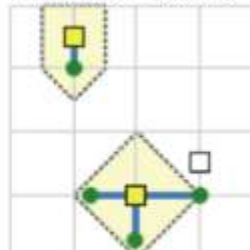
Minimize Impedance



Maximize Coverage



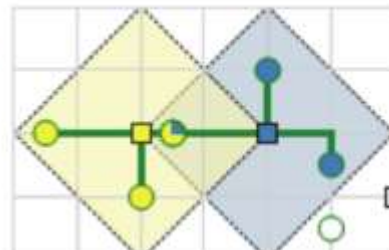
Minimize Facilities



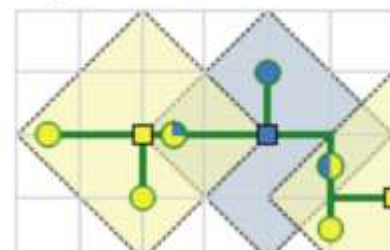
Maximize Attendance



Maximize Market Share



Target Market Share

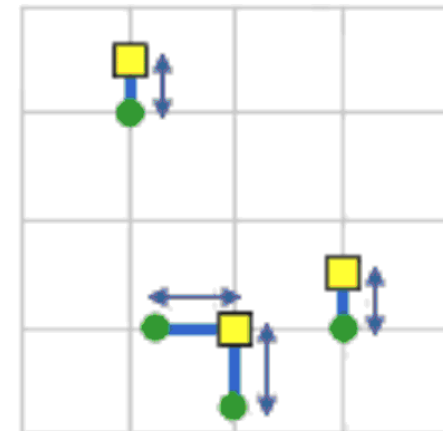




Minimalizace nákladů

- 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.

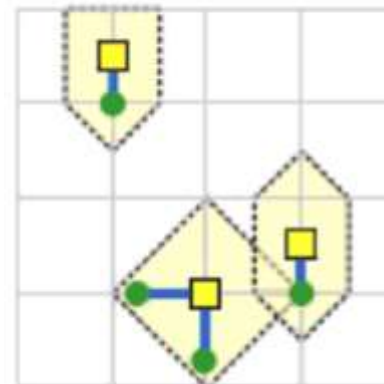
Minimize Impedance



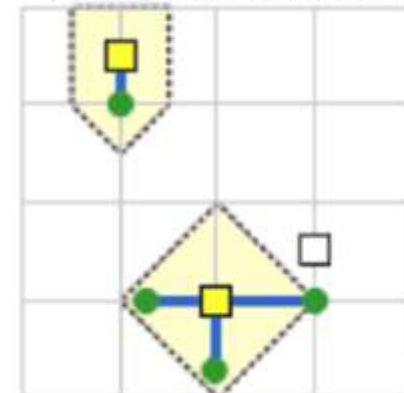
Maximální pokrytí a Minimalizace zařízení

- **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

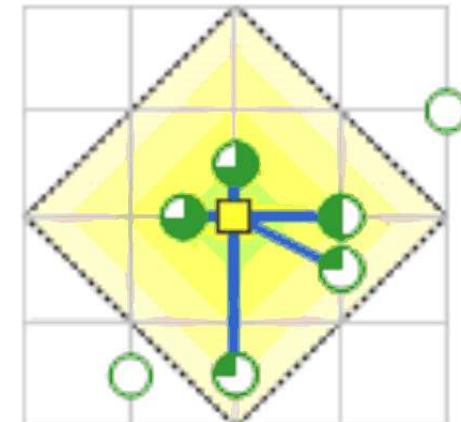




Maximalizace účasti

- 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

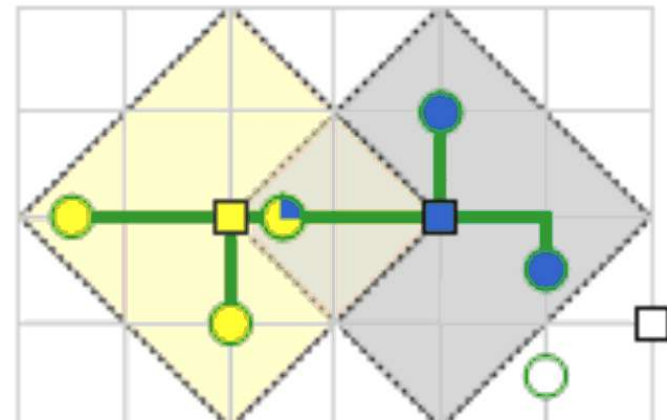




Maximalizace trhu

- 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

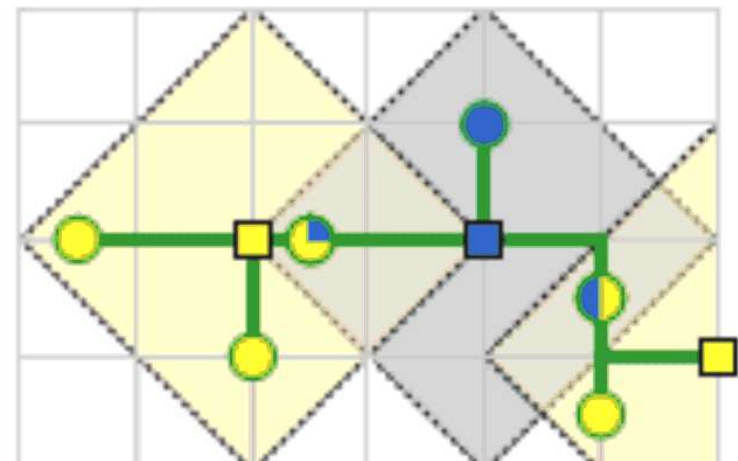




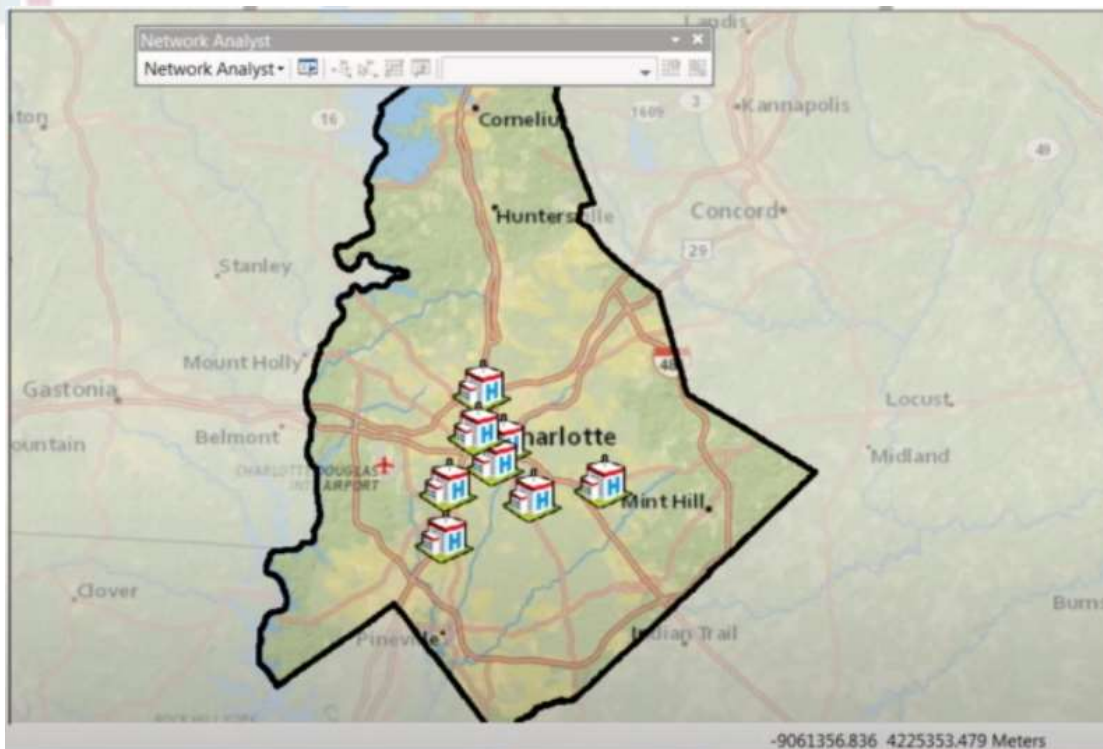
Cílené pokrytí trhu

- 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.

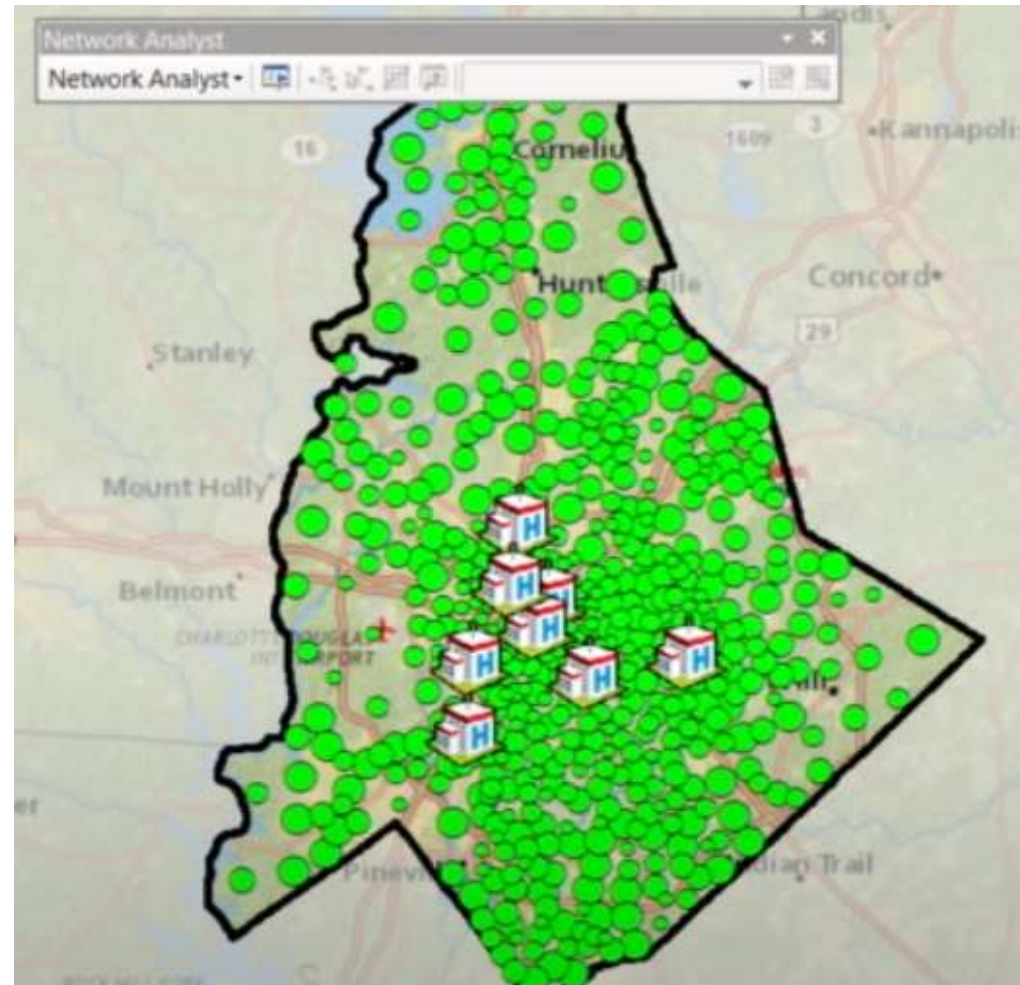
Target Market Share



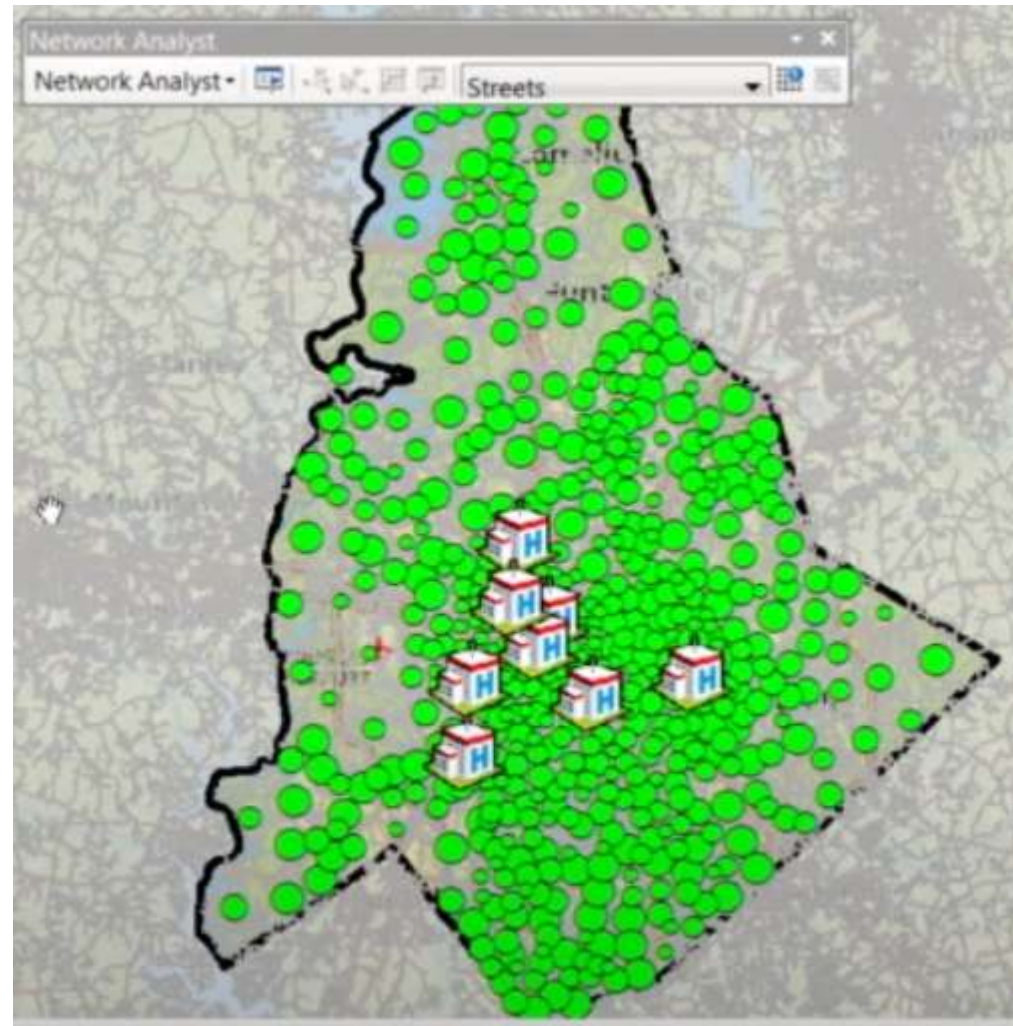
- **Jak umístit dodatečné polní/mobilní nemocnice pro očkování na chřipku (COVID), aby byly optimalizované s ohledem na přítomnost obyvatelstva??**
- **1) data o stávajících nemocnicích**



- **2) data o obyvatelstvu – kumulovaná na bloky budov**



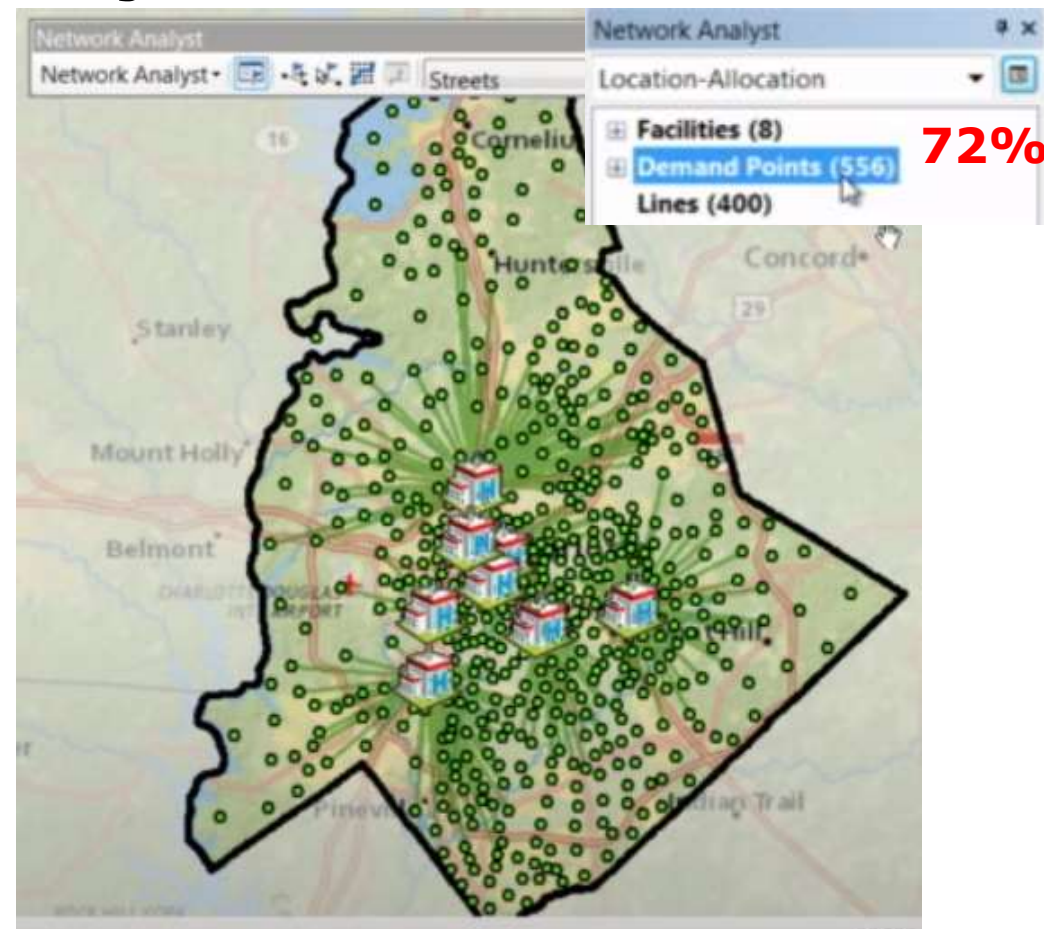
- **3) Korektní silniční/uliční síť (předpokládáme dojezdovou vzdálenost autem)**





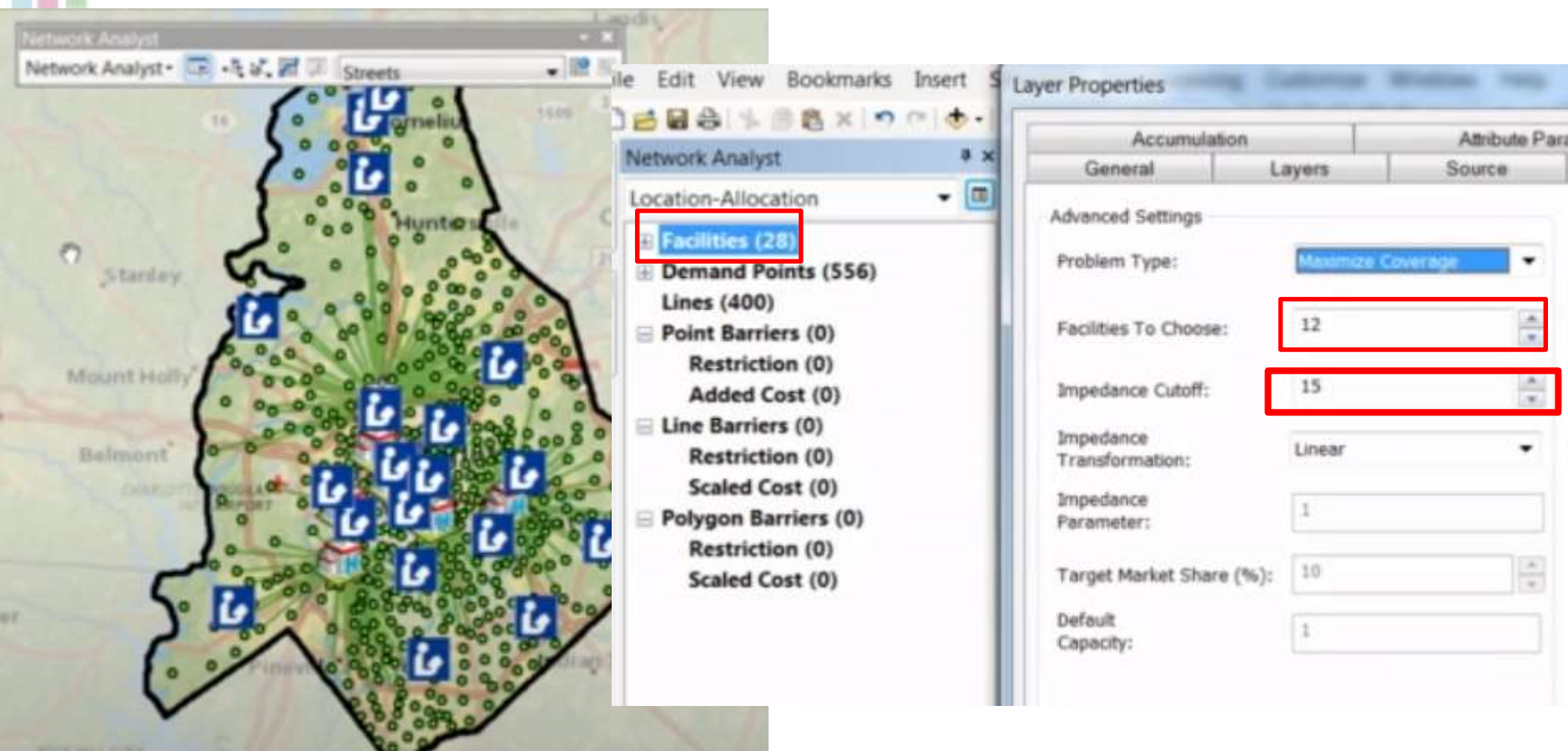
Příklad

- Inicializovat NA a Location-allocation analysis. Nahrát data a vybrat typ analýzy – maximální pokrytí, dojezdová vzdálenosti 15 min.



Příklad

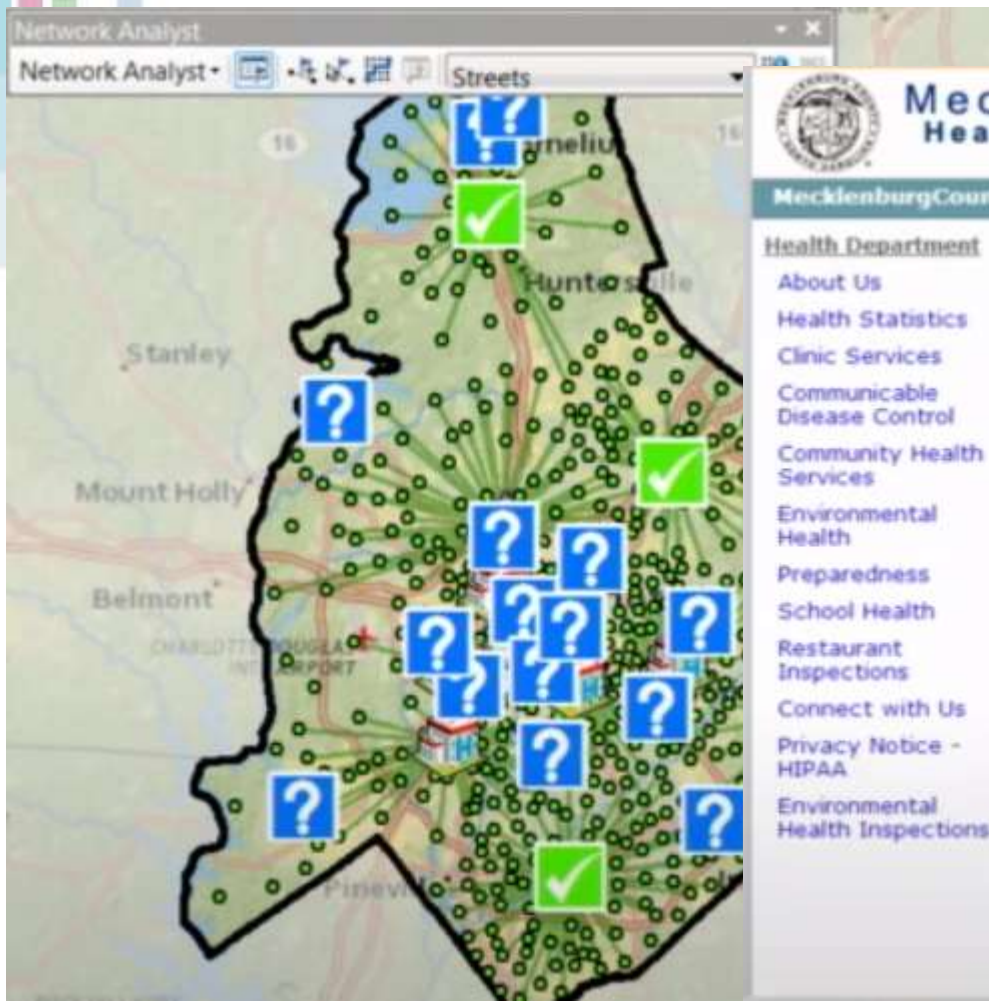
- Stále se jedná o kamenné nemocnice – pro zbytek máme k dispozici 4 polní nemocnice.
- Využití knihoven pro jejich umístění. Candidates – 8+4 (nové)



The screenshot displays the ArcGIS Network Analyst interface. On the left, a map shows a geographic area with various locations marked by blue hospital icons and green dots representing demand points. The 'Network Analyst' tool window is open, showing the 'Location-Allocation' task. The 'Facilities (28)' layer is highlighted in red. The 'Demand Points (556)' layer is also visible. The 'Layer Properties' window is open on the right, showing the 'Advanced Settings' tab. The 'Problem Type' is set to 'Maximize Coverage'. The 'Facilities To Choose' is set to 12, and the 'Impedance Cutoff' is set to 15, both highlighted in red. The 'Impedance Transformation' is set to 'Linear', and the 'Target Market Share (%)' is set to 10. The 'Default Capacity' is set to 1.

Příklad

- **Výsledek – 8 původních + 4 nové umístěné v knihovnách.**



Mecklenburg County, NC
Health Department

MecklenburgCountyNC.gov News How Do I ... Online Services

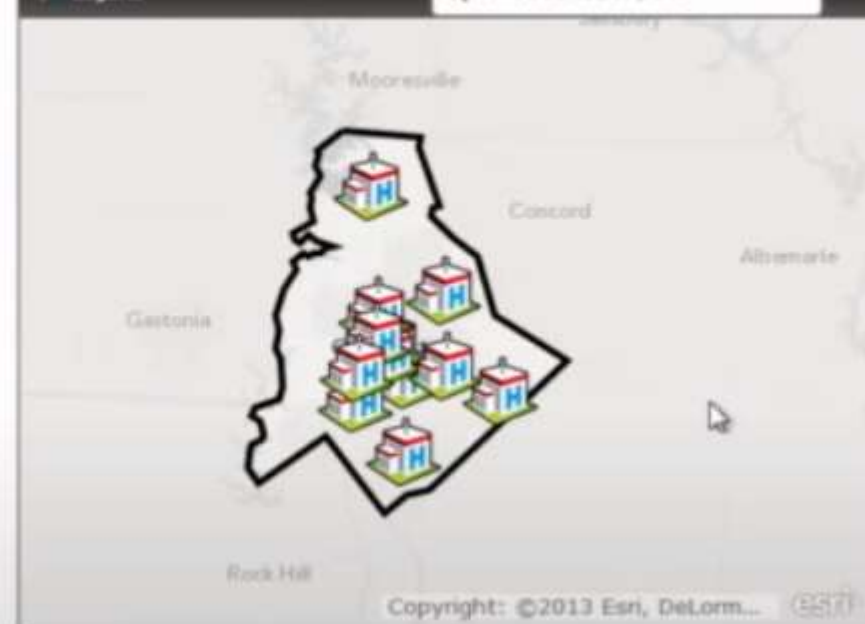
Health Department

About Us
Health Statistics
Clinic Services
Communicable Disease Control
Community Health Services
Environmental Health
Preparedness
School Health
Restaurant Inspections
Connect with Us
Privacy Notice - HIPAA
Environmental Health Inspections

Mecklenburg County > Health Department > Free and Low Cost Clinics

Legend

Find address or place



Cost Clinics in Mecklenburg County



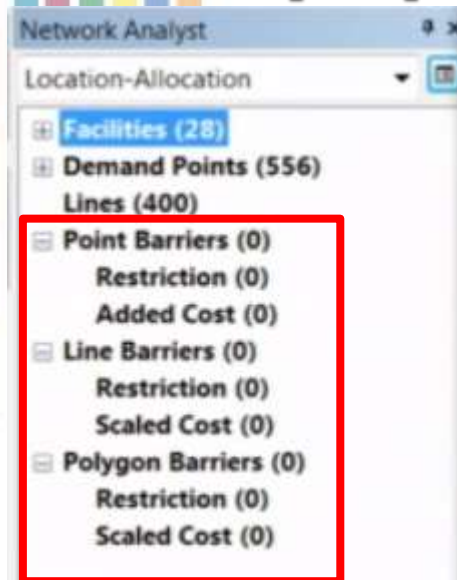
Převoz nebezpečného materiálu – případová studie (BP, Leitgeb 2015)

nimalizovat potenciální dopad na
telstvo v průběhu převozu
pečného materiálu (výbušné, hořlavé

lasifikace, policejní a vojenské
předpisy pro převoz materiálů.

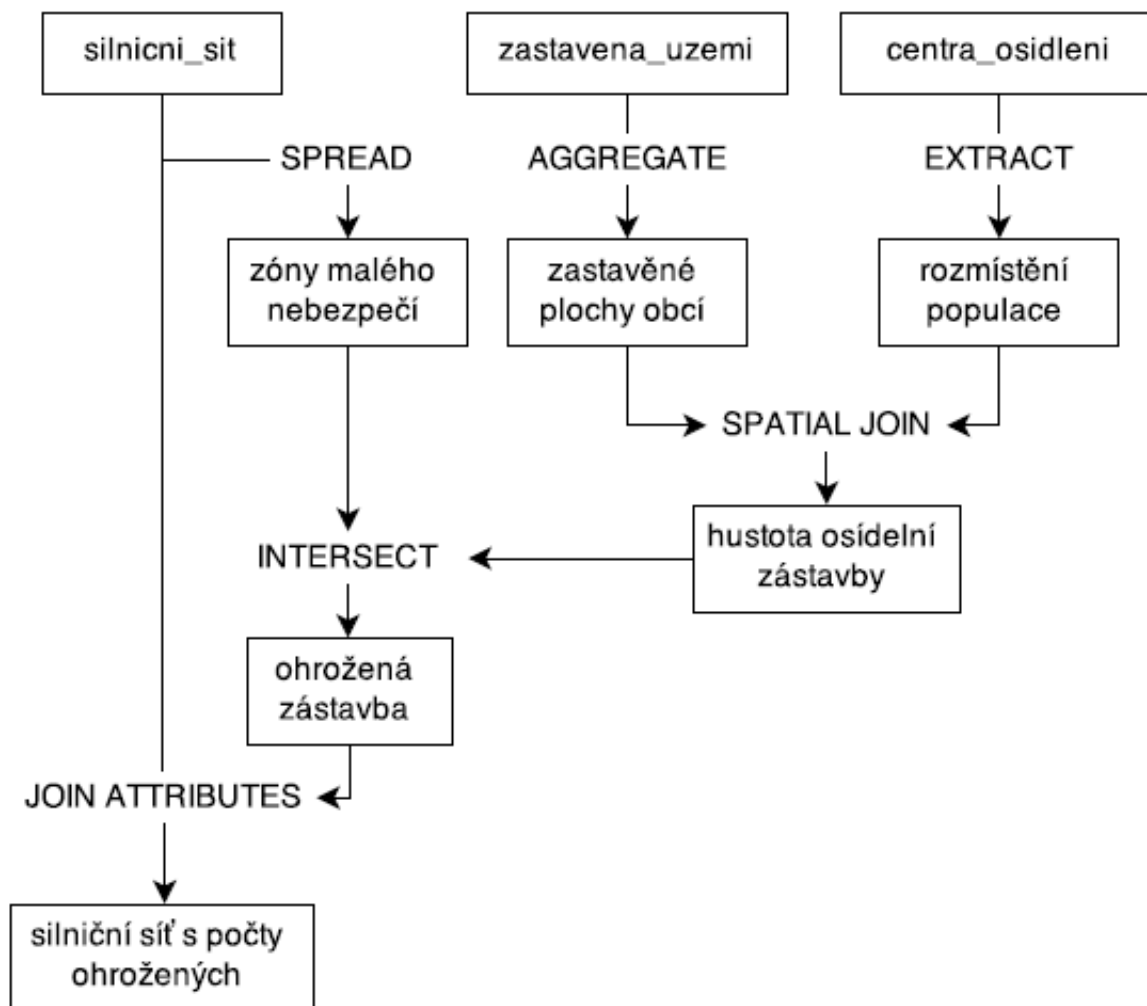
- **Alternativní kritéria :**

- Koncentrace obyvatelstva založena na uličních segmentech;
- Využití budov(POIs) s vysokou koncentrací obyvatel a citlivých objektů (bariéry).

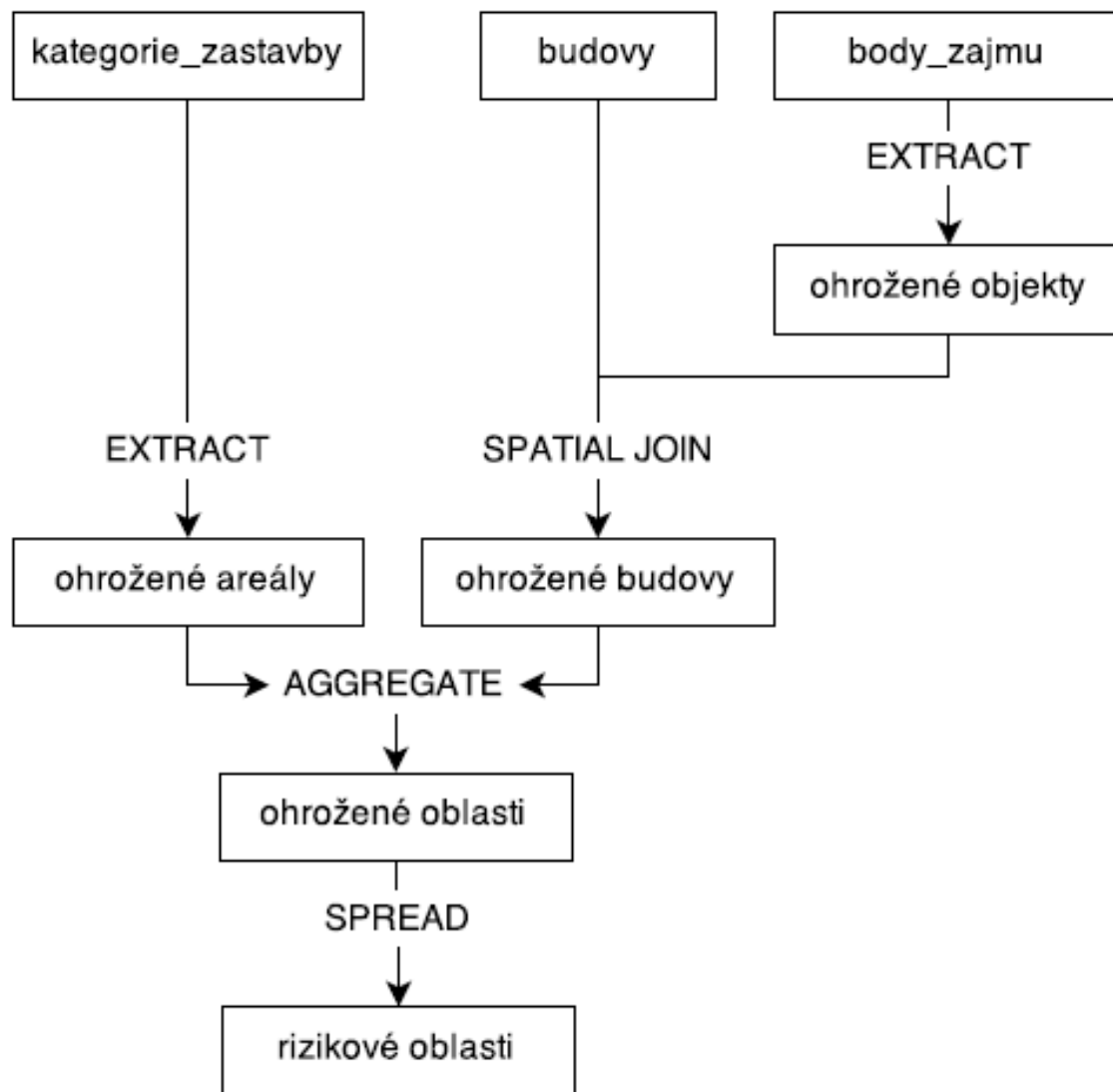




Kritérium 1 – uliční segmenty



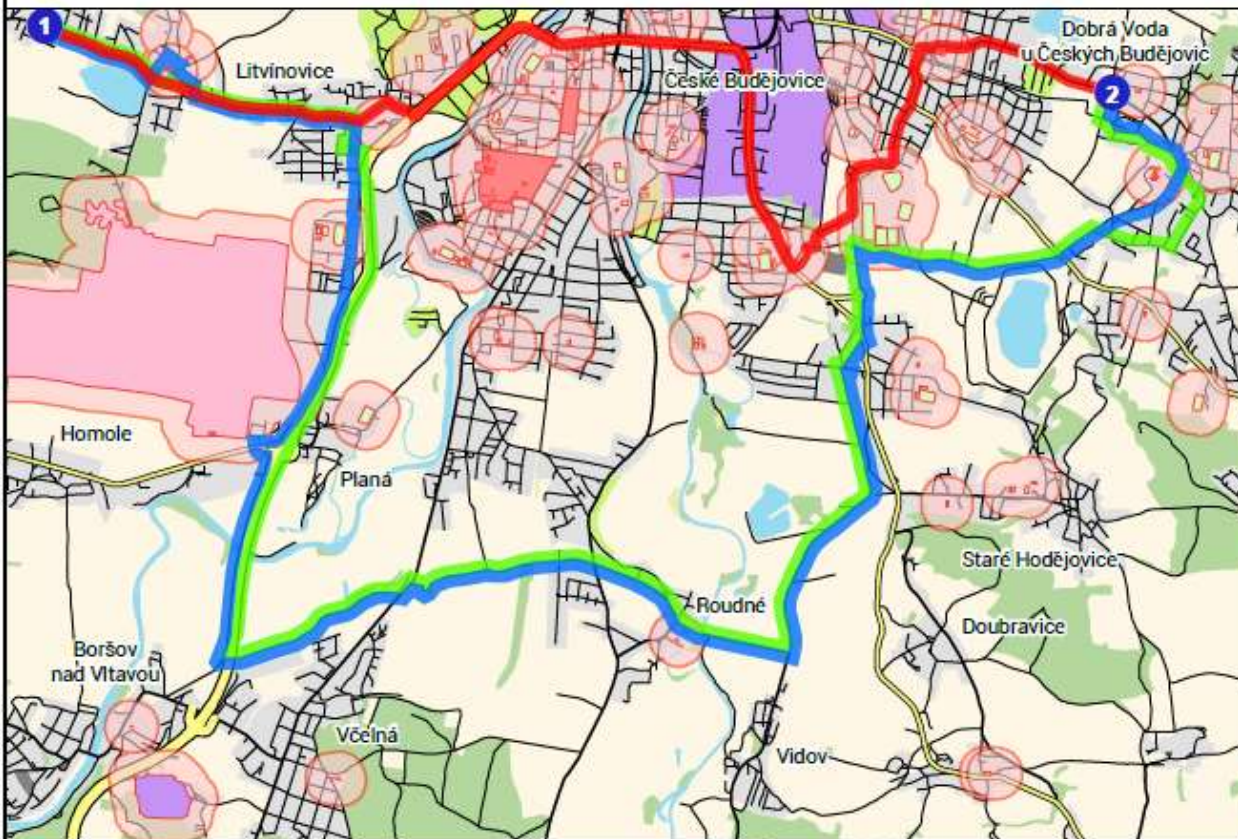
Kritérium 2 – citlivé objekty a PoI



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

	Ohrožené a neohrožené letiště
	Ohrožená a neohrožená průmyslová zóna
	Ohrožená a neohrožená nemocnice
	Ohrožené a neohrožené 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



Literatura pro další přednášku (12. 11.)

- Wang (2014): Location – allocation methods and examples.
- ***Nikola Koktavá, Monika Kölblová,***
- Kanaroglou a kol.(2005): Establishing an air pollution monitoring network for intraurban population exposure assessment: A location-allocation approach.
- ***Michal Kolesa, Marek Kovář, Vojtěch Kubík,***



Dotazy Wang (2014)

- **Metody:**

- Jaké lokálně alokační problémy jsou prezentovány v teoretickém úvodu a čím se liší??
- Jakým metodám odpovídajíc v ArcGIS?
- Jaká mají omezení?



Dotazy Wang (2014) II

- **Case study:**

- Jaké je základní zadání případové studie?
- Jaká data vstupují do případové studie?
- Jaký typ lokační-alokační úlohy je ve studii řešen?
- Jsou v dodaných datech nutné nějaké úpravy?
- Je ve výpočtu omezena vzdálenost? Proč? Jak?
- Jaké jednotky byly zvoleny pro výpočet nákladu?
- ***Population Weighted centorid??***



Dotazy Kanaroglou a kol.(2005)

- 1. Jaká je motivace studie?**
- 2. Jaká jsou cíle studie?**
- 3. Čím se liší použitá metoda od předchozích studií?**
- 4. Jaké faktory vstupují do výpočtu?**
- 5. Kolik monitorovacích stanic bylo umístěno?**
- 6. Byly měřeny skutečné zplodiny (znečištění) z dopravy?**
- 7. Jak byl získán prvotní povrch znečištění (pollution surface)?**
- 8. Jaká kritéria (2) byla uplatněna?**
- 9. Byla užita skutečná data znečištění?**



Dotazy Kanaroglou a kol.(2005)

- **Čím byla ovlivněna konečná L-A analýza?**
- **Jaká metoda byla vybrána pro analýzu?**
- **Jaká vzdálenost od zdroje znečištění byla vybrána jako hraniční?**
- **Jak se lišily vypočtené alternativy?**
- **Co potvrdilo reálné nasazení senzorů?**
- **Jaké jsou podle vás slabé stránky použitého modelu?**