

# Z8818 Aplikovaná geoinformatika – Cvičení 7 a 8

---

TOMÁŠ PAVELKA

JARO 2022



# Cvičení č. 2 – Síťové analýzy

---

- Viz Zadani\_protokol\_2
- Požadavky na výstup:
  - Povinné mapové výstupy – bod 6, 8, 10, 11, 12
  - Ostatní volitelně

- Rychlosti pro úseky silnic:

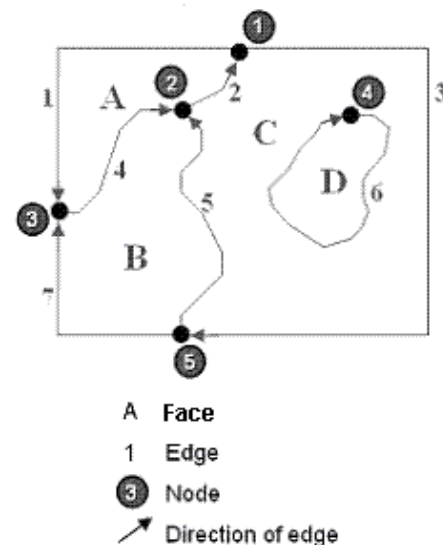
RTT	Km/hod
14	90
15	80
16	110
984	70

- Odevzdání do 14 dní (24. 4.)

# Síťové analýzy

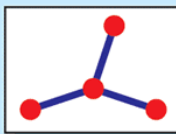
- Založeno na teorii grafu (hrany, uzly, atributy)
  - Analýzy nad vektorovými daty
  - Více v prezentacích z přednášek
- Síťová data
  - Body, linie, plochy X uzly, hrany, síťové prvky a jejich vlastnosti
  - Silnice, železnice, vodní toky, produktovody, doprava, energetické sítě apod.
- Topologicky korektní model
  - Dodržení konektivity
  - Topologické chyby (dále)

## Topological Elements and Relationships



## Types of Topology

Line features can share endpoints



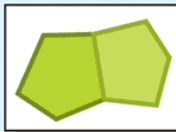
*arc-node topology*

Area features can overlap with other area features



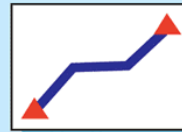
*region topology*

Area features can share boundaries



*polygon topology*

Line features can share endpoint vertices with point features



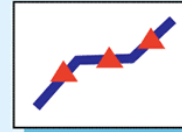
*node topology*

Line features can share segments with other line features



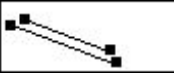

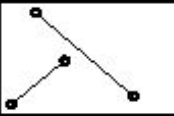
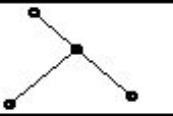
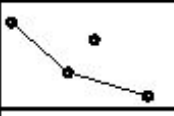
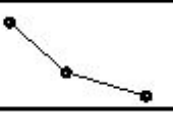
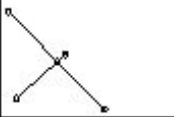
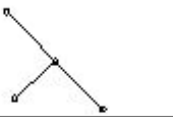
*route topology*

Point features can share vertices with line features



*point events*

# Časté topologické chyby

Před čištěním	Po čištění	Popis problému	Akce čištění
		Duplicitní objekty	Smazat duplicity
		Nedotahy	Prodloužit nedotažené
		Objekty nulové délky	Nulová délka objektů
		Volné uzly nebo přetahy	Vymazat volné objekty

DOBEŠOVÁ, Z. (2005) Sbíрка příkladů Autodesk Map 3D, <http://www.geoinformatics.upol.cz/app/autodesk/>

# Síťové analýzy v ArcGIS

Tutorial: <https://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/pdf/network-analyst-tutorial.pdf>

## Network Analyst Toolbar



## Network Analyst Tools

## Data Management Tools/Geometric Network

- Geometric Network
  - Add Edge-Edge Connectivity Rule To Geometric Network
  - Add Edge-Junction Connectivity Rule To Geometric Network
  - Create Geometric Network
  - Find Disconnected Features in Geometric Network
  - Rebuild Geometric Network
  - Remove Connectivity Rule From Geometric Network
  - Remove Empty Feature Class From Geometric Network
  - Set Flow Direction
  - Trace Geometric Network
  - Verify And Repair Geometric Network Connectivity

- Network Analyst Tools
  - Analysis
    - Add Field to Analysis Layer
    - Add Locations
    - Calculate Locations
    - Copy Traversed Source Features
    - Directions
    - Make Closest Facility Layer
    - Make Location-Allocation Layer
    - Make OD Cost Matrix Layer
    - Make Route Layer
    - Make Service Area Layer
    - Make Vehicle Routing Problem Layer
    - Solve
    - Update Analysis Layer Attribute Param
  - Network Dataset
    - Build Network
    - Dissolve Network
  - Server
    - Find Closest Facilities
    - Find Routes
    - Generate Service Areas
    - Solve Location-Allocation
    - Solve Vehicle Routing Problem
    - Update Traffic Data
    - Update Traffic Incidents
  - Turn Feature Class
    - Create Turn Feature Class
    - Increase Maximum Edges
    - Populate Alternate ID Fields
    - Turn Table To Turn Feature Class
    - Update by Alternate ID Fields
    - Update by Geometr

# Tvorba síťového modelu

Tvorba Network Dataset z liniových dat – .shp v katalogu, Feature Class v geodatabázi

Prvky síťového modelu – uzly, hrany, atributy (pravidla)

Atributy:

- Usage
  - *Cost* – náklad (časová délka, vzdálenost...)
  - *Descriptors* – vlastnost hrany (počet jízdnic pruhů, rychlostní limit,...)
  - *Restrictions* – omezení směru (jednosměrka)
  - *Hierarchy* – priority hrany (třída silnice)

- Units
- Data Type

Add New Attribute

Name: Length

Usage Type: Cost

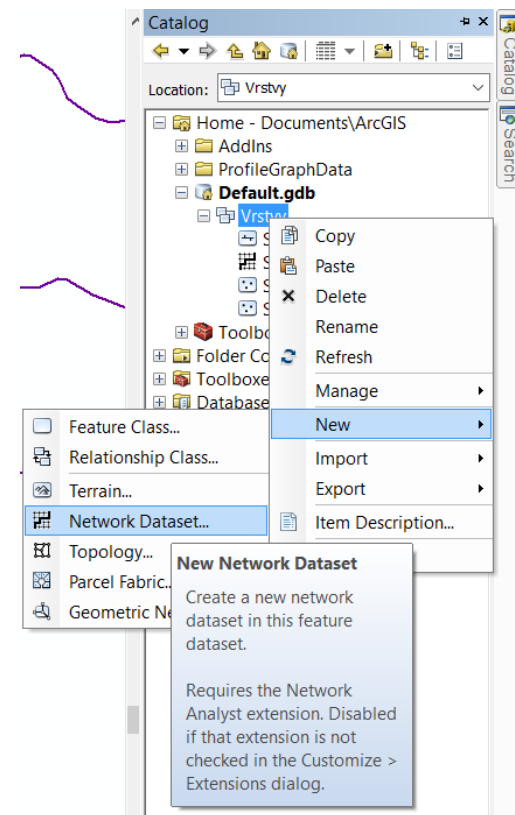
Units: Meters

Data Type: Double

Restriction Usage: Prohibited

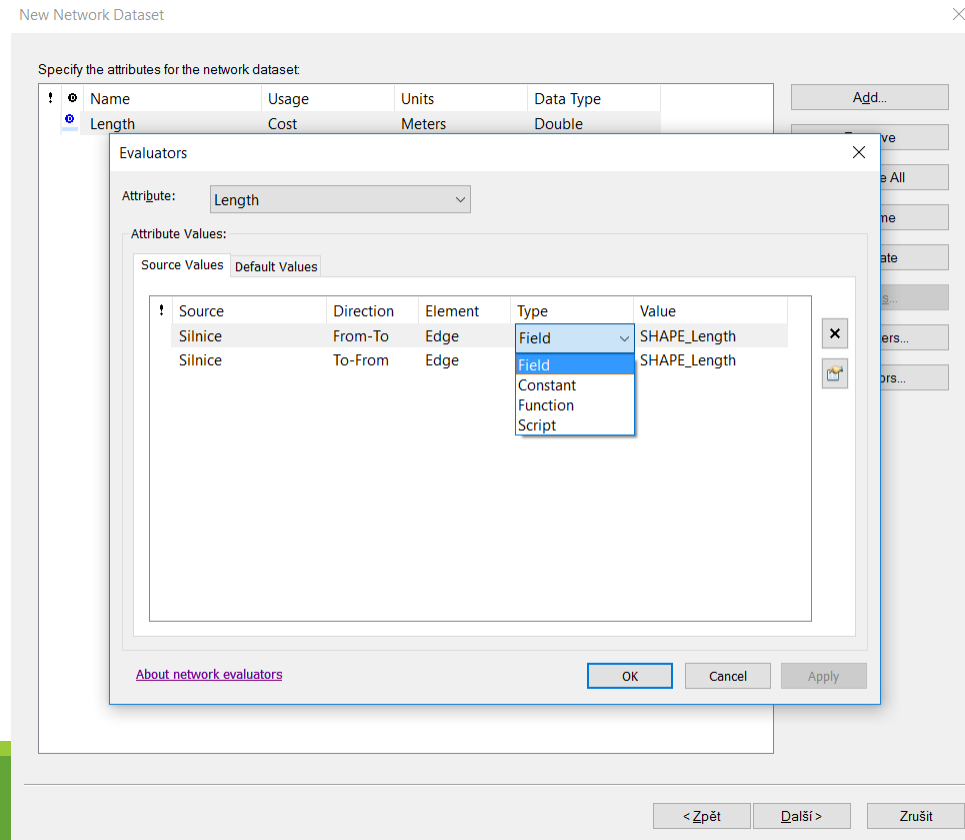
Use by Default

OK Cancel



# Tvorba síťového modelu

- Parametry (Evaluators)
  - Source – zdroj dat
  - Direction – nastavení směru
  - Element – typ prvku síť. modelu
  - Type – způsob vkládání atributu
    - Field
    - Constant
    - Function
    - Script
  - Value – vlastní hodnoty nákladů



# Zahrnutí rychlosti do síťových analýz

- Rychlost = náhrada(doplňk, povinný atribut) za(ke) vzdálenost(i) při tvorbě analýz
- Slouží k výpočtu časové zátěže pro dané úseky
- Vychází se z limitů (doporučených/průměrných...) rychlostí na jednotlivých třídách komunikací

Tab. 2 Číselník průměrných rychlostí používaných na jednotlivých typech segmentů sítě silničních komunikací u původního a zpřesněného modelu sítě silničních komunikací (Převzato od PEŇÁZ, T. 2005, str. 4)

Způsob využití komunikace	Původní postup (2003)	Zpřesněný (aktuální) postup (2004)
	Průměrná dopravní rychlost [km.hod <sup>-1</sup> ]	Průměrná dopravní rychlost [km.hod <sup>-1</sup> ]
dálniční typ	85	85
silnice 1. kategorie	75	75
silnice 2. kategorie	55	55
hlavní průjezd	40	40
ulice	35	35
úcelová komunikace (vč. silnic 3. kategorie)	zahrnuto do „ostatní“	40
zpevněná cesta	zahrnuto do „ostatní“	20
přemostění železnic	zahrnuto do „ostatní“	30
ostatní	30	20



# Zahrnutí rychlosti do síťových analýz

- Třídy komunikací – Katalog Data 200 (ČÚZK)

- „14, 15, 16, 984“

- Výpočet atributu:

- Založení nového sloupce
- Výpočet časové zátěže podle kategorie a doporučené rychlosti na komunikaci

- Připojení připravené tabulky

Katastr nemovitostí RÚIAN ZABAGED® - polohopis ZABAGED® - výškopis Ortofoto **Mapy** Bodová pole Geonames LMS Archiválie

Nyní jste zde: [Datové sady](#) / [Mapy](#) / [Data200](#) / [Data200 - všechny vrstvy](#)

## Topografická databáze České republiky (Data200) - všechny vrstvy

**Informace o produktu**

- [informace o produktu](#)
- [detailní metadata](#)
- [prohlížet data](#)
- [koupit](#)

→ [Data200 - vrstva Doprava](#)

Kód	Popis	Typ	Možnosti	Podrobnosti
	ASCII formátu)		Text N_P N_A	Konkrétní jméno Nevyplněno * Pro konkrétní <a href="#">feature</a> nemá údaj význam
NAMA2	Jméno v druhém národním jazyce (v ASCII formátu)	Char	UNK Text N_P N_A	Neví se * Konkrétní jméno * Nevyplněno * Pro konkrétní <a href="#">feature</a> nemá údaj význam
NLN1	Kód 1. národního jazyka pro NAMN1 dle ISO 639-2/B	Char	CZE N_A	Konkrétní kód národního jazyka Pro konkrétní <a href="#">feature</a> nemá údaj význam
NLN2	Kód 2. národního jazyka pro NAMN2 dle ISO 639-2/B	Char	Text N_A	Konkrétní kód národního jazyka * Pro konkrétní <a href="#">feature</a> nemá údaj význam
RST	Typ povrchu silnice	Integer Coded	0 1 2 997	Neví se * Zpevněný povrch (všechny silnice) Nezpevněný povrch (u neudržovaných cest) Nevyplněno *
RSU	Sezónní využití	Integer Coded	0 1 2 997	Neví se * Celoroční využití Sezónní využití Nevyplněno *
RTE	Mezinárodní označení silnice	Char	UNK Text N_A	Neví se * Konkrétní označení Pro konkrétní <a href="#">feature</a> nemá údaj význam
RTN	Národní označení silnice	Char	UNK Text N_A	Neví se * Konkrétní označení Pro konkrétní <a href="#">feature</a> nemá údaj význam
RTT	Kategorie silnice pro ERM	Integer Coded	0 14 15 16 984	Neví se * Silnice I. tř. Silnice II. tř. Dálnice a rychlostní silnice Silnice III. tř., nevedované silnice, ulice
TEN	Evropská síť silnic (dle dokumentu GTS <sup>1</sup> )	Integer Coded	0 1 2	Neví se * Součást sítě TEN Není součástí sítě TEN
TOL	Kategorie zpoplatnění	Integer Coded	0 1 2 3 997	Neví se * Silnice bez poplatků Poplatky formou elektronického mýtného * Poplatky formou dálniční známky Nevyplněno

# Rychlost v datech OSM





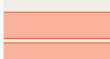


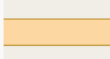


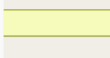


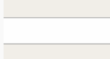

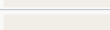
<https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Key:highway#Roads>

[https://wiki.openstreetmap.org/wiki/OSM\\_tags\\_for\\_routing/Maxspeed](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/OSM_tags_for_routing/Maxspeed)

g/wiki/Key:highway#Roads

Roads

These are the principal tags for the road network. They range from the most to least important.

highway	motorway		A restricted access major divided highway, normally with 2 or more running lanes plus emergency hard shoulder. Equivalent to the Freeway, Autobahn, etc.		
highway	trunk		The most important roads in a country's system that aren't motorways. (Need not necessarily be a divided highway.)		
highway	primary		The next most important roads in a country's system. (Often link larger towns.)		
highway	secondary		The next most important roads in a country's system. (Often link towns.)		
highway	tertiary		The next most important roads in a country's system. (Often link smaller towns and villages)		
			The least most important through roads in a country's system – i.e. minor		

iki/OSM\_tags\_for\_routing/Maxspeed

Country	Motorway		Trunk		Primary		Secondary		Tertiary		Unclassified		Residential		Living street
	link	outside place=	inside place=	outside place=	inside place=	outside place=	inside place=	outside place=	inside place=	outside place=	inside place=	outside place=	inside place=		
Armenia	110	90	90	60	90	60	90	60	90	60	90	60	90	60	20
Austria	130	130	100 (*7)		100 (*7)		100 (*7)		100 (*7)		100 (*7)		50 (*7)		5.4 (*8)
Azerbaijan	110	80	80	50	80	50	80	50	80	50	70	50	50	50	20
Belgium	120		Flanders	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	20
rest of country			90	50	90	50	90	50	90	50	90	50	90	50	
Brazil	110		80	80	80	60	60	60	60	40	60	40	60	40	30
Bulgaria	140		120	50	90	50	90	50	90	50	90	50	90	50	20
Czech Republic	130		90	50	90	50	90	50	90	50	90	50	90	50	20
Denmark	130		80	80	80	50	80	50	80	50	80	50	80	50	15
Estonia	90	90	90	50	90	50	90	50	90	50	90	50	90	50	20
Finland	120	80	100	60	80	50	80	50	60	50	80	50	80	50	20
France	130		110	110	90	50	90	50	90	50	90	50	90	50	20
Germany	130 (*1)	80	130 (*1)	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	4 (*2)
Greece	130		110	110	90	50	90	50	90	50	90	50	90	50	20
Hungary	130		110	110	90	50	90	50	90	50	90	50	90	50	20
India	180	120 (*12)	80	50	80	50	80	50	80	50	80	50	80	50	20
Iran	120	90	110	70	100	50	100	50	100	50	100	50	80	50	20
Ireland	120	120	100	100 (*3)	100	100 (*3)	80	80 (*3)	80	80 (*3)	80	80 (*3)	50	50 (*3)	N/A
the Isle of Man, UK	UL (*6)	UL (*6)	UL (*6)	50	UL (*6)	50	UL (*6)	50	UL (*6)	50	UL (*6)	50	UL (*6)	30	20
Israel	110	90	100	100	80	50	80	50	80	50	80	50	80	50	15
Côte d'Ivoire	120	110	110	110	90	60 (*14)	90	60 (*14)	90	60 (*14)	90	60 (*14)	90	60 (*14)	N/A

# Nastavení časové zátěže v ArcGIS

New Network Dataset

Specify the attributes for the network dataset

Name	Usage	Units	Data Type
Length	Cost	Meters	Double

Add New Attribute

Travel Mode: Časová zátěž

Use By Default:  Default Travel Mode: Časová zátěž

Settings

Description:

Type: Automobile

Impedance: Time (Minutes)

Time Attribute: Time (Minutes)

Distance Attribute: Length (Meters)

U-Turns at Junctions: Not Allowed

Simplification Tolerance:  0

Use Hierarchy:

Restrictions

Parameter Values...

Specify the attributes for the network dataset

Name	Usage	Units	Data Type
Length	Cost	Meters	Double
Time	Cost	Minutes	Double

Evaluators

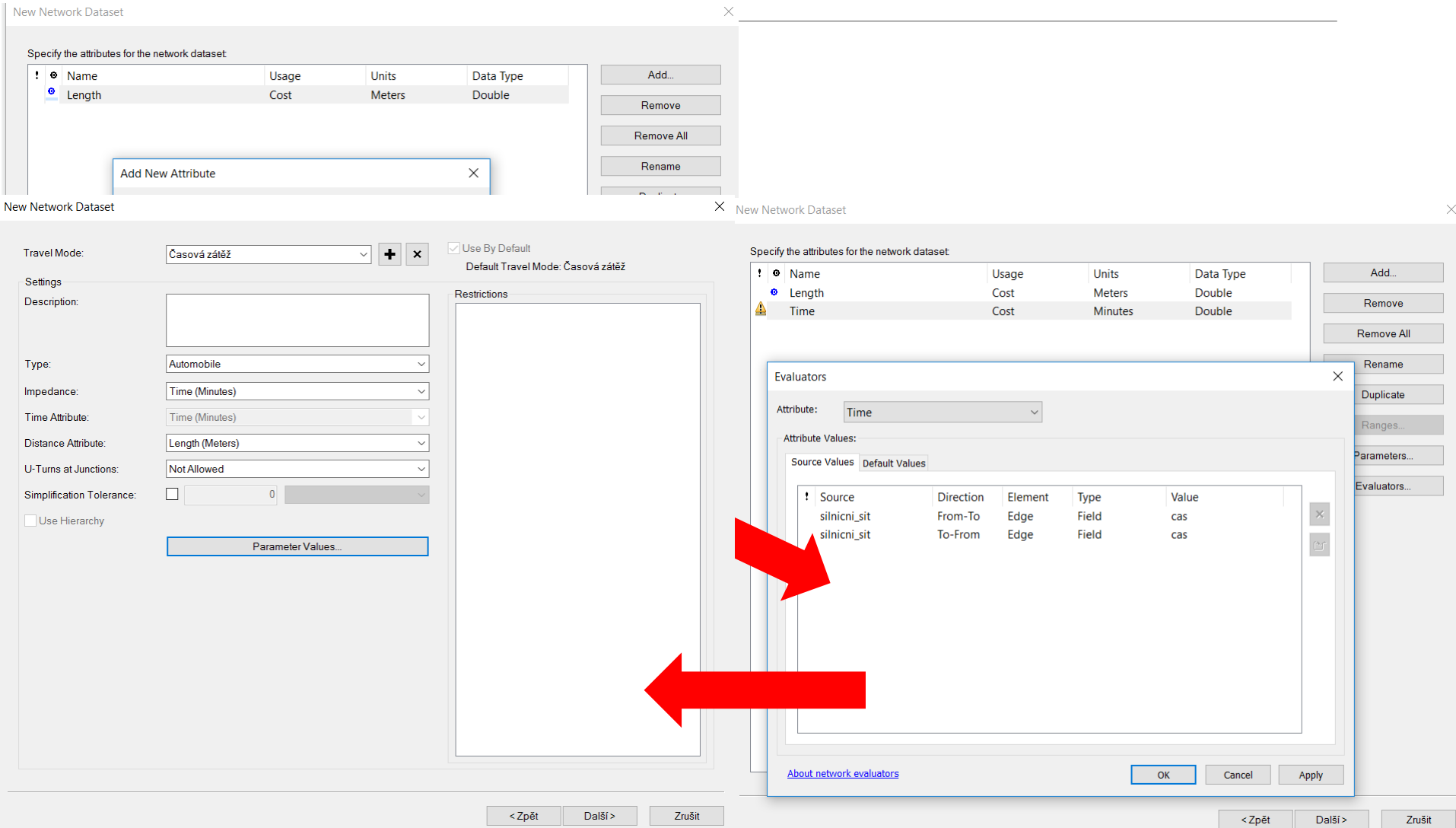
Attribute: Time

Attribute Values:

Source	Direction	Element	Type	Value
silnicni_sit	From-To	Edge	Field	cas
silnicni_sit	To-From	Edge	Field	cas

OK Cancel Apply

< Zpět Další > Zrušit



# Úlohy v GIS

*Analýza trasy – nejkratší, nejrychlejší, neoptimálnější*

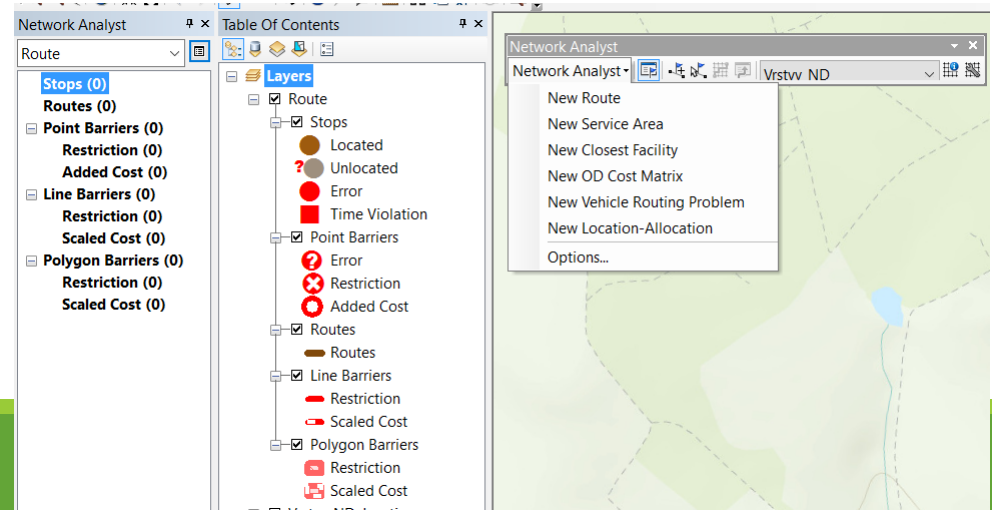
*Analýza oblasti služeb – „spádovost“*

*Analýza nejbližšího zařízení – počet zařízení, směr*

*Analýza OD cenové matice – výpočet tras pro větší počet cílů*

*Analýza lokace-alokace – nejefektivnější umístění bodů v grafu*

*Analýza rozvozního problému – minimalizování celkových nákladů pro obsluhu všech míst*



Solve

Create / Move  
Network Location

Network Analyst | Network Dataset: streets\_nd

Closest Facility


- Facilities (40)
- Incidents (0)
- Routes (0)
- Barriers (0)

- místo
- cíl služby
- cesta
- bariéra

Directions (Route)

Route: Rokycany - Klatovy 59 km 44 min

- 1: Start at Rokycany [Map](#)
- 2: Go north toward 605 < 0,1 km < 1 min [Map](#)
- 3: Turn left on 605 0,6 km < 1 min [Map](#)
- 4: Turn right 1,6 km 2 min [Hide](#)




- 5: Turn left on D5 5,3 km 3 min [Map](#)
- 6: Turn right on 26 9,4 km 7 min [Map](#)
- 7: Turn right at 20 to stay on 26 1 km < 1 min [Map](#)
- 8: Turn left on 27 31,1 km 23 min [Map](#)
- 9: Turn left at 184 to stay on 27 10,1 km 8 min [Map](#)
- 10: Turn left on 186 < 0,1 km < 1 min [Map](#)
- 11: Finish at Klatovy, on the right [Map](#)

Total time: 44 min  
Total distance: 59 km

Options... | Print Preview... | Save As... | Print | Close

Directions





# Analýza trasy

## Umístění počátečního, koncového a průjezdného bodu

The screenshot illustrates the ArcMap interface for route analysis. The main map shows a network of roads with a highlighted route in cyan. Several orange circular markers represent stops. The interface includes a Table of Contents, Layers panel, and ArcToolbox. Two 'Properties - Routes' dialog boxes are open, showing attributes like ObjectID, Name, FirstStopID, LastStopID, StopCount, and Total\_Length for selected route segments.

**Properties - Routes (Left)**

Attribute	Value
ObjectID	1
Name	Graphic Pick 1 - Gra
FirstStopID	1
LastStopID	2
StopCount	2
Total_Length	24726,894136

**Properties - Routes (Right)**

Attribute	Value
ObjectID	2
Name	Graphic Pick 1 - Graphic Pick 4
FirstStopID	1
LastStopID	4
StopCount	4
Total_Length	78922,014002

# Analýza nejbližšího zařízení

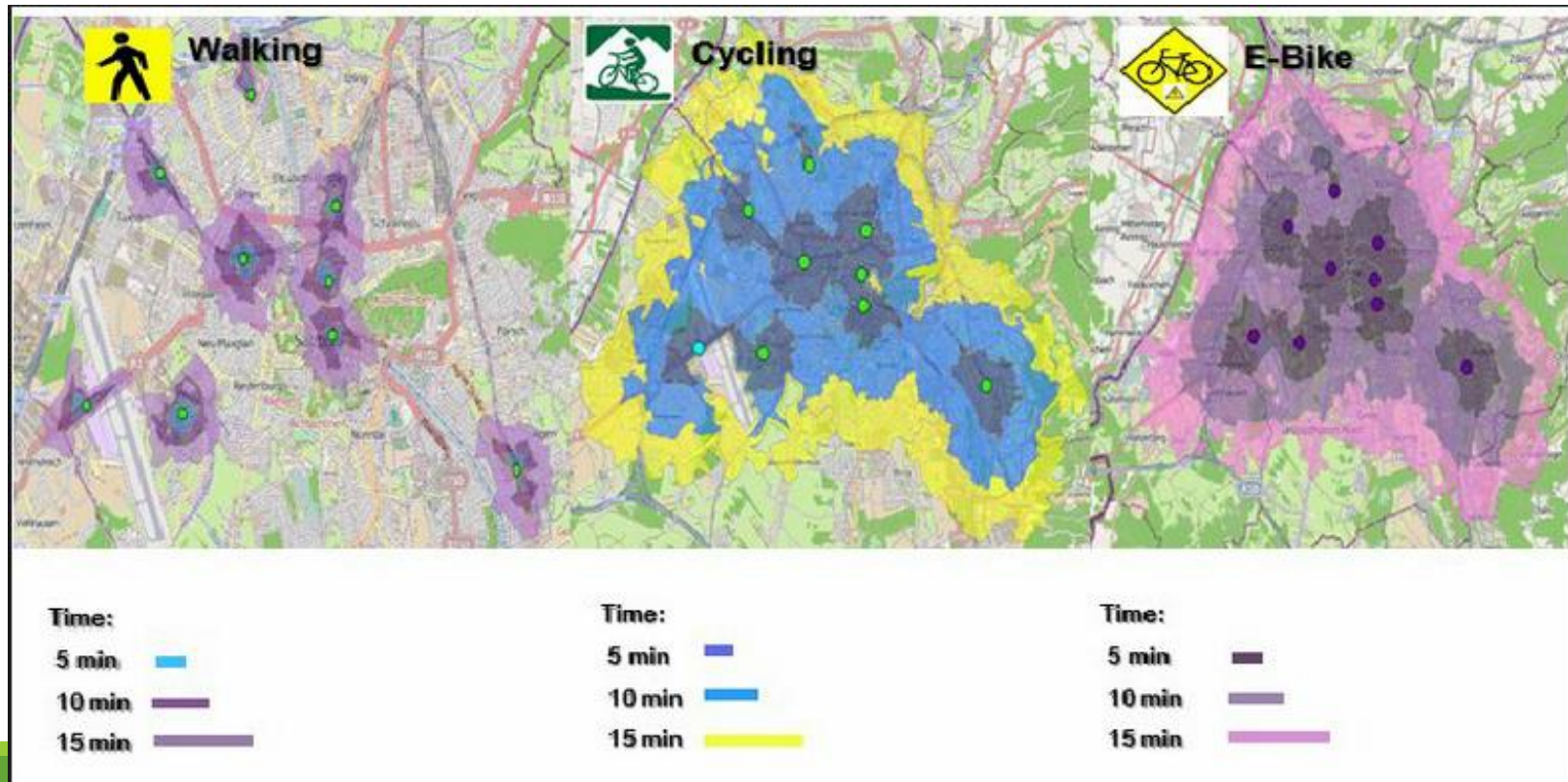
Načtení dat spaloven, obcí a bariér do příslušných částí procesu výpočtu

The screenshot displays the ArcGIS Network Analyst interface. On the left, the 'Table of Contents' and 'Layers' panels are visible. The 'Table of Contents' lists various layers including 'Facilities (13)', 'Incidents (166)', 'Routes (157)', 'Point Barriers (0)', 'Line Barriers (0)', 'Polygon Barriers (33)', 'prirodni\_parky', 'Service Area 2', 'Service Area', 'silnice\_ND\_Junctions', 'silnice\_FC', 'silnice\_ND', 'obce\_spalovny', 'obce\_skladky', and 'Basemap'. The 'Layers' panel shows the 'Closest Facility' tool and its associated layers: 'Facilities' (Error, Located, Unlocated), 'Incidents' (Error, Located, Unlocated), 'Point Barriers' (Error, Restriction, Added Cost), 'Routes' (Routes), 'Line Barriers' (Restriction, Scaled Cost), and 'Polygon Barriers' (Restriction, Scaled Cost). The main map area shows a network of blue lines representing routes, with various facility markers (red squares, brown circles, and red circles) scattered across the map. A context menu is open over the 'Load Locations...' option, showing a list of actions: Cut, Copy, Paste, Delete, Delete All, Selection, Open Attribute Table, Export Data..., Zoom To Layer, Find Address..., Load Locations..., Recall, and Properties. The 'Load Locations...' option is highlighted, and a tooltip is visible, stating: 'Load records, features, graphics, or other network analysis objects into the active network analysis class.'



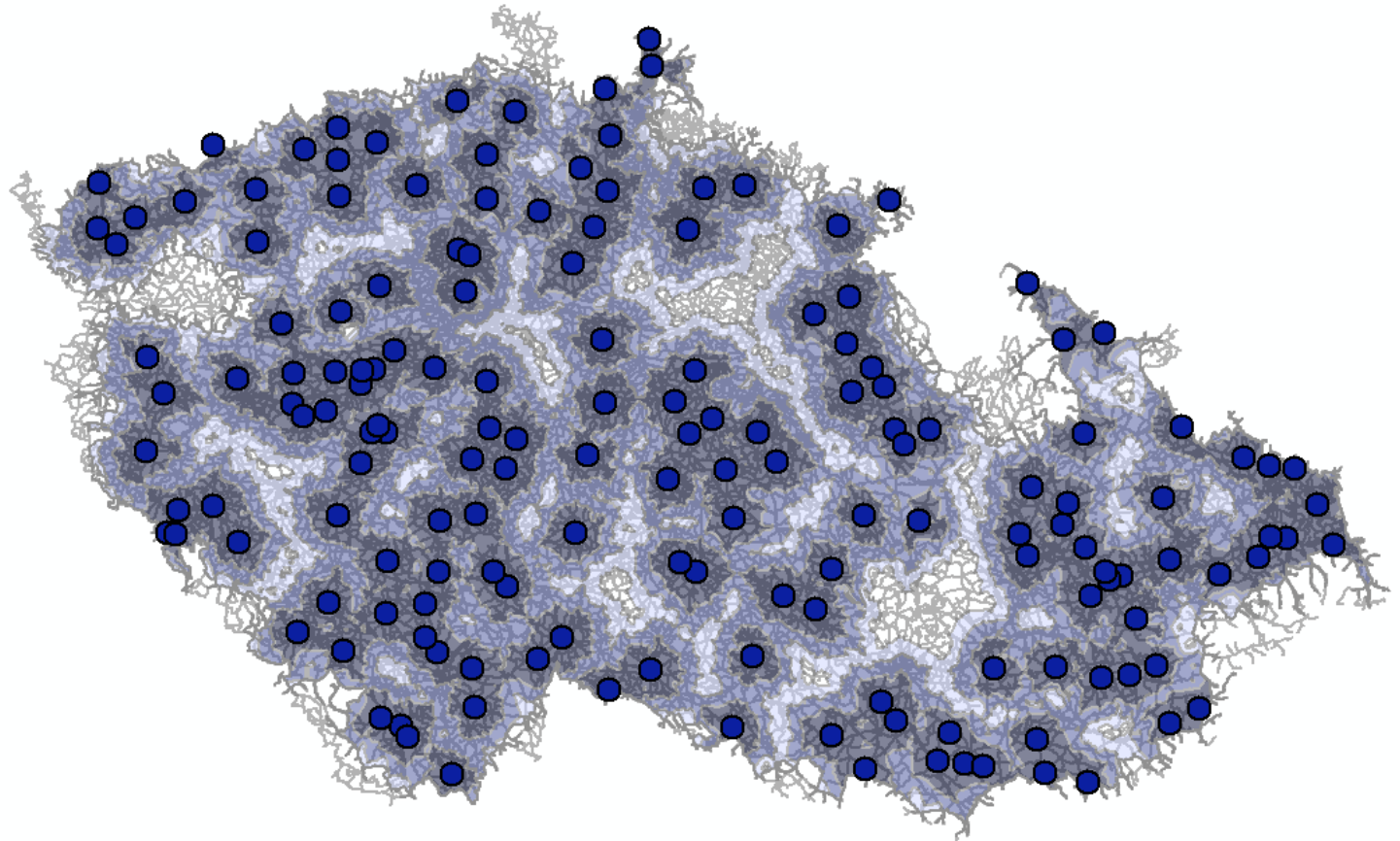
# Analýza oblasti služeb – „spádovost“

- Vymezí oblast dostupnosti služeb v okolí libovolného místa v síti
- Impedance (např. 5-ti minutová vzdálenost od/k uvedeného/mu bodu)





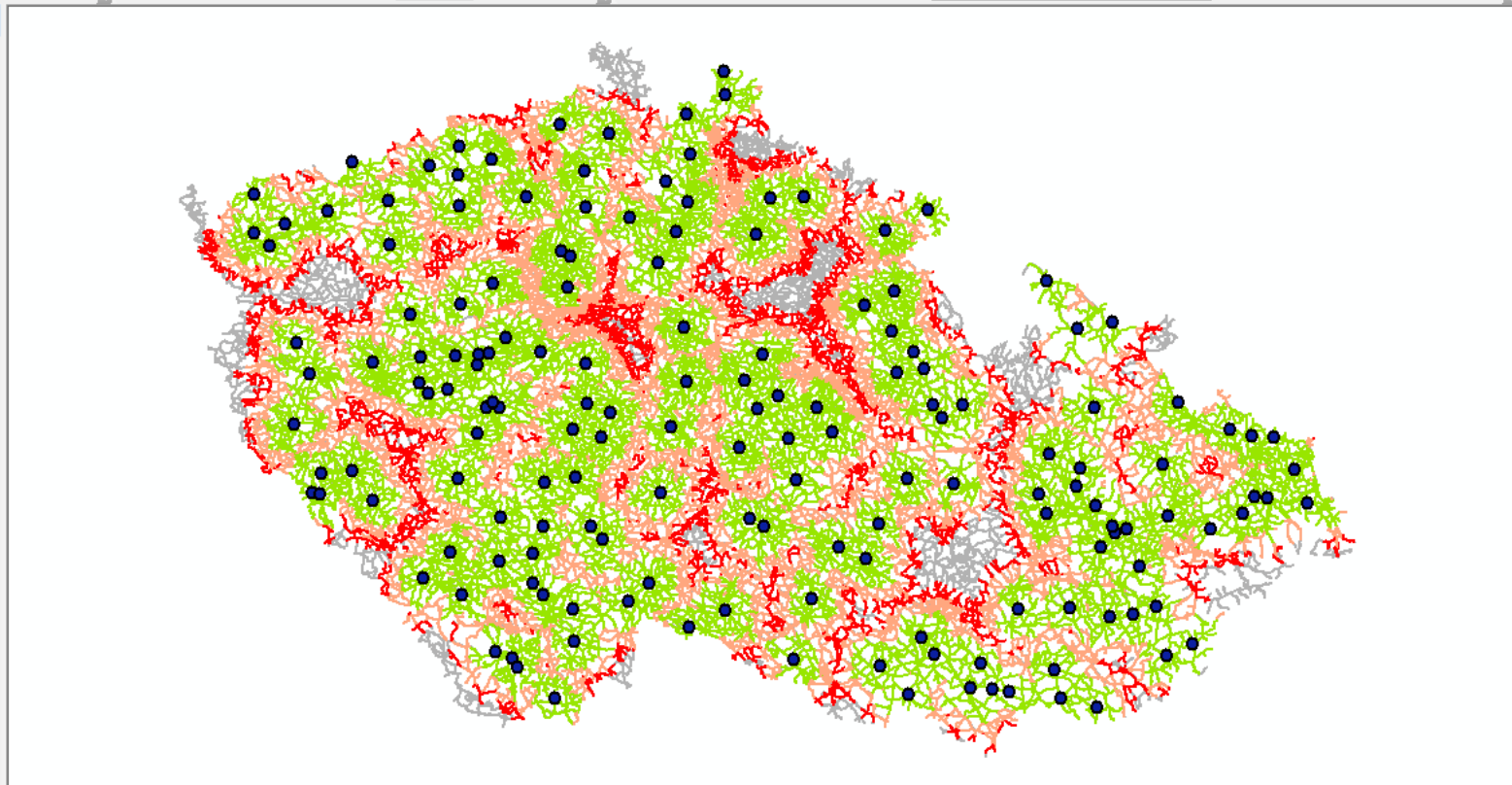
- Facilities (166)
- Polygons (3)
  - 15 - 20
  - 10 - 15
  - 0 - 10
- Lines (0)
- Point Barriers (0)
  - Restriction (0)
  - Added Cost (0)
- Line Barriers (0)
  - Restriction (0)
  - Scaled Cost (0)
- Polygon Barriers (0)
  - Restriction (0)
  - Scaled Cost (0)



Network Analyst

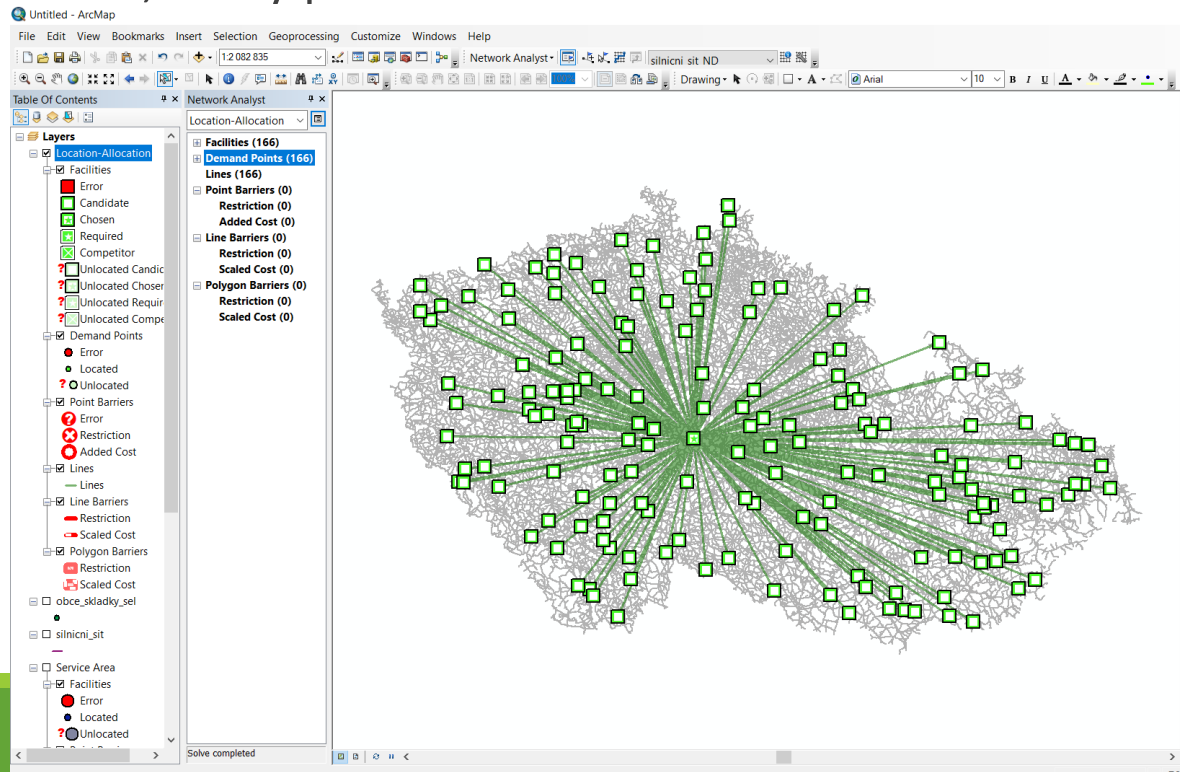
Service Area

- Facilities (166)
- Polygons (0)
- Lines (64365)**
- Point Barriers (0)
  - Restriction (0)
  - Added Cost (0)
- Line Barriers (0)
  - Restriction (0)
  - Scaled Cost (0)
- Polygon Barriers (0)
  - Restriction (0)
  - Scaled Cost (0)



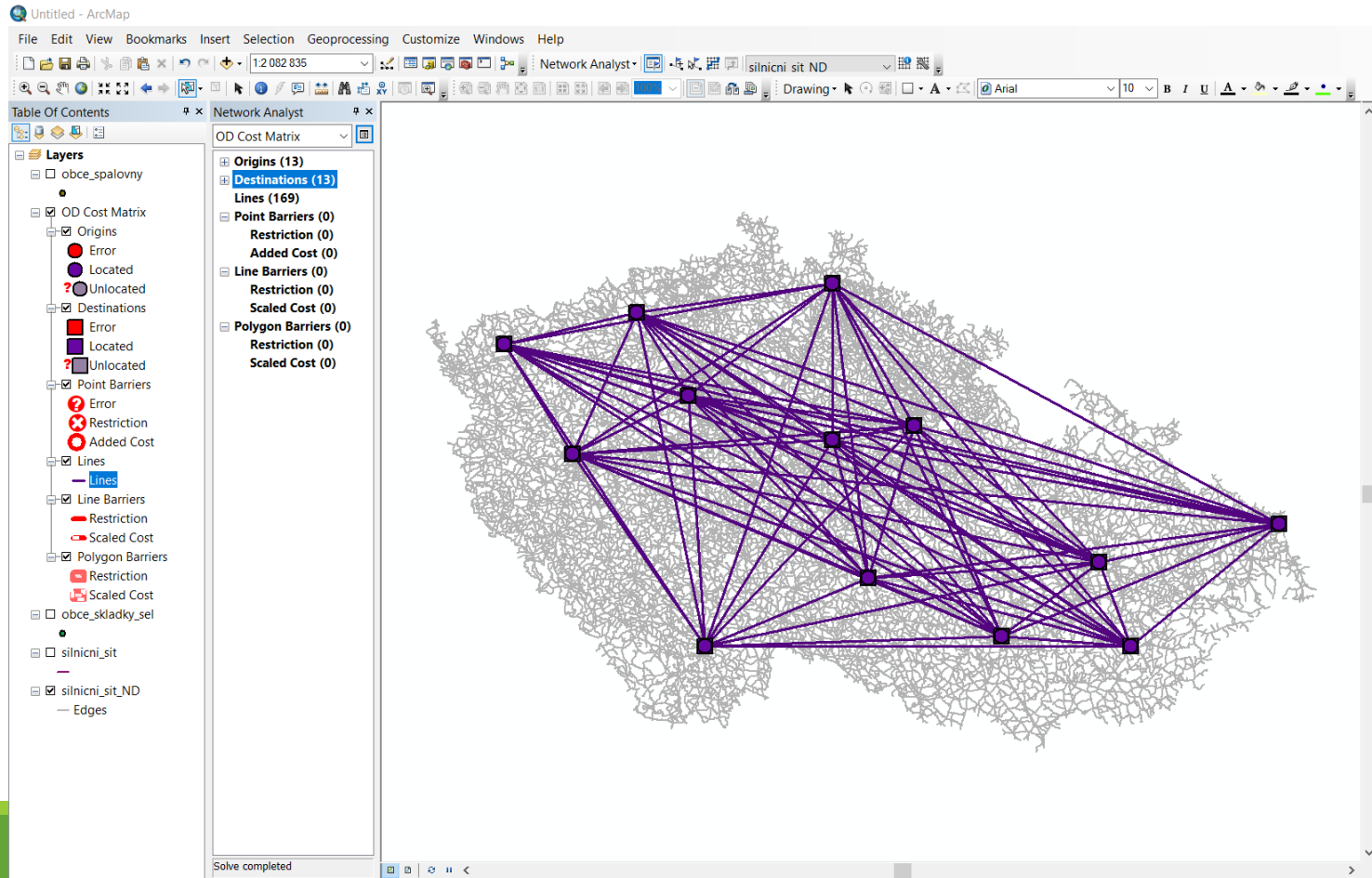
# Analýza lokace-alokace

- Vyhledává různé ideální kandidáty podle zvoleného nastavení
- Minimalizování impedance (zátěže), maximalizování pokrytí, minimalizování zařízení, maximalizování návštěvnosti, maximalizování podílu na trhu, cílový podíl na trhu



# Analýza OD cenové matice

- „klasická“ kombinační tabulka vzdáleností mezi body datasetu

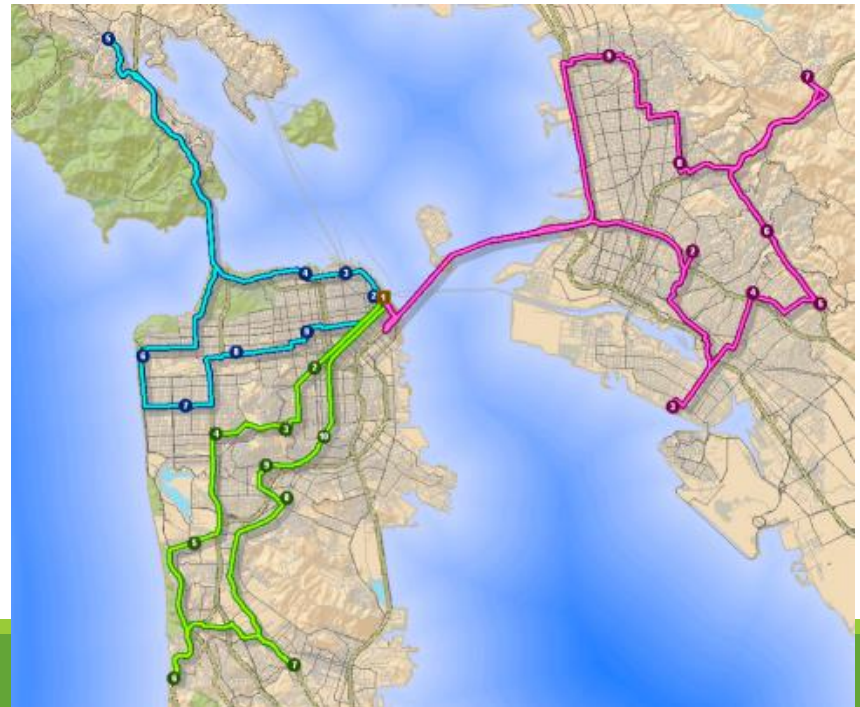




# Analýza rozvozního problému

---

- Podobné Analýze nejlepší trasy
- Hlavní cíle:
  - Obsloužení všech míst poptávky
  - Optimalizace trasy podle průjezdných bodů
  - Minimalizace nákladů
- Využití:
  - Logistika
  - „Kontaktní“ marketing
  - Krizový management



- Layers
  - Vehicle Routing Problem
    - Orders
      - Located
      - Unlocated
      - Error
      - Time Violation
    - Depot Visits
      - Located
    - Depots
      - Error
      - Located
      - Unlocated
    - Point Barriers
      - Error
      - Restriction
      - Added Cost
    - Route Seed Points
      - Route Seed Points
    - Routes
      - Routes
    - Line Barriers
      - Restriction
      - Scaled Cost
    - Route Zones
      - Route Zones
    - Polygon Barriers
      - Restriction
      - Scaled Cost
    - obce\_spalovny
    - obce\_skladky\_sel
    - linie\_ND
      - Edges
- Network Analyst
  - Vehicle Routing Problem
    - Orders (166)
    - Depots (13)
    - Routes (1)
      - Item3
    - Depot Visits (2)
    - Breaks (0)
    - Route Zones (0)
    - Route Seed Points (0)
    - Route Renewals (0)
    - Specialties (0)
    - Order Pairs (0)
    - Point Barriers (0)
    - Restriction (0)
    - Added Cost (0)
    - Line Barriers (0)
    - Restriction (0)
    - Scaled Cost (0)
    - Polygon Barriers (0)
    - Restriction (0)
    - Scaled Cost (0)

