




Geoinformatika při studiu veřejné hromadné dopravy




Igor IVAN
VŠB-TU Ostrava
Institut geoinformatiky



Osnova přednášky

- Úvod
- Hodnocení nabídky spojů VHD
- Hodnocení vztahu nabídky a poptávky VHD a IAD
- Docházka na zastávku
- Přestupní uzly ve městech
- Co navíc?




GIT a GIS

- IT umožňující pracovat s prostorovými daty v nejširším slova smyslu
- GIS, DPZ, GNSS, DMR, MGIT, GeoWeb, ...
- **GIS** je funkční celek, kterým se s využitím GIT získávají, uchovávají, zpracovávají a zpřístupňují geodata a geoinformace (dle CAGI).

▲ GIS = software

- GIS = konkrétní aplikace
- GIS = informační technologie



Geoinformatika a doprava

- mapování silničních a uličních sítí
- logistika
- plánování nové výstavby infrastruktury
- sledování vozidel pomocí GPS
- navigační systémy
- aktuální zpravodajství o uzavírkách, dopravních nehodách a stavu vozovek
- plánování silničních oprav
- sjízdnost vodních toků
- mapy cyklostezek a jejich poskytování prostřednictvím webových služeb
- evidence vozidel
- evidence letišť a nádraží a dalších dopravních uzlů
- inteligentní mobilita
- atd.



Vývoj detailu studií



Makro


- Centra krajů
- Silnice vyšších tříd
- Přímě či vybrané cestní vzdálenosti
- Rychlost na úsecích dle typu

Mezzo

- Centra regionů
- Silniční síť
- Rychlosti na úsecích dle typu

Mikro

- Jakékoliv místo
- Uliční síť
- Rychlosti na úsecích dle času, místa, počasí atd.
- D2D
- simulace



Co vlastně studujeme?

Prostorová mobilita	pravidelná	nepravidelná
lokální	dojížďka	vnitroměstské pohyby
nelokální	sezónní cesty	migrace

Dopravní módy	individuální	hromadné
veřejné	taxi, rikša	autobus, vlak, MHD
soukromé	automobil, motorka, kolo	carpooling



Dostupná data o VHD a dojížděce

- **SLDB**
 - nízká četnost, aktuálnost, cena
 - + celoplošné k jednomu datu, „přesné“, množství dat
- **výběrová šetření** – dotazníky, rozhovory, počítání
- **prodeje jízdenek** – dopravní operátoři
- **zpracování jízdních řádů**
 - hodnocení nabídky, teoretické přepravní proudy, specializované zpracování
 - + četnost, aktuálnost, přesnost, cena,



Silniční a uliční síť

- **ŘSD - silniční databanka**
 - jen silnice ve správě ŘSD (dálnice, silnice I., II., III. tř.)
- **CEDA – StreetNet CZE**
 - > 300 000 km dálnic, silnic, ulic, místních a účelových komunikací, polních a lesních cest
 - 1:10 000; 5-10 metrů
- **ČÚZK – ZABAGED**
 - silnice, dálnice, ulice, cesty, pěšiny
 - 1:10 000
- **VGHMÚF - DMÚ25**



Vyhodnocení dopravní dostupnosti obcí v České republice

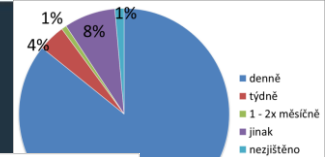


spoluautoři
Jiří Horák, Tomáš Inspektor, David Fojtík

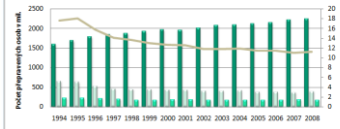


Kolik lidí dojíždí?

- celkem 1 551 918 v roce 2011



Počet přepravených osob dle typu dopravy v mil.



celkem 1 099 928

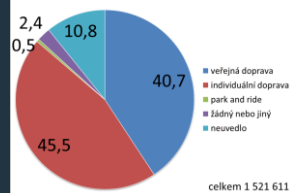


Čím se dojíždí?

- nejdůležitější část prostorové mobility
- podíl využívání VHD stále klesá všude ve světě
 - 1995 - 18% cest veřejnou dopravou (mimo MHD)
 - 2011 - 11% cest veřejnou dopravou (mimo MHD)
 - z toho 30% vlak a 70% autobus
 - 57% všech cest veřejnou dopravou (včetně MHD)
- role VHD zůstává stále velmi významnou



Čím se dojíždí?



celkem 1 521 611

	2005	2008	2009	2010	2011	2012
Přeprava cestujících celkem (mil.)	4 974,9	5 132,6	5 043,1	4 775,9	4 709,5	4 739,0
Železniční doprava	180,3	177,4	165,0	164,8	167,9	172,8
Autobusová doprava	388,3	373,4	367,6	372,5	364,6	345,0
Letecká doprava	6,3	7,2	7,4	7,5	7,5	6,4
Vnitrozemská vodní doprava ⁹⁾	1,1	0,9	1,2	0,9	1,0	0,5
Městská hromadná doprava	2 268,9	2 323,8	2 262,0	2 260,3	2 138,5	2 224,2
Veřejná doprava celkem	2 844,9	2 882,6	2 803,1	2 805,9	2 679,5	2 749,0
Individuální automobilová přeprava osob ¹⁰⁾	2 130,0	2 250,0	2 240,0	1 970,0	2 030,0	1 990,0

Demanded occupation:	kuchař/ka <small>Google translation®</small> Cooks (51201)																														
Workplace and contacts	Company: ELMONTEX, a.s., ID 47155086 Workplace: Hotel ELMONTEX, a.s., Edisonova 795/88, Hrabůvka, 700 30 Ostrava 30 Ostrava, district Ostrava-město Report to: Kašíková, telephone: +420 602 534 702																														
Vacancy characteristics	Shift rate: Not specified Job: Full-time Employment relationship: Employment relationship Minimum degree of education: Vocational training + basic secondary (completed apprenticeship) Work load: from Jan 10, 2011 Wage spread: from 12,000 CZK																														
Comment on vacancy:	<i>Předem volat a domluvit si schůzku !!! Teplá + studená kuchyně + minutky. Nutná samostatnost !!! Pracovní doba: krátký a dlouhý týden. Uvedený plat je orientační.</i> <small>Google translation®</small>																														
Last modification:	Jan 17, 2011 12:50:19 AM, Úřad práce v Ostravě , ref.: QTA415654U, job vacancy number: 2.414.070.720																														
Transport connections:	13 km from the municipality Ortová, district Karviná, Timetables																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Travel to</th> <th>Duration</th> <th>Price</th> <th>Number of changes</th> <th>Number of connections per hour</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6:00</td> <td>31 min.</td> <td>21 CZK 0</td> <td></td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>7:00</td> <td>20 min.</td> <td>28 CZK 0</td> <td></td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>8:00</td> <td>20 min.</td> <td>21 CZK 0</td> <td></td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>14:00</td> <td>17 min.</td> <td>21 CZK 0</td> <td></td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>22:00</td> <td>17 min.</td> <td>21 CZK 0</td> <td></td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	Travel to	Duration	Price	Number of changes	Number of connections per hour	6:00	31 min.	21 CZK 0		7	7:00	20 min.	28 CZK 0		11	8:00	20 min.	21 CZK 0		7	14:00	17 min.	21 CZK 0		7	22:00	17 min.	21 CZK 0		2
Travel to	Duration	Price	Number of changes	Number of connections per hour																											
6:00	31 min.	21 CZK 0		7																											
7:00	20 min.	28 CZK 0		11																											
8:00	20 min.	21 CZK 0		7																											
14:00	17 min.	21 CZK 0		7																											
22:00	17 min.	21 CZK 0		2																											

Databáze dopravních spojení

- spojení mezi obcemi v ČR do 100 km
- využívají se platné jízdní řády
- parametry spojení:
 - do 90 minut,
 - do 5 přestupů,
 - příjezd do 60 minut od začátku směny,
 - odjezd spoje do 120 minut od začátku směny.
- necelých 13 milionů záznamů (obecní úroveň)
- necelých 73 milionů záznamů (úroveň částí obcí)

TRAM software

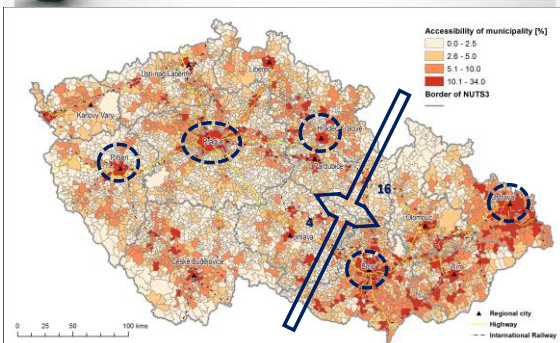
- klient-server architektura
 - server - MS SQL Server 2008
 - klient - TRAM - .NET platform in MS Visual Basic 2008
- vyhledávací fáze
 - počet klientů je násobkem počtem jader processoru
 - 200 jader vyhledá 13 milionů spojení do 24 hodin v dávkách po 700 záznamech
 - modul firmy CHAPS
- závěrečná fáze
 - kontrola kompletnosti vyhledání všech spojení

Dostupnost obcí

- podíl počtu obcí odkud je analyzovaná obec dostupná M_o k počtu všech obcí do 100 km M_t

Order	Regional Capital	Share of accessible municipalities in % commuting at				
		6 AM	7 AM	8 AM	2 PM	10 PM
1.	Prague	20.1	32.0	33.4	20.3	11.3
2.	Brno	22.9	28.6	27.7	18.5	12.7
3.	Ostrava	21.3	22.3	24.7	20.8	18.3
7.	Hradec Králové	12.5	18.8	20.4	14.1	3.0
8.	Pilsen	15.9	15.7	20.0	14.2	8.7
15.	Olomouc	14.3	20.7	18.8	12.7	6.3
18.	České Budějovice	12.0	15.7	18.1	13.2	5.5
23.	Pardubice	13.5	16.7	16.8	11.3	2.7
63.	Zlín	11.5	14.5	13.7	11.8	6.5
91.	Jihlava	9.1	11.6	12.8	8.2	2.2
93.	Ústí nad Labem	11.2	13.3	12.8	10.8	6.0
194.	Liberec	6.8	6.3	10.6	6.0	3.8
341.	Karlovy Vary	6.8	8.6	8.8	6.3	3.2

Dostupnost obcí na 8. hodinu



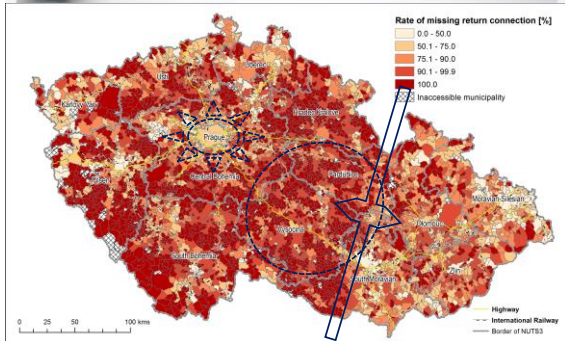
Existence zpátečního spojení

- existence zpátečního spojení po konci směny
- často limitující faktor, který nebývá analyzován
- 0 – všechna spojení tam i zpět

Region NUTS3	Rate of existing return connection (RIRC) in %				
	6 AM	7 AM	8 AM	2 PM	10 PM
Prague Region	6.5	19.8	24.0	51.0	5.2
Central Bohemia Region	28.7	43.6	51.0	86.0	10.7
South Bohemia Region	36.3	46.8	62.3	90.6	5.8
Pilsen Region	32.9	46.7	60.0	91.0	10.0
Karlovy Vary Region	17.0	38.9	45.2	80.8	4.8
Ústí Region	21.7	38.9	46.3	84.4	8.8
Liberec Region	23.6	39.3	49.5	83.3	7.5
Hradec Králové Region	29.2	42.8	56.3	85.1	8.5
Pardubice Region	29.3	57.4	65.3	84.9	14.0
Vysočina Region	37.9	60.2	70.2	96.7	11.9
South Moravian Region	23.8	35.6	48.9	86.4	6.8
Olomouc Region	25.5	43.7	52.9	85.8	12.2
Zlín Region	23.1	44.0	54.8	87.9	12.4
Moravio-Silesian Region	20.8	38.0	49.7	77.0	8.3
Czech Republic	29.4	45.2	56.0	89.0	9.3



Zpátečního spojení na 14. hodinu



Závěry

- **komplexní hodnocení dopravní dostupnosti**
 - prostorová heterogenita (0 – 34 %); bipolarita západ-východ
 - **časový vývoj** – 3 aktualizace ročně = 20 časových řezů
 - víceúrovňové prostorové vyhodnocení
 - srovnání s reálnými dojíždkovými toky z cenzu pro odpověď „Je špatná lokální situace problémem?“
 - analýza geografických faktorů – srovnání s IAD
- **aspekt zpátečního spojení**
 - prostorová heterogenita (0 – 100 %); bipolarita západ-východ
 - potřeba analyzovat v regionech s vícesměnným provozem

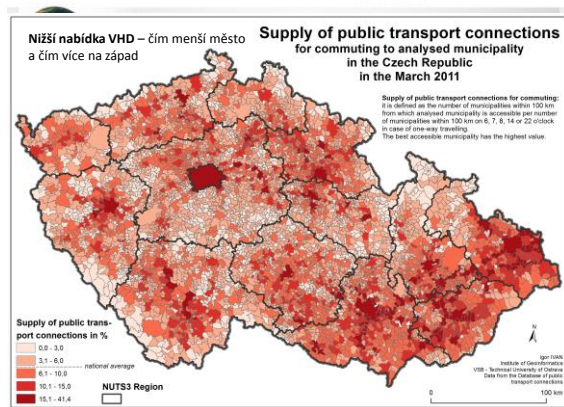
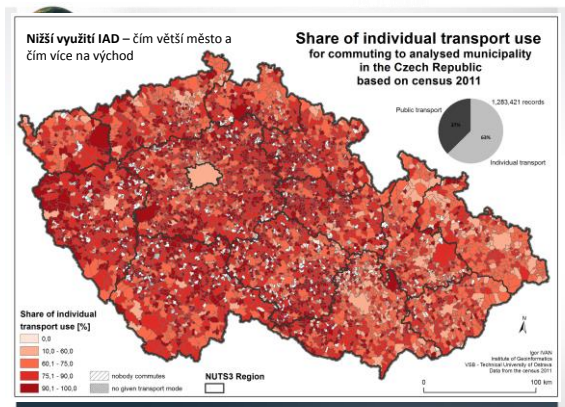


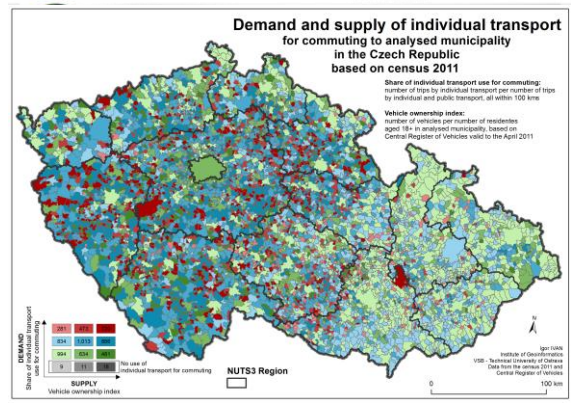
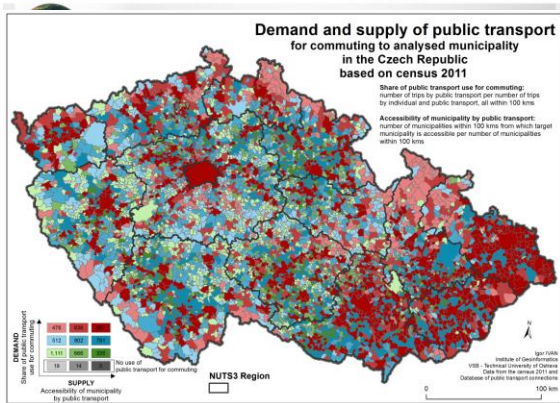

Nabídka a poptávka dopravních spojení v Česku



Motivace

- růst využití IAD oproti VHD pro dojíždku
- je problém fakt, že je obce špatně dostupná?
- Odpovědět na tři otázky:
 - 1) **kde** jsou hlavní oblasti s využitím IAD pro dojíždku do zaměstnání
 - 2) **kdo** dojíždí do těchto oblastí?
 - 3) **mohou** dojíždět VHD?
- kombinace dat ze SLDB (denní dojíždka do zaměstnání) a databáze dopravních spojení

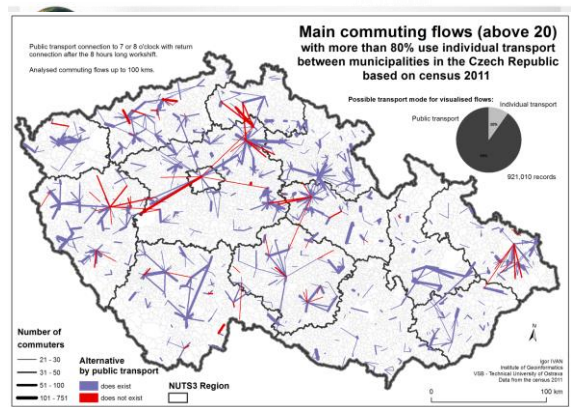




Kategorizace obcí

1.LL	2.HH	3.HL	4.LH
<ul style="list-style-type: none"> high car ownership index small number of residents high altitude internal peripheries 	<ul style="list-style-type: none"> small car ownership index younger population with higher education longer commuting time external peripheries eastern parts of the country 	<ul style="list-style-type: none"> short commuting time young and middle educated population smaller municipalities 	<ul style="list-style-type: none"> longer commuting time (30+ minutes) clustered in two larger areas peripheral mountain areas older population

- LL – nízká nabídka a poptávka
- HH – vysoká nabídka a poptávka
- HL – vysoká nabídka a nízká poptávka
- LH – nízká nabídka a vysoká poptávka

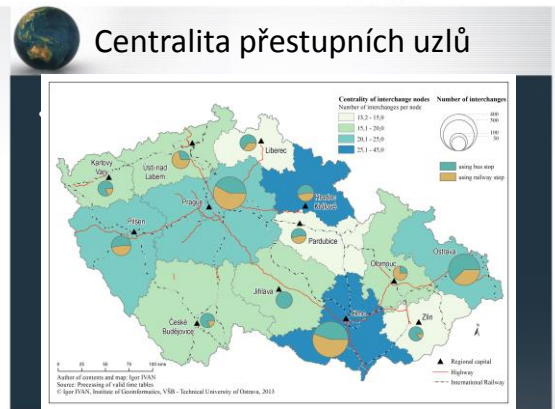
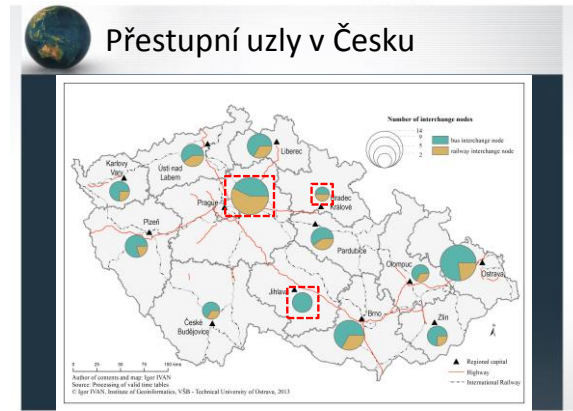


Lokalizace přestupních uzlů mezi MHD a VHD ve vybraných městech Česka

spoluautor
Alexandra Jarná, Jan Tesla

Motivace

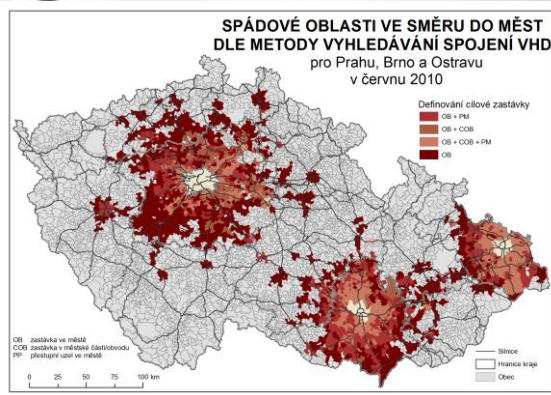
- zpřesnit databázi spojení mezi obcemi v krajských městech Česka
 - jedna centrální zastávka?
 - sada přestupních uzlů?
 - všechny zastávky? (současné řešení)
- současný stav i jedna centrální zastávka způsobuje generalizace – periferní zastávky slouží jako cíl





Porovnání spádových oblastí

- **automatizované vyhledávání spojení (TRAM)**
 - přestupní zastávky a obce do 100 km od Prahy, Brna nebo Ostravy
 - 243 168 vyhledávaných spojení VHD
 - 29 116 spojení odpovídá zadaným kritériím
- **tři úrovně pro porovnání**
 - vybrána jakákoliv zastávka VHD (dále OB)
 - jakákoliv zastávka nebo pevně stanovená zastávka VHD v městské části/obvodu (dále COB)
 - zastávka s rolí přestupního místa (dále PM)



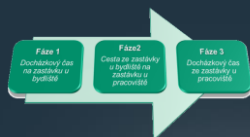
Motivace

- out-vehicle čas je vnímán nejvíce negativně
- jeden z limitujících faktorů využití VHD
- analýza jen nejbližších zastávek
- je nejbližší i nejlepší?
- vliv docházky na celkový čas dojížděky
- hodnocení pro 3 kraje – MSK, VYS a ÚLK



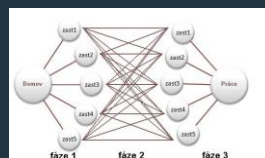
Door-to-door - teorie

- bez vlivu MHD
- **start** - všechny budovy pro bydlení
- **cíl** – 95 významných zaměstnavatelů
- 4,8 km/hod



Door-to-door - výpočet

- 1. + 3. fáze - 2 692 945 docházkových kombinací
- 2. fáze - 1 762 308 spojení VHD
- propojení a posuzovaná 25 kombinací
- celkem posuzováno **85 238 880 spojení**



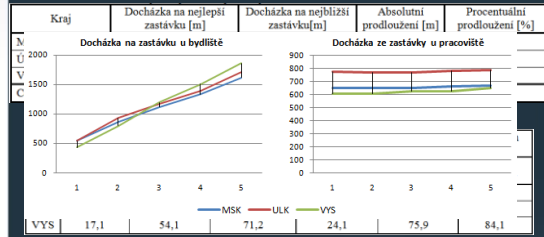


Preference zastávky VHD

Kraj	Preference zastávky u bydliště v %					Preference zastávky u pracoviště v %				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
MSK	52,6	19,7	11,9	8,5	7,4	48,6	24,6	12,3	10,9	3,5
ÚLK	49,1	21,6	12,6	9,2	7,5	47,0	14,3	22,1	8,5	8,1
VYS	56,3	19,3	10,5	7,7	6,2	39,5	22,0	13,4	19,2	6,0
MSK	+++	---	+++	---	+++	+++	---	---	---	---
ÚLK	---	+++	+++	+++	+++	---	---	---	---	+++
VYS	+++	---	---	---	---	---	+++	---	+++	+++



Vliv docházky na ideální zastávku



Závěr

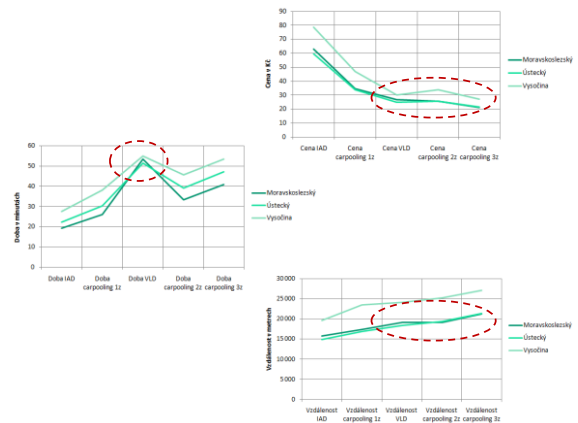
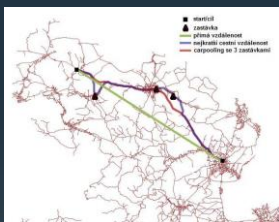
- VHD
 - docházka na zastávku – nejbližší x nejlepší
 - nejbližší zastávka cca 500 metrů docházka
 - nejlepší zastávka cca 800 metrů docházka
 - nejbližší zastávka 50-56% případů
 - docházka tvoří 25-30% celkového času dojížděky
- IAD
 - studie Tel Aviv – u nás nereálné
 - expertní vyhodnocení 50, resp. 160 metrů

Další analýzy v oblasti dopravy



Ride-sharing

- Routes Generator pro simulace ride-sharingu
- 123 437 simulací pro 1-3 zastávky během cesty
- 400 pro každou cestu
- 95x400x3





Dopravní dostupnost

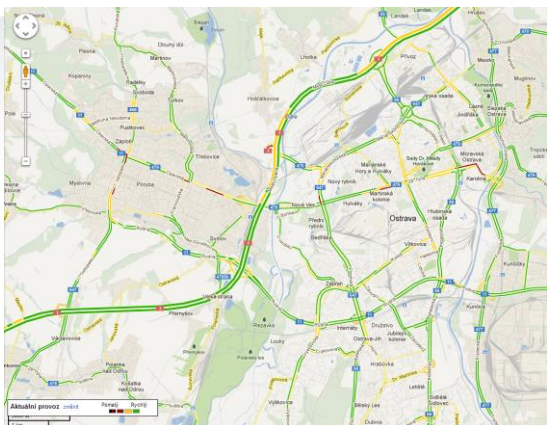
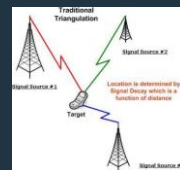


- **Floating car data**
 - lokalizace + rychlost + směr + čas
 - mobilní telefony řidičů
 - zdroj dat pro ITS
 - reálné rychlosti, místa kongescí, cestovní časy
 - bez dalšího HW (kamery, senzory, lidi počítači atd.)



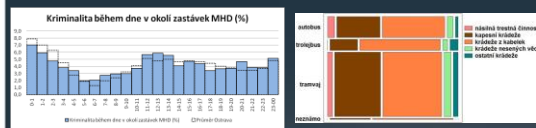
Floating car data

- **Floating cellular data** –
 - lokalizace triangulací
 - od providerů
 - menší přesnost – např. zaměna s paralelně vedenou železnicí
 - vysoká penetrace
- **Electronic toll collection**
- **GPS-based** – přesnější, malý počet
- **kombinace**



Kriminalita v dopravě

- úzká spolupráce s Policií ČR – Rámcová smlouva
- hodnocení úrovně kriminality v MHD v Ostravě
- 6% krádeží v MHD
- problematika lokalizace - geokódem
- prostorová analýza dopravních nehod



Děkuji za vaši pozornost

rovněž děkuji

- za podporu díky projektu FRVŠ 956/2013/B1,
- společnosti CHAPS za poskytnutí jízdních řádů,
- MPSV za finanční podporu při realizaci.

igor.ivan@vsb.cz

<http://gis.vsb.cz>