

Dopady tras VRT na chování populace

Big data v dopravě a VRT



Výsledky zbytkových signalizačních dat z pohybu SIM karet

Vilém Pařil

1. Šetření signalizačních dat – pohyb SIM karet

Cíl	Identifikace intermodálních dopravních proudů
Provedení	kvantitativní přístup
Výběrový soubor	Praha, Brno, Ostrava + zahraničí
Místo sběru	Celá ČR

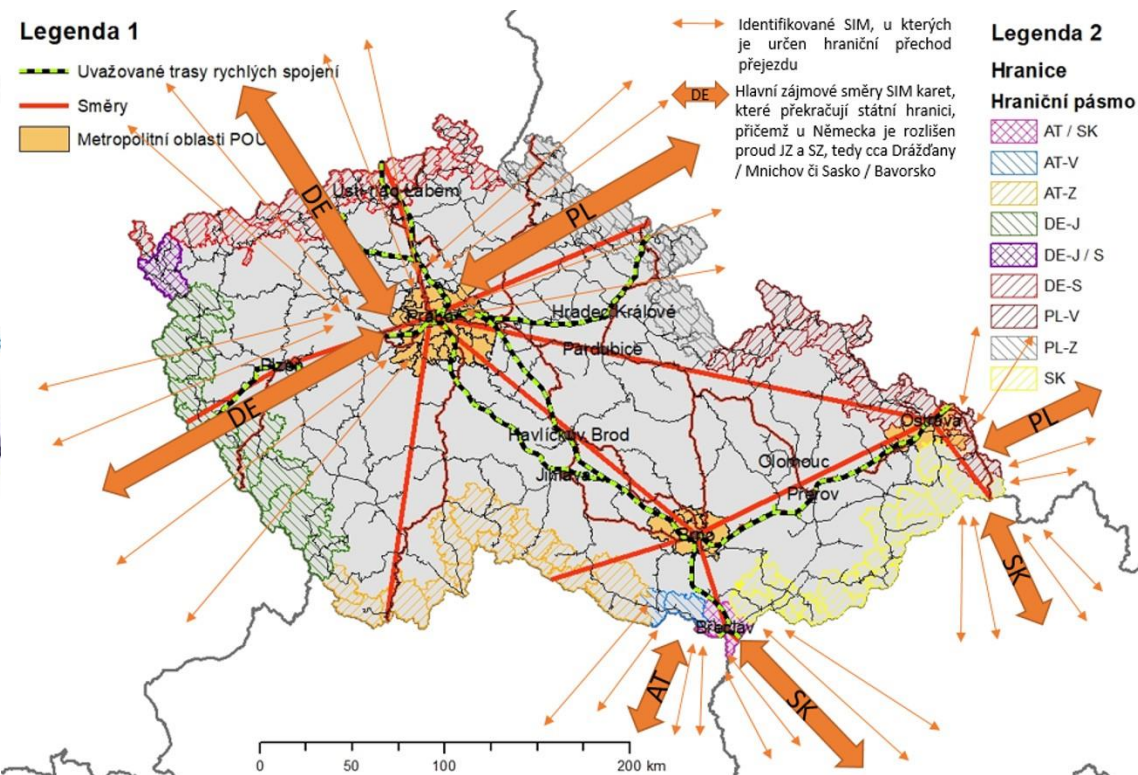
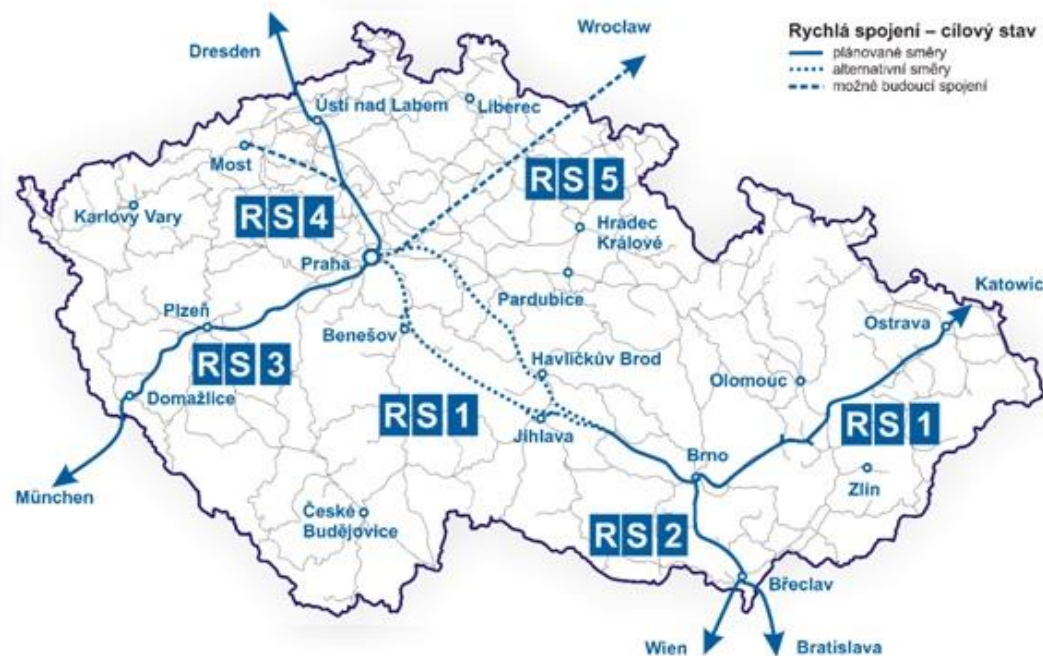
Parametry „velkých dat“

- záznam pohybu unikátních SIM-karet → **veškeré cesty**
- zbytková signalizační data mobilního operátora  , dodavatel datasetů 
- **přepočet na celou populaci** pomocí skutečných podílů pokrytí operátory
- **verifikace** vnitřní a externí

- **4 období sběru** = 4 datové sady á 14 dní:
 - I. duben 2019 – ***standard se studenty***
 - II. přelom května a června 2019 – ***standard bez studentů***
 - III. přelom července a srpna 2019 – ***sezóna s turistikou***
 - IV. říjen 2019 – ***standard se studenty***

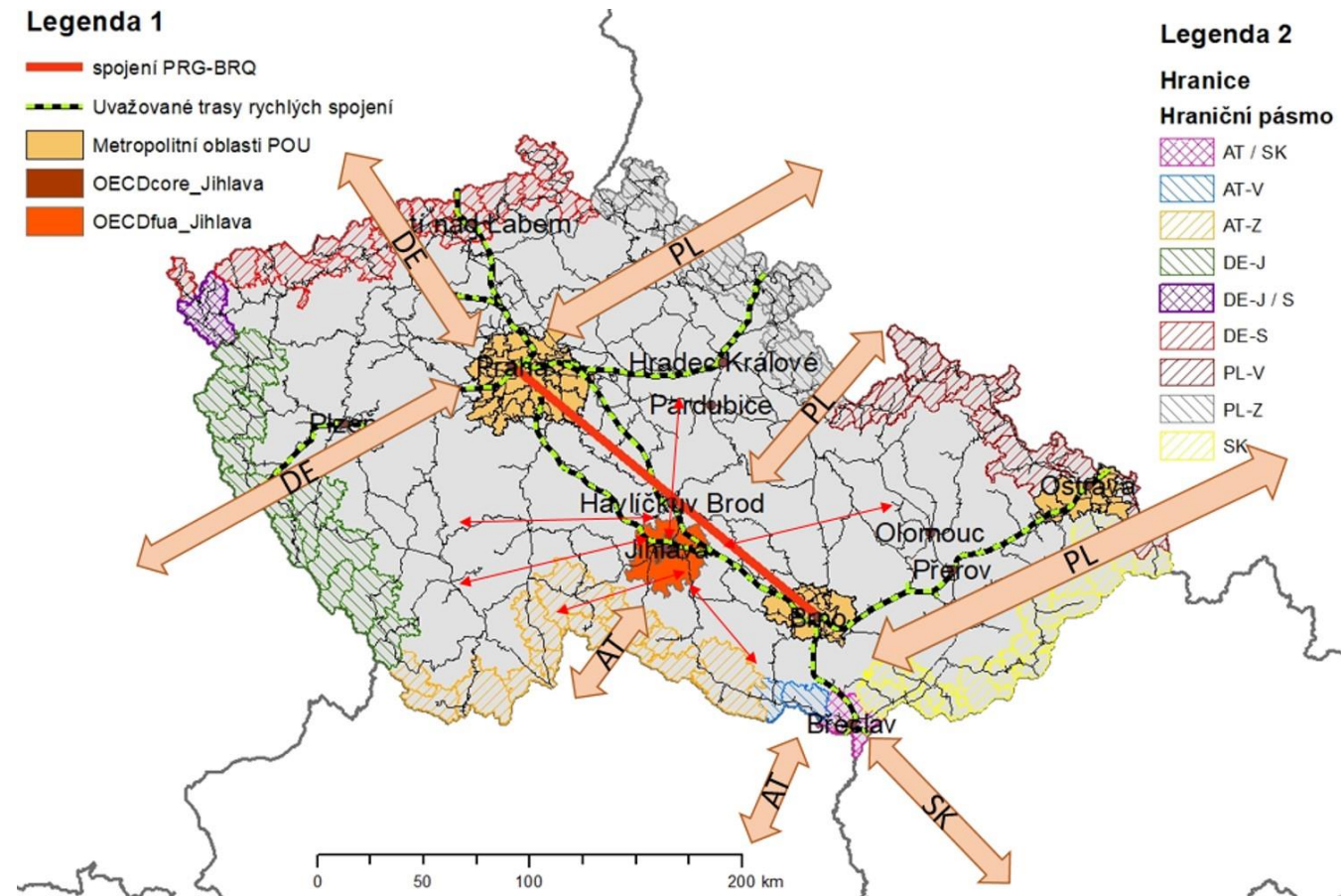
➤ Potenciál a převoditelnost na VRT – Rychlá spojení:

- velikost přepravního proudu,
- modální skladba (železnice, silnice),
- počátek a konec cest.



Návazné analýzy – big data: terminál Jihlava

- rozšíření sledování – **terminál VRT Jihlava**
- zachování kompatibilních parametrů datasetů.



2.1 Struktura současné poptávky po přepravě – velikost Brno – Praha a Ostrava – (Brno) – Praha

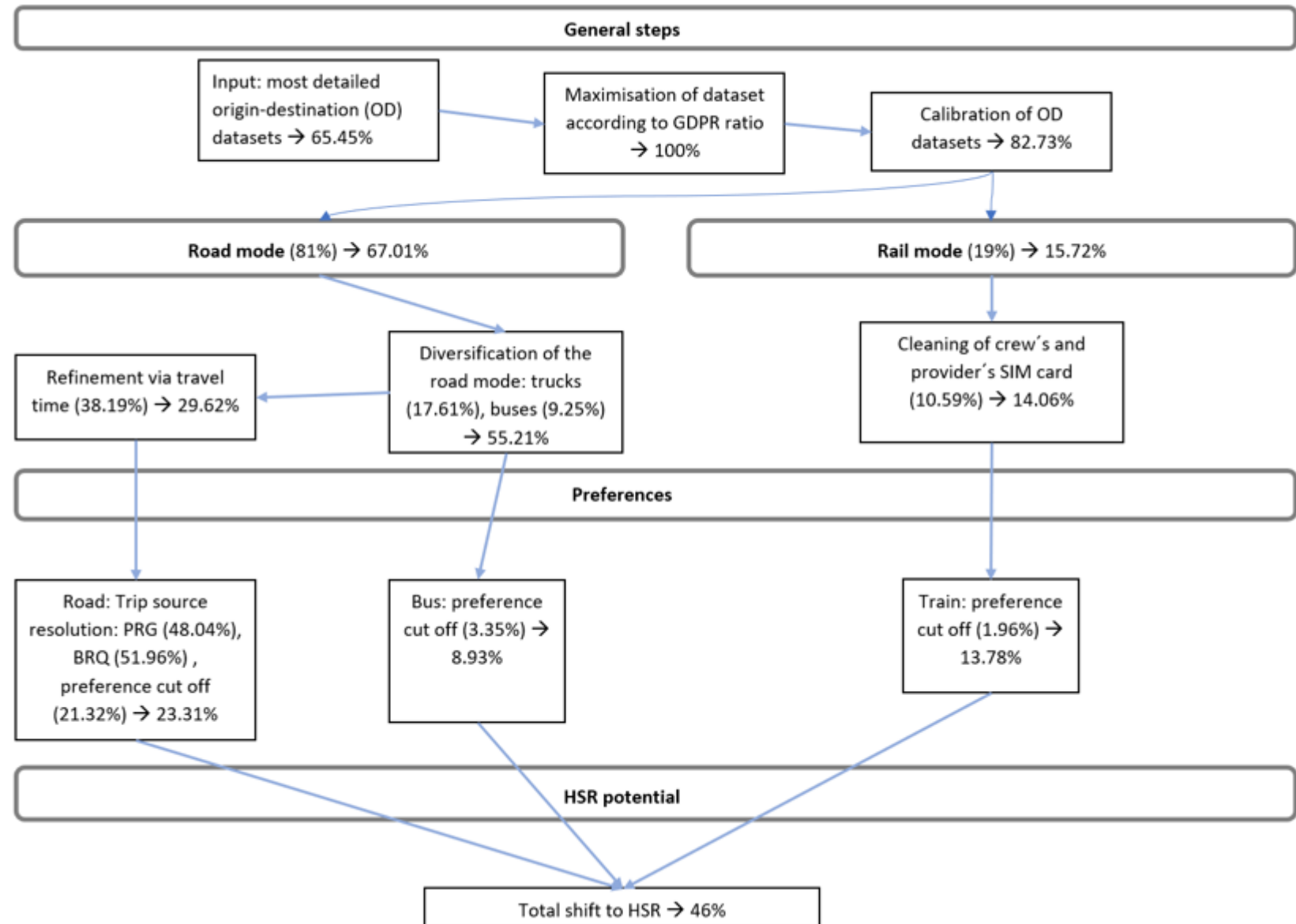
Časový rámec:

1. **Průměrný den** = průměr za všechna období **I. – IV.**, sedm dní v týdnu
2. **Všední den** = průměr za období **I.** a **IV.** (mimo léto), pět všedních dní

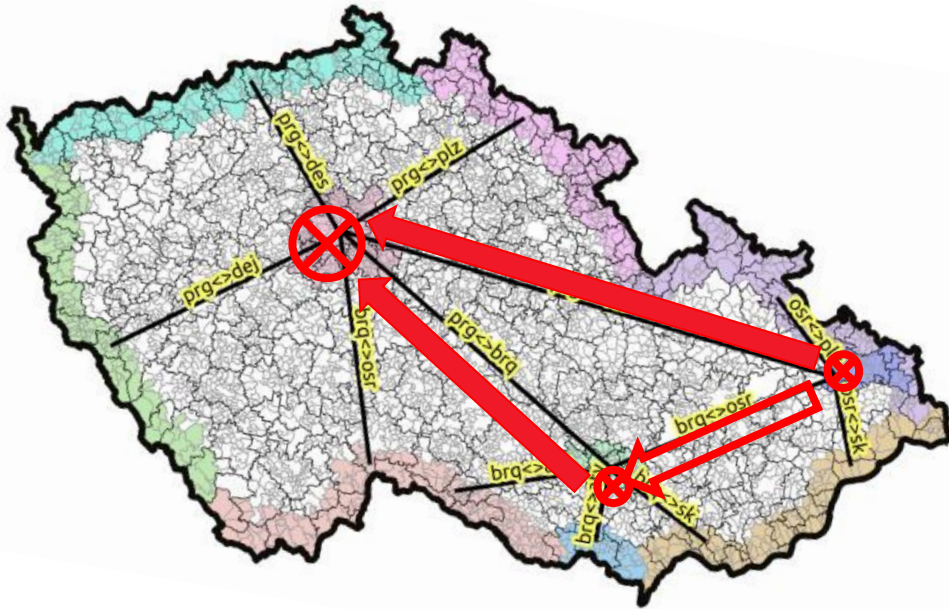
Prostorové vymezení - postupně podle převoditelnosti na VRT:

1. **z města do města** = z BRQ nebo OSR do PRG
2. **mezi metropolitními oblastmi (MO)** = z BRQ a okolí nebo OSR a okolí do PRG a okolí
3. **odkudkoli do MO** = odkudkoli v ČR přes BRQ nebo OSR do PRG
4. **ze zahraničí do MO** = z A, SK nebo PL přes BRQ nebo OSR do PRG
5. **ze zahraničí do zahraničí** = z A, SK nebo PL přes BRQ a PRG do D + z BRQ do D

Metodika

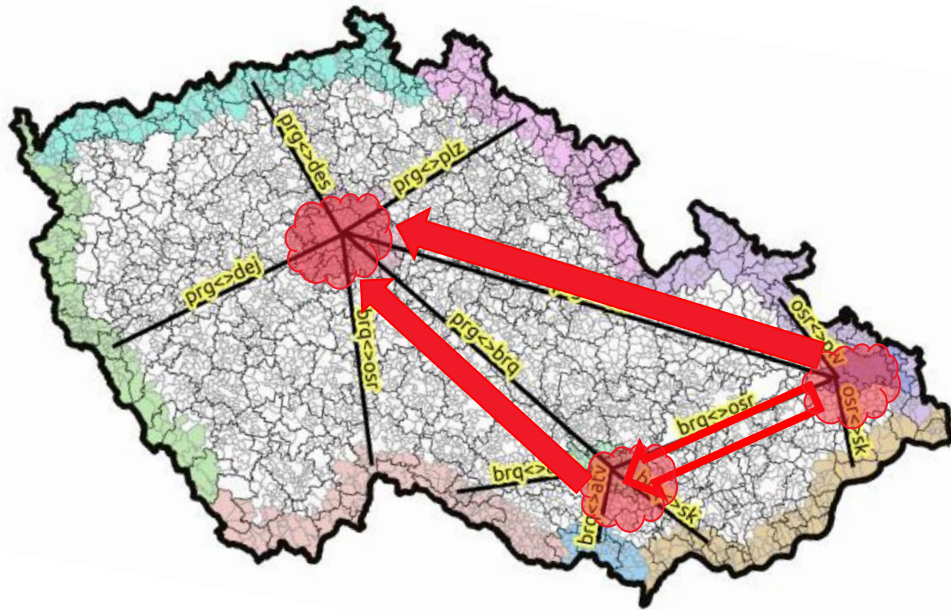


Počet terminálních cest „z města do města“ (vnitřní město)



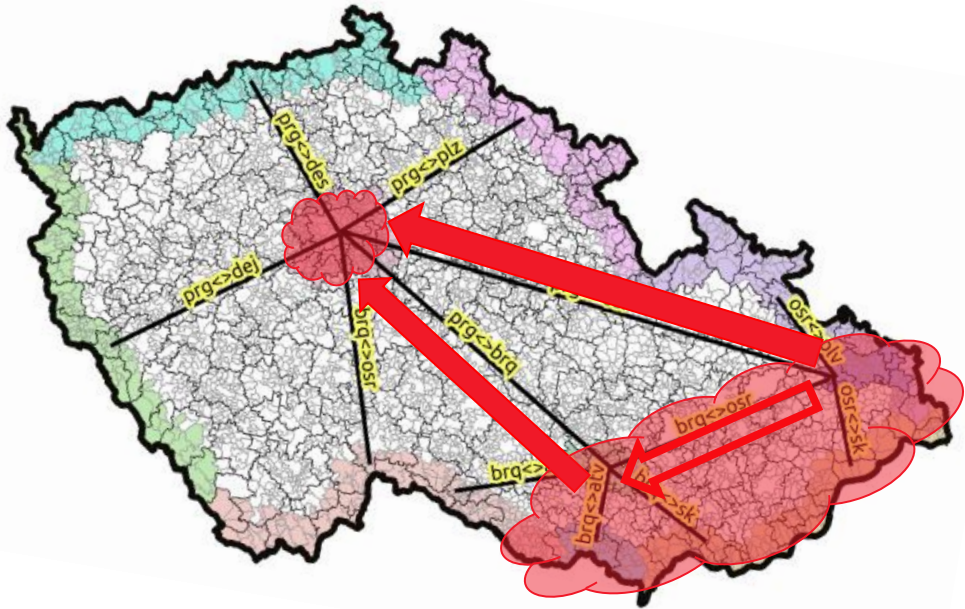
GDPR = 0,99175 / 0,972		železnice	silnice	Σ
Průměrný den	OSR – PRG	657	450	1 107
	BRQ – PRG	802	1 362	2 165
	Σ	1 459	1 813	<u>3 271</u>
Všední den	OSR – PRG	749	543	1 292
	BRQ – PRG	874	1 579	2 453
	Σ	1 623	2 121	<u>3 744</u>

Počet terminálních cest mezi „metropolitními oblastmi“ (MO)



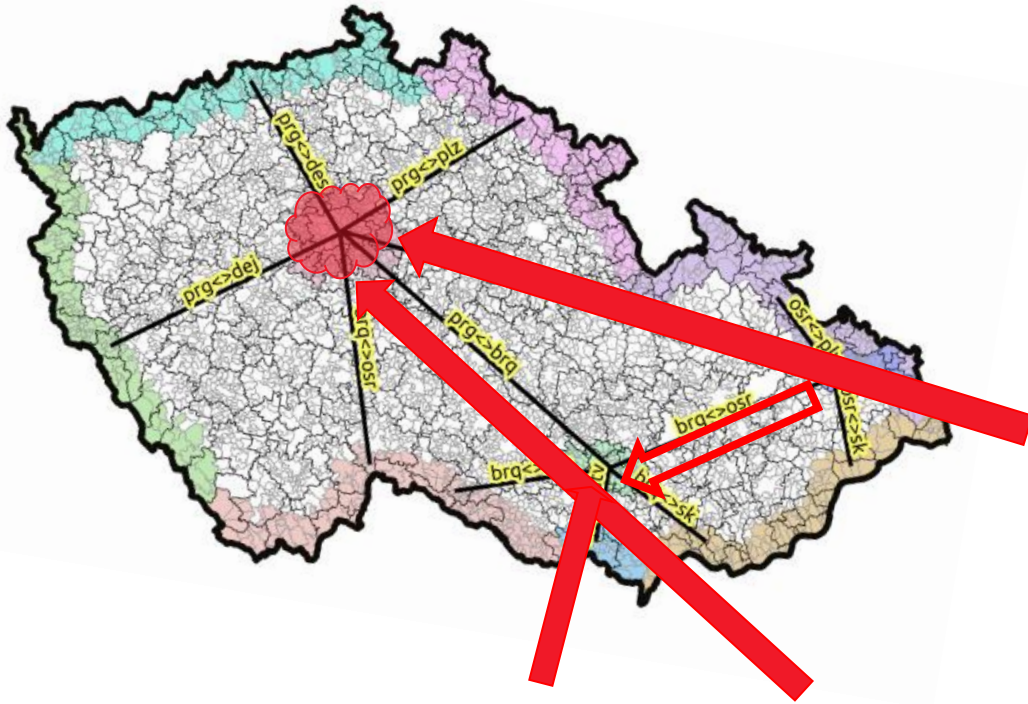
GDPR = 0,99175 / 0,972		železnice	silnice	Σ
Průměrný den	OSR – PRG	1 531	1 501	3 032
	BRQ – PRG	1 141	2 960	4 101
	Σ	2 672	4 461	<u>7 133</u>
Všední den	OSR – PRG	1 326	1 442	2 768
	BRQ – PRG	1 143	3 228	4 371
	Σ	2 469	4 670	<u>7 139</u>

Počet terminálních cest „odkudkoli do MO“ (4 moravské kraje)



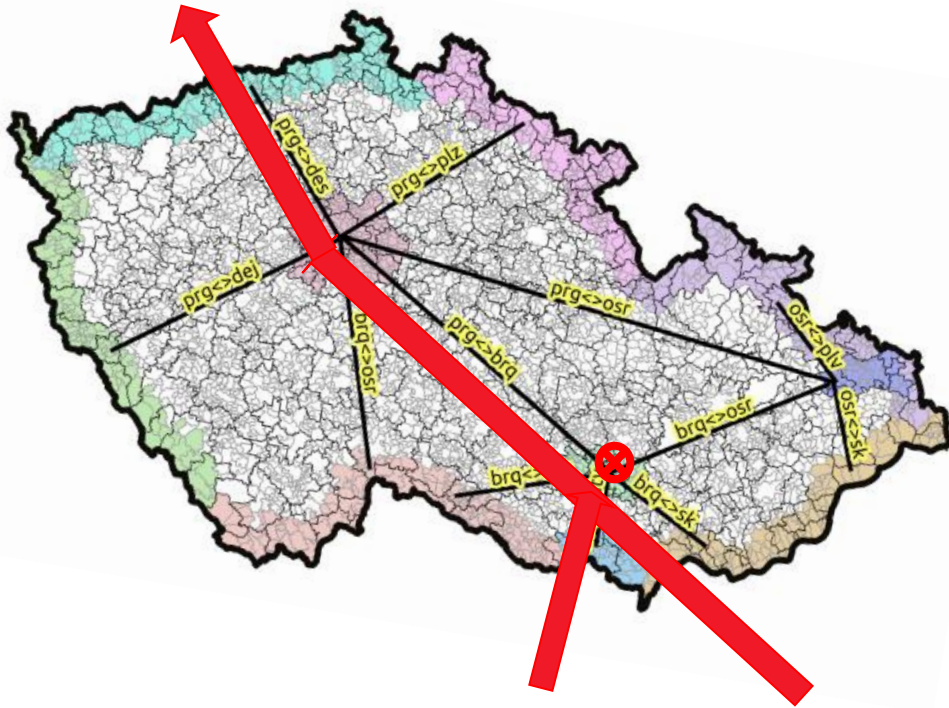
GDPR = 1 / 1		železnice	silnice	Σ
Průměrný den	OSR – PRG	2 035	(265)	(2 301)
	BRQ – PRG	2 126	7 302	9 427
	Σ	4 161	7 567	<u>11 728</u>
Všední den	OSR – PRG	1 966	(255)	(2 221)
	BRQ – PRG	2 141	7 594	9 735
	Σ	4 107	7 849	<u>11 956</u>

Počet terminálních cest „ze zahraničí do MO“ (SK/H, A, PL)



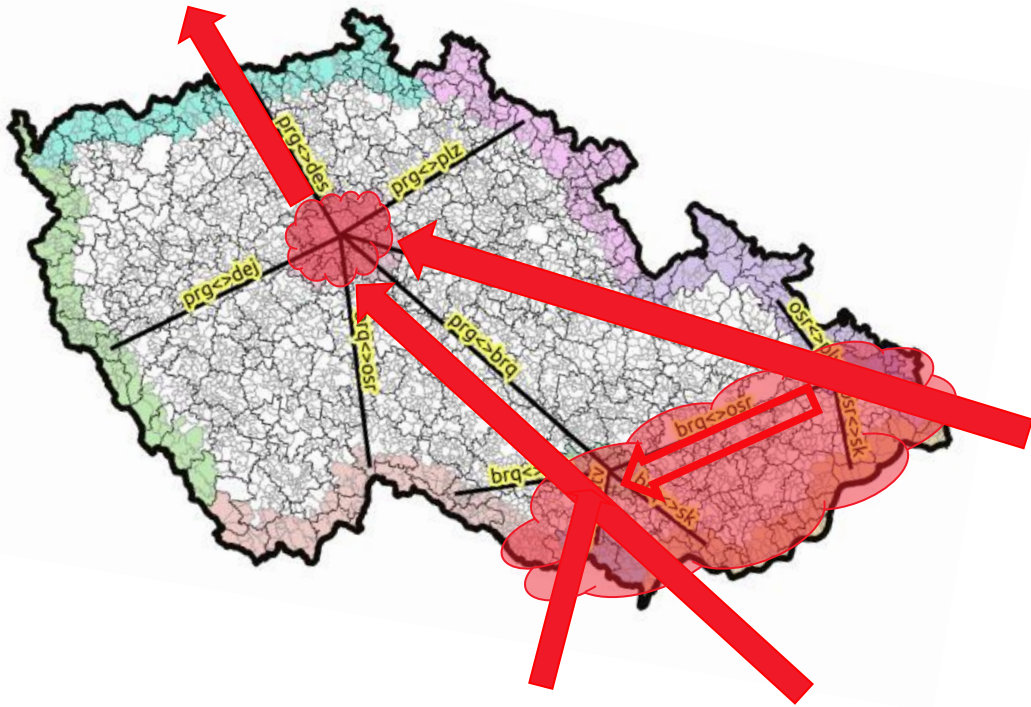
GDPR = 0,99 / 0,99		železnice	silnice	Σ
Průměrný den	(OSR) – PRG	402	(89)	(491)
	(BRQ) – PRG	896	6 509	7 405
	Σ	1 298	6 598	<u>7 896</u>
Všední den	(OSR) – PRG	366	(89)	(455)
	(BRQ) – PRG	830	6 958	7 788
	Σ	1 196	7 047	<u>8 243</u>

Počet tranzitních cest „ze zahraničí do zahraničí“ (SK/H, A)



GDPR = 0,99 / 0,99		železnice	silnice	Σ
Průměrný den	A – (CZ) – D	27	902	929
	SK – (CZ) – D	41	2 525	2 566
	BRQ – D	23	1 061	1 083
	Σ	91	3 426	<u>4 578</u>
Všední den	A – (CZ) – D	21	729	750
	SK – (CZ) – D	36	1 785	1 821
	BRQ – D	17	1 018	1 035
	Σ	74	3 532	<u>3 606</u>

Celkový hrubý počet cest s potenciálem pro RS1 na hraně BRQ – PRG

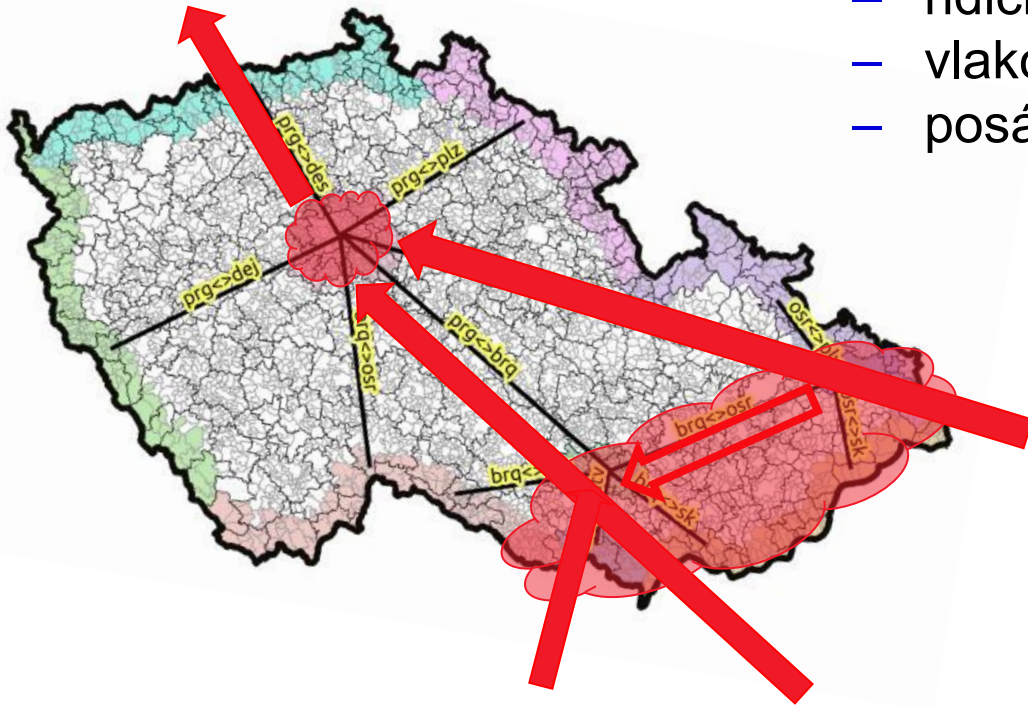


(GDPR = 1,00)	železnice	silnice	Σ
Průměrný den Σ (BRQ) – (PRG)	5 056	21 559	<u>26 615</u>
Všední den Σ (BRQ) – (PRG)	5 062	22 891	<u>27 953</u>

Celkový čistý počet cest s potenciálem pro RS1 na hraně BRQ – PRG

➤ očištění o sim-karty:

- řidiči kamiónů (VOZIDLA???),
- vlakové čety a sim-karty vozidel,
- posádky autobusů pravidelných linek.

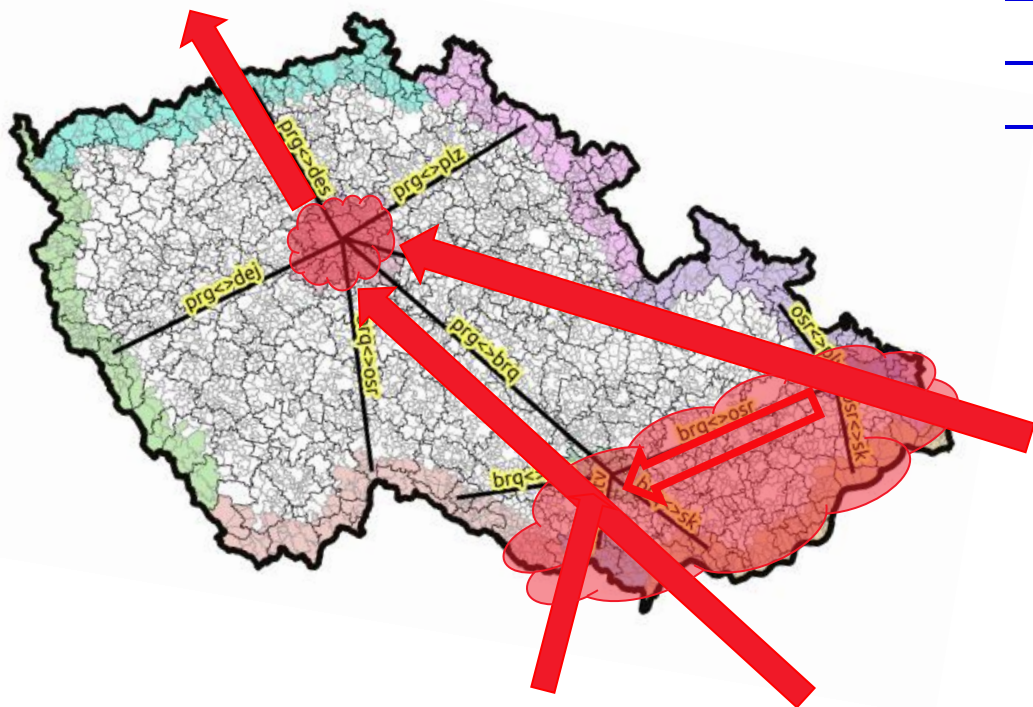


(GDPR = 1,00)	železnice	silnice	Σ
Průměrný den Σ (BRQ) – (PRG)	4 519	17 873	<u>22 392</u>
Všední den Σ (BRQ) – (PRG)	4 525	18955	<u>23 480</u>

Celkový čistý počet cest na železnici RS1 na hraně BRQ – PRG v roce 2019

➤ očištění o sim-karty:

- řidiči kamiónů
- vlakové čety a sim-karty vozidel
- posádky autobusů pravidelných linek



Big data – minimum	4 519
Big data – hranové signatury OD/hod.	5 074
Big data – hranové signatury	6 010
Ročenky dopravy	6 685

Příklad RS1: Praha – Brno (silnice - struktura)

den	silnice				
den	IAD	bus	kamiony	dodávky a obchodní zástupci	Σ
průměrný den	7 660	1 937	3 686	8 372	21 655

– Kamiony

- ŘSD, data z mytných bran 2019

– Autobus:

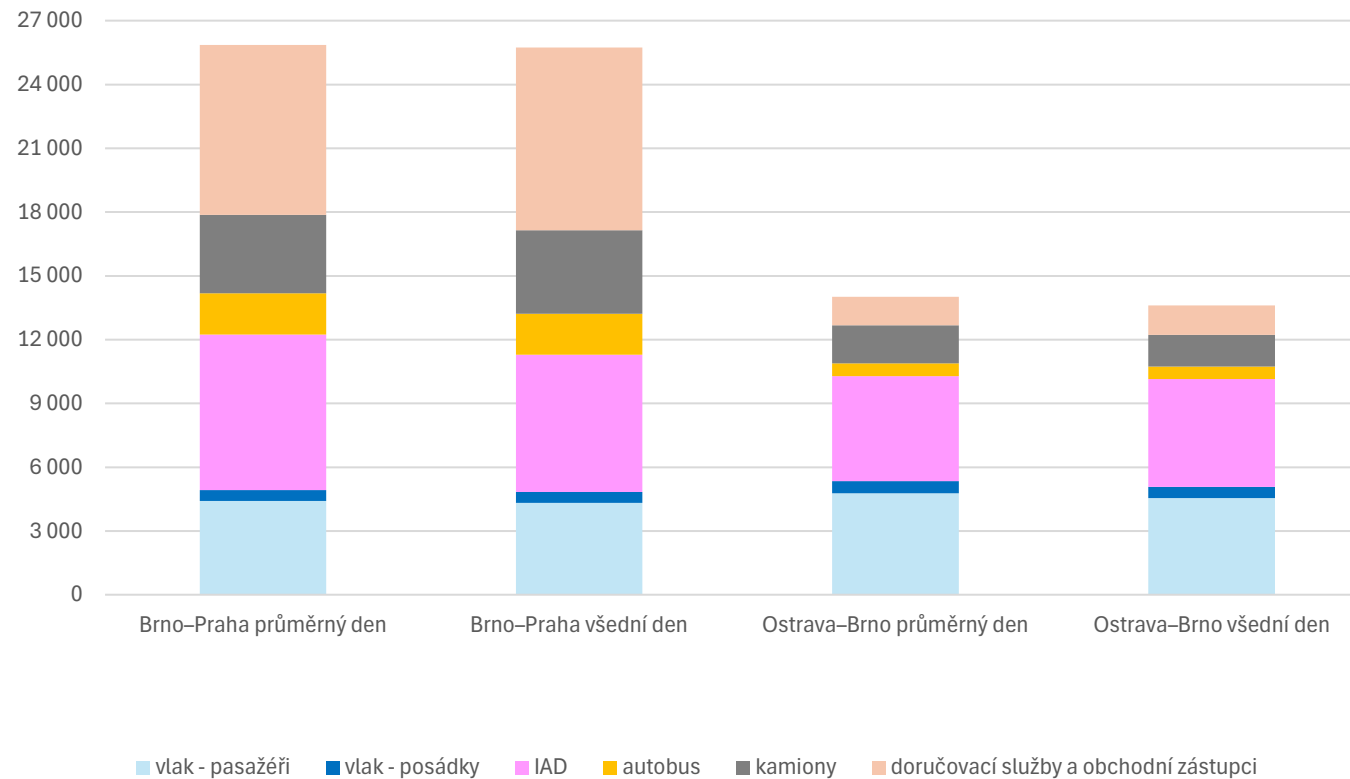
- Jízdní řády a průměrná kapacita obsazenost: 1 937 (idos/studie proveditelnosti/ročenky)

– IAD

- Big data: 7 660 (48%)
- Sčítání dopravy 2016, dopravní sedlo 24 235 → jednosměrně 12 tis. vozidel

Příklad RS1: silnice - struktura

Struktura dopravního proudu na vybraných směrech bez zohlednění small data (počty cestujících za den ve směru pouze na Prahu)



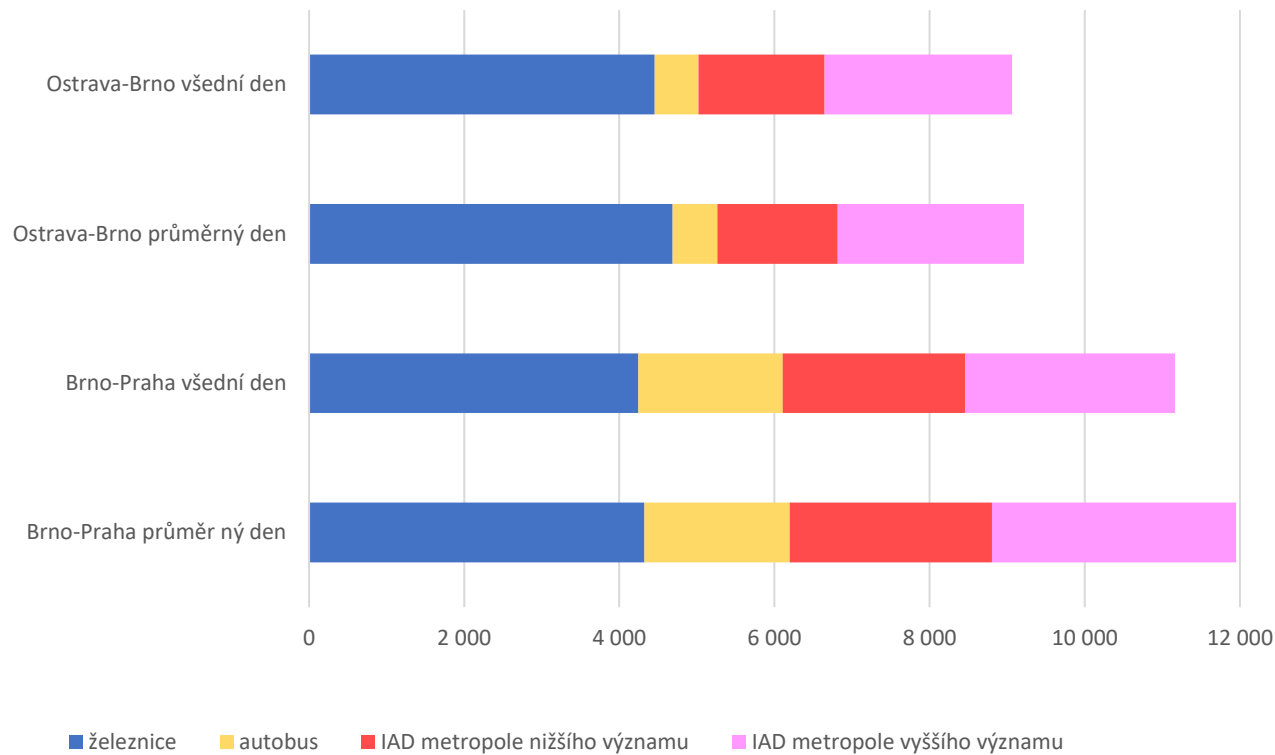
Příklad RS1: Praha – Brno (struktura celkem)

– Struktura železnice a silnice v roce 2019

mód	železnice			silnice					celkem	transfer na HSR
kategorie	pasažéri	posádky	Σ	IAD	bus	kamiony	dodávky a obchodní zástupci	Σ	Σ	Σ
průměrný den	5 074	537	5 611	7 660	1 937	3 686	8 372	21 655	27 266	14 671

Transfer na VRT

Potenciální transfer cestujících na VRT se zohledněním small data (počty cestujících za den ve směru pouze na Prahu)



RS1: Ročenky dopravy a big data (2019)

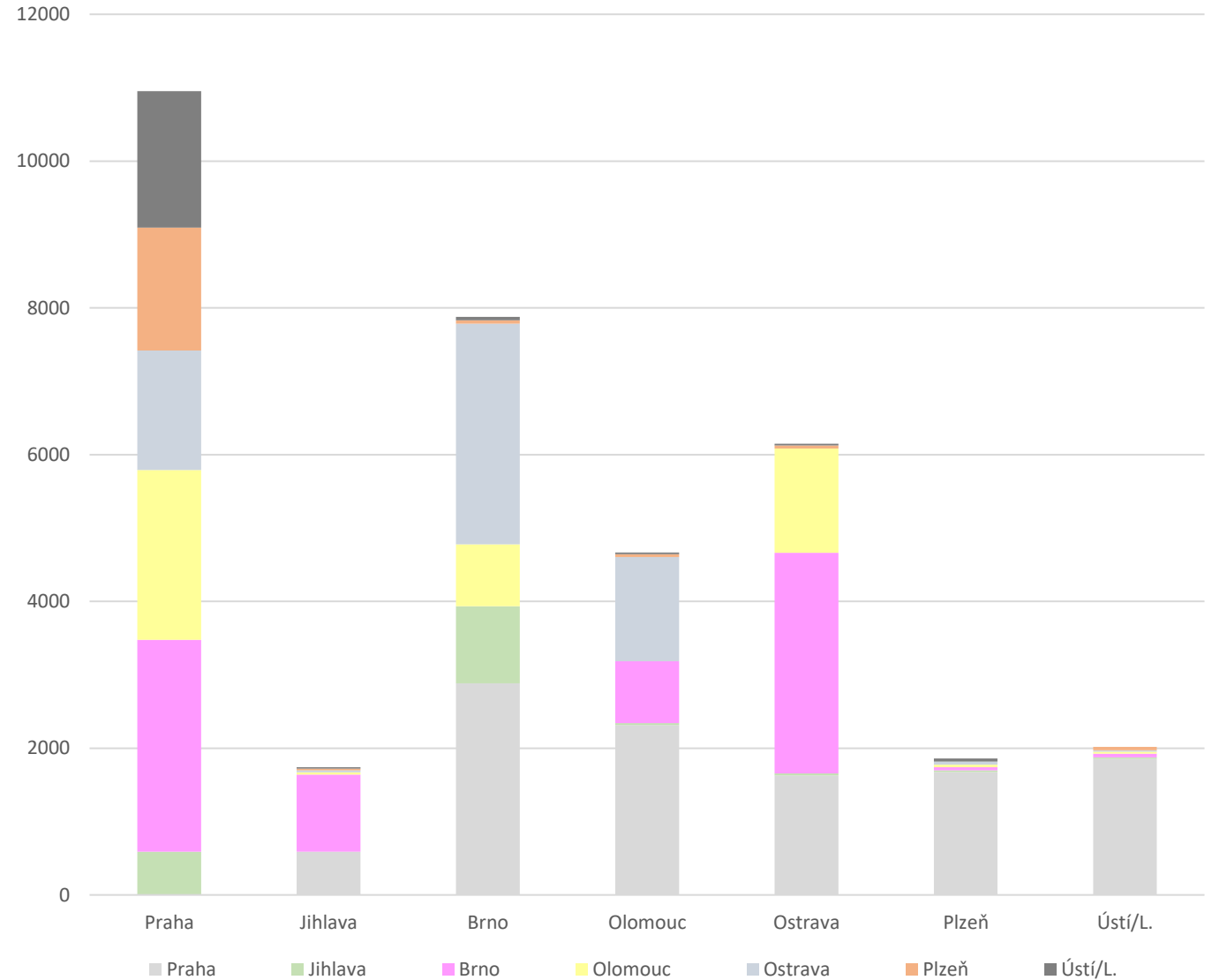
Ročně (v tis.) z / do	Praha	Jihlava	Brno	Olomouc	Ostrava	Plzeň	Ústí/L.
Praha	x	310	1 181	1 243	1 264	890	974
Jihlava	323	x	554	15	15	12	10
Brno	1 177	571	x	453	470	23	25
Olomouc	1 233	15	450	x	772	19	13
Ostrava	1 258	16	460	747	x	22	12
Plzeň	904	11	23	19	23	x	22
Ústí/L.	1 014	10	27	13	12	24	x

Ročně (v tis.)	vlak	+ bus	+ IAD
PRG-BRQ-OSR	5 810	6 516	9 306
+ Jihlava	7 599	8 305	11 095
+ Olomouc	12 527	13 233	16 023

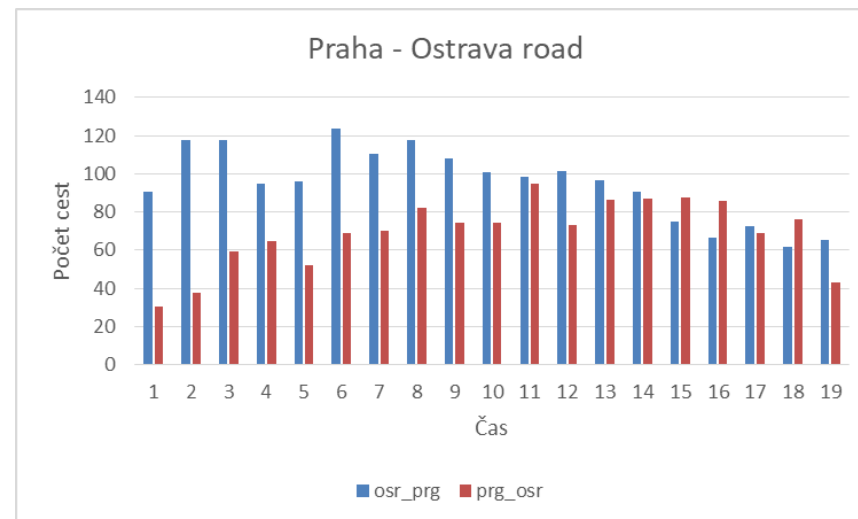
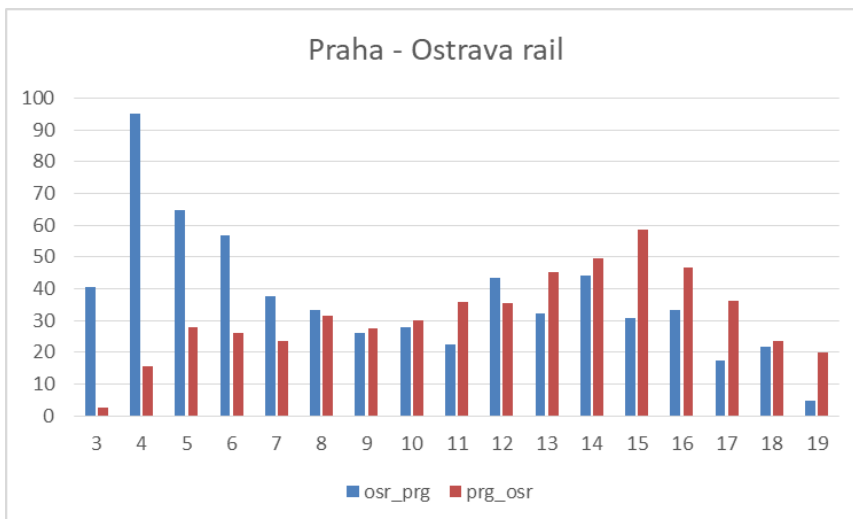
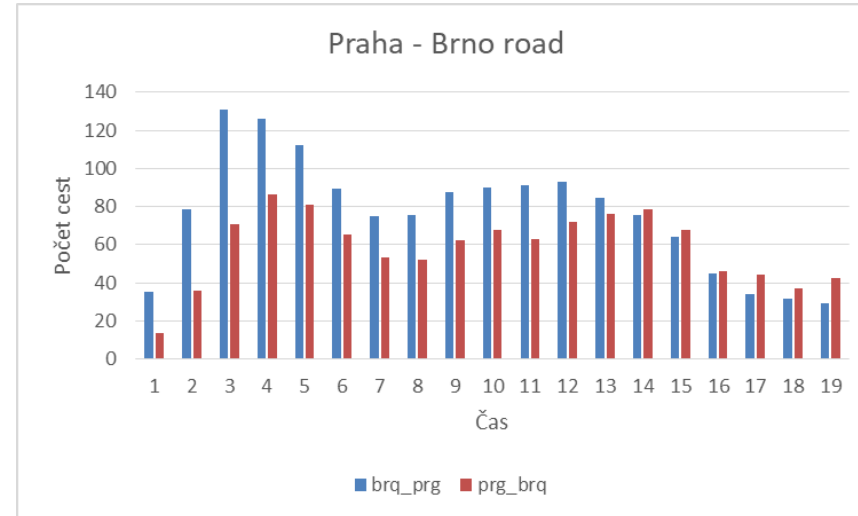
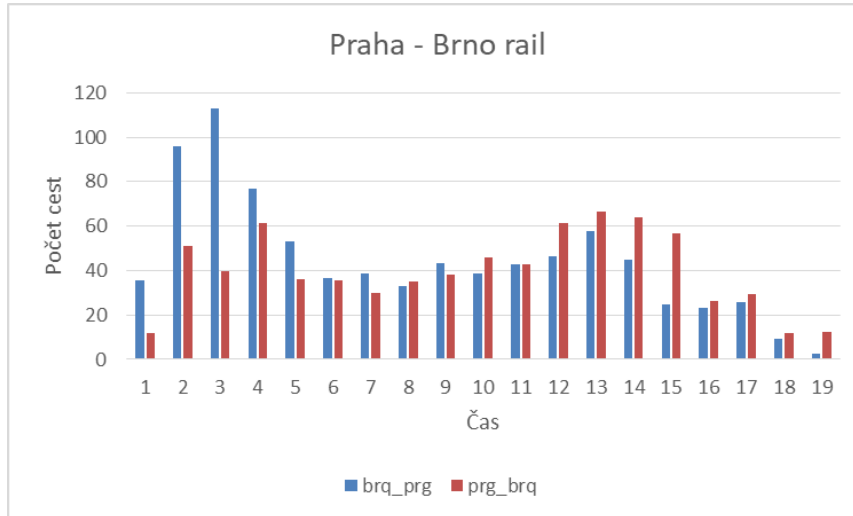
— European Court of Auditors → 9 mil. pasažérů ročně

Mezikrajské vazby

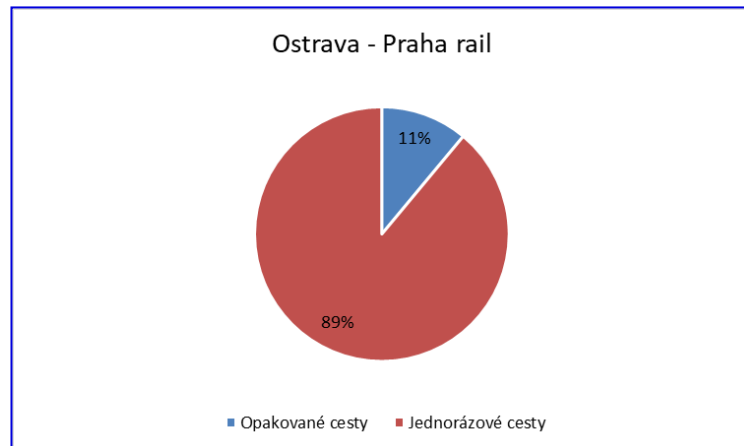
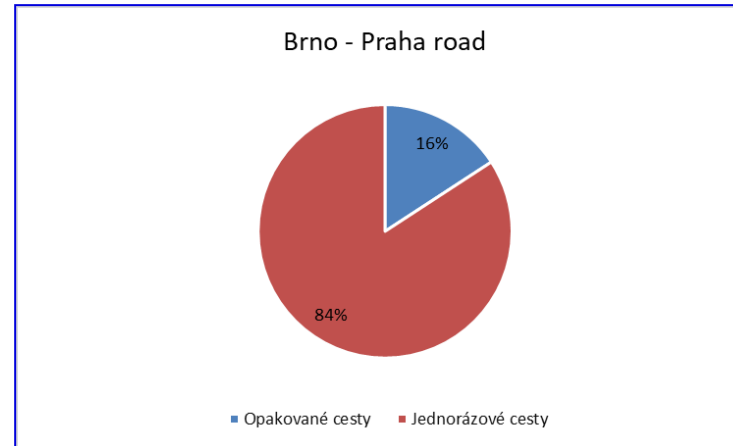
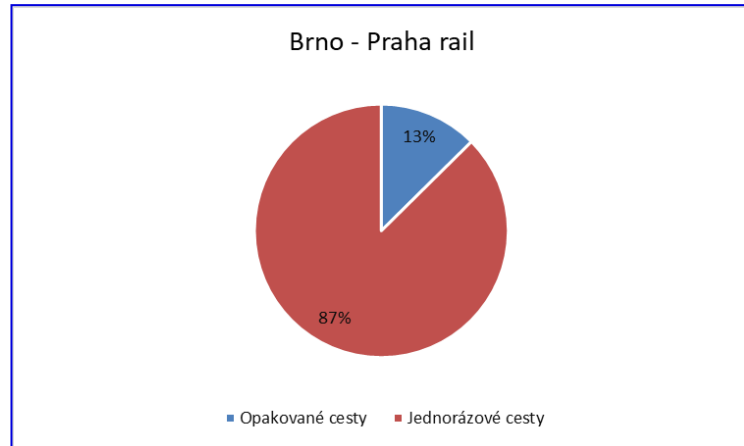
Vybrané mezikrajské vazby a jejich potenciál pro VRT – minimální varianta převodu relevantních cestujících mezi krajskými centry na VRT (v tis. osob / rok)



2.2 Struktura současné poptávky po přepravě – časové rozložení (BRQ-PRG, Všední den)



2.3 Struktura současné poptávky po přepravě – opakované cesty (BRQ-PRG)

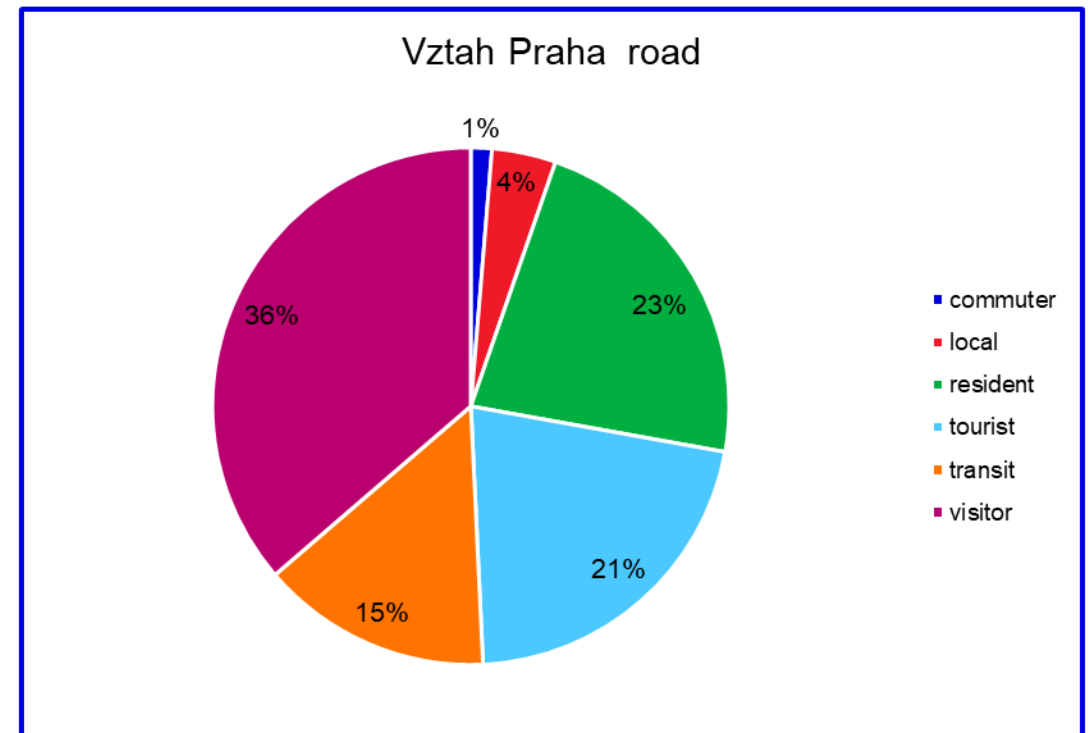
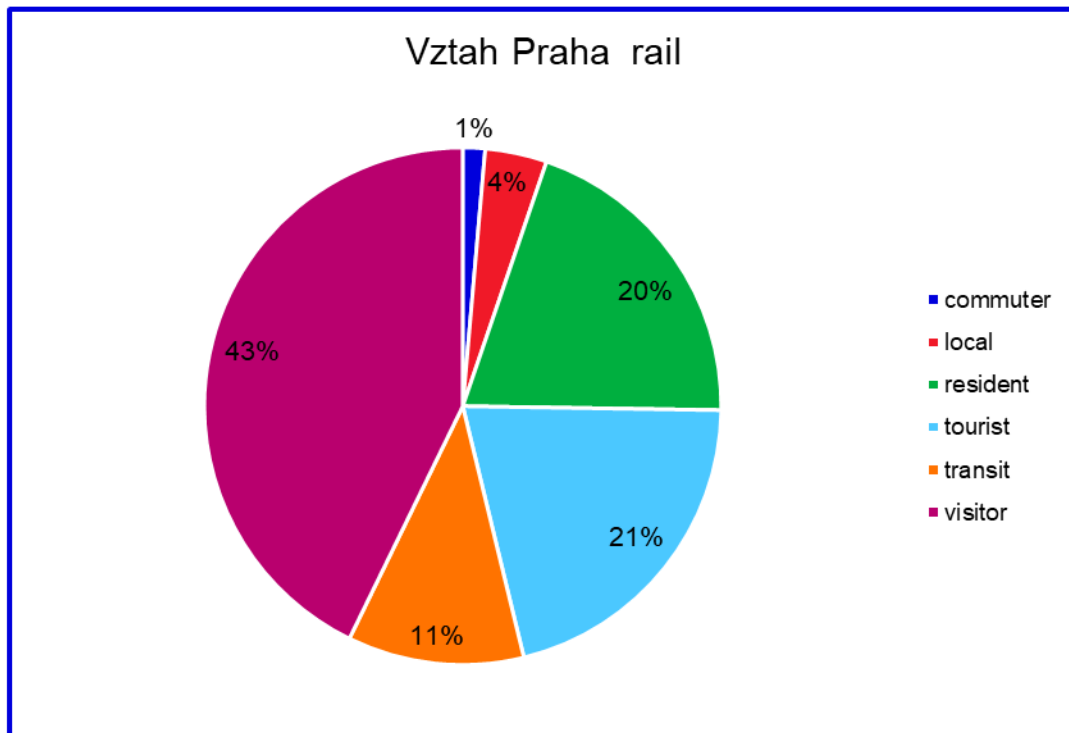


2.4 Struktura současné poptávky po přepravě – domicil (BRQ-PRG)

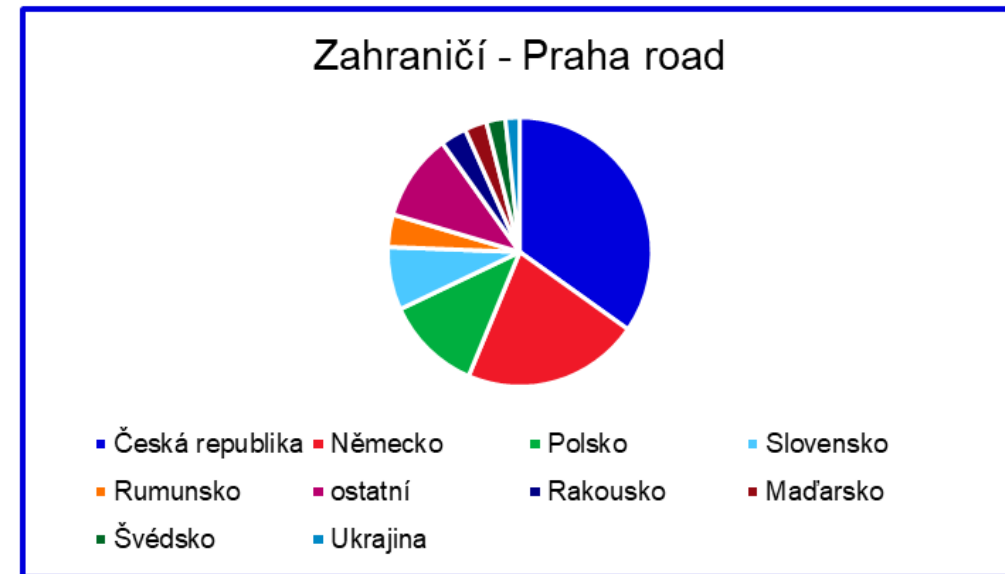
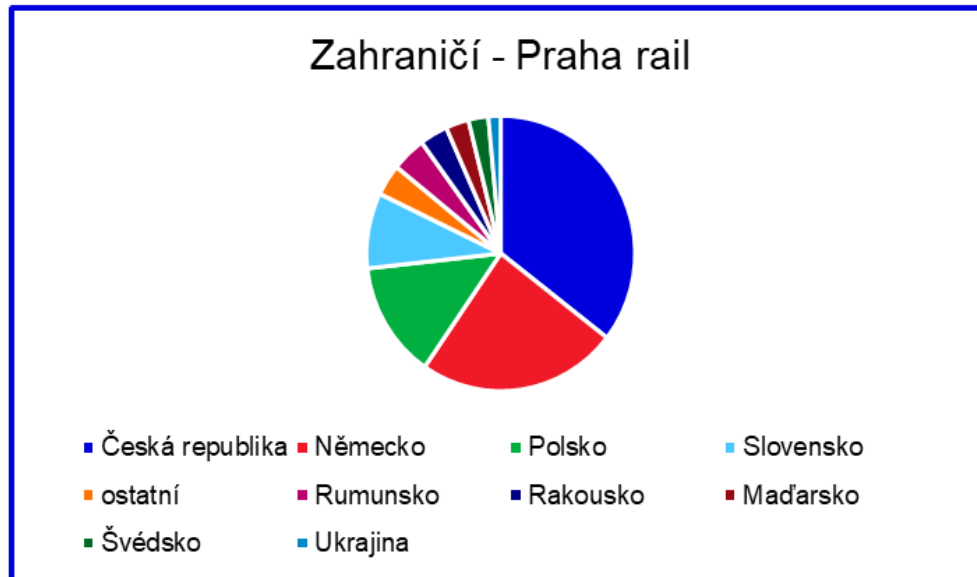
Rozlišení kategorií cest podle **pobytu**:

- *resident* (domov v nejobvyklejší ZUJ),
- *commuter* (ZUJ primární dojížděky),
- *local* (nepravidelné, opakované cesty),
- *visitor* (nahodilé cesty bez přenocování),
- *tourist* (cesty s přenocováním mimo domov),
- *transit* (cesta pokračuje do jiné destinace).

2.4 Struktura současné poptávky po přepravě – domicil (BRQ-PRG)



2.5 Struktura současné poptávky po přepravě – země puvodu (BRQ-PRG)



Přehled šetření

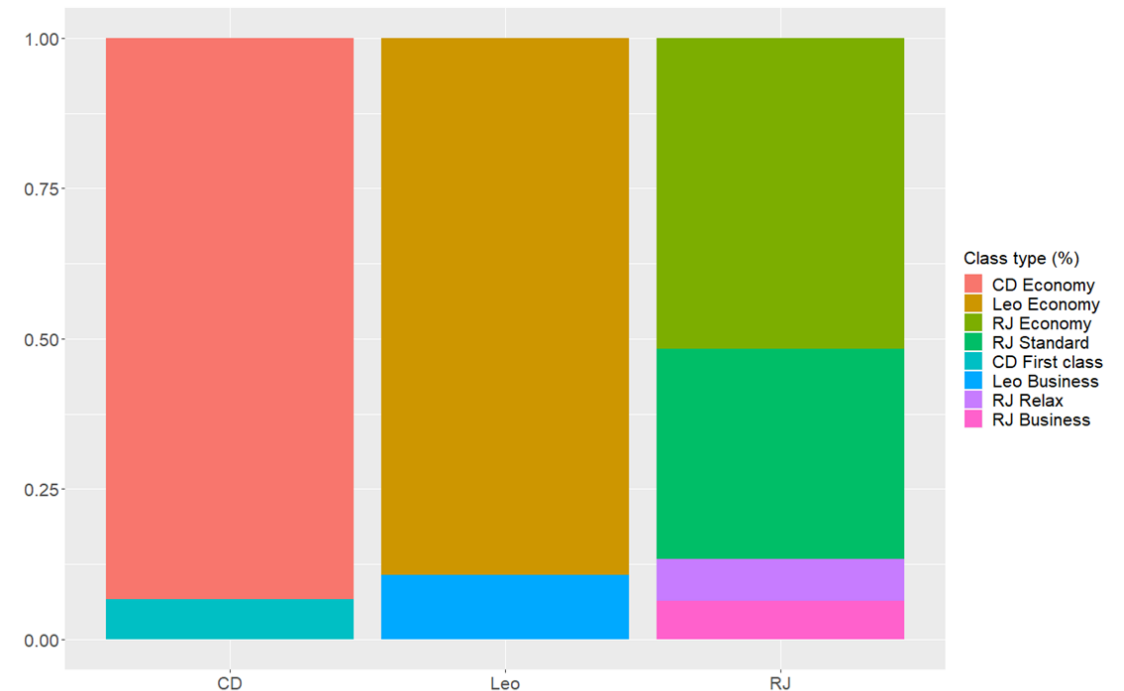
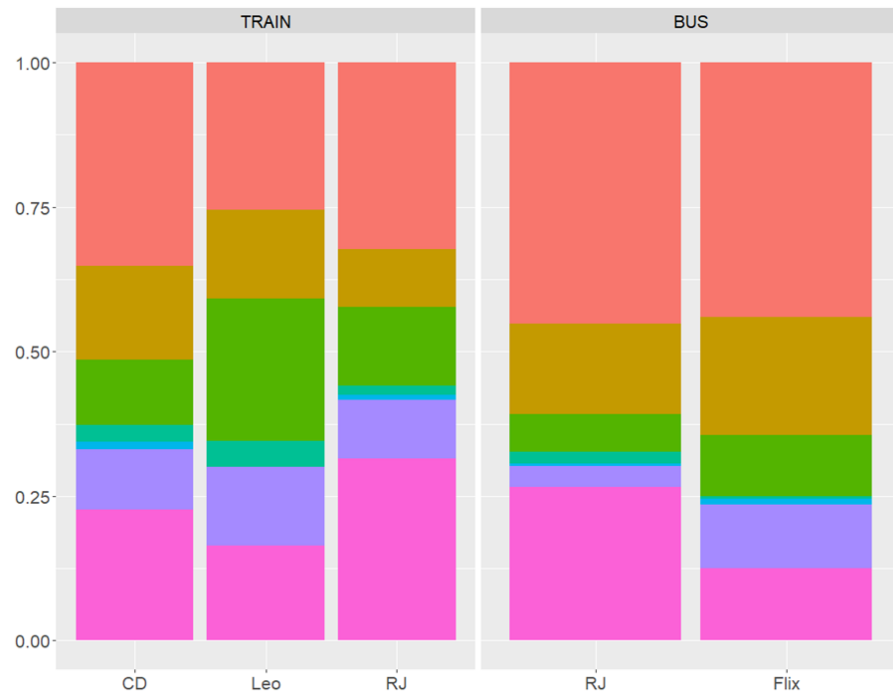
1. šetření **mobilitního chování uživatelů** dopravního módu – automobily, autobus/vlak
 - Systematický výběr; 1000 respondentů; v dopravních prostředcích, na nádražích, odpočívadlech
2. šetření **preference VRT** oproti jiným dopravním módům
 - Kvótní výběr; 1200 respondentů; Praha, Brno, Ostrava
3. šetření mobilitního chování domácích a zahraničních **návštěvníků**
 - Kvótní výběr; 1800 respondentů
4. šetření **potenciální změny** mobilitního chování na **RS1** (2020) a NM OPCE11 (2021 replika)
 - Systematický výběr; 1050 respondentů (350 auto, bus, vlak)
5. šetření **preference dojížděky automobilem** do zaměstnání a školy v zázemí Brna
 - Stratifikovaný výběr; 210 domácností
6. šetření cestovních návyků dětí a rodičů při **dojížděce do škol** s ohledem na zdraví
 - Kvótní náhodný výběr; 305 domácností
7. **frekvenční průzkumy** v dálkové železniční dopravě pro Ministerstvo dopravy
 - linkách R9 (v úseku Praha-Světlá nad Sázavou a Tišnov-Brno), R26 (v úseku Praha-České Budějovice) a R27 (v úseku Ostrava-Bruntál)

Přehled šetření

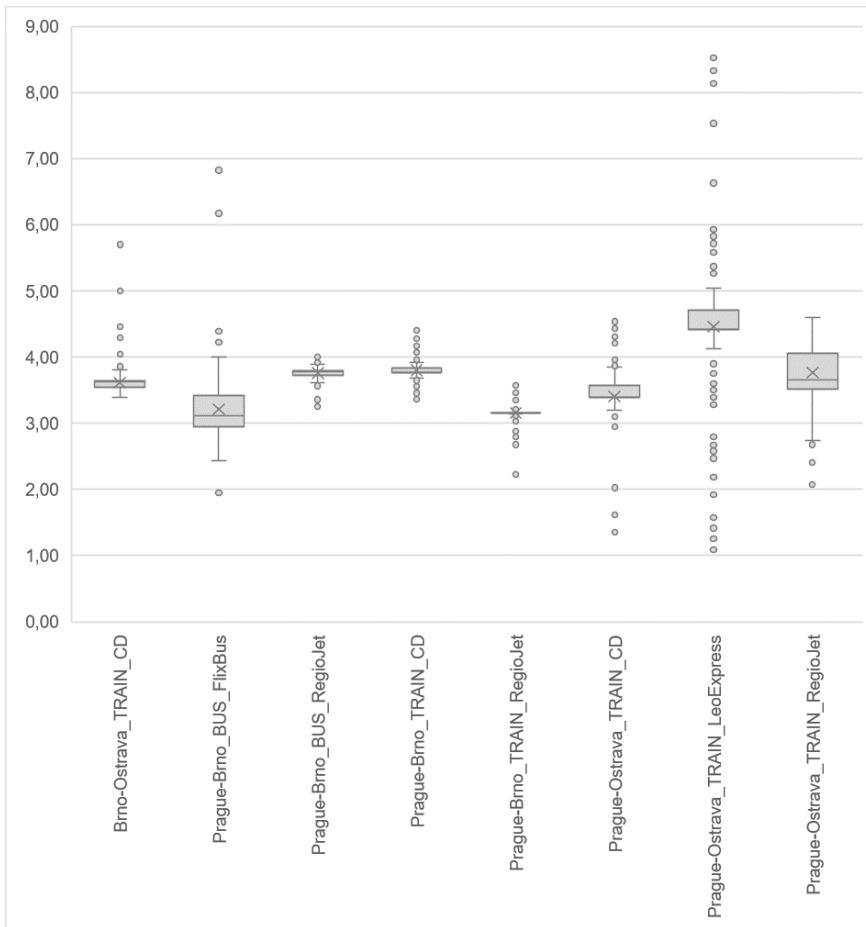
1. průzkum potenciálu **využití VRT** na trase **Brno–Praha**
 - 3 x focus groups (celkem 28 respondentů)
2. šetření **preference VRT** oproti letadlu
 - **Praha - Mnichov** (3 x focus group)
3. šetření mobilitního chování účastníků cestovního ruchu – **Jižní Korea**
 - 2 x focus groups
4. šetření změn **mobilitního a rezidenčního** chování
 - systematický výběr (random route); 29 rozhovorů s celkem 19 ženami a 10 muži; **Praha - Plzeň**
5. šetření preferencí cestujících na trase **Praha – Mnichov**
 - 10 polostrukturovaných rozhovorů

Šetření mobilityního chování uživatelů dopravního módu – automobily, autobus/vlak

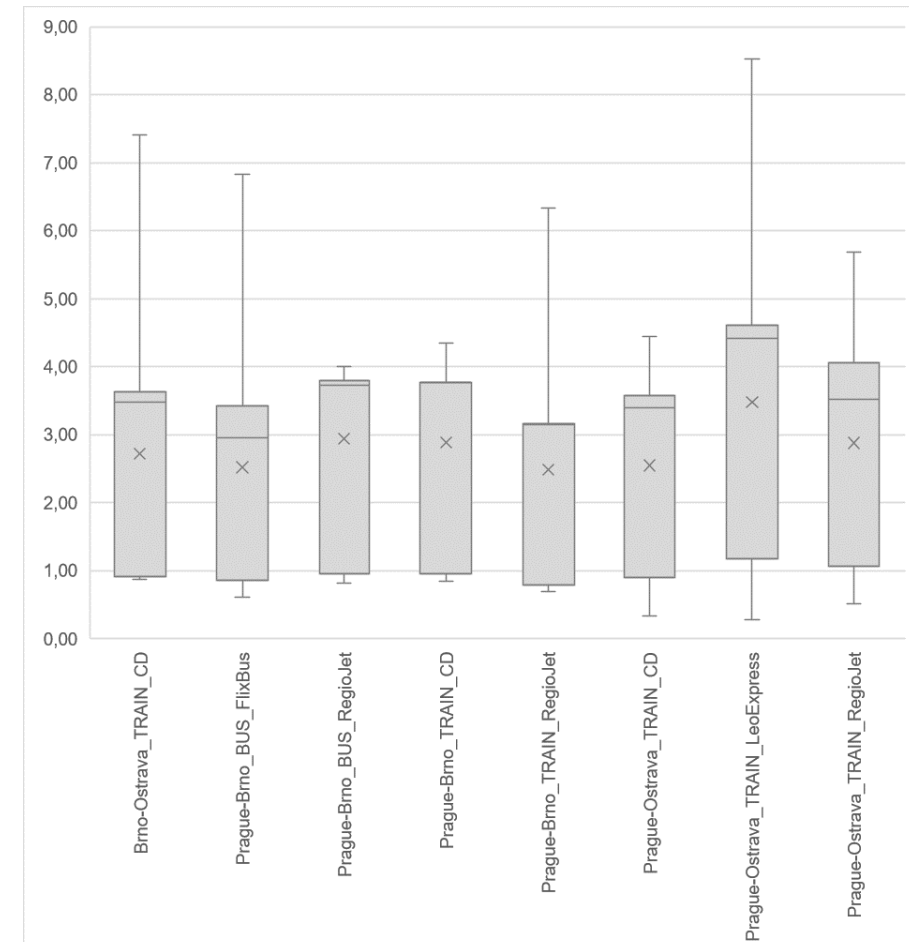
– Systematický výběr; 1000 respondentů; v dopravních prostředcích, na nádražích, odpočívadlech



Šetření mobilityního chování uživatelů dopravního módu – automobily, autobus/vlak



— Bez slev vs.
se slevami



Průzkum potenciálu využití VRT na trase Brno–Praha

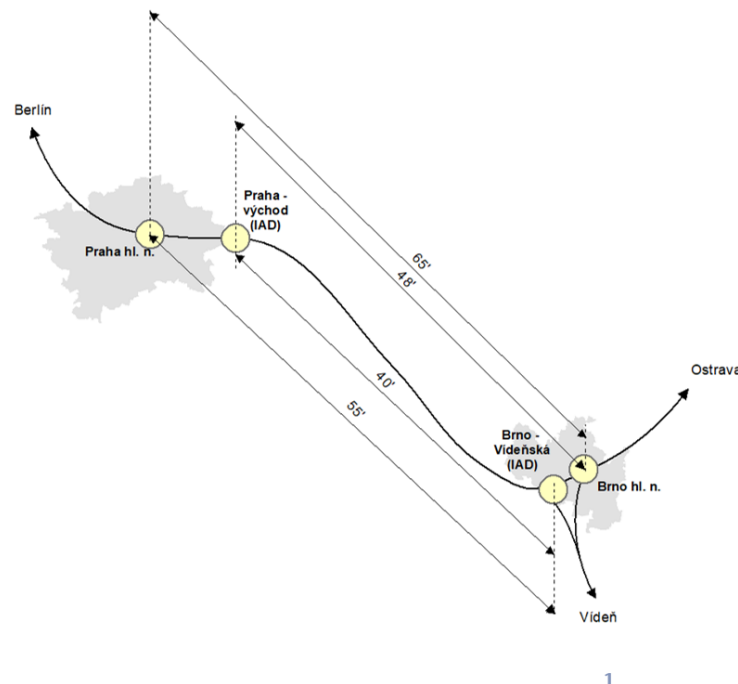
— předem připravený scénář s indikátory a otázkami

10. **Zakončujete cestu přímo v Brně/Praze nebo cestujete do blízkého okolí Brna/Prahy?**
11. **Jaké dopravní prostředky využíváte na celé Vaší cestě až do cíle cesty?** Pouze auto, nebo i jiné? Např. MHD, autobus, vlak, kolo, spoujízda, letadlo, motocykl apod.
12. **Jak dlouho obvykle trvá vaše setrvání ve městě?** Jeden den, více dní, nebo pouze projíždíte?

Dopravní mód VLAK / AUTOBUS

13. **Z jakého důvodu preferujete autobus/vlak?** (PODPŮRNÁ KARTA Č. 1)

- spoje (frekvence), zákaznická karta, cena, rychlost, bezpečnost (dálnice x koleje), zpoždění, možnost občerstvení, wifi, steward na palubě, místo na nohy, kvalitnější služby, doplňkové služby (např. noviny a časopisy, voda zdarma, možnost tichého vozu pro práci, přítomnost zásuvek)



↓ Praha HLAVNÍ NÁDRAŽÍ	↑ kvalitní nový vlak
Brno HLAVNÍ NÁDRAŽÍ	R X C D kino
frekvence spojů	Každých 15 minut po celý den
jízdní doba	65 min.
cena pro Vás	349,- Kč

KARTA P-V Nabídka spojení vysokorychlostním vlakem č. 2

↓ Praha HLAVNÍ NÁDRAŽÍ	↑ kvalitní nový vlak
Brno VÍDEŇSKÁ	R X C D kino
frekvence spojů	Každých 30 minut po celý den
jízdní doba	55 min.
cena pro Vás	319,- Kč

KARTA J-B Nabídka spojení vysokorychlostním vlakem č. 3

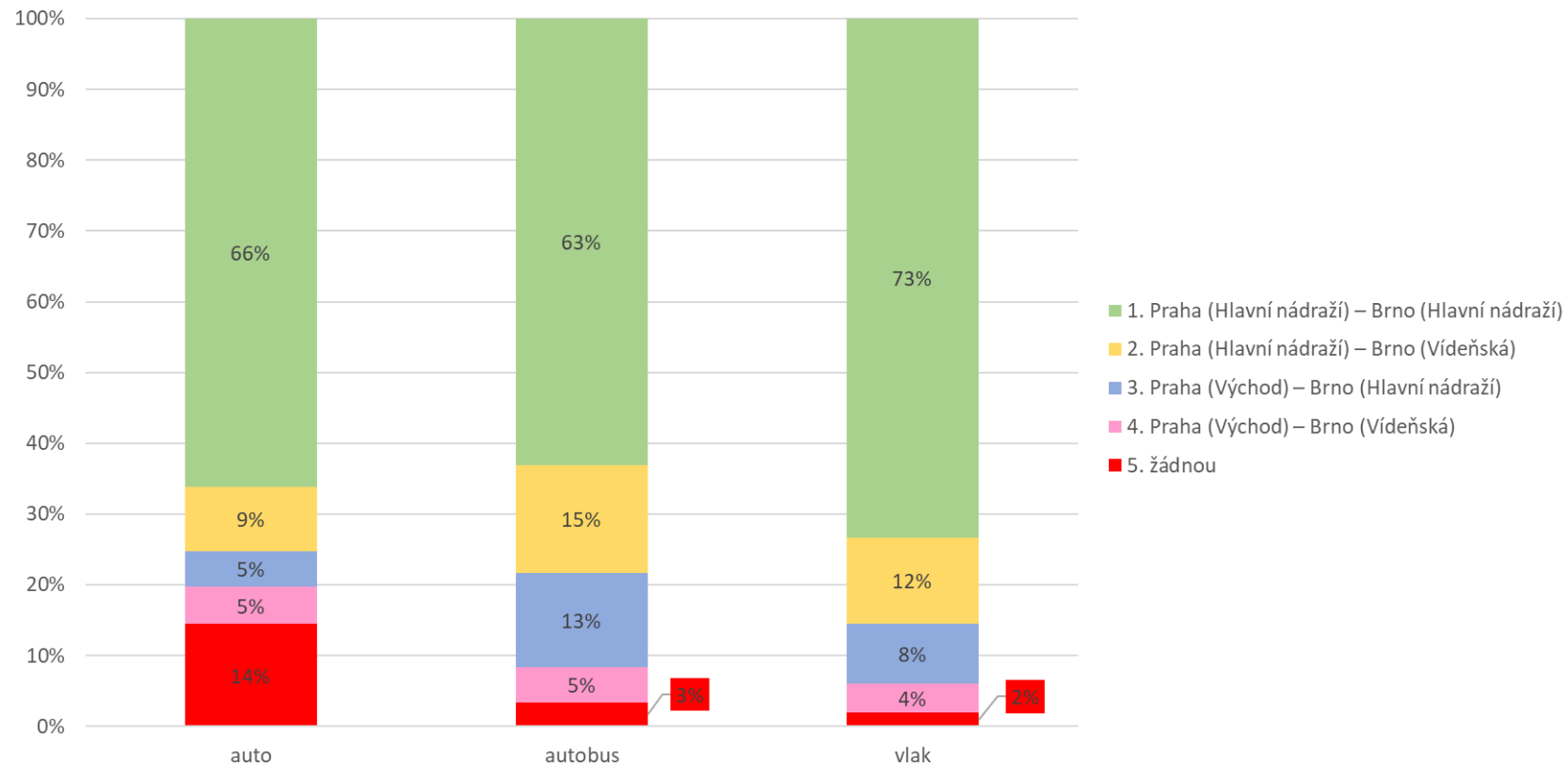
↓ Praha - VÝCHOD	↑ kvalitní nový vlak
Brno HLAVNÍ NÁDRAŽÍ	R X C D kino
frekvence spojů	Každých 20 minut po celý den
jízdní doba	48 min.
cena pro Vás	299,- Kč

KARTA J-V Nabídka spojení vysokorychlostním vlakem č. 4

↓ Praha - VÝCHOD	↑ kvalitní nový vlak
Brno VÍDEŇSKÁ	R X C D kino
frekvence spojů	Každých 30 minut po celý den
jízdní doba	40 min.
cena pro Vás	289,- Kč

Šetření potenciální změny mobilityního chování na RS1

– Systematický výběr; 1050 respondentů (350 auto, bus, vlak)

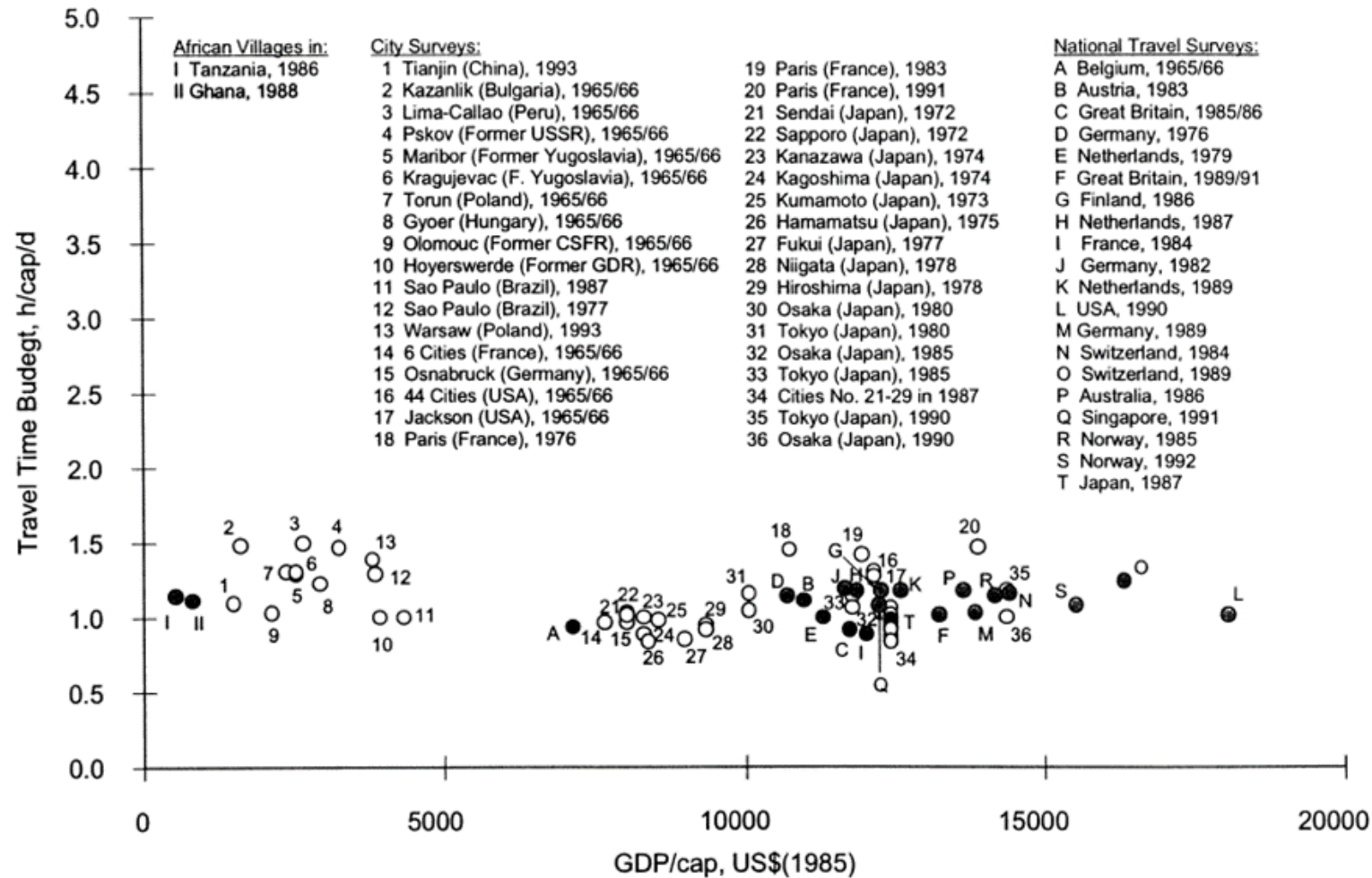


Průzkum potenciálu využití VRT na trase Brno–Praha

výsledky

- různé vnímání terminálu Praha-Východ a Brno-Vídeňská
- vnímání VRT jako luxusního statku
- po prvotním nadšení byla změna módu u cestujících autem slabší
- důležitost „poslední míle“
- ekologie není důležitým důvodem pro výběr módu

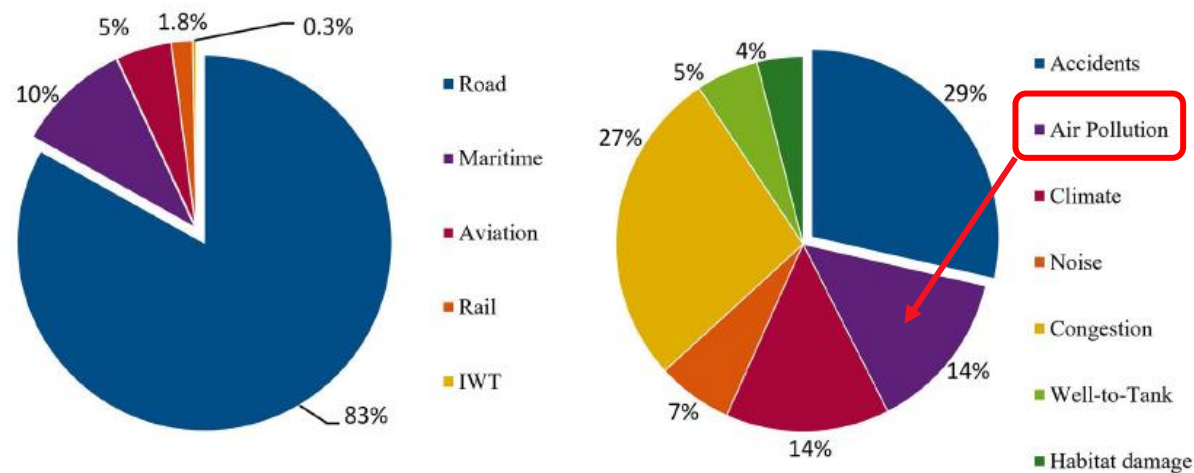
Tolerance doby jízdy



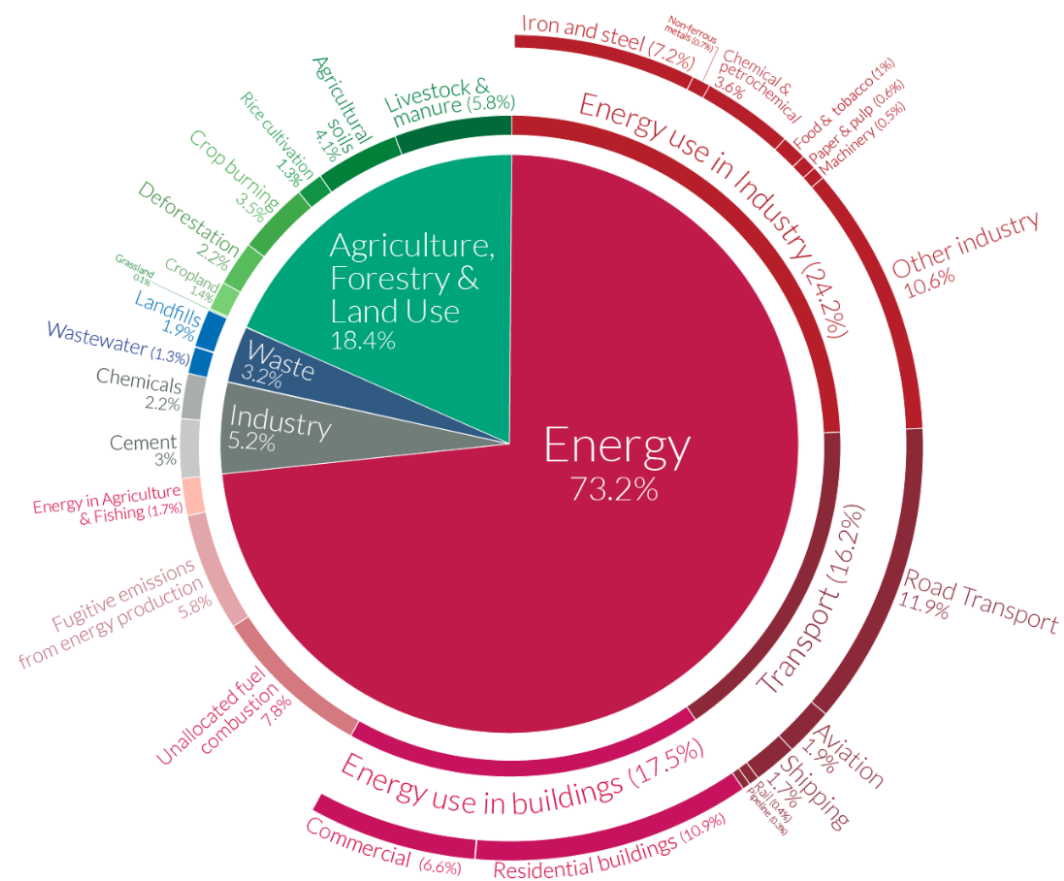
Zdroj: Schafer a Victor (2000)

VRT vs. IAD a externality v dopravě

– Podíl módu a externality

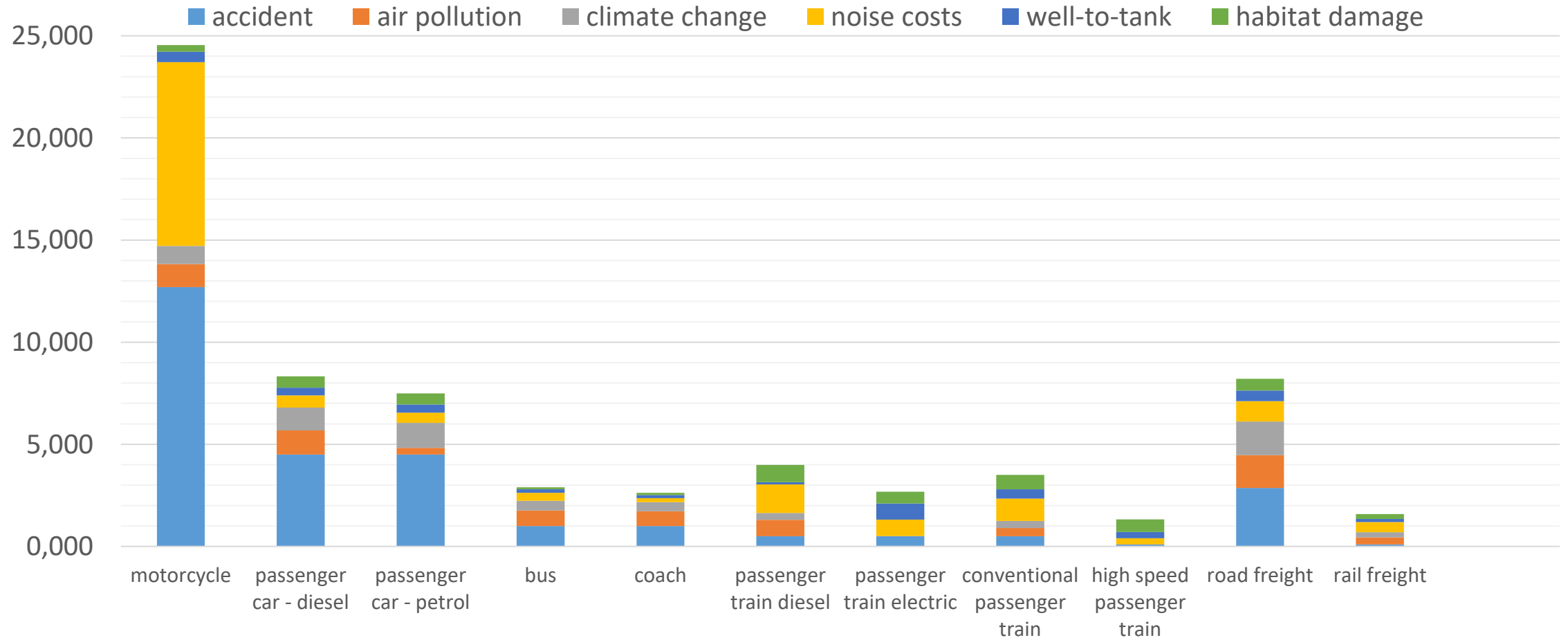


– Source: EC 2019, Czermański et al. 2020



- www.ourworldindata.org (2023)
- GHG & CO₂: Tapio 2005 (decoupling); Chapman 2007 (transport fuel consumption), Fontaras et al. 2017 (gap of laboratory and real conditions), Lamb et al. 2021 (intersectoral comparison)
- Emissions associated with transport: 26% Chapman (2007), 25% (Guterres, 2021), 80% associated with road transport (IEA 2021); 73% Lamb et al. (2021)

Externí náklady



VRT v zahraničí

navýšení
počtu spojů

16,69%

úspora max.
času

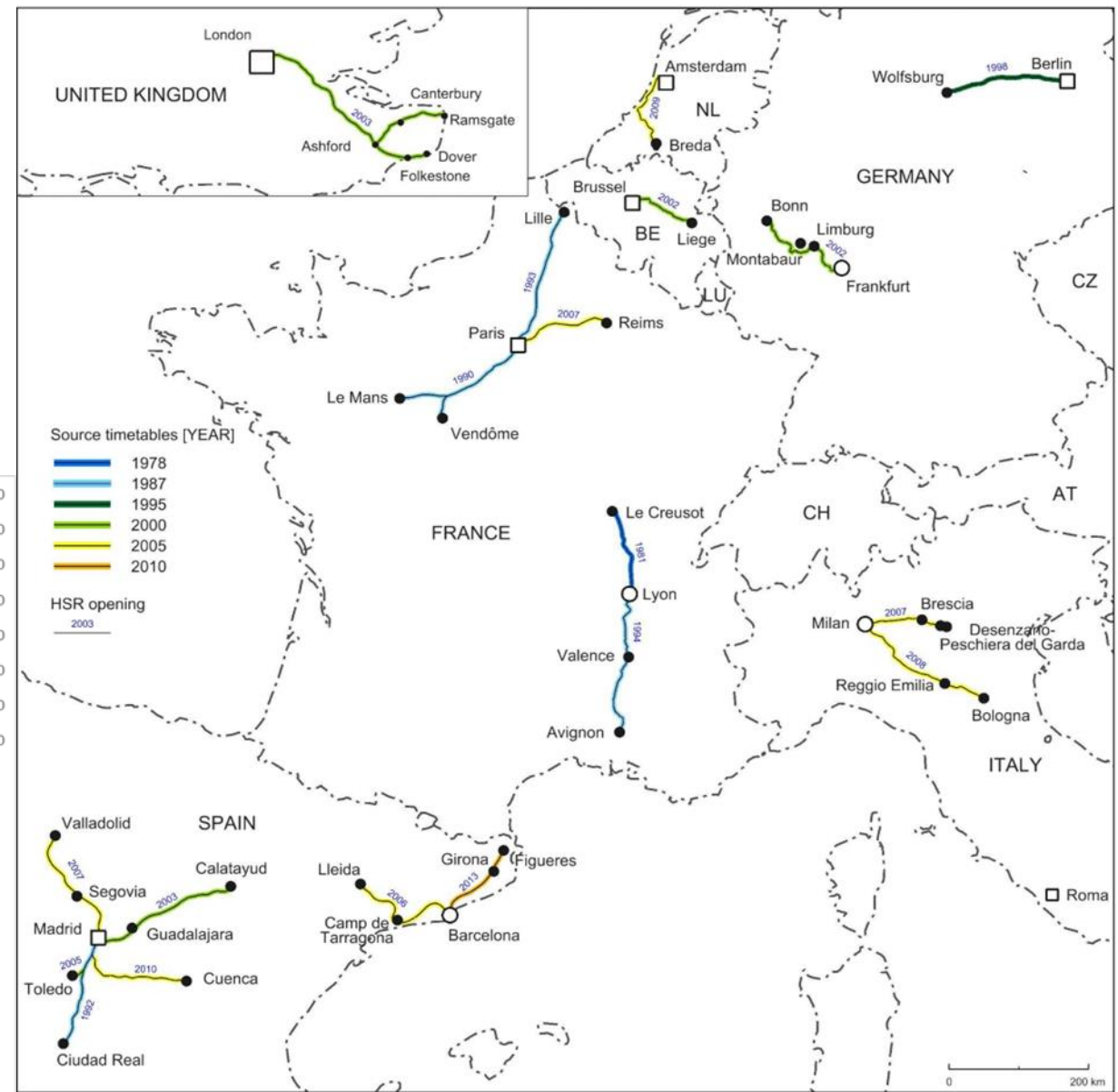
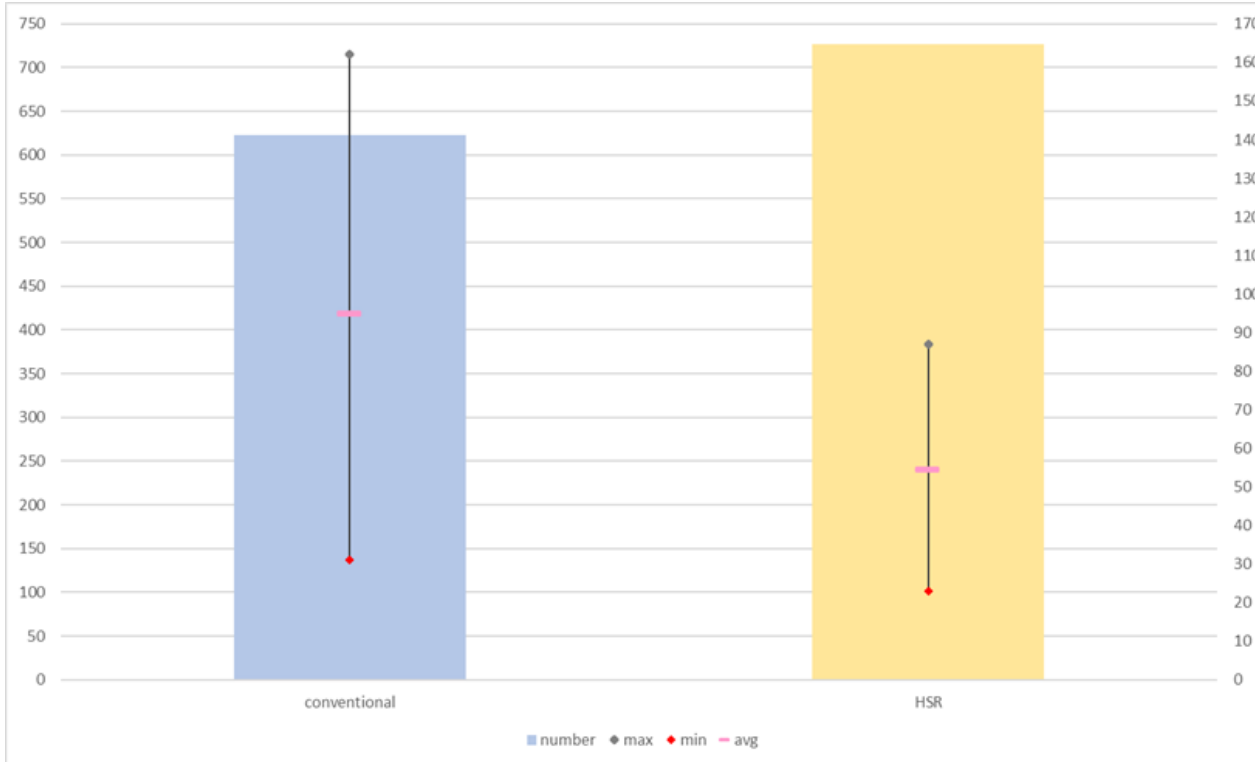
46,30%

úspora min.
času

25,81%

úspora
prům. času

42,56%



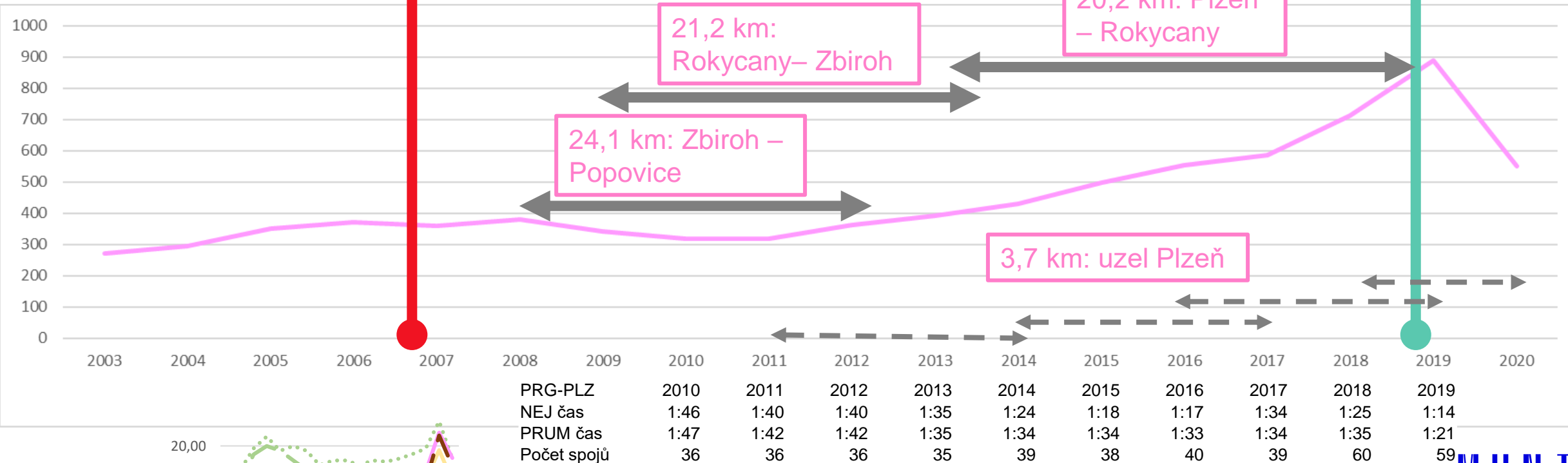
Příklad modernizace železniční infrastruktury: Praha – Plzeň

Plánované modernizace do 2028: Praha - Beroun

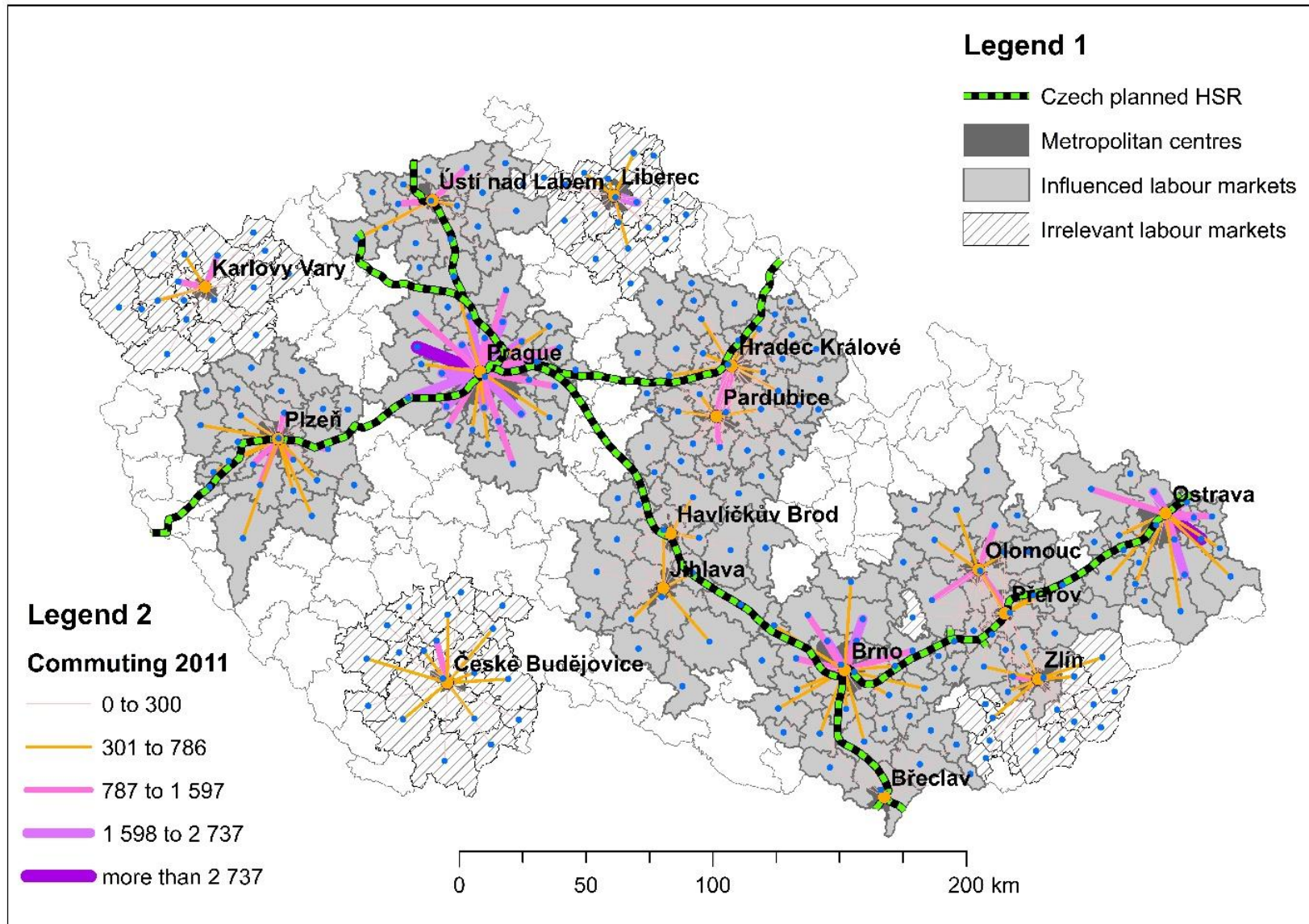
Říjen 2006:
dokončena
dálnice D5

- Poměr doby jízdy vlakem / autem:
1,59 (1,60) → 1,12 (1,10) (-29%)
- Počet spojů: 36 → 60 (+67%)

Prosinec 2018:
dokončen tunel
Ejpovice



VRT: propojení regionálních pracovních trhů



$$Mm = \frac{Ir}{Ic}$$

- Mm = mezní míra mobility pracovních sil
- Ir = přírůstek příjmů
- Ic = přírůstek nákladů

VRT: úspory času

- Úspory času VRT vs. konvenční

orig/dest	Praha	Jihlava	Brno	Olomouc	Ostrava	Plzeň	Ústí/L.
Praha	x	1,32	1,45	0,78	1,53	0,00	0,68
Jihlava	1,32	x	1,28	2,55	3,02	2,02	2,32
Brno	1,45	1,28	x	0,75	1,35	2,40	2,82
Olomouc	0,78	2,55	0,75	x	0,20	0,93	1,73
Ostrava	1,53	3,02	1,35	0,20	x	1,70	2,52
Plzeň	0,00	2,02	2,40	0,93	1,70	x	1,75
Ústí/L.	0,68	2,32	2,82	1,73	2,52	1,75	x

- Poměr času jízdy VRT vs. IAD

orig/dest	Praha	Jihlava	Brno	Olomouc	Ostrava	Plzeň	Ústí/L.	avg
Praha	x	0,79	0,49	0,64	0,56	0,99	0,47	0,65
Jihlava	0,79	x	0,71	0,86	0,70	0,90	0,66	0,77
Brno	0,49	0,71	x	0,75	0,56	0,66	0,49	0,61
Olomouc	0,64	0,86	0,75	x	0,81	0,76	0,60	0,73
Ostrava	0,56	0,70	0,56	0,81	x	0,67	0,53	0,64
Plzeň	0,99	0,90	0,66	0,76	0,67	x	0,72	0,78
Ústí/L.	0,47	0,66	0,49	0,60	0,53	0,72	x	0,58

VRT: propojení regionálních pracovních trhů

Value of Time		0% wage				15 % wage				30 % wage				100 % wage			
Origin	Destination	Brno	Ostrava	Plzeň	Praha	Brno	Ostrava	Plzeň	Praha	Brno	Ostrava	Plzeň	Praha	Brno	Ostrava	Plzeň	Praha
Brno				0,23	5,92			0,10	2,68			0,06	1,73			0,04	1,02
Ostrava		1,37		1,59	7,29	0,85		0,59	2,72	0,62		0,36	1,67	0,40		0,20	0,94
Plzeň					5,69				3,70				2,74				1,81
Praha																	
Jihlava		0,98		1,21	6,90	0,64		0,62	3,90	0,48		0,42	2,72	0,31		0,25	1,69
Havlíčkův Brod		2,66	1,29	2,89	8,58	1,84	0,66	1,51	5,22	1,41	0,44	1,02	3,75	0,96	0,27	0,62	2,40
Olomouc		1,54	0,17	1,77	7,46	1,12	0,13	0,76	3,41	0,88	0,10	0,48	2,21	0,61	0,07	0,28	1,30
Přerov		3,23	1,87	3,46	9,15	2,49	1,45	1,43	3,99	2,03	1,19	0,90	2,55	1,48	0,87	0,52	1,48
Pardubice		1,37	0,00	1,60	7,29	0,89	0,00	0,89	4,87	0,65	0,00	0,62	3,66	0,43	0,00	0,38	2,44
Hradec Králové		0,76		0,99	6,68	0,48		0,54	4,31	0,35		0,37	3,18	0,23		0,23	2,09
Břeclav		2,35	0,98	2,58	8,27	1,93	0,60	1,00	3,32	1,63	0,44	0,62	2,07	1,25	0,28	0,35	1,19
Ústí nad Labem		1,10		1,33	7,02	0,50		0,73	4,59	0,33		0,50	3,41	0,19		0,31	2,25

Ekonomická efektivnost a dopravní projekty

Ekonomická efektivnost (EA)
projektů dopravní infrastruktury

EA relativní:
Je projekt ekonomicky efektivnější
než alternativa?

EA absolutní:
Je projekt sám o sobě absolutně
ekonomicky efektivní?
Úspory času, geografie

Jaké jsou alternativy?

Alternativy VRT

Konvenční železnice?
Kapacita, Shift2Rail a
nákladní doprava

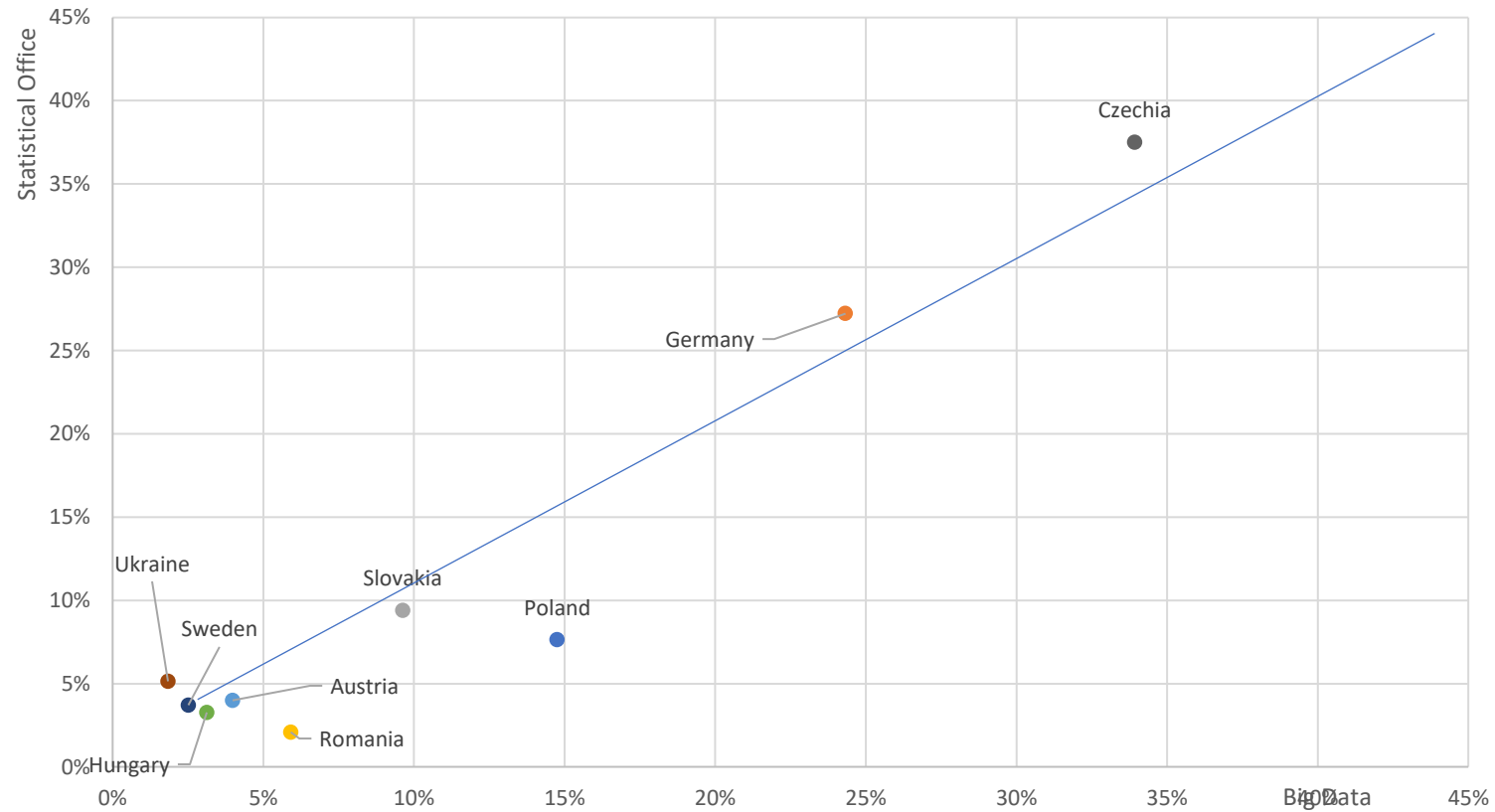
Autobus?
rychlost, komfort

Letecká doprava:
restrikce krátkých letů

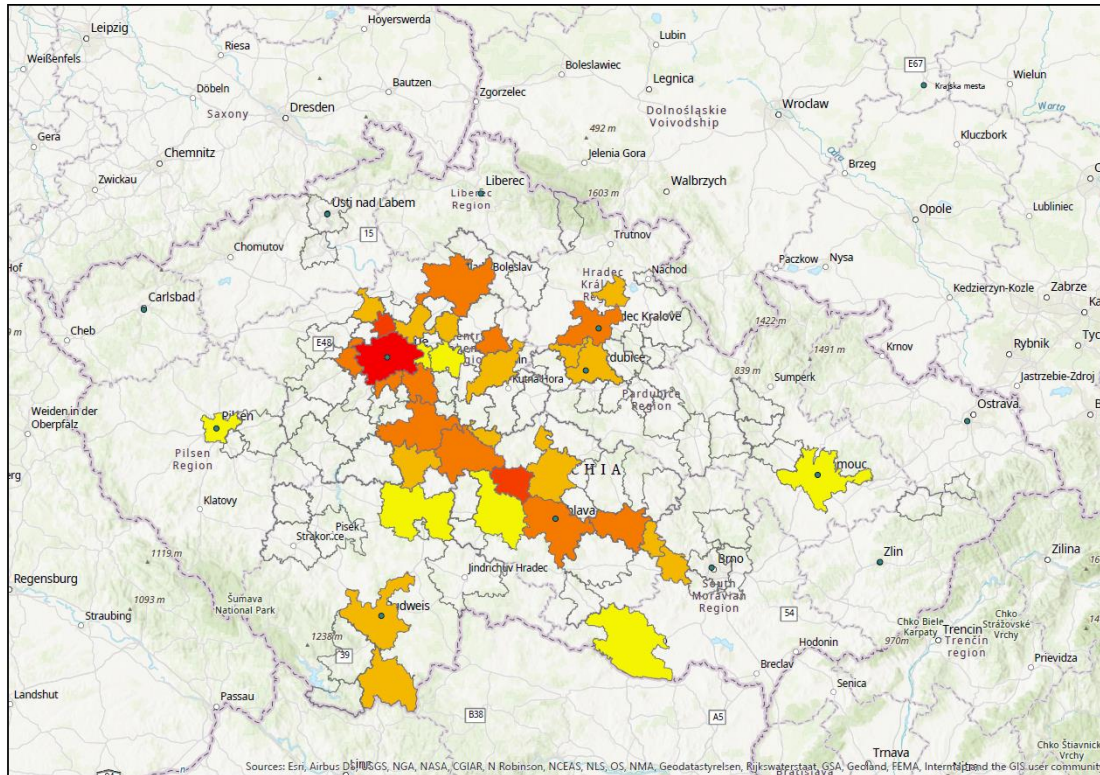
Sdílená doprava

Verifikace

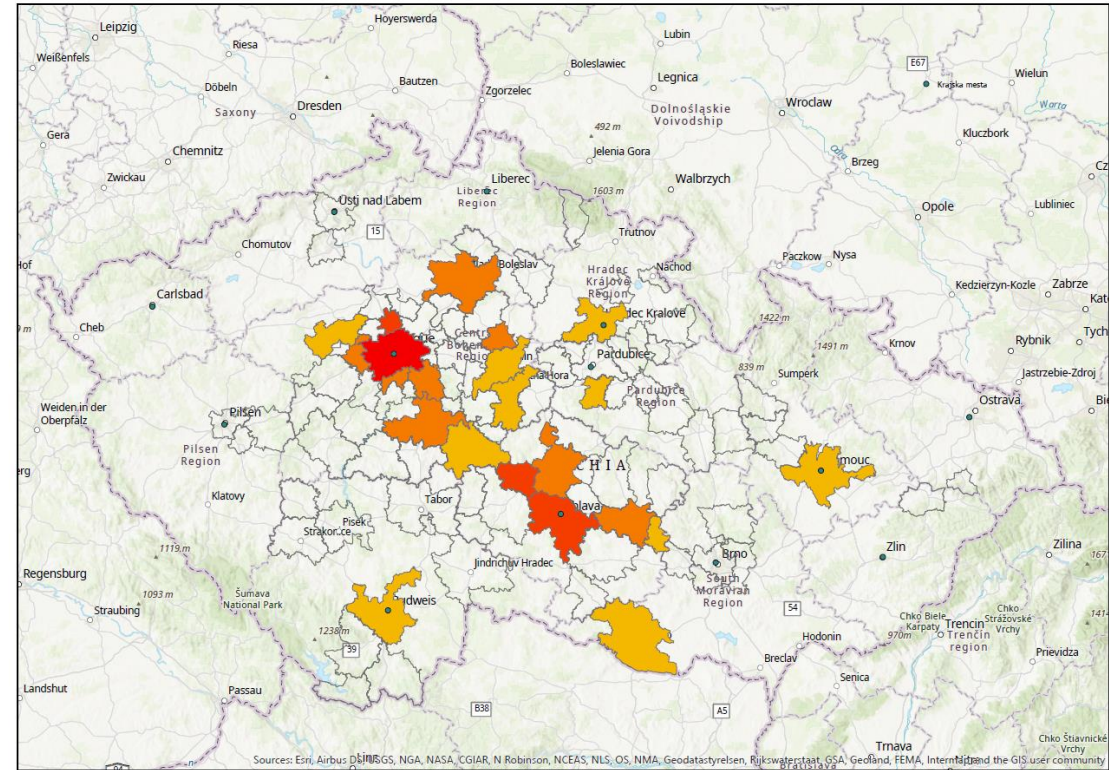
– Primary source countries for Prague (a comparison with official CSO statistics)



Romania



Sweden



Big Data: Závěry a doporučení

- Kontinuální a robustní zdroj informací
 - Proudová data / nikoliv řezy
 - Temporalita dat (hodinová data)
 - Intermodalita dat
 - Kombinace s dalšími zdroji dat
 - Sčítání dopravy, jízdní řády, možné porovnání s daty z mýtných bran či z daty z prodeje jízdenek (pokud dostupné)
 - Možnost porovnání laku/VRT a IAD
-
- Změna dopravního chování prostřednictvím VRT
 - Konektivita regionální pracovních trhů
 - Síťový efekt
 - Konkurenceschopnost vůči IAD – cíle dopravní politiky Green Deal (Alternativy)

Děkuji za pozornost

