



# **GIS4SG VI**

## **Kartografická explorace a analýza časoprostorových dat**

**podzim 2017**

**Petr Kubíček**

**kubicek@geogr.muni.cz**

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

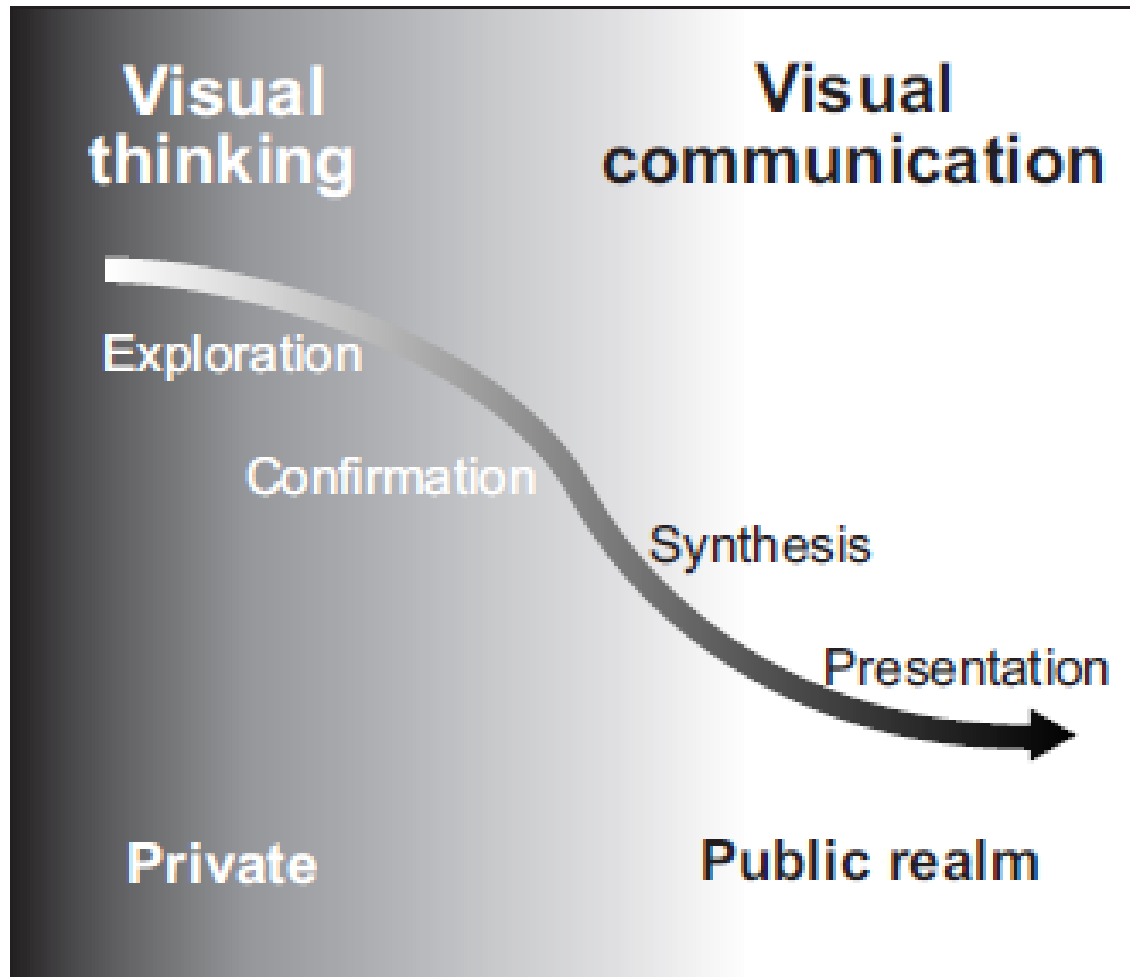
**GIS4SG**



## Map use

- **Změna kartografického paradigmatu – jak mohou mapy lépe sloužit uživatelům? Užití mapy.**
- **Důraz na kartografickou vizualizaci**
- **Di Biase (1990) – vizualizace jako nástroj výzkumu. Křivka vizualizace zobrazuje sekvenci výzkumných kroků a odlišnou roli vizualizace.**
- **Na straně explorace hraje mapa a další typy vizualizace roli nástroje pro zdůvodnění (napomáhají vizuálnímu myšlení).**

# Mapa a vizualizace v geografickém výzkumu

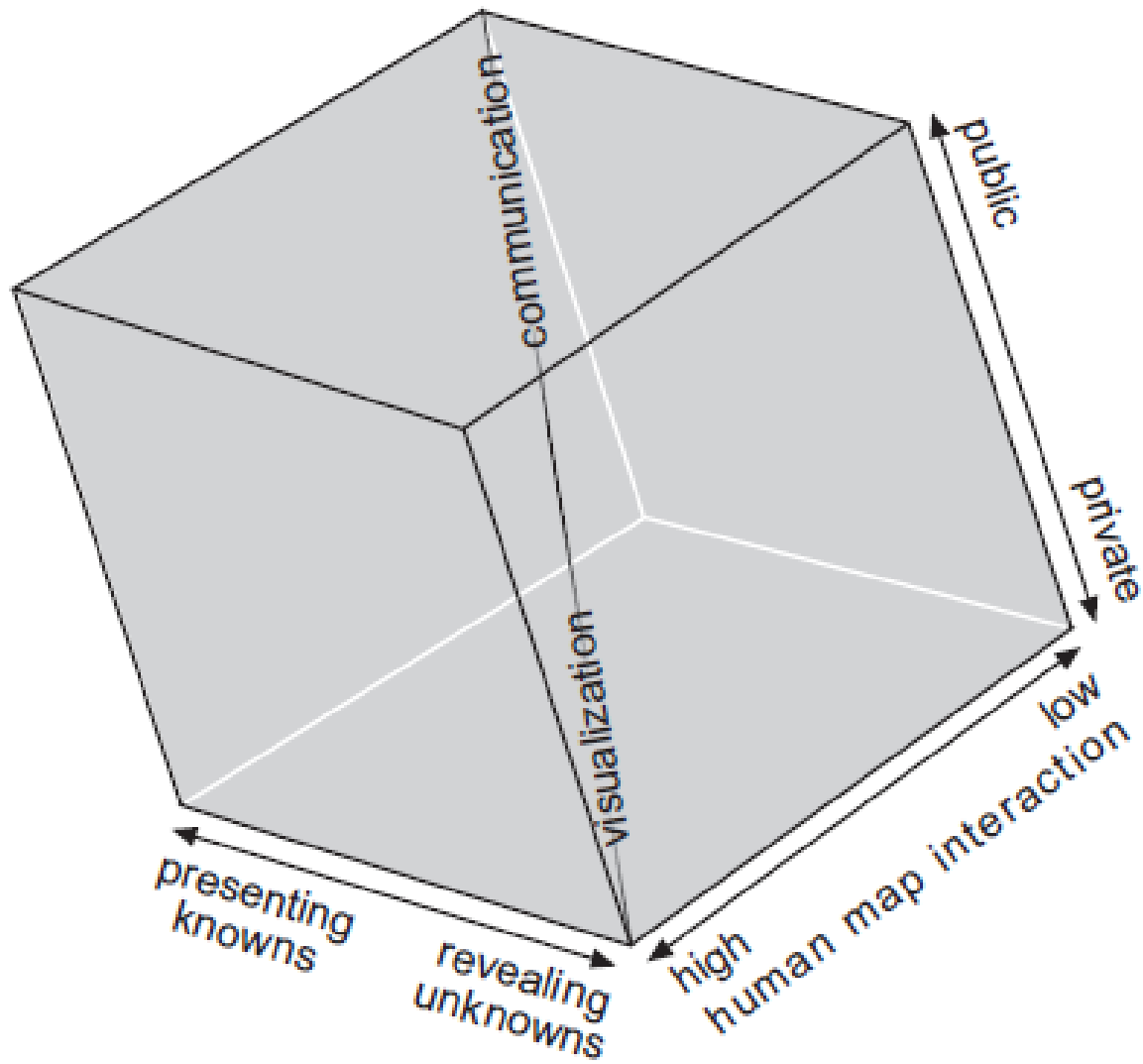


The GIS4SG maps and other graphics as tools in a geographic research sequence (after DiBiase, 1990)



# „Prostor“ užití mapy

- MacEachren(1994) – konceptuální pohled.
- Vizualizace (ve smyslu vizuálního myšlení) je doplněk komunikace (ve smyslu přenosu informace).
- Možnost souvislého měření podél tří os:
  - **Private** – public
  - **Revealing unknown** – presenting known
  - **High human-map interaction** – low interaction
- Kartografická vizualizace = užití mapy v části krychle pro soukromé využití, odhalující nové a s vysokou mírou interakce.



The (cartography) map use cube (MacEachren, 1994)

high  
interaction

low  
interaction

revealing  
unknowns

presenting  
knowns

revealing  
unknowns

presenting  
knowns

private

interactive  
manipulation of  
isoline values

hypermedia  
interface to  
access a map  
collection on  
CD-ROM

'guided tour'  
directed by  
a 'closed'  
geographic  
script linked to  
a user profile

information  
retrieval from a  
plat map

public

repeated model  
runs with  
GeoSim via  
MOSAIC

store location  
using a locator  
kiosk at a mall

landform analysis  
with Pike and  
Thelin's map of  
the U.S.

store location  
using a you-  
are-here map  
at a mall



# Co je jiné na této definici??

Existuje rozdíl v cíli užití mapy a pravidlech tvorby pro mapu jejímž primárním cílem je zprostředkovat přenos znalostí od malé skupiny k většině a pro mapu, jejímž hlavním cílem je pomoci jedinci či malé skupině přemýšlet geograficky (spatial thinking).



# Kraak a Ormeling (1996) širší pojetí v prostředí GIS

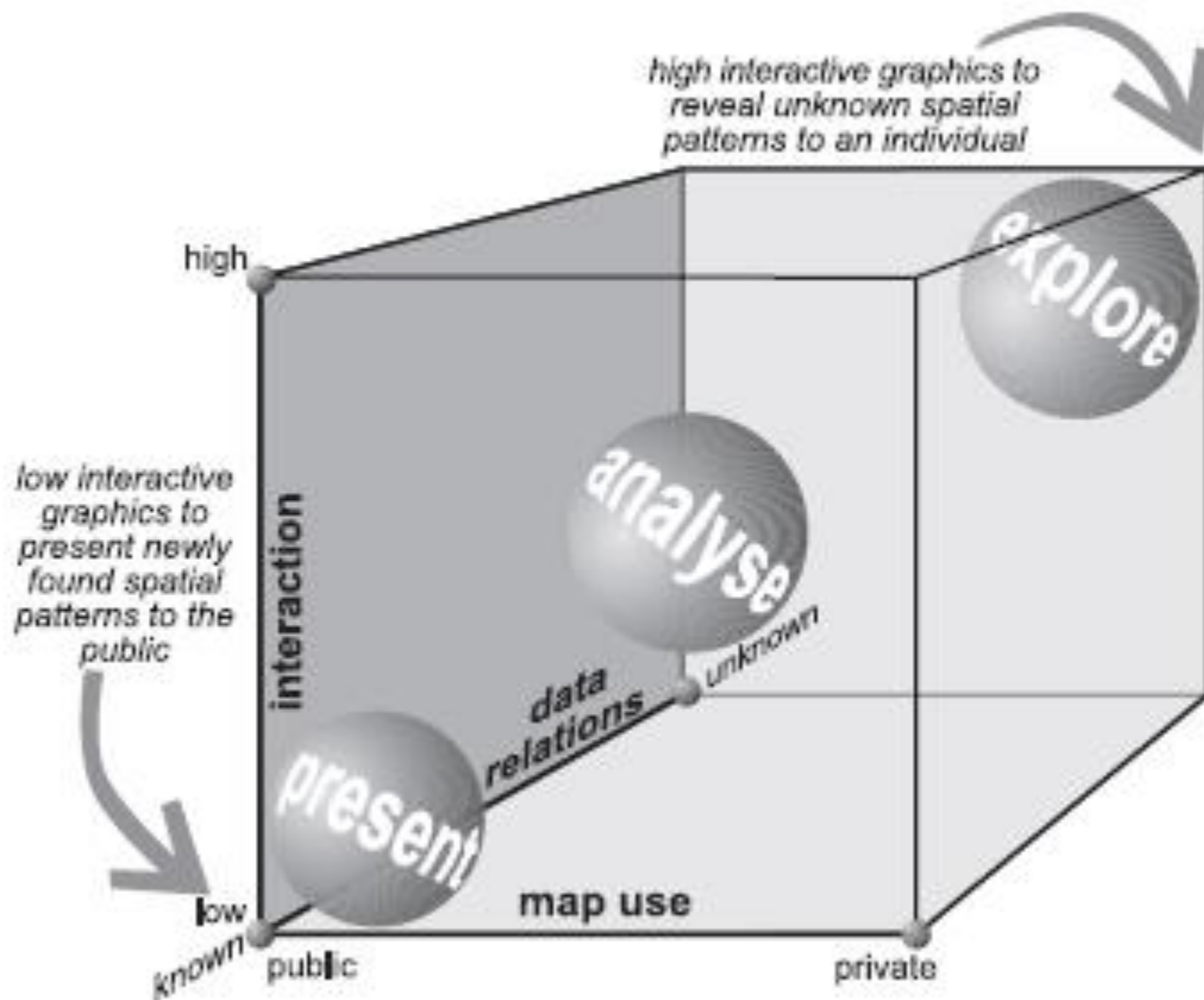
Širší interpretace termínu „vizualizace“:

- **explore** pro neznámá a často „surová“ nezpracovaná data;
- **analyse** (manipulate) – pro známá data;
- **present** (communicate) znalosti a informace.

Odpovídající změny umístění uvnitř MacEachrenovy krychle.



# Kraak a Ormeling (1996) širší pojetí v prostředí GIS



# Kartografická explorace – nová agenda (Kraak a MacEachren 1997)

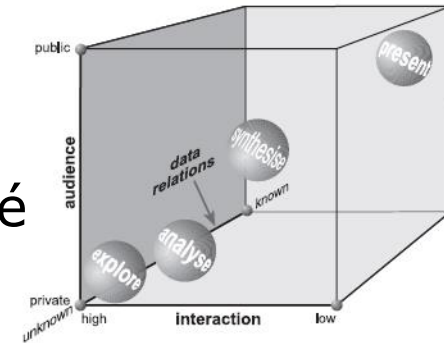
Definování základních 4 cílů :

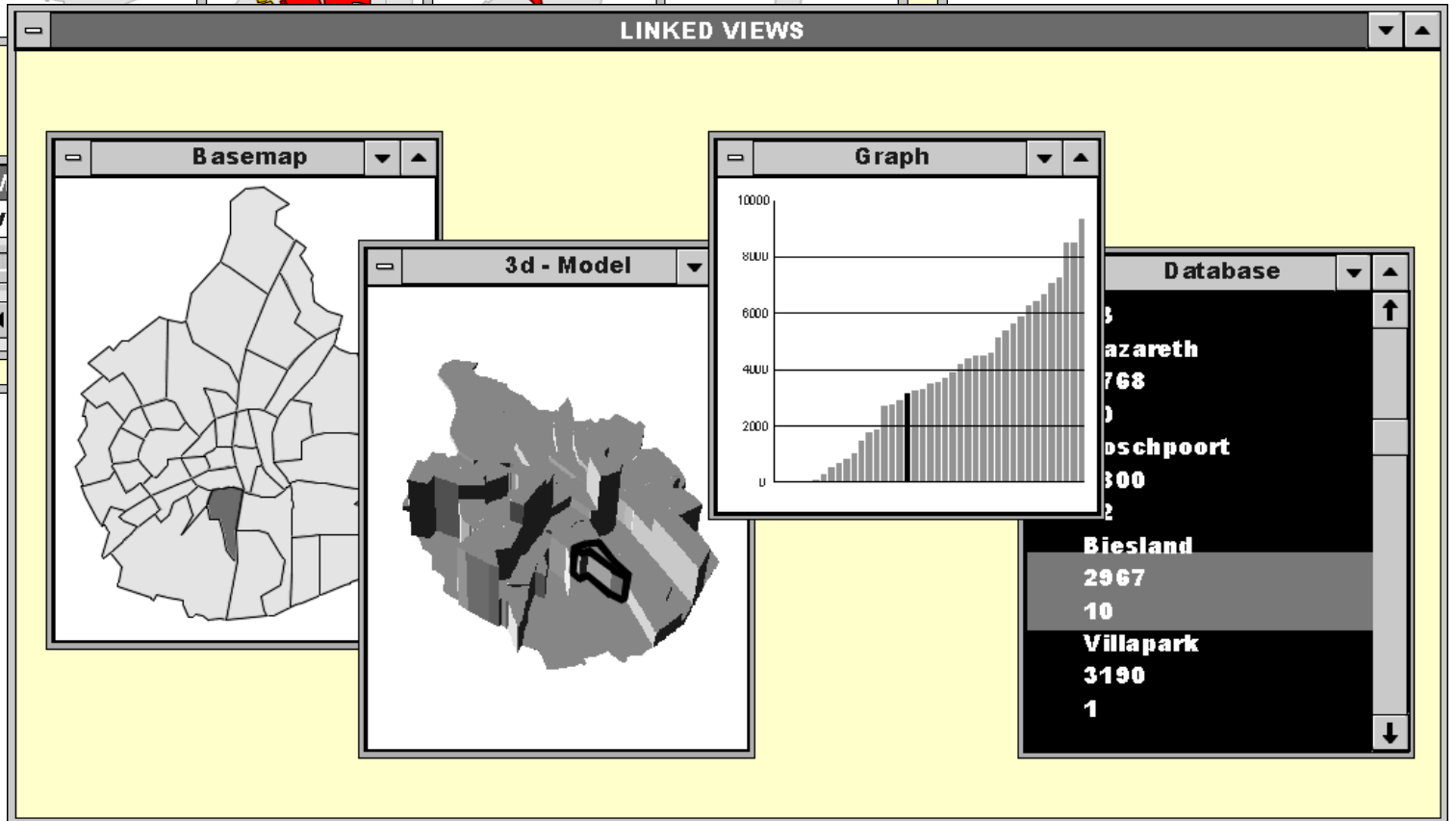
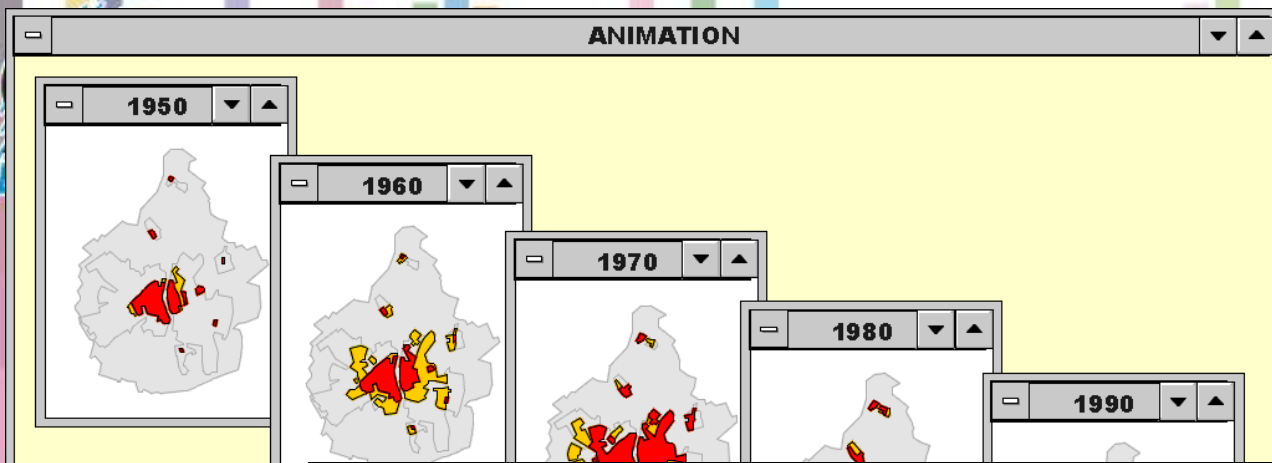
- Explorace
- Analýza
- Syntéza
- Prezentace

Každý cíl vyžaduje přitom specifické vizualizační přístupy či strategie a je charakterizován svým umístěním v rámci konceptuálního prostoru užití mapy.

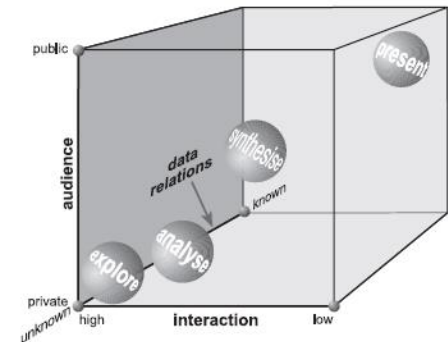
# Explorace

- **Pozice – private - high interaction – revealing of unknown.**
- **Otázky :**
  - Jaká je podstata datové sady?
  - Které z vybraných datových sad mají podobné prostorové vzory?
  - Co když...?
- **Nástroje umožňující uživateli :**
  - Zkoumat prostorová data vizuálně – animace,
  - Identifikovat vztahy mezi proměnnými – propojená okna, „brushing“
  - Pohlížet na data s více pohledů – jak **prostorových** , tak **konceptuálních**.
- **Dynamické mapovací metody. Vzhled ovlivnitelný uživatelem.**

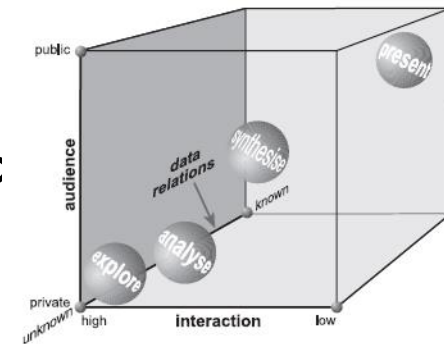




- **Pozice – manipulace známých dat s cílem odhalit neznámé vztahy či odpovědi na otázky. Private – high interaction.**
- **Otázky – často pro srovnání dvou a více datových sad:**
  - Existuje prostorová korelace?
  - Jaké je nejlepší místo pro..?
  - Jaká je nejkratší cesta?
- **Nástroje:**
  - Extrakce informací.
  - Funkce pro zpracování dat a manipulaci s daty.

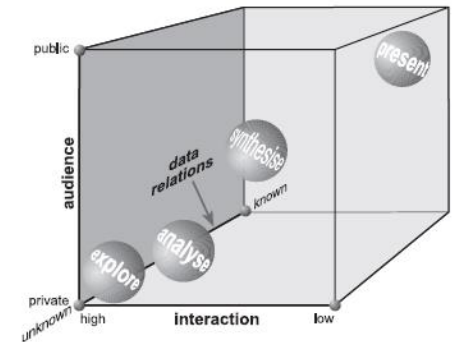


- **Pozice – důraz na posun od individuálního zájmu k širší skupině uživatelů (specialistů) a od odhalování neznámého k prezentaci známého. Stále očekáváme novou informaci.**
- **Otázky:**
  - Jaké obecné závěry analýza nabídla?
  - Jak odlišné jsou navrhovaná řešení?
- **Nástroje:**
  - Pro extrakci podstatných výsledků – filtrování, souhrny (summary graphics), vynechání detailů a **zvýraznění důležitého.**



# Prezentace

- **Pozice – prezentace = komunikace (jak pouhé předání zprávy, tak získání nové informace pro skupinu osob či jednotlivce, kterým není původní informace známa). Není zcela v „rohu“, možná interakce.**
- **Otázky:**
  - Co je?
  - Kde je ?
  - Co patří k sobě?
- **Nástroje – vyjadřovací prostředky kartografie, jazyk, strategie..**





# Změny v kartografii (MacEachran 1994)

- **V cílech užití mapy** – posun od uchování informací a komunikace k exploraci informací
- **V koncovém uživateli** – posun od veřejnosti k individuálnímu uživateli, či menším skupinám.
- **V komplexnosti využití (flexibilitě)** – posun od statických map k vysoce interaktivním mapám s proměnnou vizualizací.

**Explorace v užším a širším slova  
smyslu.**





# **Explorační časo-prostorová vizualizace – hlavní aspekty**

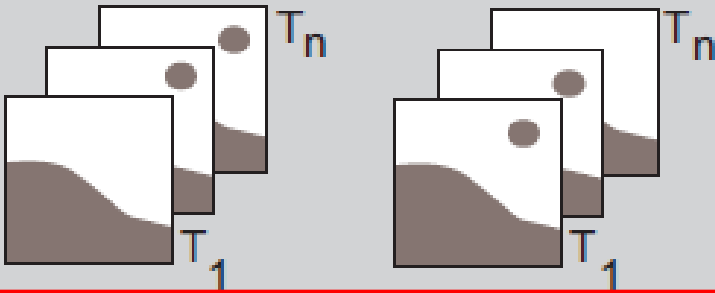
**Vizualizace ve smyslu MacEachren (1994) –  
explorační část kostky.**

**Andrienko, Andrienko a Gatalisky (2003) -  
*Exploratory spatio-temporal visualization:  
an analytical review.***

**Rozdělení podle:**

- 1. Klasifikace změn časo-prostorových dat.**
- 2. Typ explorace, který podporují (jinými slovy).**
- 3. Typ otázek, na něž přináší odpovědi.**

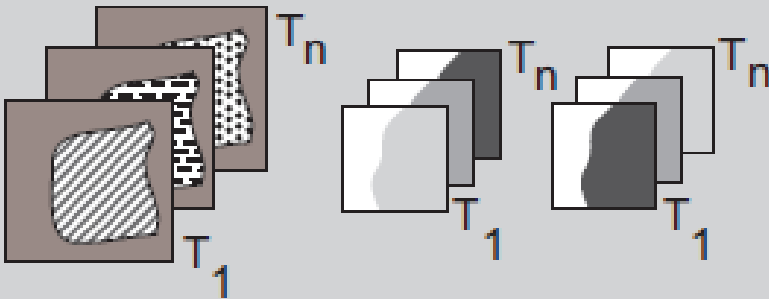
Appearance / disappearance



Mutation

nominal

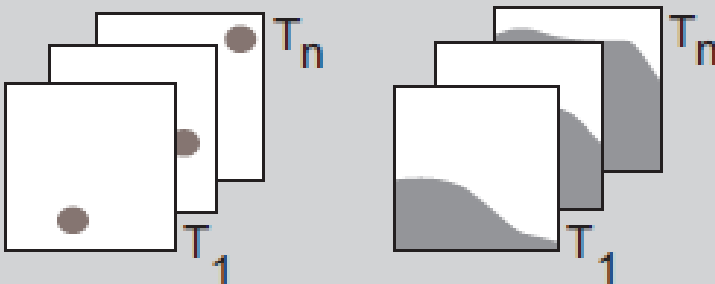
higher than nominal  
*increase/decrease*



Movement

along a trajectory

boundary shift



# 1. Klasifikace dat podle změn v čase

- Existenční změny – vznik a zánik.
- Změny v tematických vlastnostech (kvalitativní, kvantitativní)
- Změny prostorových vlastností – umístění, tvar, objem, orientace, výška...
- Upraveno podle Blok (2000)



## 2. Typy explorace

Původně Pequet (1994) rozlišovala tři základní komponenty časoprostorových dat: prostor (Kde, where), čas (kdy, when) a objekt (co, what):

- **when + where-what:** Popisuje **objekt nebo sadu objektů**, které se vyskytují v daném místě či oblasti a v daném čase či časovém úseku.

- **when + what-where:** Popisuje **místo či oblast** s výskytem daného objektu či sady objektů v daném čase či časovém úseku.

- **where + what-when:** Popisuje **daný čas či časový úsek**, ve kterém se objekt nebo sadu objektů vyskytuje v daném místě či oblasti.

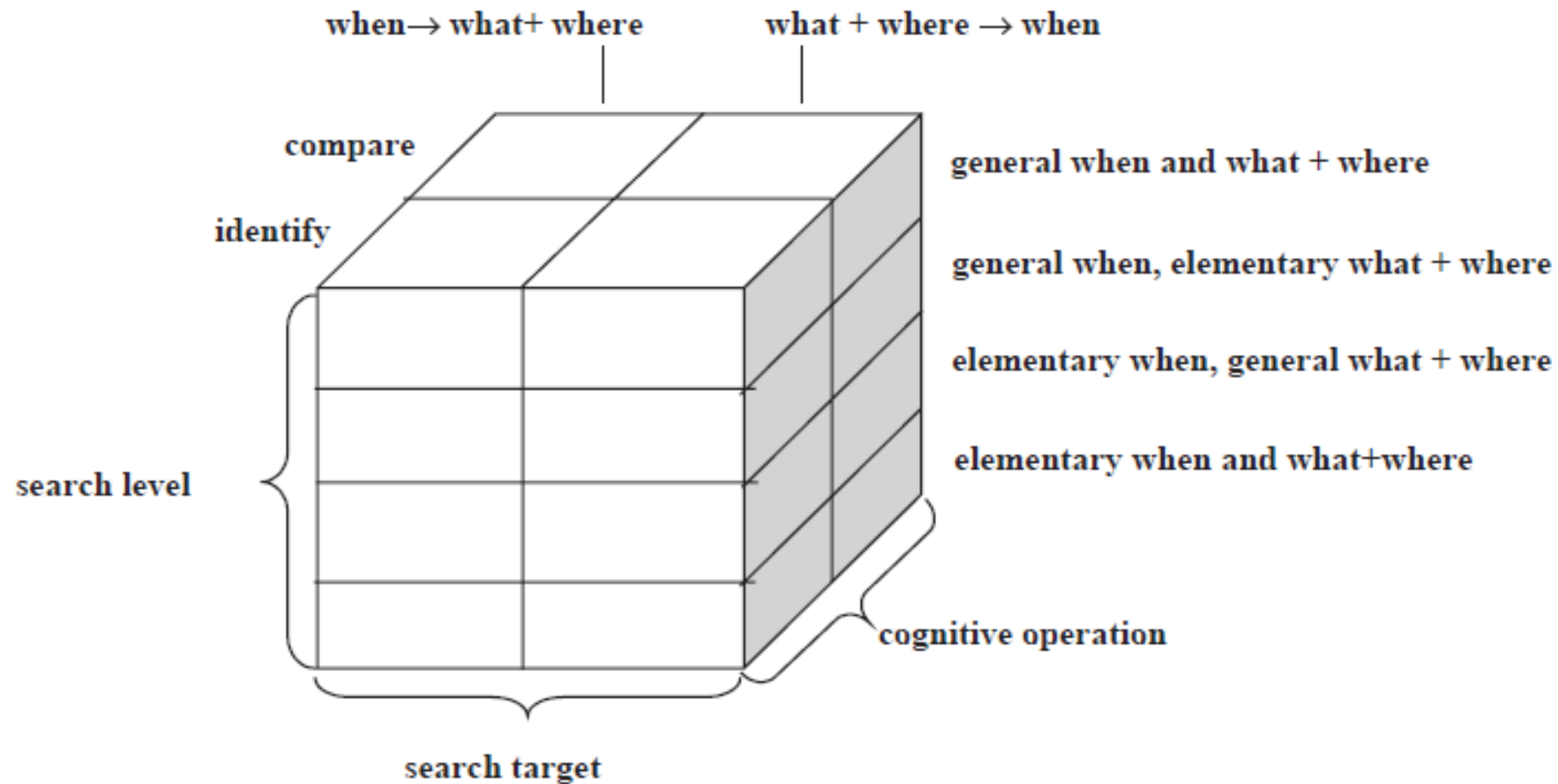


### 3. Typ otázek, na něž přináší odpovědi

- Úlohy – **najdi** (identify) a **srovnej** (compare)
- Úroveň rozpoznání (čtení) – **obecná** (general - větší časový či prostorový rozsah) a **základní** (elementary – omezený časový či prostorový).
- Zaměření na cílový objekt:
  - **Čas je daný** zatímco ostatní typy informací je potřeba objevit a popsat:  
*when → where + what.*
  - Čas je potřeba objevit pro **daný typ informací** jiného typu:  
*where + what → when.*



# Navržená typologie úkolů pro časoprostorovou exploraci





# **EXPLORACE ČASOPROSTOROVÝCH DAT NA PŘÍKLADU DAT MOBILNÍCH OPERÁTORŮ**



# Data mobilních operátorů - teoretické základy

- **ČSÚ (2017) – penetrace mobilních telefonů na jednoho člena domácnosti nad 6 let = 0.99. Detailní a poměrně spolehlivý zdroj informací**
- **Přístupy:**
  - Network-based řešení (při kterém je využívána síť mobilního operátora jako zdroj sekundárních nebo primárních dat)
  - Handset-based řešení, při kterém je k lokalizaci použit hardware mobilního telefonu.



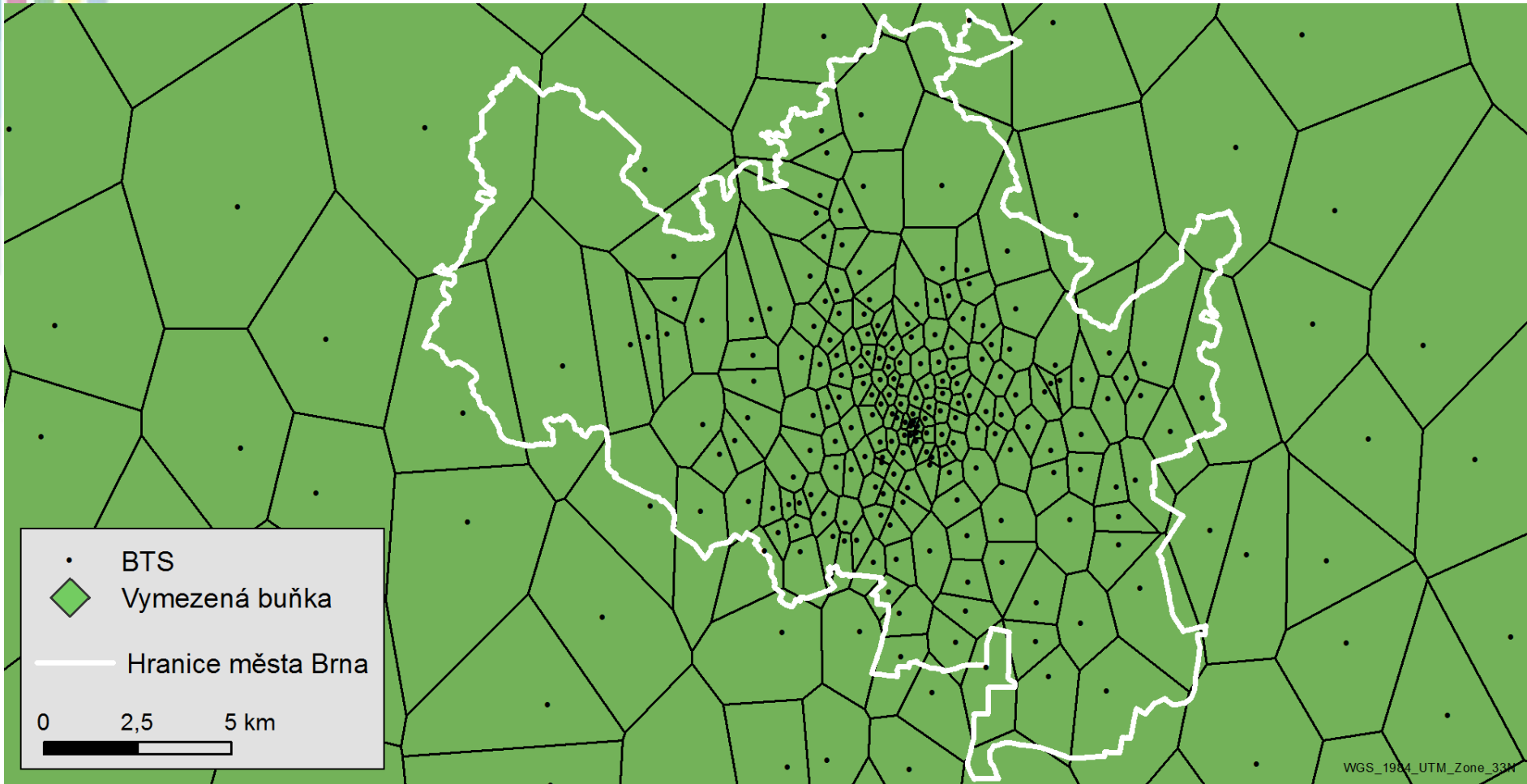
# Network based přístupy

## Pasivní vs. Aktivní

- **Pasivní:** využívá pasivní lokalizační údaje od mobilních operátorů. Metoda je založená na georeferencování a agregaci provozních dat . Již existující velké množství lokalizačních informací, není tak nutné data sbírat za účelem výzkumu.
- Každá komunikační aktivita lze přiřadit ke konkrétní BTS obsluhující určité území . Obsluhované regiony lze prostorově vymezit buňkou mobilní sítě.
- **Definice:** Buňky jsou definovány jako Voroného diagramy, nebo je využito dat poskytovatele služeb o pokrytí jednotlivých vysílačů
- **Velikost:** V urbanizovaných oblastech jsou vymezené obsluhované oblasti menší, BTS je více (větší rušení, zástavba tlumící propustnost signálu, více uživatelů...).
- Kromě GSM existují nové technologie jako je například 3G či 4G.



# GSM buňky v okolí Brna





# Aktivní lokalizace

- Na rozdíl od pasivní lokalizace velmi přesně zachycuje **trajektorii pohybu**. Této vlastnosti je docíleno přímým dotazováním mobilního telefonu v určitých intervalech.
- Výhoda - uživatel mobilního telefonu nemusí vykazovat žádnou činnost, aby byl lokalizován, protože parametr lokalizace není zjišťován pouze z databází operátora (CDR, HLR, VLR...), ale je dodáván přímo na míru výzkumu.
- Využití při sledování osob (PČR).



# Hand set based řešení

- Nevyžadující aktivitu poskytovatelů sítí.
- Využitelné technologie telefonů.
- Studie provedené aplikací smartphonů se dají rozdělit podle měřítka do tří kategorií: **personal sensing, social/group sensing, public/community sensing.**
- Participační vs. oportunistický režim dle uživatele.

Technologie	Prostorové rozlišení	Obnovovací frekvence	Indoor (I)/Outdoor (O)
GNSS	v řádu metrů	sekundy	O
Cell ID	50 m–5 km+	sekundy	I/O
Wi-Fi	10 m–50 m	sekundy	I/O
Bluetooth	v řádu metrů	sekundy	I/O
Akcelerometr	relativní	milisekundy	I/O
Magnetometr		milisekundy	I/O
Gyroskop		milisekundy	I/O
Barometr		sekundy	I/O



# Ahas et al (2010)



Figure 2. The EMT mobi

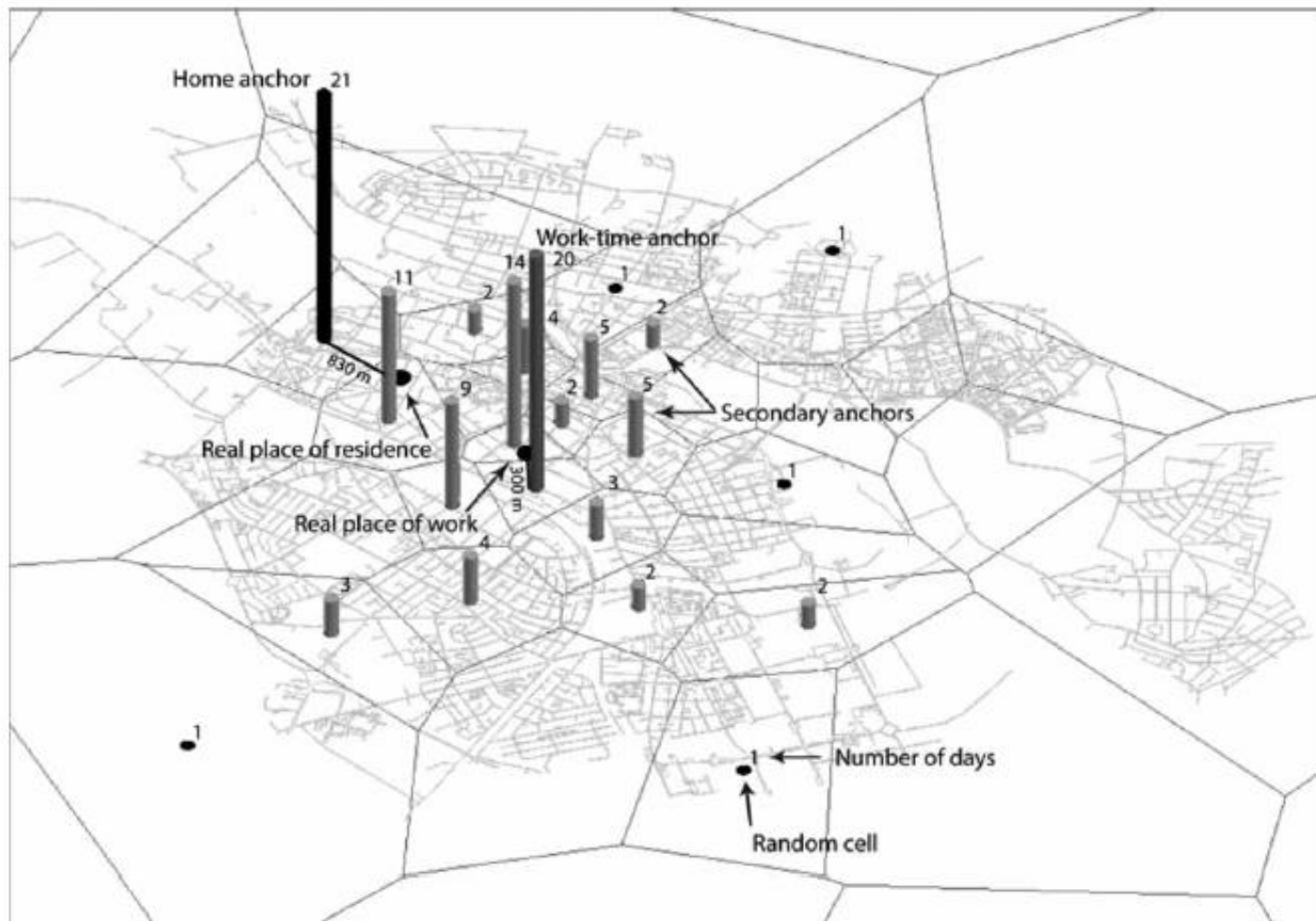


Figure 4. One of the respondent's anchor-point locations in the city of Tartu in November 2007  
 Note: Determined by means of passive positioning. The respondent's (Prof. Ahas) activities took place only in the city of Tartu.

# Novák, Temelová (2010) Každodenní život a prostorová mobilita mladých Pražanů

Obrázek 1. Ukázka záznamu týdenního pohybu jedné osoby

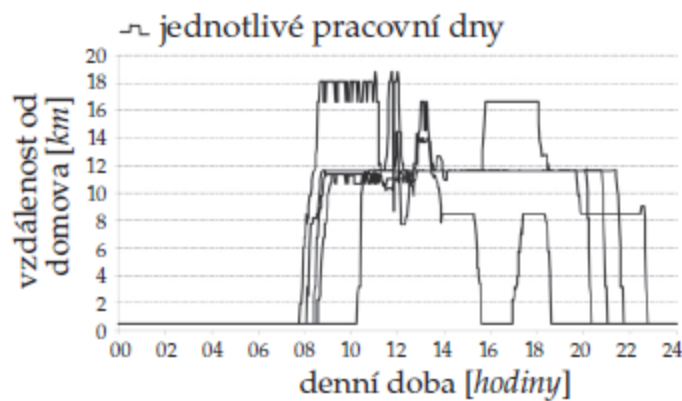


Zdroj: vlastní šetření [N]

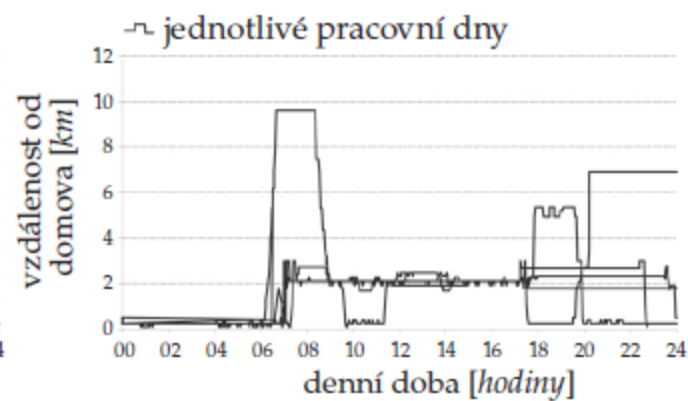


Graf 3. Vzdálenost od domova v pracovním týdnu typického respondenta

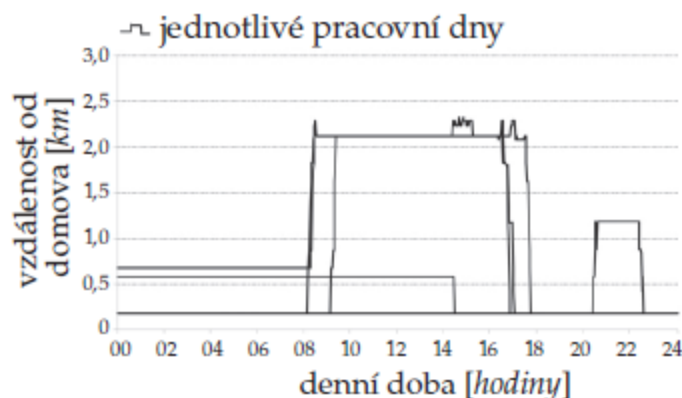
Aktivní styl sycený prací



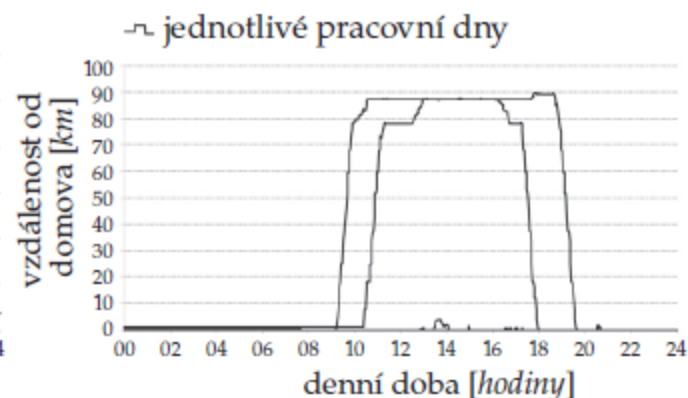
Aktivní styl sycený zábavou



Rutinní styl spjatý s péčí o dítě



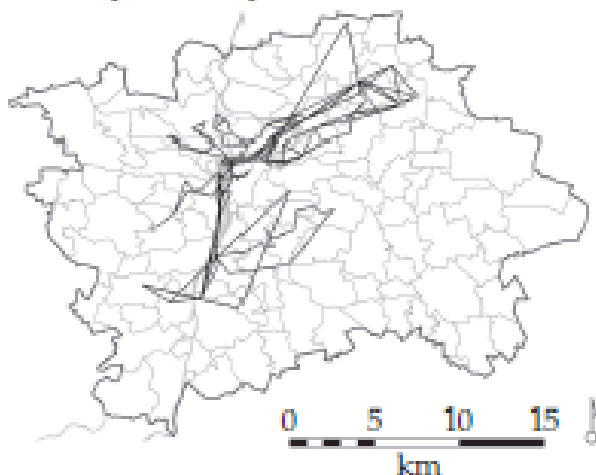
Rutinní styl spjatý s nedenní dojížděkou



Obrázek 4. Týdenní prostor aktivit typického respondenta

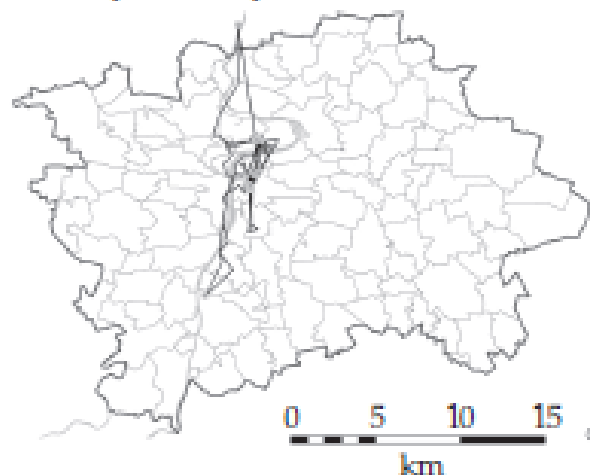
Aktivní styl sycený prací

- stanice s pobytem nad 30 minut
- zachycené cesty



Aktivní styl sycený zábavou

- stanice s pobytem nad 30 minut
- zachycené cesty



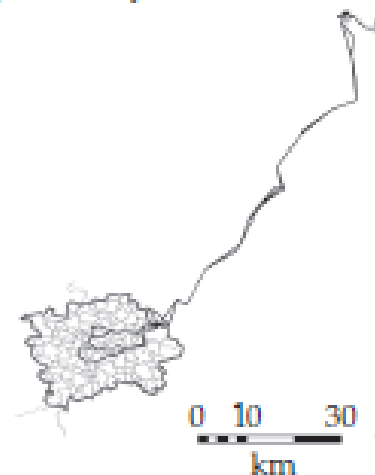
Rutinní styl spjatý s péčí o dítě

- stanice s pobytem nad 30 minut
- zachycené cesty



Rutinní styl spjatý s nedenní dojížděnkou

- stanice s pobytem nad 30 minut
- zachycené cesty





- Policejní okrsky – 6 – 12 – 18.
- Data dopočítána podle údajů dvou operátorů na úroveň celkové předpokládané penetrace.
- Není jasné, zda se jedná o data očištění od SIM karet datových přenosů (přístroje).
- Data lze použít pro odhad trendů a prostorových vztahů.

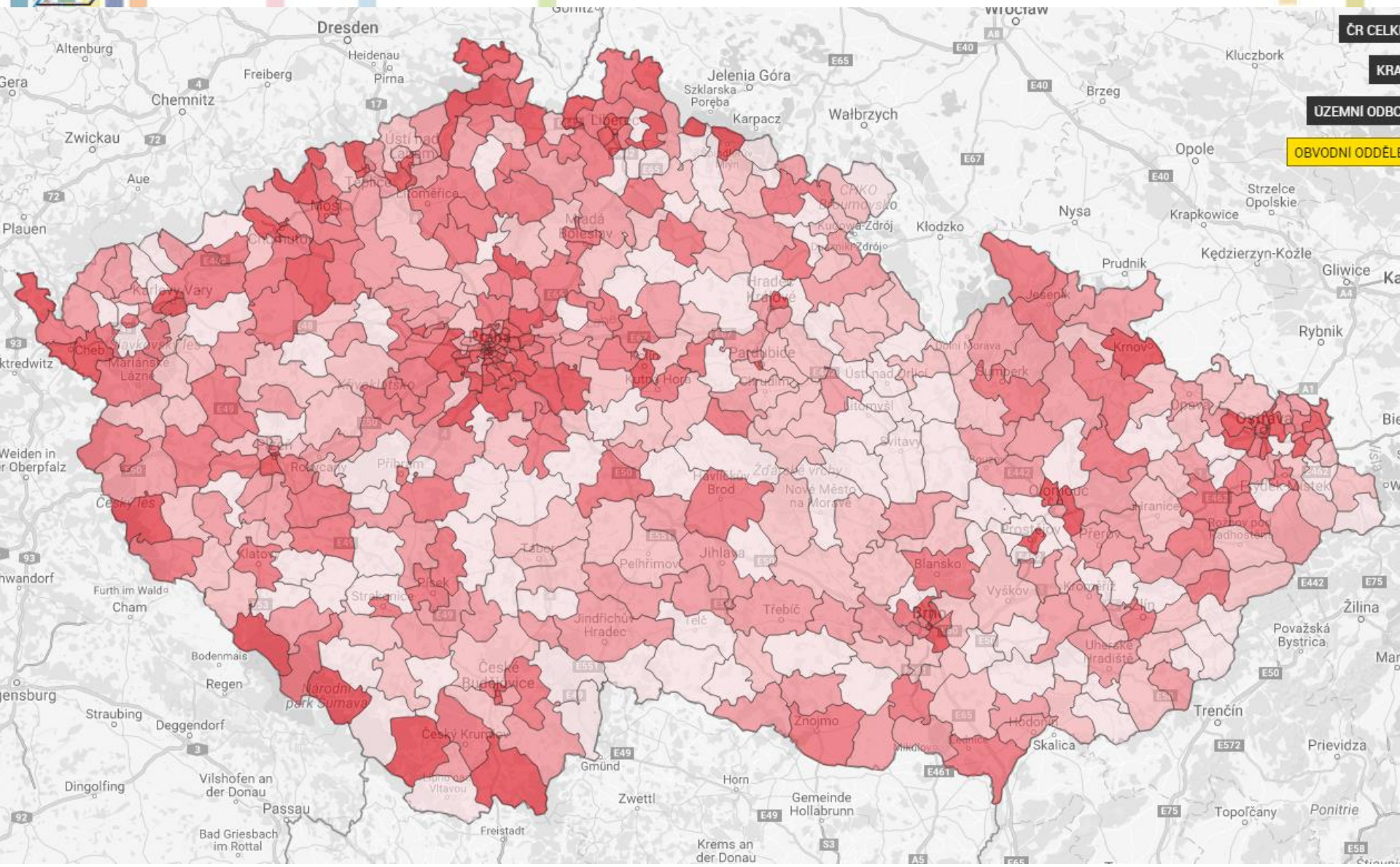
IDSLUZ	SIXAM	MIDDAY	SIXPM	MEDIAN	AVG	IMPDATE
30	37948	39088	40052	39088	39029	25.06.15
30	39281	42575	43137	42575	41664	28.06.15
30	38415	39668	40949	39668	39677	30.06.15
30	38534	40164	42505	40164	40401	01.07.15
30	39600	40845	41927	40845	40791	29.06.15
30	38903	40862	41826	40862	40530	02.07.15
30	39212	40686	43131	40686	41010	03.07.15
30	40819	43527	43331	43331	42559	06.07.15
30	41097	44982	44578	44578	43552	05.07.15

# Předzpracování dat

- Statistika pro vybrané jednotky, odlišení pracovních a volných dnů.

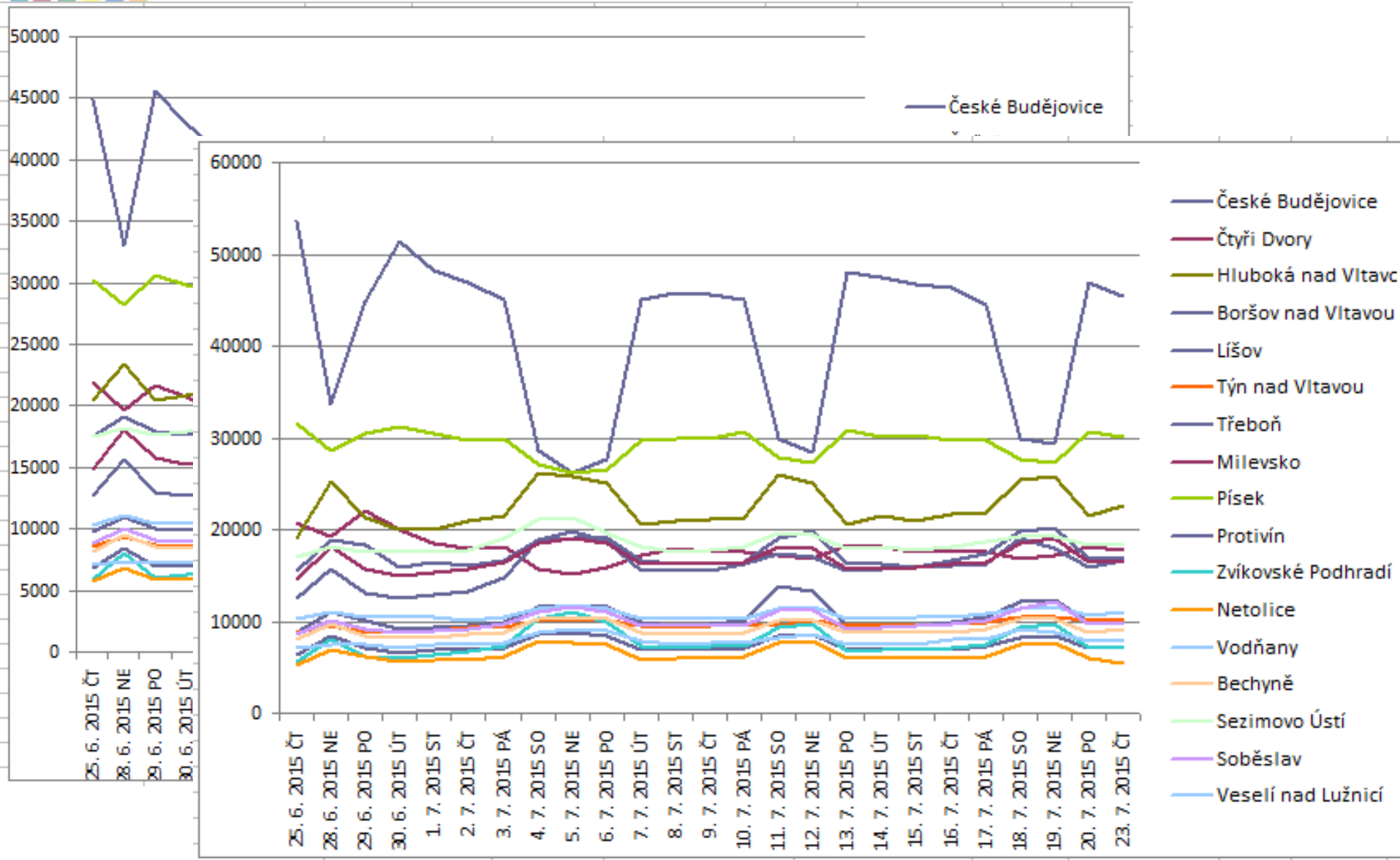
IDSLUZ	NAZEV	OBCE	SIXAM	MIDDAY	SIXPM	MEDIAN	AVG	DAY	MONTH	YEAR	DEN	roz
910	České Budějovice		38605	53639	42559	42559	44934	25	6	2015	ČT	
910	České Budějovice		33278	33616	32160	33278	33018	28	6	2015	NE	
910	České Budějovice		52644	44787	39214	44787	45548	29	6	2015	PO	
910	České Budějovice		37342	51421	39822	39822	42862	30	6	2015	ÚT	
910	České Budějovice		35440	48143	38646	38646	40743	1	7	2015	ST	
910	České Budějovice		34937	46873	37536	37536	39782	2	7	2015	ČT	
910	České Budějovice		34575	45030	34478	34575	38028	3	7	2015	PÁ	
910	České Budějovice		29834	28544	26777	28544	28385	4	7	2015	SO	
910	České Budějovice		27039	26217	26430	26430	26562	5	7	2015	NE	
910	České Budějovice		27352	27688	29269	27688	28103	6	7	2015	PO	
910	České Budějovice		33070	45046	35427	35427	37848	7	7	2015	ÚT	
910	České Budějovice		33780	45865	37934	37934	39193	8	7	2015	ST	
910	České Budějovice		33922	45660	37627	37627	39070	9	7	2015	ČT	
910	České Budějovice		33794	45019	35379	35379	38064	10	7	2015	PÁ	
910	České Budějovice		30283	29848	27887	29848	29339	11	7	2015	SO	







# Přehledová statistika OOP – průměry, polední populace





# Poznatky z analýzy rozsáhlejších oblastí

- **Srovnání s SLDB**
- **Denní a týdenní trendy**
- **Srovnání s kulturními a sportovními akcemi**
- **Dasymetrické mapování**
- **Vazba na vybrané typy infrastruktury – super a hypermarkety, nákupní střediska.**
- **Další využití v krizovém řízení?**

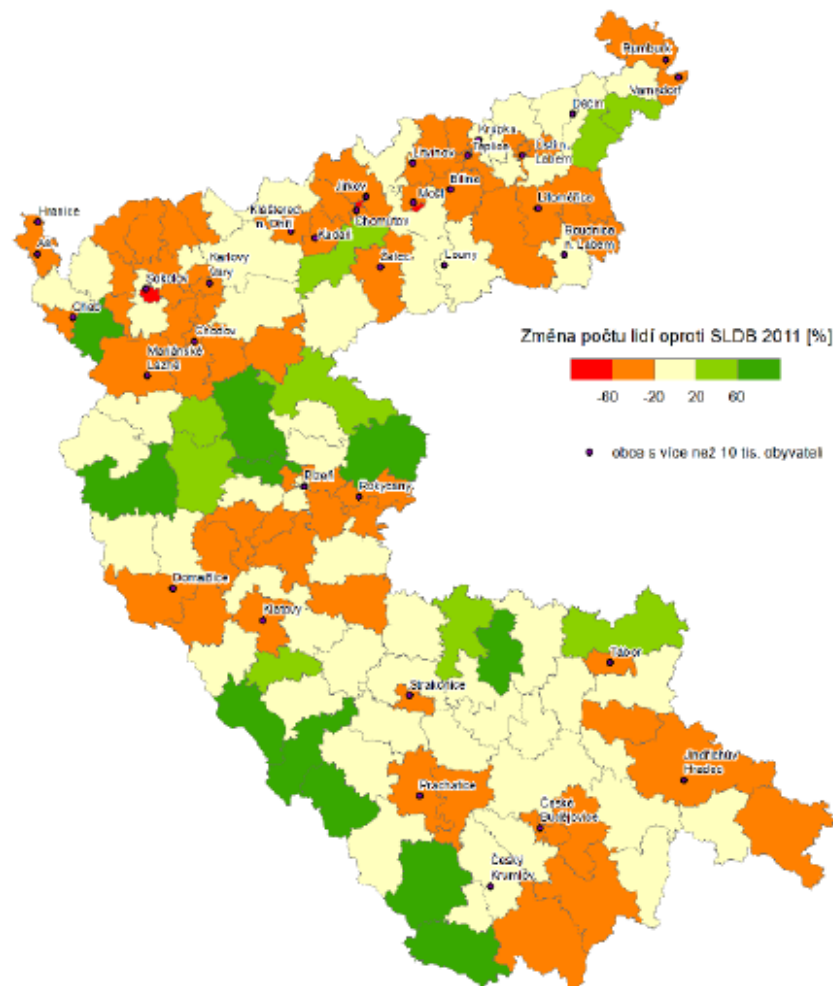
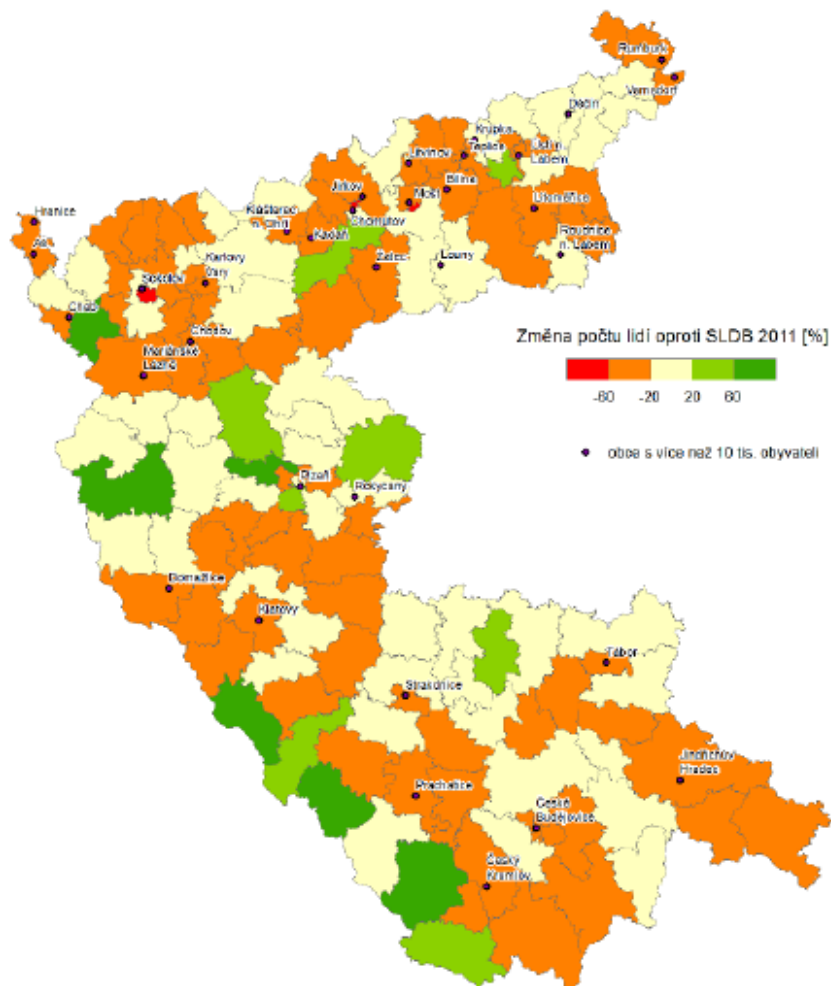




# Srovnání se SLDB

ROZDÍL POČTU LIDÍ OPROTI POČTU OBYVATEL  
ÚTERÝ, STŘEDA, ČTVRTEK V 6:00

ROZDÍL POČTU LIDÍ OPROTI POČTU OBYVATEL  
VÍKEND V 6:00

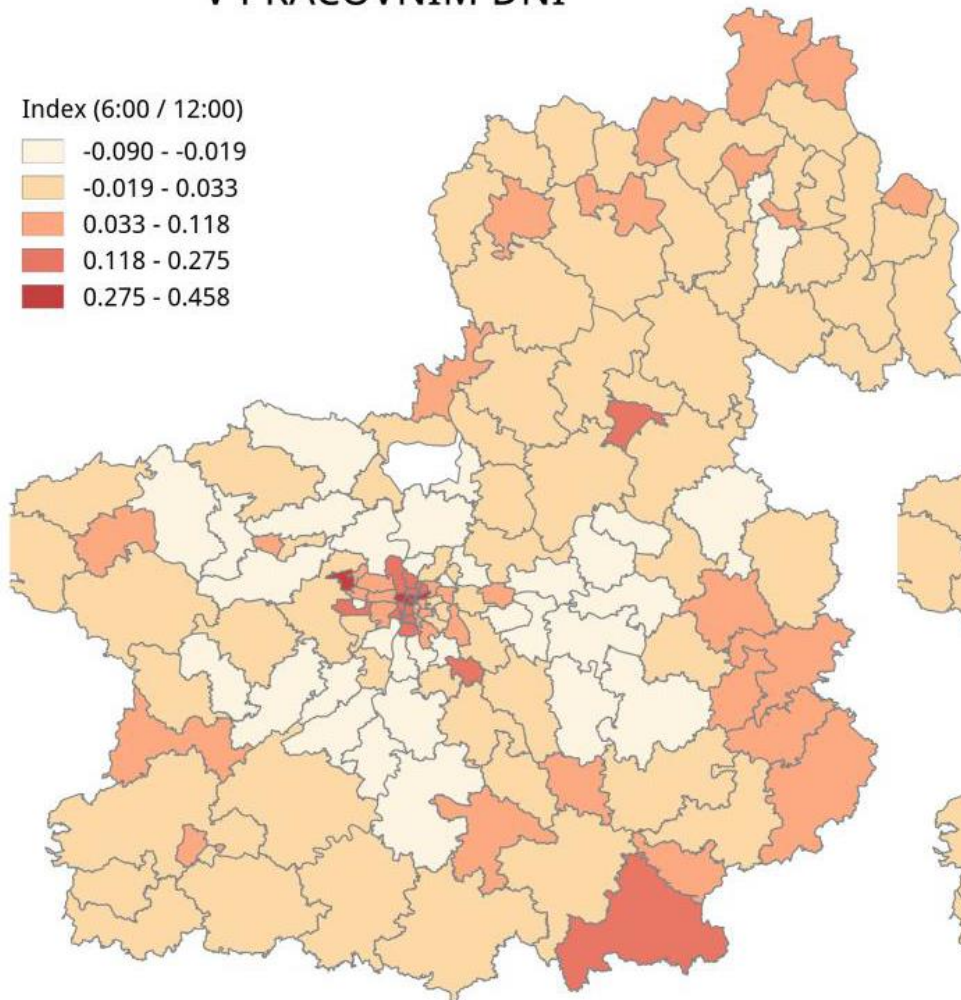




# Trendy v průběhu dne

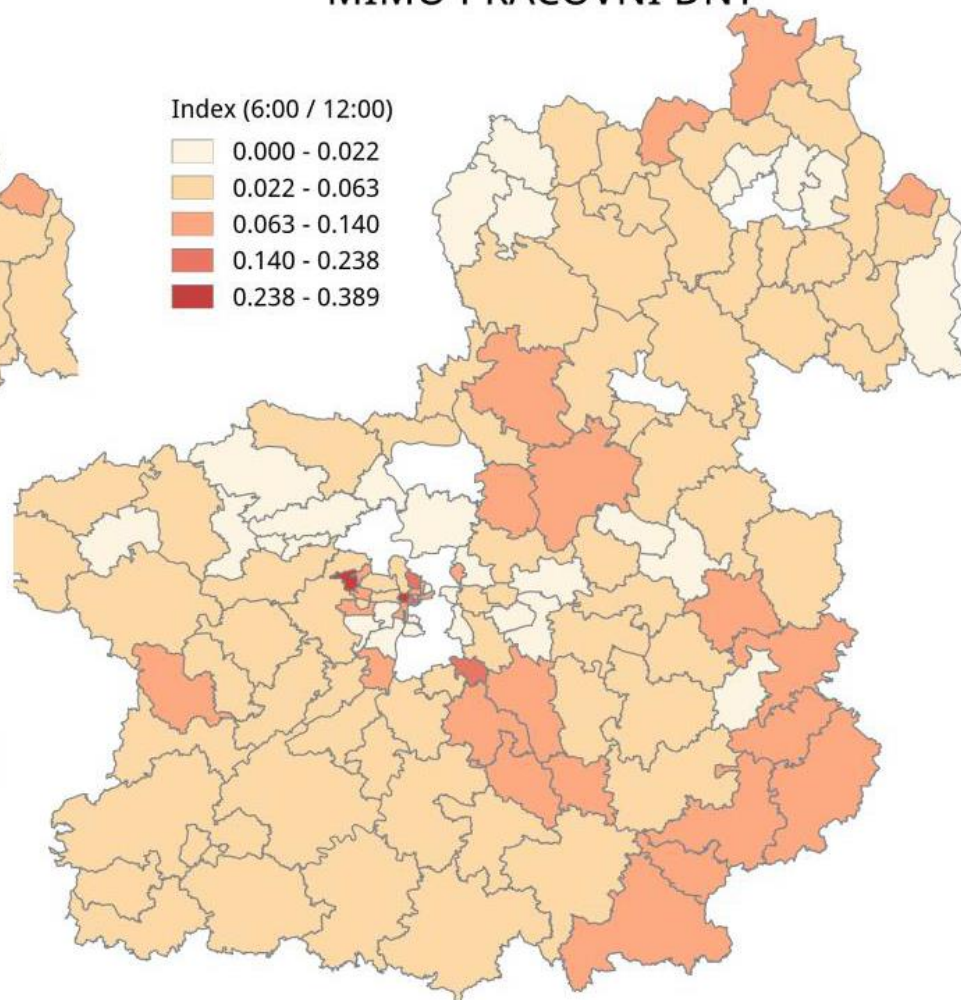
ZMĚNA VÝSKYTU OSOB MEZI 6:00 A 12:00  
V PRACOVNÍM DNI

Index (6:00 / 12:00)



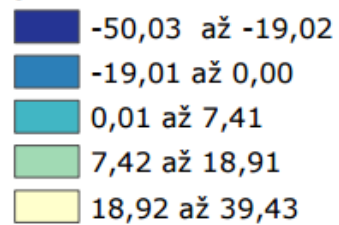
ZMĚNA VÝSKYTU OSOB MEZI 6:00 A 12:00  
MIMO PRACOVNÍ DNY

Index (6:00 / 12:00)

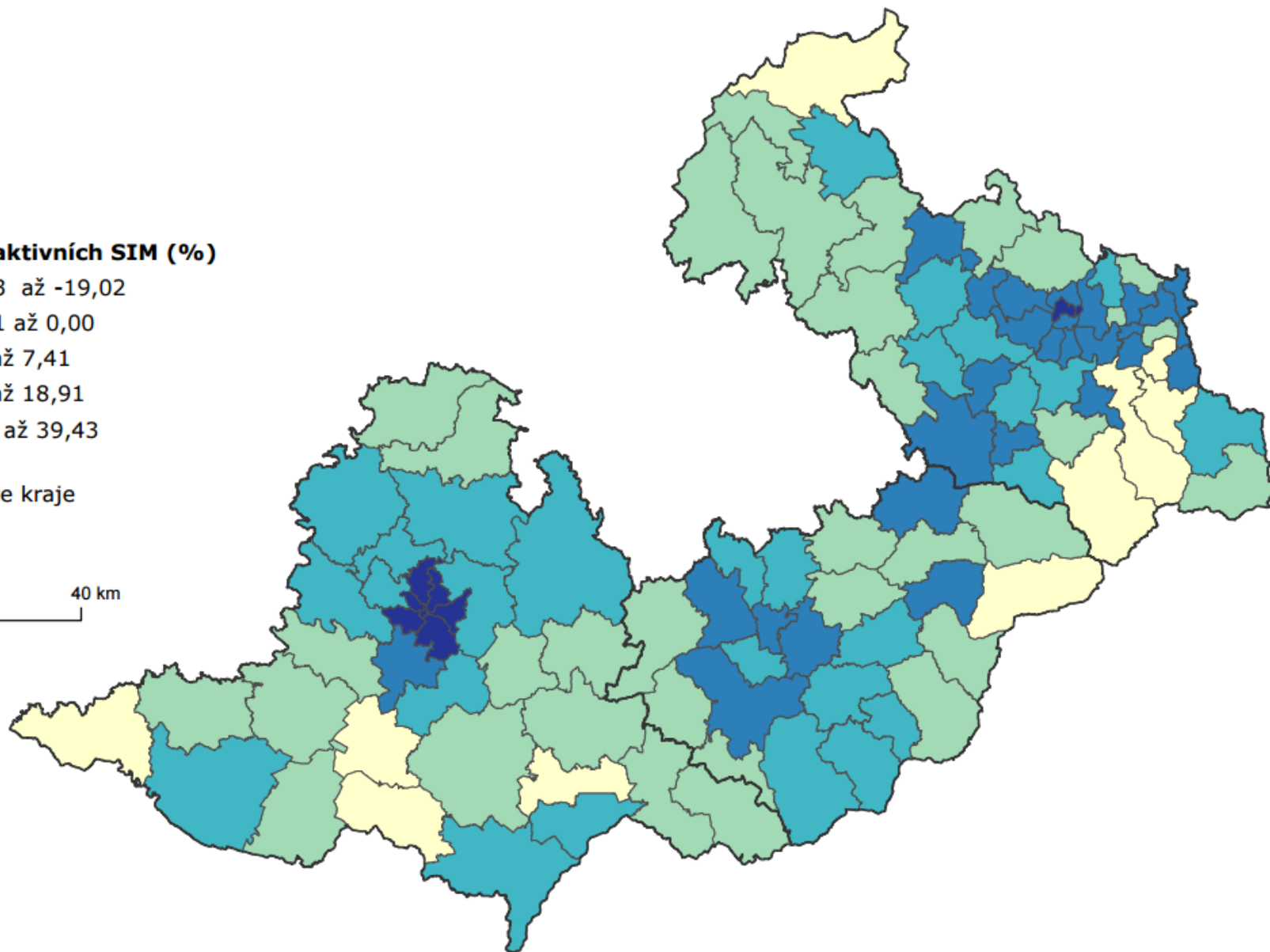
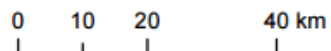


# PŘESUN AKTIVNÍCH SIM KARET V POLICEJNÍCH OKRSCÍCH MEZI STŘEDOU A SOBOTOU

## přírůstek aktivních SIM (%)



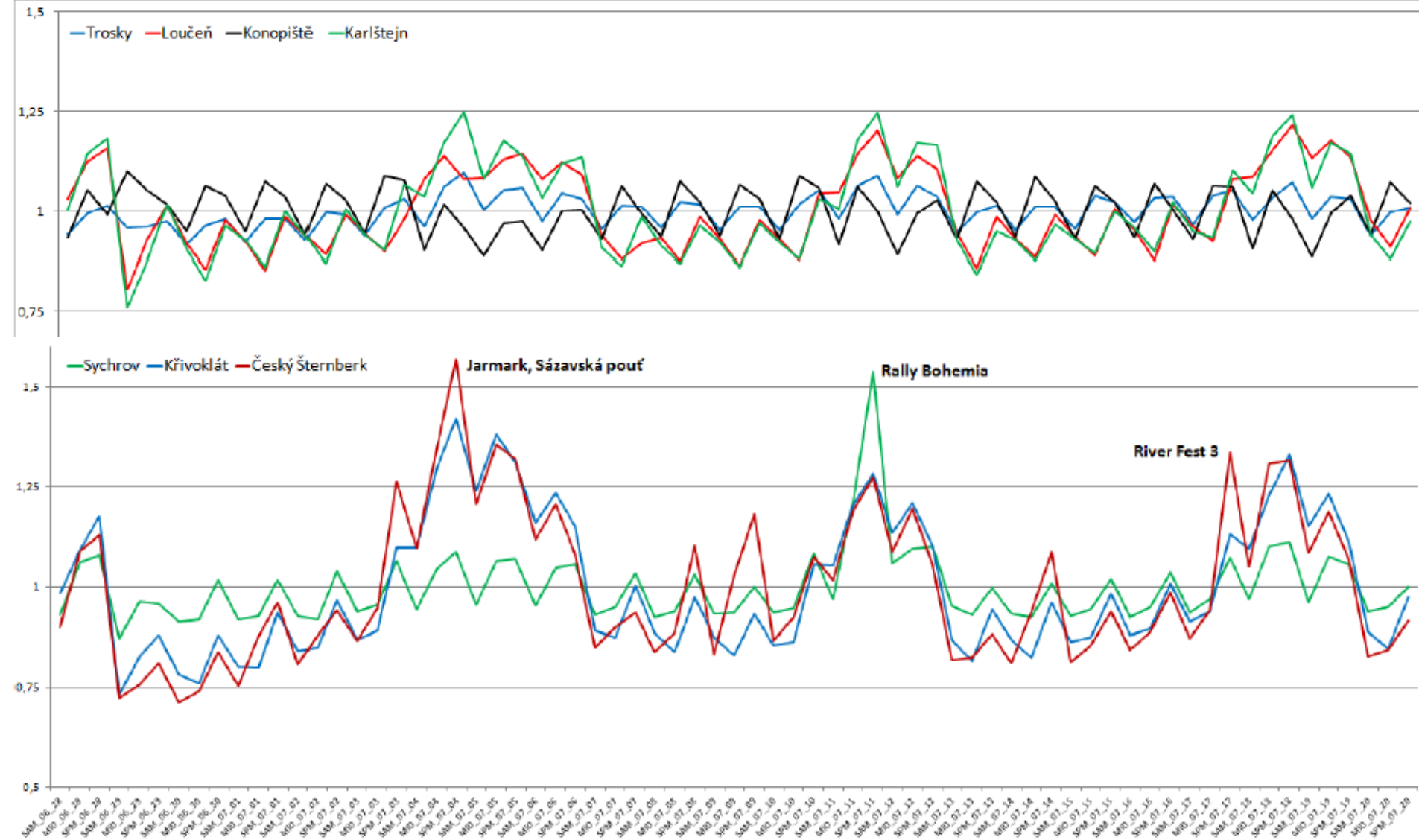
— hranice kraje



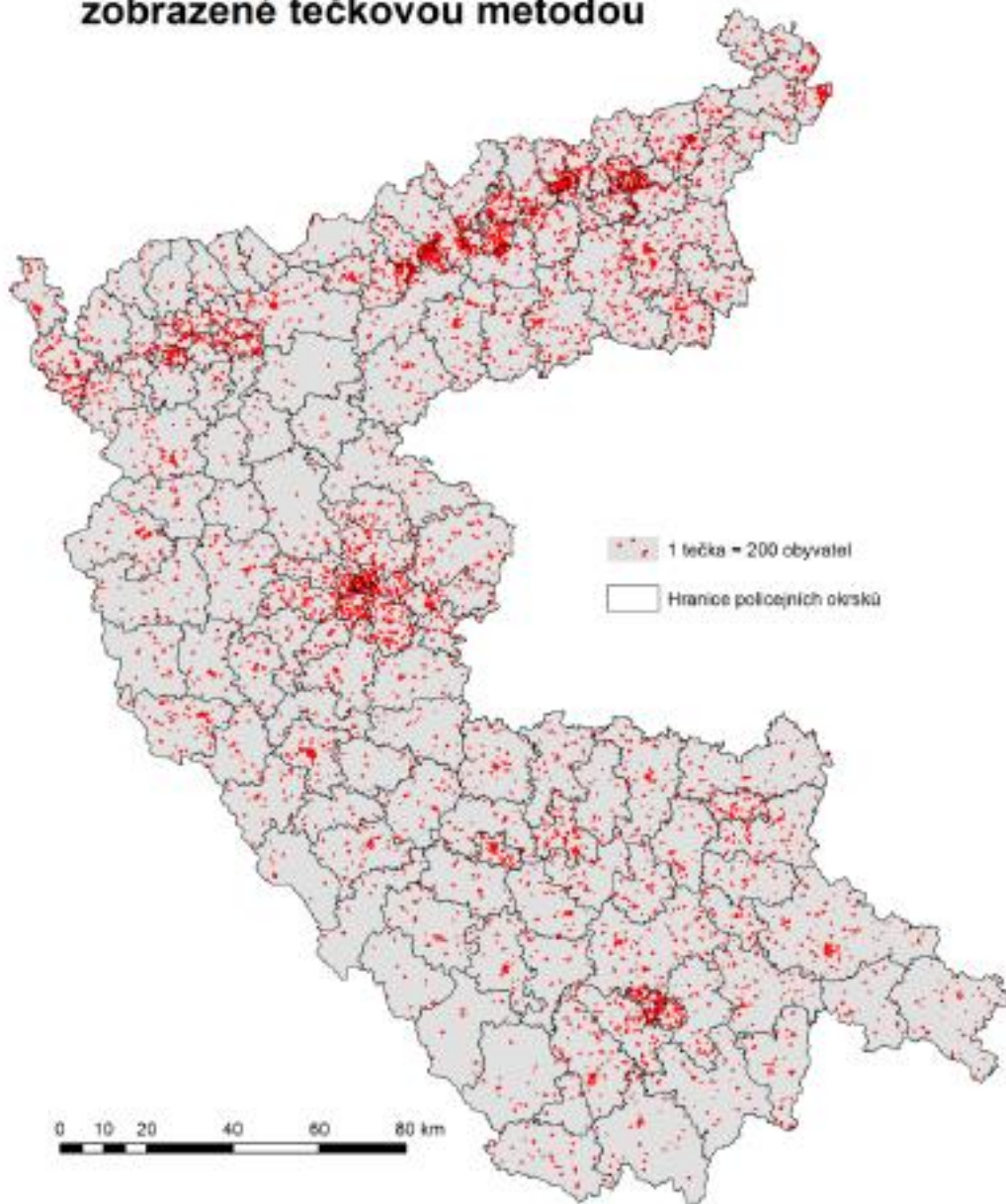




# Vazba na kulturní památky a akce



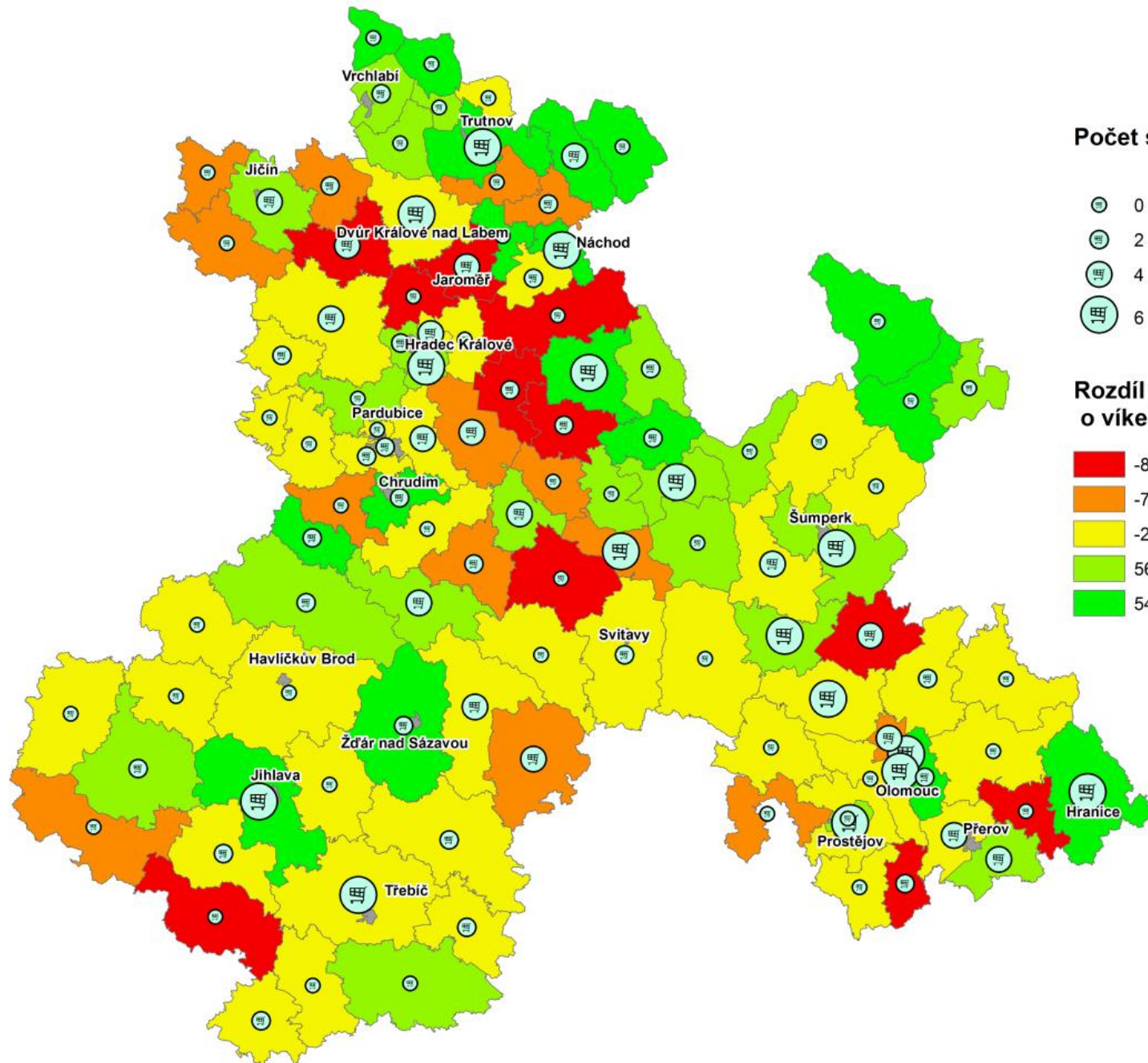
Rozložení obyvatelstva  
v průměrném pracovním dni ve 12 h  
zobrazené tečkovou metodou



## Relativní mapování – dasymetrická metoda

- Bere do úvahy pouze vybrané typy využití území a do nich rozděljuje počty obyvatel dle váhy.
- Lépe znázorňuje hustotu obyvatel.



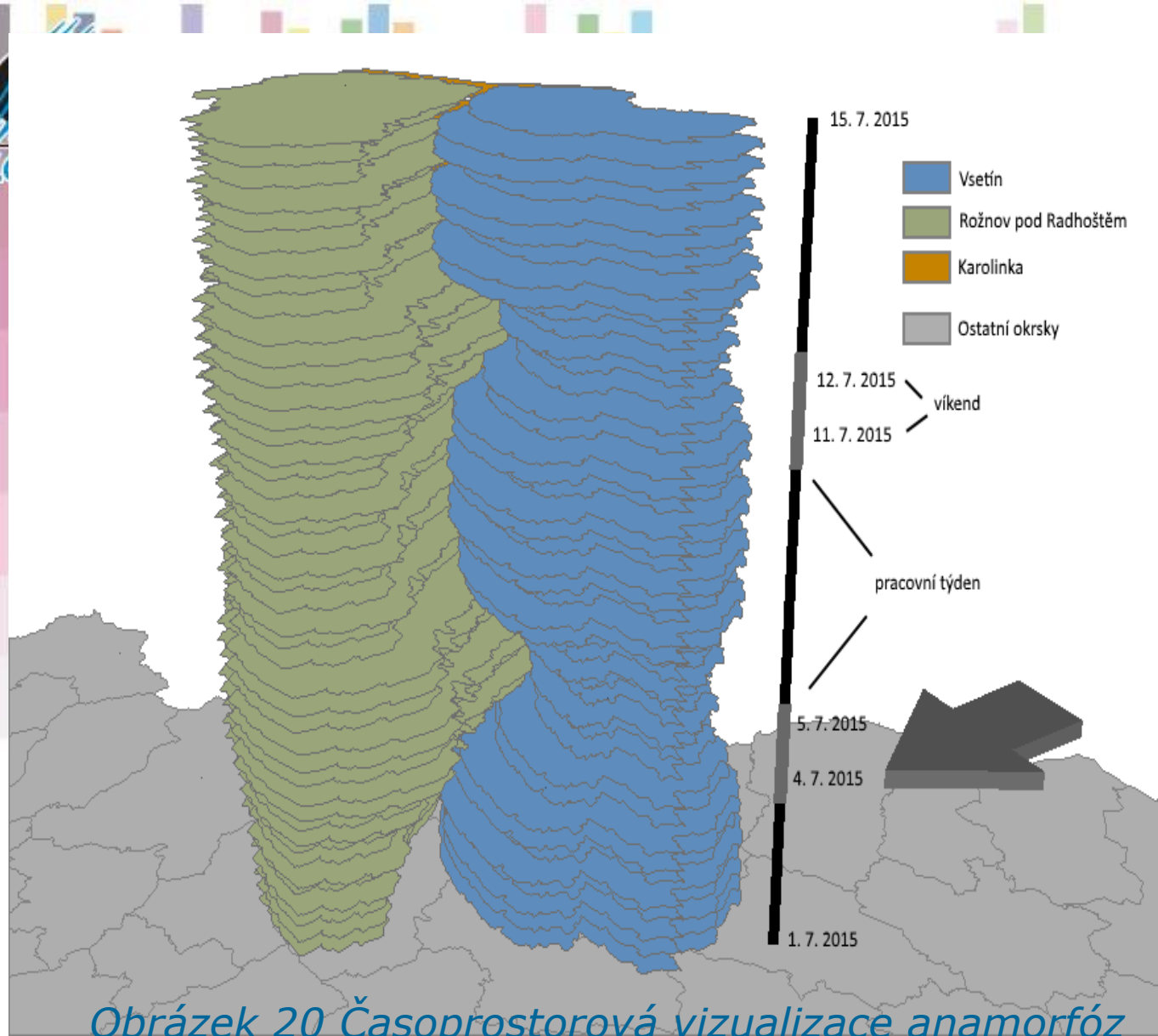


**Počet supermarketů**

- 0 - 1
- 2 - 3
- 4 - 5
- 6 - 10

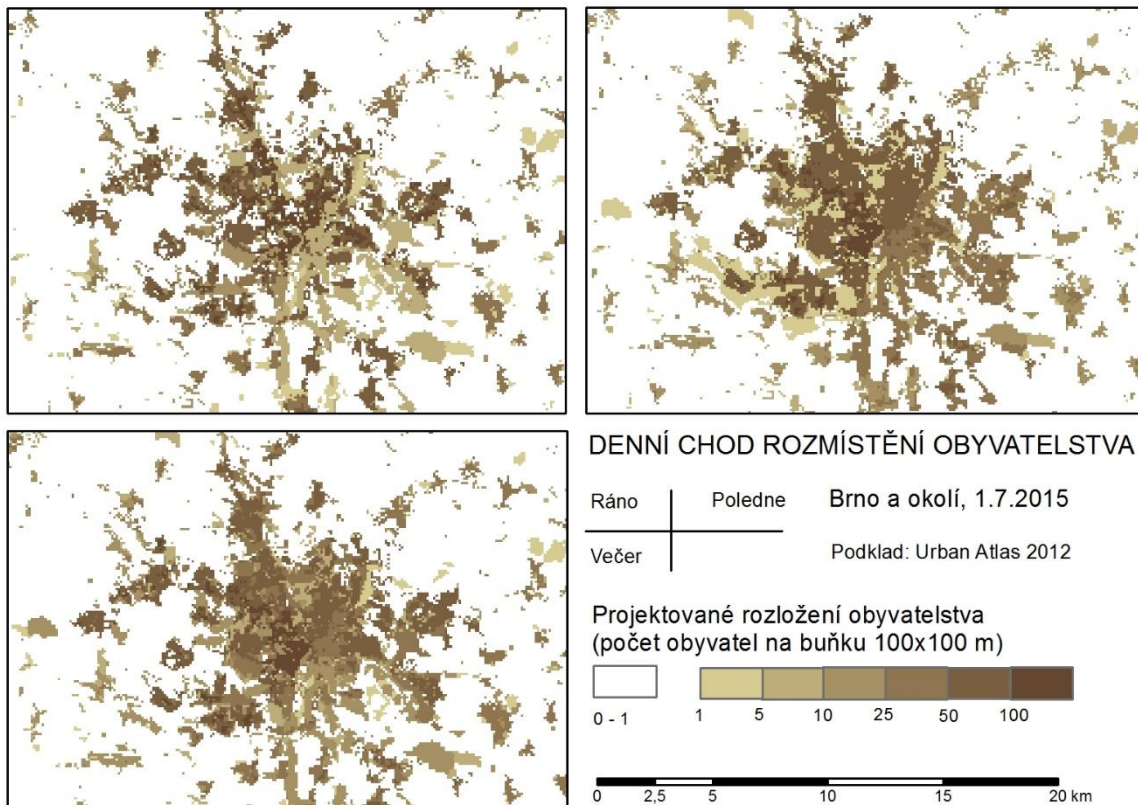
**Rozdíl počtu obyvatel mezi 18 h o víkendů a ve všední den**

- 884 - -722
- 721 - -281
- 280 - -55
- 56 - 544
- 545 - 1647



*Obrázek 20 Časoprostorová vizualizace anamorfóz naskládaných na sebe - pohled jihovýchodní (pouze relativní porovnání vývoje počtu obyvatel ve 2 zvolených okrscích)*

- **Obrázek 16** *Dasymetrická metoda denního chodu počtu obyvatel v Brně a jeho okolí*
- (rozpočítáváno podle zastavěných oblastí v Corine Land Cover a Urban Atlas)

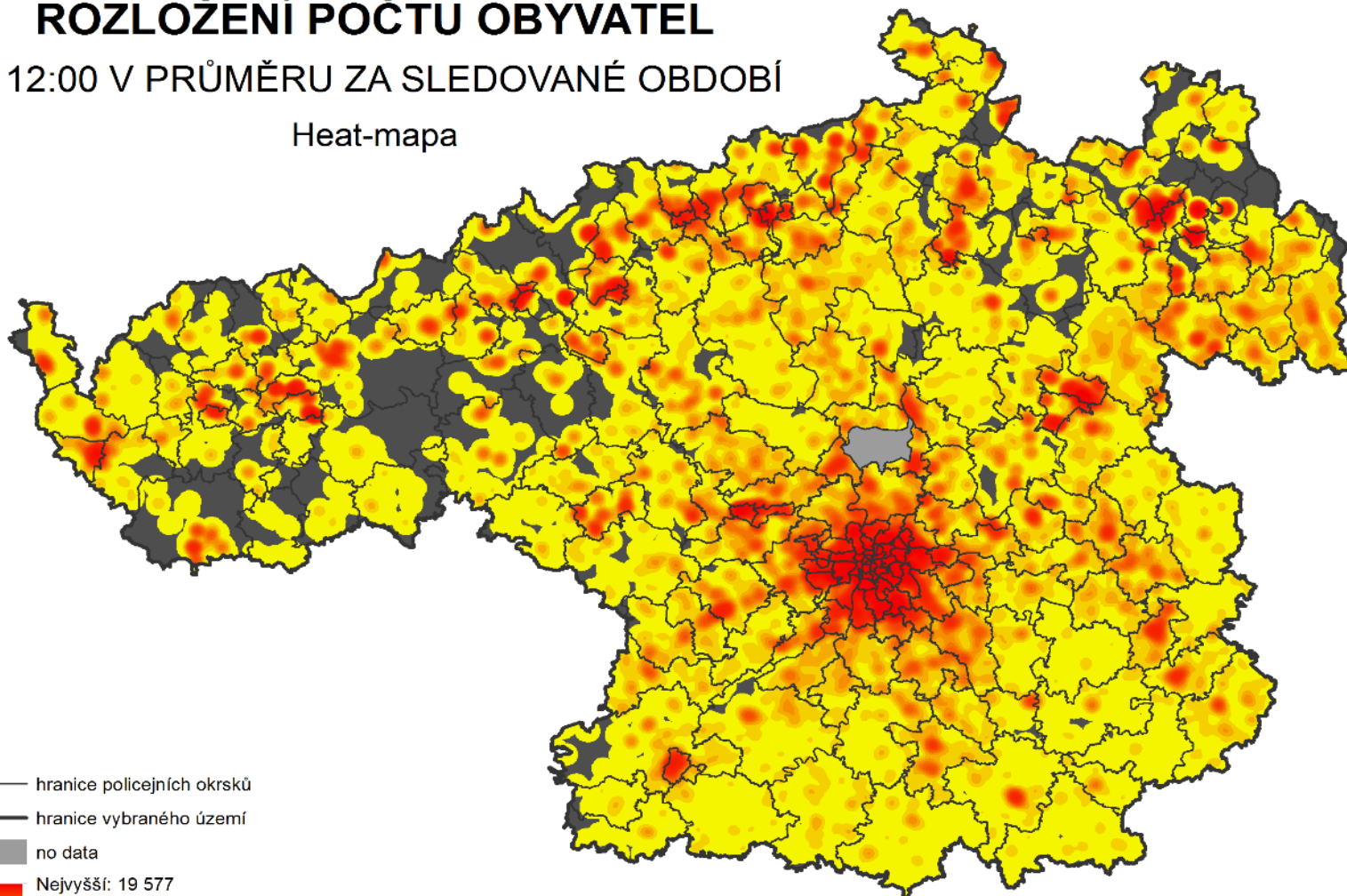
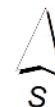




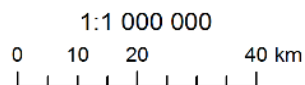
# ROZLOŽENÍ POČTU OBYVATEL

O 12:00 V PRŮMĚRU ZA SLEDOVANÉ OBDOBÍ

Heat-mapa



- hranice policejních okrsků
- hranice vybraného území
- no data
- Nejvyšší: 19 577
- Nejnižší: 1
- 0 obyvatel






JANEČEK, KOUDELKA, SNOPKOVÁ, SVOBODA, BRNO 2016  
zdroje: ©ArcČR, ARCDATA PRAHA, ZÚ, ČSÚ, 2014  
S-JTSK Křovák EastNorth




## KATEGORIE POLICEJNÍCH OKRSKŮ

PODLE ZISKU OBYVATEL BĚHEM DNŮ A TÝDNŮ  
(Z DAT MOBILNÍCH OPERÁTORŮ, 25.6.-23.7.2015)




### Variabilita v rámci všedního dne (6:00, 12:00, 18:00)

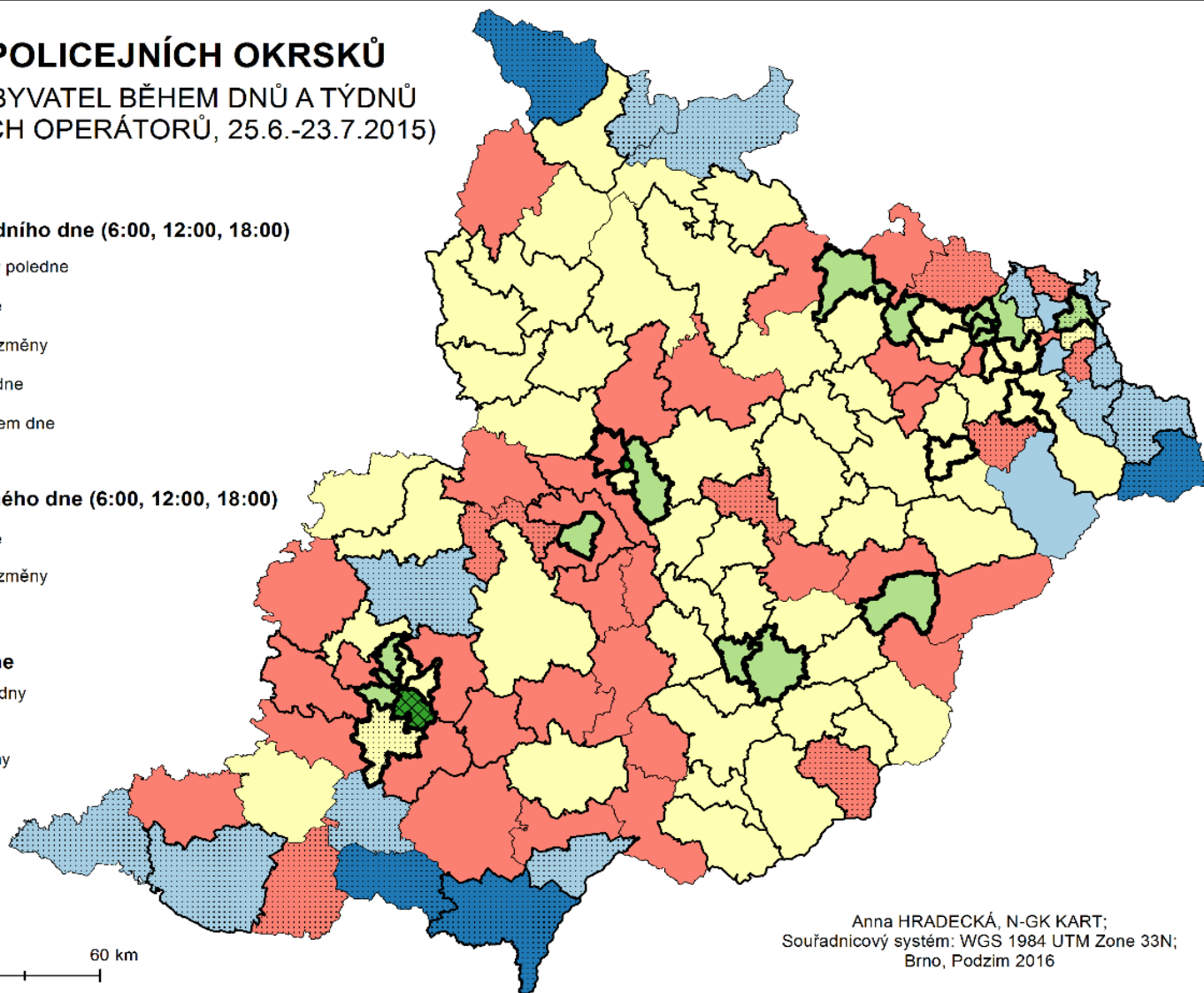
-  výrazně nejvíc lidí v poledne
-  nejvíc lidí v poledne
-  bez výrazné denní změny
-  nejméně lidí v poledne
-  výrazný nárůst během dne
-  nárůst během dne

### Variabilita v rámci volného dne (6:00, 12:00, 18:00)

-  nejvíc lidí v poledne
-  bez výrazné denní změny
-  nárůst během dne

### Variabilita v rámci týdne

-  více lidí v pracovní dny
-  bez výrazné změny
-  více lidí ve volné dny



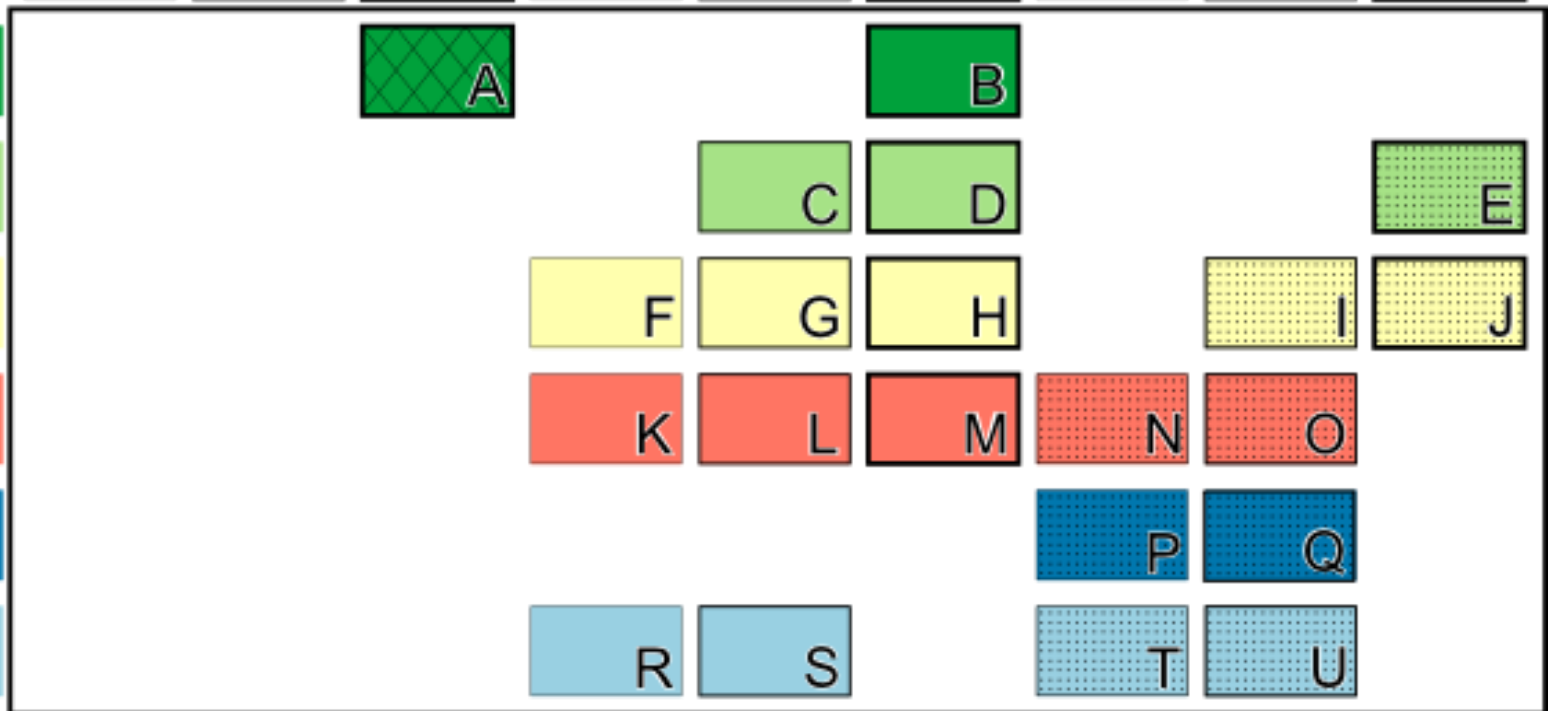
### Variabilita v rámci volného dne (6:00, 12:00, 18:00)



### Variabilita v rámci týdne



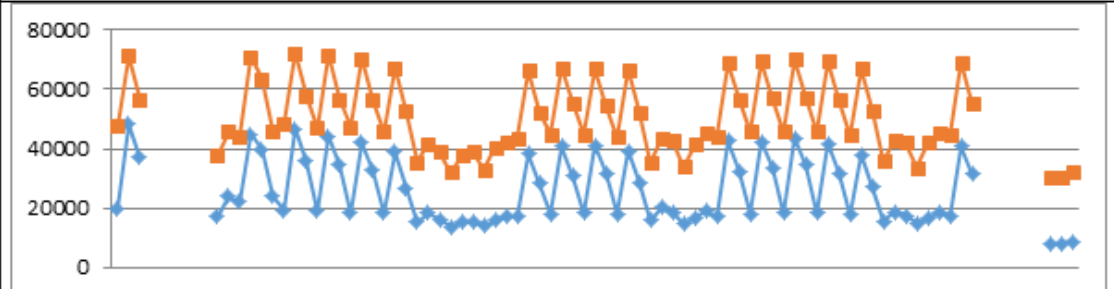
Variabilita v rámci všedního dne (6:00, 12:00, 18:00)



	VŠEDNÍ DNY	VOLNÉ DNY	TÝDEN
<b>A</b>	Výrazně nejvíce lidí v poledne.	Nejvíc lidí v poledne.	Více lidí v pracovní dny.

Jde o centra a průmyslové zóny velkých měst, která mají nejspíše kvůli pracovní dojíždě a případně turismu výrazný nárůst obyvatel v poledne. Díky dojíždě za prací je zde více lidí v pracovní dny, než o víkendu.

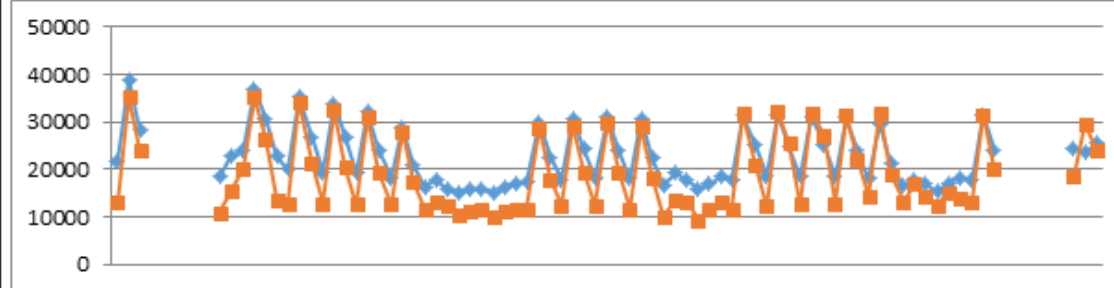
Okrsky: 1633, 1638 (Brno)



<b>B</b>	Výrazně nejvíce lidí v poledne.	Bez výrazné denní změny.	Více lidí v pracovní dny.
----------	---------------------------------	--------------------------	---------------------------

Jde o centra velkých měst, kde dojíždí lidé během týdne za prací. O víkendu již není výrazná denní změna.

Okrsky: 61 (Olomouc), 3119 (Ostrava)



<b>C</b>	Nejvíce lidí v poledne.	Bez výrazné denní změny.	Bez výrazné změny.
----------	-------------------------	--------------------------	--------------------

Okrsek získává díky dojíždě za prací více lidí v pracovní poledne. Tento zisk ale není tak výrazný, aby se projevil velkou změnou v mezi všedními dny a víkendy.

Okrsek: 3122 (Ostrava)



# Využití lokalizačních dat mobilních operátorů v hl. m. Praze

Jiří Čtyroký, Matěj Soukup, Václav Novotný



# Články pro příští hodinu

- Rein Ahas , Siiri Silm , Olle Järv , Erki Saluveer & Margus Tiru (2010): **Using Mobile Positioning Data to Model Locations Meaningful to Users of Mobile Phones**, *Journal of Urban Technology*, 17:1, 3-27.

## Otázky:

1. *Na jakém konceptuálním datovém přístupu je článek postaven?*
2. *S čím byly výsledky srovnávány?*
3. *Jaká byla použita základní terminologie?*
4. *Jaká byla prostorová přesnost modelu (Geographical Accuracy)?*

## Článek II.

- Olle Järv , Henrikki Tenkanen and Tuuli Toivonen (2017): **Enhancing spatial accuracy of mobile phone data using multi-temporal dasymetric interpolation.** *INTERNATIONAL JOURNAL OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SCIENCE*, VOL. 31, NO. 8, 1630–1651.
- *Otázky:*
  1. *Jaká je podstata použité dasymetrické interpolace a jaký byl použit postup?*
  2. *Co nového přináší multi-temporal function-based dasymetric (MFD) model a jak by se dal využít v podmínkách ČR.*