

JAK MOHOU BÝT DATA PŘÍTOMNÉHO OBYVATELSTVA OD MOBILNÍHO OPERÁTORA VYUŽITA PRO PLÁNOVÁNÍ MĚST

Martin Dvořák, Jan Zvara

Kolik je v Brně lidí? Na tuto zdánlivě jednoduchou otázku existuje několik správných odpovědí. Český statistický úřad udává 382 000 osob, Ministerstvo vnitra zase 374 000 (pouze občané ČR), dle registru obyvatel má v Brně trvalý pobyt 410 000 lidí (včetně osob zaregistrovaných na úředních adresách). Dle dat mobilního operátora se v Brně nachází ve špičce až 491 000 přítomných osob. Jak ale operátoři k těmto číslům docházejí a jak s těmito čísly pracovat, je velmi důležité pro samotné využití dat. To může být velmi různorodé a sahá od plánování dopravy pro nové městské čtvrtě po rozvahu o vhodné kapacitě školských zařízení.

Geolokační data mobilního operátora

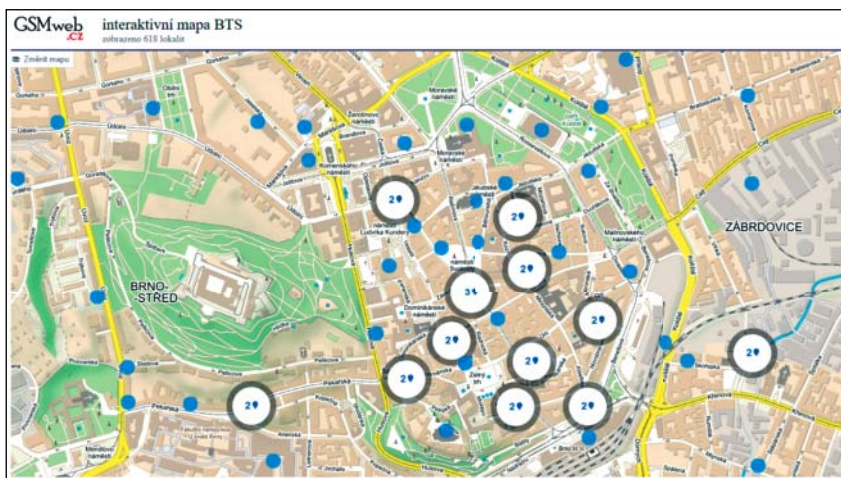
Jedná se o signalizační data, která vysílá SIM karta a jejichž prostřednictvím se SIM připojuje do systému pozemních přenosových antén, tzv. síť BTS (*Basic Transmitter Stations*). Každá anténa je schopna pokrýt prostorově omezené území a obsloužit omezený počet uživatelů. Mobilní operátoři proto vytvářejí síť těchto BTS tak, aby dosáhli co největšího pokrytí signálem a zajistili obslužnost všech uživatelů, a to i v časech „komunikačních špiček“. Interaktivní mapu stanic BTS je možné nalézt na webu www.gsmweb.cz, kde jsou zmapované stanice kategorizovány dle jednotlivých poskytovatelů. Níže na obrázku je výřez mapy sítě BTS společnosti Vodafone v Brně. Data jsou na webu i ke stažení.

V praxi mobilní telefon při komunikaci s přenosovou sítí neustále shromažďuje a analyzuje informace o počtu antén ve svém okolí a síle jejich signálu. Na základě aktuální polohy antén si pak pro

komunikaci se sítí vybírá zpravidla tu nejbližší s nejsilnějším signálem. Z geografického hlediska je pak možné území rozdělit do oblastí (*cells* – buněk), které obsluhují jednotlivé antény.

Identifikační údaje o právě využívané anténě a další doplňkové informace jsou uloženy v paměti telefonu a mohou tak být využity k detekci jeho přibližné polohy. Obdobně při přenosu infor-

mací mezi mobilním telefonem a sítí je v databázi operátora uložena informace o anténě, přes kterou telefon se sítí komunikoval. Tyto lokalizační informace jsou snadno dostupné, jelikož identifikace základnové stanice, s níž mobilní telefon právě komunikuje, je nezbytná pro samotné fungování sítě GSM. Identifikační údaje základnových stanic (*CGI – Cell Global Identity*) představují nejjednodušší a nejsnadněji využitelný



BTS stanice operátora Vodafone v centru Brna



způsob získání a využití lokalizačních údajů mobilních telefonů.

Data za buňky mobilní sítě jsou pro přepočítání na administrativní jednotky libovolné úrovně (základní sídelní jednotka, katastrální území, městská část, ...) nejprve dezagregována na grid (čtverec) o vysokém rozlišení (nízké desítky metrů) a poté agregována na všechny druhy sítě (2G, 3G, 4G) dle vymezení příslušných administrativních jednotek. Pro vymezení polygonů buněk mobilní

sítě nad tímto gridem se používá kombinace dat o vysílačích (např. orientace, síla a frekvence vyzařování), topografických dat (např. digitální model povrchu, využití ploch, typy zástavby a její prostorová konfigurace) a dat o přenosovém prostředí (intenzita zdrojů elektromagnetického rušení). Tato data vstupují do komplexního matematicko-fyzikálního modelu šíření elektromagnetického záření, který počítá intenzitu signálu z blízkých antén mobilní sítě.

Data poskytnutá mobilním operátorem Vodafone jsou extrapolována na celou populaci, tj. do 100 % telekomunikačního trhu, viz níže. Pro zachování ochrany osobních údajů uživatelů jsou dodaná data anonymizována v několika úrovních (agregace, dasymetrická metoda rozpočítávání uživatelů).¹⁾

Různé úlohy použití mobilních dat

Využití mobilních dat pro plánování rozvoje měst a regionů můžeme rozdělit do tří hlavních skupin. První skupinou jsou situace, kdy potřebujeme znát data o počtu přítomných osob v daném území. V takovém případě je největší přidanou hodnotou těchto dat zpřesnění počtu skutečně bydlících obyvatel (oproti trvale hlášeným, které známe z oficiálních statistik) a také znalost denních rytmů území. Právě na toto téma bude podrobně zaměřena další část článku.

Druhým typem využití je analýza matic proudů. Tyto prostorové vzorce nám ukazují, odkud a kam se lidé pohybují (tzv. *origin-destination matice*). Pod touto úlohou si lze představit klasické dojíždčkové a vyjíždčkové průzkumy, nicméně současný vývoj mobility je mnohem složitější a komplexnější, než byl například na přelomu tisíciletí. Objevily se nové profese a lidé při výkonu své práce častěji než dříve mění v prostoru neustále svoji polohu, a proto jsou těžko zachytitelní v prostorových vzorcích i mobilními daty. Je to z toho důvodu, že poloha SIM karty je zjišťována v intervalech kolem půl hodiny, a tak například v případě rozváž-

kových služeb nelze prostorový vzorec ani mobilními daty zachytit.

Třetím typem využití je měření individuálních akcí, jako jsou sportovní a kulturní akce nebo události spojené s turistickým ruchem. Tady je naopak analyzována ta skupina obyvatel (či návštěvníků), která zpravidla nevykonává periodicky opakující se pohyb v území. Je tak měřen hlavně přínos zkoumané akce na návštěvnost území.

Přítomné obyvatelstvo v Brně

Město Brno zjišťuje počet přítomných obyvatel v území již od roku 2017, a to s dvouletou periodou. V rámci aktualizace této datové sady byla formou veřejné zakázky na podzim 2021 poptána data na úrovni základních sídelních jednotek (ZSJ) v Brně, kterých je 296. Dodaná data jsou tedy k dispozici za období **20.–26. 9. 2021** a **11.–17. 10. 2021** a obsahují **atributy**: název a kód území, datum, čas (hodinový interval) a počet přítomných osob. Při vymezení zakázky byly definovány základní parametry šetření, kde k započítání daného uživatele do daného území dojde v případě, kdy se alespoň jedenkrát za 30 minut přihlásí do příslušné BTS sítě (*pozn.: k přihlášení do sítě dochází při telefonování, smskování či „datování na internetu“*). Po metodické stránce poté dochází k očištění dat od IoT (Internet of Things – inter-

net věci) zařízení, duplicitních záznamů, modemů apod., které využívají pro svoji funkci SIM kartu.

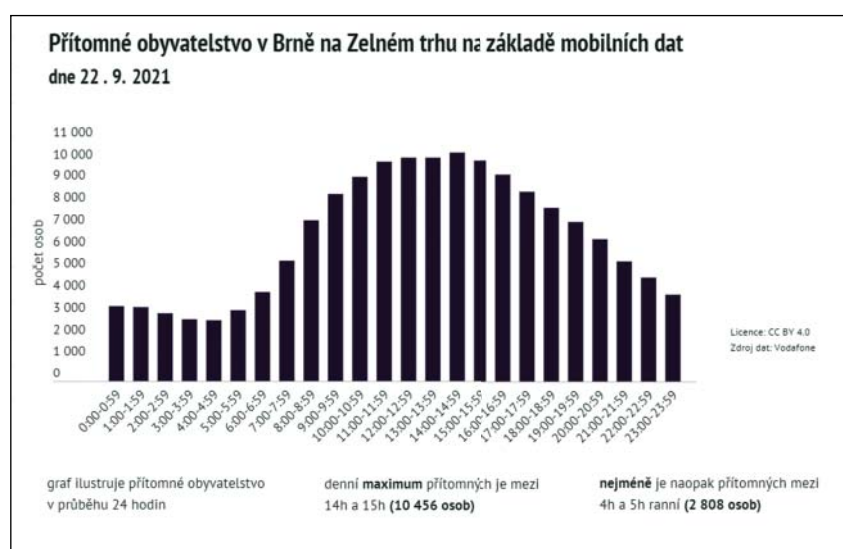
Základní zjištění na úrovni celého města:

- V běžný pracovní den se v Brně nachází až 490 000 osob, a to v **nejfrekventovanější hodině (10:00–10:59)**. V noci naopak přítomné obyvatelstvo klesá až na **415 000 osob (02:00–02:59)**, což představuje rozdíl **75 000 osob**.
- Z hlediska dnů v týdnu je **nejvíce** osob v Brně ve **středu** (potvrzují i šetření dle geolokačních dat z let 2017 a 2019), **nejméně** naopak v **pátek**.
- O víkendu se „ztrácí“ **denní rytmičnost** v pohybu obyvatelstva (dojíždka/vyjíždka) a počet přítomných **klesá až ke 300 000 osob**.

Brněnské rytmy

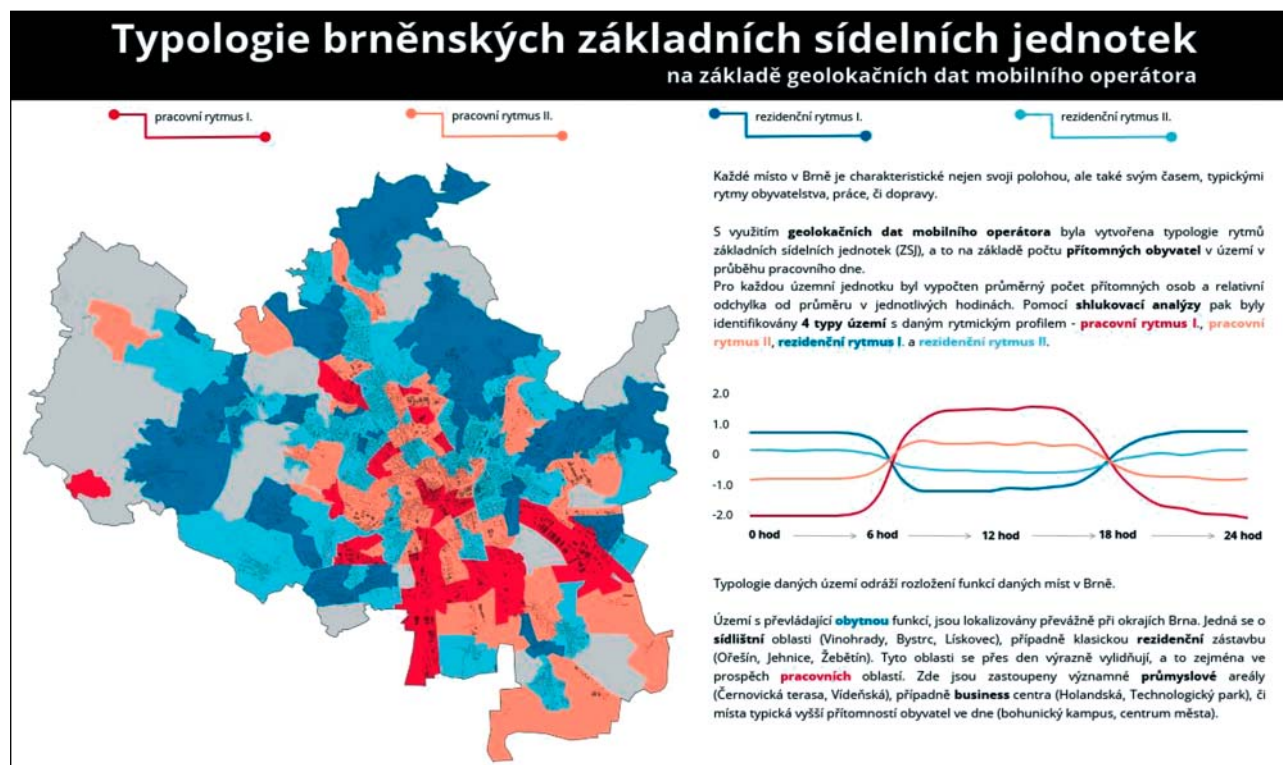
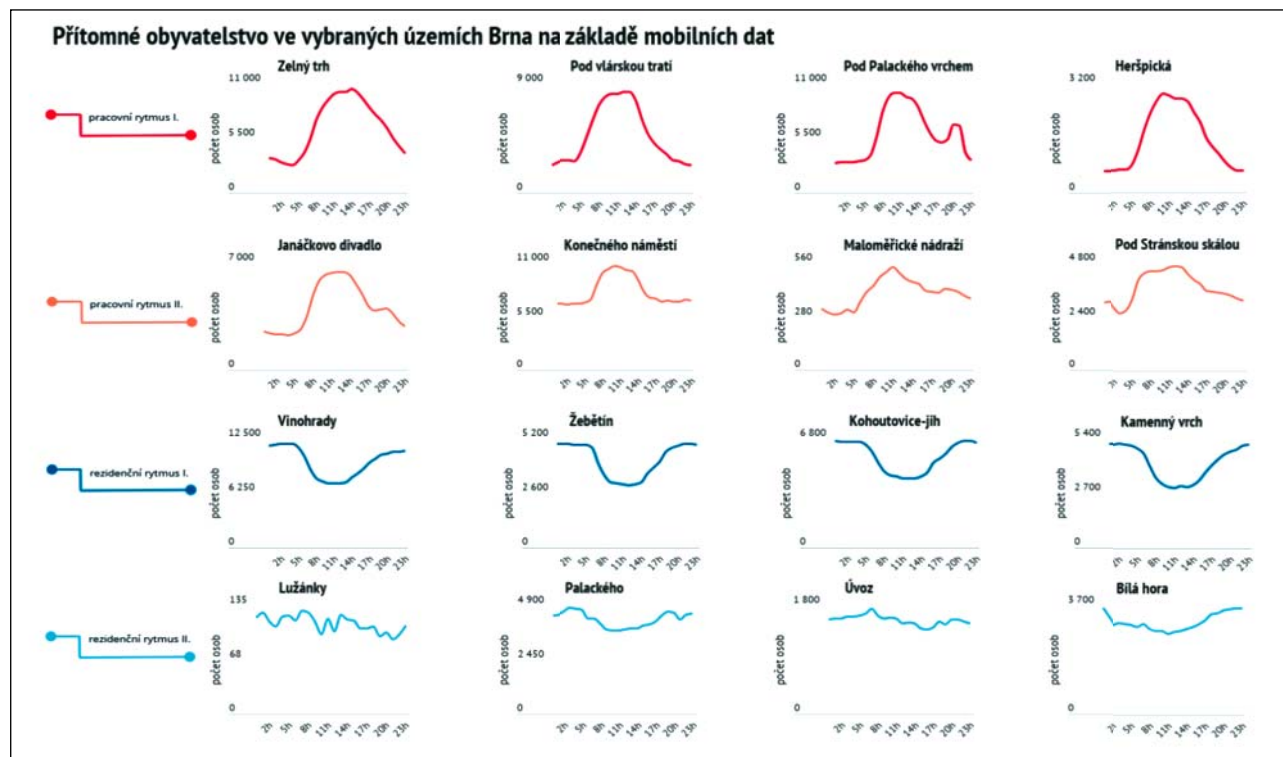
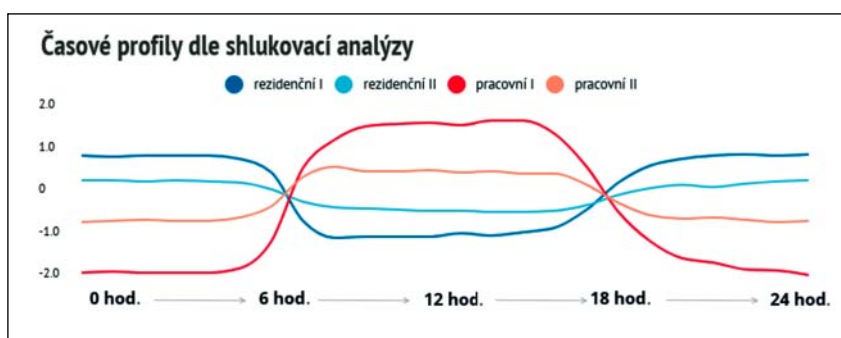
Z dodaných dat lze pro každé území vytvořit **časový profil**, tedy kolik přítomných osob se v daném území v **danou hodinu nachází**. Příkladem může být **ZSJ Zelný trh** v centru města. Níže je pak mapa pro všechny sídelní jednotky v Brně.

Na základě počtu přítomného obyvatelstva v každém území (ZSJ) v Brně byla vytvořena jejich **typologie**, která odráží tzv. **rytmus daného území**. Pro každé území byl spočten **průměr** a **relativní odchylka** od průměru v jednotlivých



1) Metoda dasymetrického mapování rozpočítává údaje z buněk mobilní sítě do buněk gridu na základě váhy buňky gridu spočtené pomocí modelu strojového učení odhadujícího hustotu zalidnění z topografických dat, přičemž jako tréninková data slouží data o přítomných uživateli na úrovni buněk.

denních hodinách. Následně byla v nástroji ArcGIS Pro aplikována **shlukovací analýza** s cílem identifikovat podobná území na základě časových profilů (odchylek od průměru denních dob). Konkrétně byl použit nástroj Multivariate Clustering. Výsledkem byla typologie čtyř území s podobnými časovými profily. Tato kategorizace je aplikována v mapách níže.



Využití mobilních dat v praxi

Geolokační data mobilního operátora představují zajímavý zdroj dat, který lze použít v městském i regionálním plánování a zahrnout jej mezi ostatní běžně využívané zdroje dat. Slouží jako výborný doplněk dat ČSÚ, a to i přesto, že je v nich obsažena určitá míra chybivosti. Z pohledu praxe na územním i strategickém rozvoji města Brna byla mobilní data použita již v mnoha analytických podkladech a lze tak konstatovat, že jsou nedílnou součástí datové základny města. V minulosti data mobilních operátorů sloužila například v rámci podpůrné analýzy u různých dotací pro město Brno, a to zejména v případech, kdy bylo třeba prokázat množství skutečně bydlících nebo pracujících obyvatel v území. Můžeme zmínit třeba plánování staveb dopravní infrastruktury, designu měkkých dopravních opatření nebo využití pro rozvalu o kapacitách škol a školek v nově rozvíjených

čtvrtích, kde zatím chybí jakákoli tradiční data (např. z ČSÚ). Tato data byla také využívána v analýzách, které předcházely nastavení politiky rezidentního parkování, nastavení vyhlášky o nočním klidu nebo se využívala pro zhodnocení úspěšnosti různorodých akcí či konkrétních zásahů v území.

Město Brno využívá analýzu a vlastní zpracování mobilních dat o přítomných osobách v území již od roku 2016, kdy si tuto možnost vyzkoušelo úplně poprvé. Data byla následně aktualizována v roce 2018 a poslední nákup a zpracování dat proběhl koncem roku 2021. Rok 2020 byl vyhodnocen z hlediska aktualizace počtu obyvatelstva touto metodou jako nevhodný, a to z důvodu pandemie covid-19, neboť ta významně změnila časoprostorové vzorce chování obyvatel. S mobilními daty však chce město Brno pracovat i do budoucna s tím, že se velmi osvědčil způsob nákupu pouze primárních podkladových dat. Vlastní zpracování a tvorba analýz nad

daty je pak již prací vlastních datových analytiků města. Dochází tak k mnohem většímu vhledu do problematiky a porozumění, jak s daty dále nakládat. V tomto ohledu je vhodné dodat, že díky nákupu podkladových datových sad, a nikoliv jen analytických výstupů, je využití v rámci města maximálně univerzální a otevřené. Při zakoupení hotových analýz bez podkladových dat, by se jednalo pouze o jednorázové využití a přidaná hodnota dalšího možného využití by se ztratila.

S ohledem na tuto zkušenost města Brna je pozitivní zprávou, že Ministerstvo vnitra se v rámci projektu financovaného z Norských fondů snaží o celorepublikový nákup mobilních dat. Tato aktivita má velký potenciál využití jak v akademickém sektoru, tak především při plánování rozvoje menších obcí nebo celků, které si nákup mobilních dat nemohou dovolit nebo na následné zpracování a vytěžení dat nemají dostatečné personální kapacity.

Mgr. Martin Dvořák

Mgr. Jan Zvara, Ph.D.

Oddělení dat, analýz a evaluací

Odbor participace

Magistrát města Brna

ENGLISH ABSTRACT

How can a mobile operator's data on present population be used for urban planning, by Martin Dvořák & Jan Zvara

How many people are there in the city of Brno? This seemingly simple question can be answered correctly in various ways. The Czech Statistical Office says it is 382,000, the Ministry of the Interior, 374,000 (Czech citizenship holders only), and the Register of Inhabitants, 411,000 (permanent residents including those registered at administrative addresses). Data from a mobile operator indicate that 491,000 people are present in the rush hour. However, it is important to know how these numbers are generated and how to work with them. This can be highly disparate and affect various domains, such as planning of transportation to new neighbourhoods and capacities of education institutions.