

5 Využitie údajov mobilnej siete pre účely funkčnej regionálnej taxonómie

Martin Šveda*

Na diferencie medzi prirodzenými a normatívnymi územnými sústavami sa upozorňuje už dlhodobo a periodicky sa objavujú aj návrhy vhodnejšieho územno-správneho členenia Slovenska. V rámci týchto snáh dominuje zámer prispôsobiť administratívne regióny funkčným regiónom, ktoré by viac rešpektovali prirodzené väzby a interakcie v priestore. Základným údajovým vstupom pre vymedzenia funkčných regiónov sú údaje o dochádzke do zamestnania a škôl z národného cenzu. Hoci ide o spoľahlivý a v praxi etablovaný zdroj údajov, informačno-komunikačné technológie prinášajú aj nové možnosti pre analýzu tejto fundamentálnej kategórie. Cieľom príspevku je diskutovať možnosti využitia lokalizačných údajov mobilnej siete na účely vymedzovania funkčných regiónov a na príklade metropolitného regiónu Bratislavy poukázať na možný nesúlad medzi územnosprávnym členením a regiónom dennej dochádzky užívateľov mobilnej siete.

5.1 Funkčné regióny ako podklad pre územnosprávne členenie

Mapovanie dochádzkových tokov je v záujme vedeckej a decíznej sféry už desaťročia. Periodické denné pohyby medzi miestom bývania a práce sú základným indikátorom pre štúdium populačnej mobility a pre analýzu funkčných regiónov. Základnou vlastnosťou funkčných regiónov je ich vnútorná koherencia a vonkajšia uzavretosť. (Bezák 2000) To znamená, že väčšina interakcií, ktoré organizujú región sa odohráva vo vnútri regiónu a len minimum interakcií prekračuje hranice regiónu. (Klapka 2019) Ako poznamenávajú M. Halás a P. Klapka (2020), funkčné regióny odzrkadľujú prirodzenú polarizáciu priestoru, keď nerovnomerné rozloženie javov na strane dopytu a ponuky je kľúčovým impulzom vyvolávajúcim priestorové interakcie. Tie sú nielen produktom, ale aj generátorom priestorových tokov.

Pri snahe o porozumenie priestorovej organizácii ľudských aktivít majú osobitné postavenie priestorové interakcie orientované na mestské jadro (či jadrá), ktoré poskytujú svojmu zázemiu pracovné príležitosti a služby. V takomto nodálnom regióne nás spomedzi rozmanitých obojstranných interakcií zaujímajú najmä tie, ktoré sú založené na špecifickom type interakcií – dennej (periodickej) dochádzke do zamestnania. Tieto regióny sa zvyknú označovať ako funkčné mestské regióny (konštruované na základe interakcií smerujúcich do mestského centra), denná urbánne systémy (pri ktorých platí podmienka dennej periodicity interakcií), alebo lokálne trhy práce (pri ktorých sa a priori neuvažuje o mestskom jadre).

Myšlienka využitia konceptu lokálnych (regionálnych) trhov práce, resp. funkčných regiónov obecne, pre územnosprávne členenie Slovenska nie je nová a pravidelne sa objavuje v odborných prácach najmä ako výsledok kritického hodnotenia súčasného územnosprávneho zriadenia, ktoré nerešpektuje prirodzené väzby a historické hranice regiónov (Bezák, 2000; 2014; Slavík, 1998; Buček, 2002; Halás a Klapka, 2017). Príkladom je nelogické rozdelenie Spiša medzi Košický a Prešovský kraj alebo rozdelenie prirodzeného funkčného regiónu Šaľa-Galanta medzi Trnavský a Nitriansky kraj (Halás a Klapka, 2020). Celkovo je vymedzenie okresov Slovenska nevhodné a nerešpektujúce prirodzenú spádovosť a priestorovú spravodlivosť (Bezák 1997).

Funkčnú regionálnu taxonómiu na báze funkčných mestských regiónov v Slovenskom prostredí rozvinul A. Bezák (Bezák, 1990; 2000; 2014), neskôr naňho nadviazal výskumný kolektív pod vedením M. Halása (Halás et al., 2014; Halás a Klapka, 2020). Hoci sa prístupy autorov metodicky odlišujú, je zrejmé, že kľúčovú úlohu pri definovaní funkčných regiónov zohráva predovšetkým dostupnosť údajov o obyvateľstve, jeho aktivitách a priestorových väzbách. Základným ukazovateľom funkčných väzieb vytvárajúcich funkčný región je dochádzka do práce (školy) a alokácia pracovných miest. Hoci by sme mohli uvažovať aj o mnohých ďalších atribútoch formujúcich väzby medzi jednotlivými sídlami regiónu, ohraničenosť dátovej základne neumožňuje sledovať širšie spektrum vzťahovo podmienených štruktúr.

* Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Katedra regionálnej geografie a rozvoja regiónov, martin.sveda@uniba.sk.

Ako najreprezentatívnejšie údaje pre vymedzenie funkčných regiónov sa javia údaje o dennej dochádzke do zamestnania. Tieto údaje, získavané raz za 10 rokov z národného cenzu, sú nielen najčastejším, ale zároveň aj najstabilnejším pravidelným pohybom obyvateľstva s dennou periodicitou.

Hoci ide o relevantný ukazovateľ denných priestorových interakcií, v súčasnosti môžeme použiť aj iné údajové zdroje. Motívov pre použitie iných prístupov je viacero. Predovšetkým pracovné aktivity obyvateľov sa neviažu na jedno miesto tak pevne, ako tomu bývalo v minulosti a miesto trvalého pobytu, miesto bývania a miesto práce sa čoraz častejšie od seba odlišujú. Pohyby obyvateľstva sa stávajú pestrejšími, nadobúdajú nerutinný a nepravidelný charakter. V súčasnosti nie je neobvyklé rozdielne bydlisko členov jednej rodiny, bývanie v podnájme, sezónne bývanie na chate, či dlhodobé pracovné stáže. Stále menšia viazanosť obyvateľstva k jednému miestu sa prejavuje v rôznych spoločenských kontextoch a relativizuje výsledky sociálnych, geografických, či ekonomických analýz založených na tradičných štatistických zdrojoch (cenzu, registre obyvateľstva a pod.).

Pre časť populácie je zložitá jednoznačne odpovedať na otázku miesta bydliska a miesta práce. Túto skutočnosť pritom nemôžeme vnímať ako dočasné „*uvolnenie*“ viazanosti k základným priestorovým súradniciam nášho každodenného života, ale ako dlhodobé trendy prinášajúce zvýšenú fluktuáciu a mobilitu obyvateľstva, ktoré stimulujú viaceré fenomény postmodernej spoločnosti, predovšetkým informačno-komunikačné technológie. Tie uľahčili nielen nástup práce z domu, ale aj ekonomiky postavenej na nezávislých dodávateľoch a externých pracovníkoch (gig economy), to všetko s významným vplyvom na spôsob práce a mobility obyvateľov, najmä v metropolitných regiónoch. Aktuálnym fenoménom, ktorý pravdepodobne prispel k zmene priestorových vzorov správania je pandémia ochorenia COVID-19. Potreba sociálnej separácie a obmedzenia každodenného života nás prinútili adaptovať nové spôsoby práce, učenia sa a interakcií. Hoci obmedzenia sú len dočasné, môžu mať za následok dlhodobé zmeny priestorových preferencií pre prácu, bývanie a každodennú mobilitu. Dnes je však ešte predčasné predpovedať charakter zmien v priestorových prejavoch populácie. Je ale možné, že stojíme na prahu novej paradigmy, ktorá ich bude definovať najbližšie desaťročia.

5.2 Lokalizačné údaje mobilnej siete

Je otáznou, ako na uvedené zmeny v spoločnosti dokážeme reagovať prostredníctvom konvenčných zdrojov údajov. Informačno-komunikačné technológie však prinášajú nielen zmenu paradigmy priestorového správania, ale aj prístupu k jeho sledovaniu. Osobitné postavenie v rámci priestorových analýz má využitie mobilnej komunikácie. Mobilný telefón sa stal neoddeliteľnou súčasťou každodenného života a unikátnym zdrojom údajov o obyvateľstve, jeho priestorovom rozmiestnení, pohybe a aktivitách.

Vďaka vysokej penetrácii mobilných telefónov v populácii a schopnosti sledovať ich pohyb na úrovni základňových staníc mobilnej siete môžeme prekonať viaceré limity, ktoré sa spájajú s tradičnými prístupmi založenými na populačných cenzo, najmä čo sa týka frekvencie zisťovania populačných dát, rýchlosti ich spracovania a v neposlednom rade i ochoty obyvateľov poskytovať presné údaje v rámci cenzo. V roku 2019 bolo v krajinách EÚ registrovaných viac ako 1 200 SIM kariet s aktivovanou hlasovou alebo dátovou službou mobilnej siete na 1 000 obyvateľov (Eurostat, 2021). Tento bezprecedentný rozsah pokrytia populácie vytvára unikátny predpoklad pre holistické prístupy sledovania miest a regiónov, čo je principiálne nemožné (a rovnako aj finančne náročné) s využitím tradičných foriem získavania dát. Všadeprítomnosť a štandardizovaný charakter mobilnej infraštruktúry vytvára dlhodobý rámec na sledovanie priestorovej variability populácie vo vysokom časovom a priestorovom rozlíšení. (Ahas a Mark, 2005; Ricciato et al., 2017)

Lokalizačné údaje mobilnej siete majú v porovnaní s tradičnými údajmi o dochádzke niekoľko pozitívnych vlastností. V prvom rade poskytujú aktuálne informácie, ktoré sú pomerne rýchlo spracovateľné a nevyžadujú si aktívnu participáciu obyvateľov. Nie sú teda poznačené časovým odstupom, ako to spravidla býva v prípade celoplošných cenzo. Dostupnosť týchto údajov prakticky v akomkoľvek čase umožňuje pružne reagovať na vývoj spoločnosti a aktuálne zmeny v priestorovom rozmiestnení obyvateľstva (výstavba bytov, ciest, koncentrácia novej výroby a pod.).

Navyše, prostredníctvom mobilnej siete môžeme sledovať zmeny v dennej priestorovej mobilite spôsobené sezónnymi cyklami a flexibilne prispôbovať rozsah pozorovania spoločenským či výskumným potrebám, respektíve vytvárať dlhodobé pozorovania a sledovať tak odozvy spoločenských procesov na zmeny v intenzite a smerovaní mobility populácie. Skutočnosť, že lokalizačné údaje mobilných zariadení vznikajú na úrovni jednotlivých buniek mobilnej siete, umožňuje agregáciu podľa rozmanitých priestorových schém, ktoré nemusia rešpektovať územnosprávne členenie.

Pri interpretácii lokalizačných údajov mobilných zariadení je dôležité si uvedomiť viaceré limity, ktoré vyplývajú z princípov prevádzky mobilnej siete a z právnych podmienok spracovania údajov jej užívateľov. Pokúsime sa upozorniť na tie najdôležitejšie:

- Počet SIM-kariet nemožno spoľahlivo stotožniť s počtom osôb (individuálnych užívateľov). Dôvodom je skutočnosť, že nemôžeme predpokladať, že každý obyvateľ disponuje mobilným telefónom. Tiež nedokážeme spoľahlivo vylúčiť osoby využívajúce viaceré SIM-karty. Čiastočnú elimináciu duplicitných SIM-kariet však môžeme dosiahnuť vylúčením neaktívnych, nehlasových a neprímárnych SIM kariet.
- Užívateľ SIM-karty nemusí zodpovedať držiteľovi SIM-karty. Napríklad v rámci jednej rodiny môžu deti využívať mobilné telefóny registrované na rodičov. Ak je teda jedna osoba vlastníkom viacerých SIM-kariet, všetky nesú demografické atribúty, ktoré vychádzajú zo zmlúv, resp. kontraktov s operátormi. Nedostatočné zastúpenie detskej zložky je skutočnosť, ktorú je potrebné zohľadniť pri interpretácii výsledkov analýz.
- Presnosť lokalizácie závisí od architektúry mobilnej infraštruktúry, typu antén (2G, 3G, 4G) a reliéfu. V prípade mestského prostredia sa pohybuje rádovo v stovkách metrov, vo voľnej krajine dosahuje rádovo kilometre. Využitie údajov z mobilnej siete v priestorových analýzach by malo rešpektovať uvedené limity. Súčasný vývoj v analýze mobilných dát však prináša nástroje umožňujúce zásadné spresnenie polohy v rámci sieťovej lokalizácie. Príkladom je využitie tzv. reťazenia, kedy sa sleduje následnosť lokalizácie v jednotlivých bunkách mobilnej siete. Pre spresnenie polohy je možné využiť aj sídelnú a cestnú sieť, či iné pokročilé metódy areálovej transformácie údajov (pozri Sládeková, Madajová a Hurbánek 2016). V praxi najmä ide o transformáciu údajov z buniek mobilnej siete do areálov sídelnej zástavby, čím dostávame reálnejší obraz o priestorovej distribúcii obyvateľstva. (Rosina et al., 2018)
- Jednotliví operátori mobilnej siete môžu byť zacielení na špecifickú skupinu užívateľov (napr. na mladších užívateľov, podnikateľov, seniorov pod.). Aproximácia údajov na celú populáciu je tak značne obmedzená. Pri spracovaní údajov od viacerých operátorov, ktorí spoločne pokrývajú väčšinu populácie, sa však tento problém do značnej miery eliminuje. Napriek tomu však niektoré vekové kategórie ostávajú nedostatočne zastúpené (najmä malé deti). S využitím štruktúrnych charakteristík populácie (napr. podiel detí vo veku 0–9 rokov) však môžeme dospieť k presnejšej aproximácii populácie (prítomného / bývajúceho obyvateľstva).

Z týchto uvedených dôvodov je zrejmé, že môžu existovať značné rozdiely medzi kvantitatívnymi charakteristikami populácie vypočítanými na základe oficiálnych dát (napr. počet dochádzajúcich do obce) a údajmi z mobilnej siete. Nazdávame sa, že analýza pohybu užívateľov mobilnej siete (SIM kariet) by sa napriek uvedeným limitom nemala zaznávať, pretože môže prispieť k hlbšiemu poznaniu priestorovej dynamiky obyvateľstva.

5.3 Pilotná štúdia v Bratislavskom a Trnavskom kraji

Štúdie, ktoré by analyzovali lokalizačné údaje mobilnej siete v rámci celého Slovenska, doposiaľ absentujú, hoci v zahraničí sú čoraz frekventovanejšie, dokonca aj v regióne strednej a východnej Európy, napr. Novák et al. (2013), Ouředníček et al. (2018) a Halás et al. (2021). V rámci pilotných štúdií realizovaných doposiaľ na Slovensku (Šveda et. al, (2018; 2019; 2020a) boli spracované lokalizačné údaje mobilnej siete pre potreby Bratislavskej integrovanej dopravy na území Bratislavského a Trnavského kraja. Podkladom pre analýzu dochádzkových tokov bola vzorka signalizačných údajov extrahovaných z mobilnej siete troch najväčších mobilných operátorov na Slovensku (Slovak Telekom, Orange Slovensko a O2 Slovakia). Vzorka zachytáva predcovidové

obdobie od 26. 11. do 9. 12. 2018 a pre podrobnejší postup spracovania údajov odkážeme čitateľa na pôvodnú štúdiu (Šveda et al., 2020b). Na tomto mieste uvádzame len niekoľko základných krokov riešenia a stručné zhodnotenie výsledkov.

Základným krokom pre zmysluplné využitie mobilnej lokalizácie pre potreby vymedzovania funkčných regiónov je určenie dennej („pracovnej“) a nočnej („spacej“) lokality užívateľov mobilnej siete. Použitím vhodného algoritmu môžeme z lokalizačných dát mobilnej siete vyťažiť informácie o základných kotevných bodoch „domov“ a „práca“. V praxi ide predovšetkým o identifikovanie bunky mobilnej siete, na ktorej bol užívateľ zaznamenaný počas dňa alebo noci najčastejšie (najväčší počet lokalizácií), resp. najdlhšie (najdlhší čas strávený na danej bunke).

Nočná lokalita predstavuje polohu bunky mobilnej siete, v ktorej bola SIM karta najčastejšie lokalizovaná počas pracovného týždňa v čase od 23:00 do 5:59. Vzhľadom na dvojtyždenné pozorovanie sa nočná lokalita identifikovala zo súboru desiatich dní nasledujúcim spôsobom. Za každý hodinový agregát sme identifikovali bunku, kde mala SIM karta najčastejší výskyt. Vzhľadom na 10 dní pozorovania a 7 hodinových intervalov počas noci sme získali 56 lokalizácií (pondelok a piatok majú skrátený interval pozorovania). Poloha ťažiska vyžarovacieho polygónu základňovej stanice („antény“) s najväčším počtom lokalizácií bola určená ako nočná lokalita danej SIM karty. Analogickým spôsobom bola určená aj denná lokalita SIM karty (UT – ŠT v čase od 09:00 do 14:59). Uvedený algoritmus je vhodný pre extrakciu užívateľov mobilnej siete so štandardným pracovným či školským režimom a nezohľadňuje napr. nočné pracovné smeny, či iný režim pohybu medzi miestom bývania a práce.

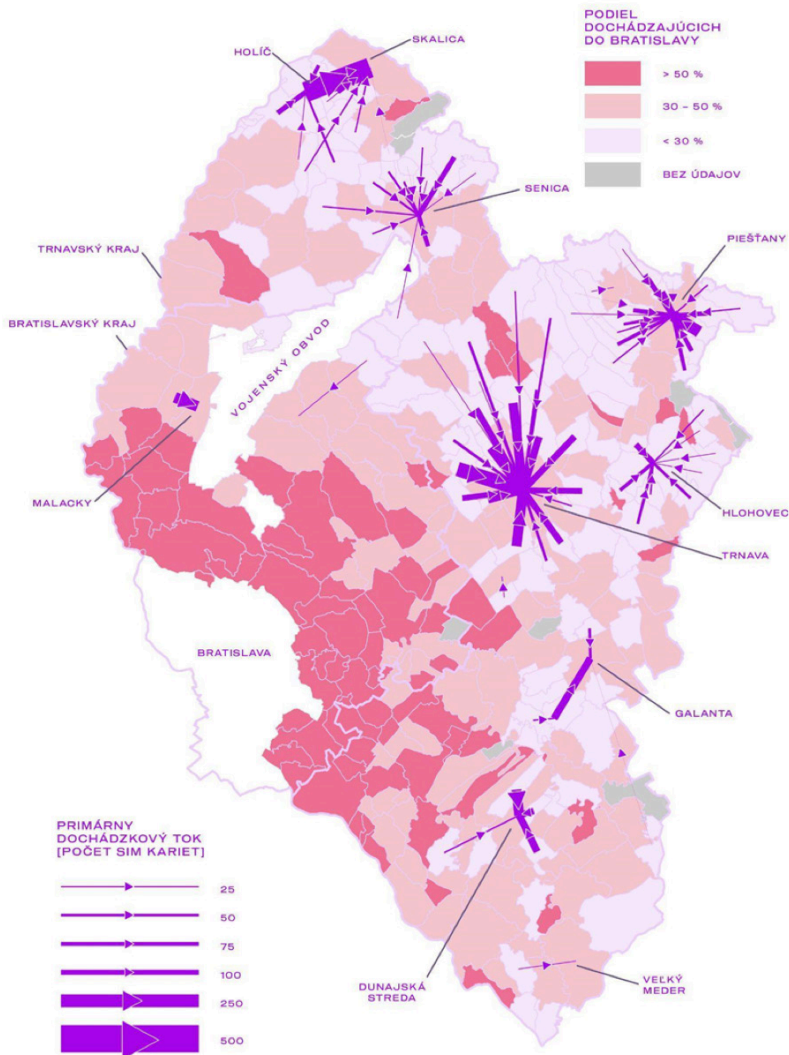
Alokované SIM karty na jednotlivých bunkách mobilnej siete boli následne agregované na základe polohy ťažiska vyžarovacieho polygónu do katastrálnych území obcí, ktoré predstavujú základnú priestorovú jednotku analýzy. Pre 1 329 654 SIM kariet bolo možné identifikovať dennú aj nočnú lokalitu, pričom 729 168 SIM kariet malo rovnakú obec dennej a nočnej lokalizácie. Ostatné SIM karty (600 485), ktorých denná lokalizácia bola odlišná od nočnej, vytvorili maticu dochádzkových tokov. Z tohto počtu však 204 971 SIM kariet predstavovalo vnútromestskú mobilitu v rámci mestských častí Bratislavy.

Z celkového objemu približne 400 tisíc dochádzajúcich SIM kariet smerovalo z mimobratislavských obcí do Bratislavy 139-tisíc jedinečných mobilných zariadení. Do druhého najväčšieho centra sledovaného regiónu – Trnavy – denne dochádza približne 27-tisíc SIM kariet z Bratislavského a Trnavského kraja, z toho dochádzajúci z Bratislavy tvoria viac ako jednu tretinu.

Kľúčovým zistením je skutočnosť, že Bratislava formuje spádový región, ktorý zahŕňa nielen Bratislavský kraj, ale aj značné časti Trnavského kraja. Dokumentujú to obce, ktorých najväčší dochádzkový tok smeruje do Bratislavy (obr. 1). Trnava, ako centrum nižšieho sídelného rádu, z hľadiska smerovania a intenzity denných dochádzkových tokov nevytvára také väzby, ktoré by toto mesto kvalifikovali na prirodzené (spádové) centrum kraja. Z obr. 1 môžeme pozorovať, že primárne dochádzkové toky SIM kariet vytvára Trnava len s blízkymi obcami, najmä však s obcami vlastného okresu.

Potvrzuje sa tak už viackrát formulovaná výhrada „umelého“ vytvorenia Trnavského kraja, ktorý nerešpektuje prirodzené priestorové väzby. Pri podrobnejšom pohľade v mierke okresov môžeme nájsť niekoľko výrazných diferencií medzi spádovosťou SIM kariet a administratívnou príslušnosťou. Neorganické vymedzenie je zrejme najmä v prípade Dunajskej Stredy. Predovšetkým obce západnej časti okresu formujú silné dochádzkové väzby s Bratislavou (viac ako 50% vychádzajúcich tokov týchto obcí smeruje do hlavného mesta), kým do okresného centra smerujú skôr SIM karty z východnej časti okresu. Pri ostatných okresoch Trnavského kraja je však súčasná územná administratíva vo väčšom súlade s priebehom dochádzkových regiónov. Ako zachytáva obr. 1 (fialové šípky), primárne dochádzkové toky smerujú v prevažnej miere do príslušného centra okresu.

Obr. 1. Podiel dochádzajúcich do Bratislavy a primárne dochádzkové toky SIM kariet. Toky do Bratislavy nie sú pre prehľadnosť vizualizované.



Prameň: Šveda et al. (2020b)

5.4 Záver

Lokalizačné údaje mobilnej siete predstavujú bezpochyby veľmi perspektívny zdroj údajov o dennej mobilite obyvateľov a sľubný výskumný smer s bohatým využitím, osobitne v riadiacej a plánovacej praxi. Stále sme však len na začiatku procesu hľadania vhodných metodických postupov ich spracovania a interpretácie.

Jedným z najdôležitejších budúcich krokov je priama konfrontácia informácií odvodených z údajov o polohe mobilného telefónu a tradičných údajov o dochádzke zo sčítania obyvateľstva. Vynikajúcou príležitosťou budú nové údaje zo sčítania v roku 2021. Je však potrebné zdôrazniť, že údaje z mobilnej siete neobsahujú potrebné sociálno-demografické štruktúry a preto nemôžu plnohodnotne nahradiť tradičné údaje z cenzov. Údaje z mobilnej siete však vytvárajú aktuálne a presné záznamy o dennej priestorovej dynamike populácie, ktoré vieme len ťažko získať z tradičných údajových zdrojov.

Vhodnou interpretáciou a pri rešpektovaní limitov lokalizácie v mobilnej sieti dostávame cenný analytický nástroj pre lepšie porozumenie čoraz zložitejších priestorových interakcií. Hoci lokalizačné údaje mobilnej siete vznikajú ako „vedľajší produkt“

mobilnej komunikácie, mobilní operátori ich nemôžu poskytovať bezplatne. Obstaranie týchto údajov je väčšinou mimo možností slovenskej vedy, a preto by bolo vhodné, keby sa na financovaní tohto cenného zdroja údajov podieľali nielen samosprávy, ale aj štátne orgány.

5.5 Zoznam použitej literatúry

- AHAS, R. a MARK, Ů. (2005) Location based services – new challenges for planning and public administration? *Futures*, 37(6): 547-561.
- BEZÁK, A. (1990) Funkčné mestské regióny v sídelnom systéme Slovenska. *Geografický časopis*, 42, 1, 57-73.
- BEZÁK, A. (1997) Priestorová organizácia spoločnosti a územno-správne členenie štátu. *Acta Universitatis Matthiae Belii*, Geografické štúdie, 3: 6-13.
- BEZÁK, A. (2000) Funkčné mestské regióny na Slovensku. *Geographia Slovaca*, 15, Bratislava (Geografický ústav SAV).
- BEZÁK, A. (2014) Funkčné mestské regióny na Slovensku v roku 2001. In: Lauko, V. et al. eds. *Regionálne dimenzie Slovenska*. Bratislava (Univerzita Komenského v Bratislave), pp. 169-198.
- BÚČEK, J. (2002) Regionalization in the Slovak Republic – From administrative to political regions. In: Marcou, G. (ed.): *Regionalization for development and accession to the European Union: a comparative perspective*. Central European University Press, Budapest, 143-177.
- EUROSTAT (2021) ENPE21 Mobile phone penetration, 2009 and 2019.
- HALÁS, M., BLAŽEK, V., KLAPKA, P., & KRAFT, S. (2021) Population movements based on mobile phone location data: the Czech Republic. *Journal of Maps*, 1-7.
- HALÁS, M., KLAPKA, P. (2017) Functionality versus gerrymandering and nationalism in administrative geography: lessons from Slovakia. *Regional Studies*, 51(10): 1568-1579.
- HALÁS, M., KLAPKA, P. (2020) Heterogenita a kontinuita geografického priestoru: príklad funkčných regiónů Slovenska. *Geografie* 125(3): 319-342.
- HALAS, M., KLAPKA, P., BLEHA, B., BEDNÁŘ, M. (2014) Funkčné regióny na Slovensku podľa denných tokov do zamestnania. *Geografický časopis*, 66,(2): 89-114.
- KLAPKA, P. (2019) Regiony a regionální taxonomie: koncepty, přístupy, aplikace. *Palacký University Olomouc*.
- NOVAK, J., AHAS, R., AASA, A., & SLIM, S. (2013) Application of mobile phone location data in mapping of commuting patterns and functional regionalization: A pilot study of Estonia. *Journal of Maps*, 9(1): 10-15.
- OURĚDNÍČEK, M., NEMĚŠKAL, J., ŠPAČKOVÁ, P., HAMPL, M., & NOVÁK, J. (2018) A synthetic approach to the delimitation of the Prague Metropolitan Area. *Journal of Maps*, 14(1): 26-33.
- RICCIATO, F., WIDHALM, P., PANTISANO, F., CRAGLIA, M. (2017) Beyond the "single-operator, CDR only" paradigm: An interoperable framework for mobile phone network data analyses and population density estimation. *Pervasive and Mobile Computing*, 35: 65-82.
- ROSINA, K., BATISTA E SILVA, F., VIZCAINO, P., MARÍN HERRERA, M., FREIRE, S., & SCHIAVINA, M. (2018) Increasing the detail of European land use/cover data by combining heterogeneous data sets. *International Journal of Digital Earth*, 1-25.
- SLÁDEKOVÁ MADAJOVÁ, M., HURBÁNEK, P. (2016) Areálová transformácia geografických dát: princípy, metódy a aplikácia. Bratislava : Geografický ústav SAV, 112 s. *Geographia Slovaca*, 32.
- SLAVÍK, V. (1998) Územnosprávne usporiadanie Slovenskej republiky v medzinárodných porovnaníach. *Geografia*, 6(1): 4-7.
- ŠVEDA, M., BARLÍK, P. (2018) Daily commuting in the Bratislava metropolitan area: case study with mobile positioning data. *Papers in Applied Geography*, 4(4): 409-423.
- ŠVEDA, M., KRÍŽAN, F., BARLÍK, P. (2019) Utilizing mobile positioning data in tourism: Who are the foreign visitors in Slovakia? When do they come and where they stay? *Geographical Journal* 71(3): 203-225.
- ŠVEDA, M., SLÁDEKOVÁ MADAJOVÁ, M., BARLÍK, P., KRÍŽAN, F., ŠUŠKA, P. (2020a) Mobile phone data in studying urban rhythms: towards an analytical framework. *Moravian Geographical reports*, 28(4): 248-258.
- ŠVEDA, M., SLÁDEKOVÁ MADAJOVÁ, M., BARLÍK, P., BAGO, M. (2020b) Kam siaha Bratislava? Metropolitný región Bratislavy z pohľadu lokalizačných údajov mobilnej siete. In Šveda, M., Šuška, P. (eds.): *Suburbanizácia 2: Sondy do premien zázemia Bratislavy*. Bratislava (Geografický ústav SAV), pp. 51-78.