GEOGRAFICKÝ ČASOPIS / GEOGRAPHICAL JOURNAL 76 (2024) 2, 141-163
DOI: https://doi.org/10.31577/geogrcas.2024.76.2.08

AKTUALIZÁCIA VYMEDZENIA FUNKČNÝCH REGIÓNOV SLOVENSKA: HIERARCHIA, NEURČITOSŤ A VYUŽITEĽNOSŤ

Marián Halás*, Pavel Klapka*

* Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geografie, 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc, Česká republika, marian.halas@upol.cz, pavel.klapka@upol.cz

Updating the definition of functional regions of Slovakia: Hierarchy, uncertainty and use

The paper builds on previous definitions of functional regions of Slovakia. It uses data on commuting among municipalities from the 2021 census. It employs a widely accepted regionalisation algorithm of the Centre for Urban and Regional Development Studies, updated by the Olomouc school of quantitative geographers. For the first time, the same algorithm is used for the territory of Slovakia to define two different hierarchical levels: micro-regions and meso-regions. The meso-regional level can serve as the basis for the evaluation or correction of the delimitation of higher territorial units (regional self-government). The paper also includes an assessment of the spatial uncertainty of the delineation of functional regions through the fuzzy index. For possible spatial analyses, the paper includes the definition of the so-called approximated functional regions, which are not composed of municipalities but they are aggregations of districts. The results confirm the temporal continuity of functional region boundaries in the dissected mountainous areas and small changes in the territories in the geomorphologically less dissected areas and in the wider metropolitan region of Bratislava.

Key words: spatial interactions, functional regions, hierarchy, fuzzy character of regions, spatial uncertainty, Slovakia

ÚVOD

Priestorové toky obyvateľstva alebo všeobecne priestorové interakcie sú produktom a zároveň i generátorom (a to v tomto poradí) heterogenity geografického priestoru. Produktom sú preto, že podľa teórie komplementárnosti patrí práve nerovnomerné priestorové rozloženie vybraných javov medzi hlavné impulzy vzniku priestorových interakcií. Takéto rozloženie potom môže iniciovať napr. osobnú či materiálovú mobilitu. Táto mobilita, resp. priestorové toky, potom generujú následné nerovnomerné rozloženie javov súvisiacich s tokmi a dopravou, ako napr. environmentálna záťaž alebo priestorové rozloženie dopravných koridorov (Halás a Klapka 2020). Z pohľadu regionálnej taxonómie sú údaje o priestorových interakciách hlavnými vstupnými dátami pre konštrukciu funkčných regiónov (FR). Koncept funkčného regiónu patrí medzi základné koncepty regionálnej geografie. Metódy funkčnej regionálnej taxonómie aj konkrétnych vymedzení funkčných regiónov na základe prevládajúcich tokov obyvateľstva sa objavujú v mnohých regionálne zameraných štúdiách. Výsledné regióny sú podľa charakteru vstupných dát a spôsobu vymedzenia označované vo svetovej anglicky písanej vedeckej literatúre rôznymi termínmi (*travel to work areas*, *labour market areas*, *housing market areas* a pod.). Termín funkčný región má viacero alternatívnych vysvetlení a definícií. V širšom pohľade je možné za funkčné regióny považovať regióny vymedzené na základe horizontálnych priestorových tokov, väzieb alebo interakcií. Takýmito tokmi môžu byť napr. migrácie, toky obyvateľstva do zamestnania, do škôl, za obcho-

dom, za službami a pod. Užšie chápanie termínu funkčný región vyjadruje jeho definícia ako regiónu vnútorne súdržného a navonok relatívne uzavretého vzhľadom na sledovanú skupinu tokov (napr. Bezák 2000 a Karlsson a Olsson 2006).

Existuje zároveň úzke prepojenie medzi geografiou času a vymedzením funkčných regiónov, a to hlavne v prípadoch, keď sú funkčné regióny určované na základe interakcií s dennou periodicitou (tzv. denné cykly). Ako reprezentatívne dáta na vymedzovanie sa najčastejšie používajú údaje o dennej dochádzke do zamestnania, ktorá je najpočetnejším a zároveň najstabilnejším pravidelným pohybom obyvateľstva s dennou periodicitou. Z tohto dôvodu je možné územia lokálnych/regionálnych trhov práce pri správnom nastavení parametrov považovať za všeobecne vymedzené funkčné regióny, ktoré sú vhodné na detailné analýzy trhu práce, ale aj na ostatné sociálno-ekonomické alebo demografické analýzy, príp. i prognózy. Registrujeme už aj vymedzenia funkčných regiónov na základe lokalizačných dát mobilných operátorov (Halás et al. 2021 a Rodríguez et al. 2022). Tu vieme veľmi dobre zachytiť všetky pohyby s pravidelnou dennou periodicitou, ale bez rozlíšenia ich dôvodov. Vyžaduje to však náročnejšie a sofistikovanejšie spracovanie dát (tzv. "big data") a premyslené určenie zdrojového a cieľového kotevného bodu (v angličtine origin a destination). Finančná dostupnosť týchto dát je zatiaľ dosť limitovaná, preto je spracovanie podobných štúdií menej časté.

Vstupným cieľom príspevku je vymedzenie niekoľkých alternatív funkčných regiónov Slovenska na základe denných tokov obyvateľstva do zamestnania v roku 2021, a to s využitím viacerých parametrov veľkosti a uzavretosti. Výsledné vymedzenia sú aktualizáciou vymedzení z predchádzajúcich cenzov z rokov 2001 a 2011 (Halás et al. 2014 a Halás a Klapka 2020). Postup je postavený na agregovaní základných územných jednotiek, ktorými sú obce, pričom do iteračného regionalizačného algoritmu vstupujú toky obyvateľstva medzi obcami (vrátane tokov vo vnútri obcí). Pridanou hodnotou oproti predchádzajúcim štúdiám je vymedzenie funkčných regiónov na vyššej hierarchickej úrovni. Túto úroveň je možné nazvať mezoregionálnou úrovňou a vstupnými územnými jednotkami už nie sú obce, ale funkčné (mikro)regióny. Pre lepšiu názornosť sú tentokrát v príspevku vizualizované absolútne hodnoty pravidelných denných tokov do zamestnania, ale v následných mapách aj Smartova interakčná miera používaná v iteračnom regionalizačnom algoritme. Parciálnym cieľom je aj hodnotenie parametrov neurčitosti ("fuzziness") pre systém výsledných funkčných regiónov, t. j. určovanie miery príslušností obcí k regiónu, ktorého sú súčasťou. Z dôvodu prípadného využitia výsledných členení pre priestorové analýzy je v závere tradične ponúknuté vymedzenie tzv. aproximovaných funkčných regiónov (AFR), ktoré nie sú – na rozdiel od FR – poskladané z obcí (LAU 2), ale z okresov (LAU 1).

TEORETICKÁ BÁZA

V teoretickej časti sa sústredíme len na hodnotenie najnovších prác a trendov, resp. titulov, z ktorých bola priamo čerpaná použitá metóda alebo ktoré nami použitú metodiku nejakým spôsobom ovplyvnili. Staršie štúdie spred roku 2000 sú veľmi precízne, podrobne a prehľadne rozobrané v slovenskom jazyku v práci Bezáka (2000). Priblíženie titulov z prvých dvoch desaťročí tretieho milénia nájdeme hneď v niekoľkých prehľadových prácach, konkrétne v článkoch Casado-Díaza a Commbesa (2011), Klapku a Halása (2016) a hlavne v rozsiahlej a podrobnej monografii (Klapka 2019). Preto je v nasledujúcich odstavcoch kladený dôraz na

novšie publikácie, ktoré v týchto prehľadových prácach ešte nemohli byť zachytené. Zároveň sa pokúsime koncept regiónu, resp. funkčného regiónu, priblížiť aj v širších odborných, príp. až filozofických súvislostiach. Konceptualizácia regiónu je jedným zo zásadných a zároveň nikdy sa nekončiacich smerov výskumu v teoretickej geografii (Halás a Klapka 2020). Po kvantitatívnej revolúcii (50. a 60. roky minulého storočia) začínajú v 70. a 80. rokoch vo svete prevládať humanistické prístupy a práce s percepčnými regiónmi, ktoré čiastočne pretrvávajú až do súčasnosti (napr. Šerý 2014, Liesch et al. 2015 a Marek 2023). Semian (2016) v tejto súvislosti upozorňuje, že humanistickí geografi sa viac zaoberajú osobnou skúsenosťou a pozíciou jedinca v komunite, menej už skúmajú územné komunity ako komplexný celok. Región je v každom prípade možné považovať za sociálny konštrukt, ktorý je často prijímaný bez jeho kritického hodnotenia (Paasi 2010). Podľa Semiana (2016) sa od konca 90. rokov 20. storočia objavuje s konštruktivistickými konceptualizáciami paralelný a komplementárny myšlienkový prúd, ktorý prehodnocuje región z pohľadu vzťahov a interakcií (Johnson et al. 2011). Sem patrí aj koncept funkčného regiónu formovaný už od obdobia kvantitatívnej revolúcie, ktorý je vymedzovaný práve prostredníctvom priestorových interakcií.

V slovenskom prostredí evidujeme hneď niekoľko teoretických prác i konkrétnych vymedzení funkčných regiónov zo starších cenzov od Antona Bezáka (Bezák 1990, 1993, 2000 a 2014). Všetky mali kvalitnú vstupnú teoretickú časť, pri samotnom vymedzení ale evidujeme niektoré nezrovnalosti (podrobne v práci Halás et al. 2014, pp. 91 – 92). Na Bezákove práce nadväzuje olomoucká škola, ktorá okrem iných prichádza s vymedzeniami funkčných regiónov Slovenska z prvých dvoch cenzov nového milénia (Halás et al. 2014 a Halás a Klapka 2020). Zo starších svetových titulov musíme spomenúť ešte práce, ktoré priamo ovplyvnili tvorbu použitého regionalizačného algoritmu. Jeho základom je najnovšia verzia regionalizačného algoritmu CURDS (Centre for Urban and Regional Development Studies) z prác Coombes a Bond (2008) a Coombes (2010). Tento algoritmus nadväzuje na predchádzajúce verzie algoritmu CURDS (napr. Coombes et al. 1986), ktoré už boli využité pri vymedzovaní funkčných regiónov v mnohých ďalších krajinách. Najnovšia verzia regionalizačného algoritmu reflektuje oveľa lepšie možnosti súčasnej výpočtovej techniky, vďaka výrazne výkonnejším a rýchlejším počítačom nemusíme dopredu stanovovať potenciálne centrá, príp. protocentrá funkčných regiónov, ale vo východiskovej situácii budú na začiatku procedúry za protocentrá považované všetky vstupné územné jednotky, v našom prípade obce. Nie sú použité absolútne toky do zamestnania, ale toky sú relativizované prostredníctvom Smartovej interakčnej miery – prvýkrát ju popísal, ale nepoužil Smart (1974). Táto miera bola neskôr využívaná vo väčšine regionalizačných algoritmov CURDS. Oproti algoritmu CURDS je v našom algoritme ako minimálne kritérium pre existenciu regiónu použitá tzv. miera obojsmernej uzavretosti a flexibilnejšia tzv. súvislá funkcia obmedzenia (podrobnejšie informácie sú v práci Halása et al. 2015; vývojový diagram algoritmu je v práci Krafta et al. 2022).

Okrem algoritmu CURDS sa vo svete v poslednej dekáde rozvinula skupina evolučných alebo genetických regionalizačných algoritmov čerpajúcich inšpiráciu z biológie a genetiky. Najznámejší a najpoužívanejší z nich je tzv. zoskupovací evolučný algoritmus (Grouping Evolutionary Algorithm – GEA) vytvorený španielskymi geoinformatikmi a regionálnymi ekonómami. Tieto heuristické metódy generujú veľké množstvo výsledných variant funkčných regiónov, ktoré vstupujú

do ďalšieho podrobného testovania a finálnej optimalizácie. Sú založené na evolučných princípoch (selekcia, mutácia, kríženie a pod.) a výsledky optimalizujú prostredníctvom tzv. fitness funkcie. Deterministický postup je tu nahradený stochastickým prehľadávaním, ktoré je možné zásluhou rýchlejšej modernej výpočtovej techniky. GEA navrhli Casado-Díaz et al. (2017a), čo bolo zdokonalením evolučnej metódy Martíneza-Bernabéua et al. (2012). Okrem aktuálneho vymedzenia španielskych regiónov trhu práce na základe cenzu 2011 (Martínez-Bernabeu a Casado -Díaz 2022) bola táto metóda overená aj na vymedzení funkčných regiónov v Chile (Casado-Díaz et al. 2017b a Rowe et al. 2017).

Vymedzenie funkčných regiónov nie je a z princípu ani nemôže byť jednoznačné, v úlohách funkčnej regionálnej taxonómie nikdy nebýva len jedno správne riešenie. Príslušnosť základnej územnej jednotky ku konkrétnemu funkčnému regiónu je totiž v mnohých prípadoch nejednoznačná, čo sa vyjadruje prostredníctvom viacerých alternatív, t. j. indexov snažiacich sa vyjadriť práve mieru príslušnosti *membership index* alebo *fuzzy index*. Hodnoty týchto indexov potom veľmi úzko súvisia s uzavretosťou funkčných regiónov, resp. s celkovou uzavretosťou systému. Základnou prácou v tejto téme bola štúdia Fenga (2009), na ktorú nadviazali, a to vrátane kritických pripomienok, Watts (2009 a 2013) a Halás et al. (2019a). Watts (2009) upozorňuje hlavne na skutočnosť, že by nemala byť posudzovaná len príslušnosť základnej územnej jednotky k regiónu, ktorého je súčasťou, ale aj ku všetkým ostatným regiónom systému, pričom súčet mier týchto príslušností by mal byť 1, príp. 100 %. Toto je možné dosiahnuť úpravou roly vnútorného toku v indexoch príslušnosti. Halás et al. (2019a) potom navrhujú aj relativizované indexy príslušnosti vychádzajúce zo Smartovej interakčnej miery a zdôrazňujú skutočnosť, že v prípade používania indexov príslušnosti na dodatočné preraďovanie základných územných jednotiek medzi funkčnými regiónmi musia byť tieto indexy v súlade s pôvodnou interakčnou mierou použitou v algoritme.

Okrem už spomínaných lokalizačných dát mobilných operátorov sa v poslednom období začínajú využívať aj dopravné dáta (Aguiar et al. 2020 a Klapka et al. 2020). Kým v prvom prípade autori stále pracovali s vektormi a kotevnými bodmi týchto vektorov ("origin-destination data"), v druhom prípade išlo o vymedzenie na základe dát zo sčítania dopravy. Informácie zo sčítania dopravy nemajú vektorový charakter, ale vyjadrujú intenzitu dopravy na jednotlivých úsekoch sledovaných komunikácií. Vyžaduje to použitie úplne odlišných algoritmov vychádzajúcich z matematickej teórie grafov, konkrétny postup je potom v skutočnosti rozkladom grafu (celého sledovaného územia) na čiastkové grafy (výsledné funkčné dopravné regióny). Špecifickým príkladom využitia dopravných (v tomto prípade vektorových) dát vo funkčnej regionálnej taxonómii je vymedzenie funkčných leteckých regiónov (Halás et al. 2020). Boli tu použité dáta o intenzite leteckej dopravy a štandardný regionalizačný algoritmus CURDS. Aj keď výsledné regióny museli byť znázornené odlišnou metódou tematickej kartografie, relevancia výsledkov je potvrdením, že daný algoritmus je veľmi univerzálny a použiteľný na viacerých, dokonca aj veľmi rozdielnych hierarchických úrovniach.

V poslednom období sa stále častejšie stretávame so sociálno-ekonomickými a demografickými analýzami, kde základnými územnými jednotkami nie sú administratívne regióny, ale sú nimi funkčné regióny, resp. regióny trhu práce. Ich vymedzenie môže ovplyvňovať výsledky týchto analýz, a preto je pre správne vedené politiky riadenia potrebné korektné vymedzenie funkčných regiónov. Nadnárodné

subjekty zároveň vyžadujú ich porovnateľné definície v mnohých krajinách. Preto sa začíname stretávať s vymedzeniami funkčných regiónov pre viaceré štáty. Z vedeckých štúdií sem môžeme zaradiť vymedzenie funkčných regiónov pre tri stredoeurópske štáty (Halás et al. 2019b), kde bol pre všetky štáty (Česko, Maďarsko a Slovensko) použitý rovnaký algoritmus (CURDS) s individuálnymi, ale zároveň porovnateľnými vstupnými parametrami pre každý štát. Odlišný prístup použili Casado-Díaz et al. (2023). Taktiež pracovali s tromi štátmi (Spojené kráľovstvo, Španielsko a Švédsko), ale zároveň využili a hodnotili tri rozdielne metódy vymedzovania funkčných regiónov. Takto zistili, že staršie deduktívne metódy vychádzajúce z centra a zázemia nie sú pre porovnania príliš vhodné a nevedia si poradiť s územiami, ktoré sú veľmi malé alebo nerešpektujú štandardnú sídelnú štruktúru. Naopak, induktívne metódy postavené na iteračných regionalizačných algoritmoch (CURDS a GEA) ponúkajú vhodné aj porovnateľné vymedzenia funkčných regiónov v každej krajine. Nutnosť kompatibility vymedzených funkčných regiónov zdôraznila aj OECD, ktorá upozornila na potrebu zmysluplných geografických oblastí pre analýzy a politiky riadenia, ako sú metropolitné oblasti, regióny trhu práce, denné urbánne systémy alebo všeobecne funkčné regióny ponúkajúce presné informácie o politicky relevantných územiach OECD (2020). Aj keď je to zásadné na správne a spravodlivé určovanie regiónov podpory, zatiaľ existujú len individuálne vymedzenia pre niektoré (mnohé) štáty, ktoré nie sú príliš kompatibilné. Z hľadiska metódy vymedzenia je to riešiteľné, problémom je ale dostupnosť (nedostatok) a porovnateľnosť vstupných dát.

V súčasných tituloch už častokrát nie je kladený dôraz na samotné vymedzenie funkčných regiónov a jeho korektnosť, ale na využiteľnosť a aplikačný potenciál. Okrem využiteľnosti na analýzy trhu práce a iné priestorové analýzy je možná praktická využiteľnosť aj v iných smeroch. V súvislosti s pandémiou covidu-19 sa objavili štúdie, ktoré vidia využiteľnosť aj v kontrole šírenia infekcií (napr. Ascani et al. 2021 a Kuo a Wen 2021). Keďže funkčné regióny sú relatívne uzavreté vzhľadom na toky obyvateľstva, môžu byť dobrým nástrojom na sledovanie intenzity šírenia pandémie, ale rovnako aj na predvídanie alebo kontrolu jej šírenia. V prípade extrémne krízových situácií a nebezpečných pandémií môžu byť využité na určenie území s obmedzenou mobilitou. Keďže mobilita cez ich hranicu nie je prirodzene veľká, môžu sa tým minimalizovať škody vyplývajúce z krízového uzatvárania regiónov. Odlišnou možnosťou je využitie funkčných regiónov na plánovanie prímestskej dopravy a tvorbu integrovaných dopravných systémov (Kraft et al. 2022). Centrá funkčných mikroregiónov by v tomto prípade mali byť uzlami dopravne dobre prepojenými s centrálnym mestom (príp. i medzi sebou) a slúžiace ako prestupné body pre obyvateľov týchto mikroregiónov.

METODIKA

Na vymedzenie všetkých alternatív funkčných regiónov je využitá v úvode spomínaná verzia regionalizačného algoritmu. Je to agregačná metóda založená na pravidlách, ktorá používa iteračnú procedúru, keď je matica tokov aktualizovaná po každom jednotlivom spojení priestorových jednotiek. Na určenie splnenia kritérií veľkosti a relatívnej uzavretosti regiónov (resp. kompromisu alebo v angličtine "trade-off" medzi minimálnou veľkosťou a uzavretosťou) je na rozdiel od základného algoritmu použitá tzv. súvislá funkcia obmedzenia pre región z prác Halása et al. (2014 a 2015). Je možné ju zapísať vzťahom:

$$\frac{T_{jj}}{\left(\sum_k T_{jk} + \sum_k T_{kj}\right) - T_{jj}} - \frac{0{,}09 \times (\beta_4 - \beta_3) \times (\beta_2 - \beta_1)}{\left| max\left(\beta_3 + 1; \sum_k T_{jk}\right) - \beta_3 \right|} \geq \beta_1 ,$$

kde β_1, β_2, β_3, β_4 sú dolné a horné hranice kompromisu medzi veľkosťou a relatívnou uzavretosťou regiónu (podrobnejšie v Halás et al. (2015 pp. 1181 – 1182). Funkcia obmedzenia tak de facto stanovuje podmienky pre minimálnu veľkosť a uzavretosť funkčného regiónu. Kompromis veľkosti a uzavretosti znamená, že populačne väčšie funkčné regióny musia splniť len menší stupeň relatívnej uzavretosti a naopak, populačne menšie funkčné regióny musia mať relatívnu uzavretosť väčšiu. Veľkosť ani uzavretosť pritom nie sú stanovené dopredu ani normatívne, ale práve prostredníctvom priebehu a posunu funkcie obmedzenia. Minimálne kritérium pre veľkosť funkčného regiónu j je dané počtom bývajúcich ekonomicky aktívnych zamestnaných obyvateľov $\sum_k T_{jk}$. Ako minimálne kritérium pre relatívnu uzavretosť regiónov je použitý ukazovateľ relatívnej uzavretosti definovaný vzťahom:

$$RU_j = \frac{T_{jj}}{\sum_k T_{jk} + \sum_k T_{kj} - T_{jj}} ,$$

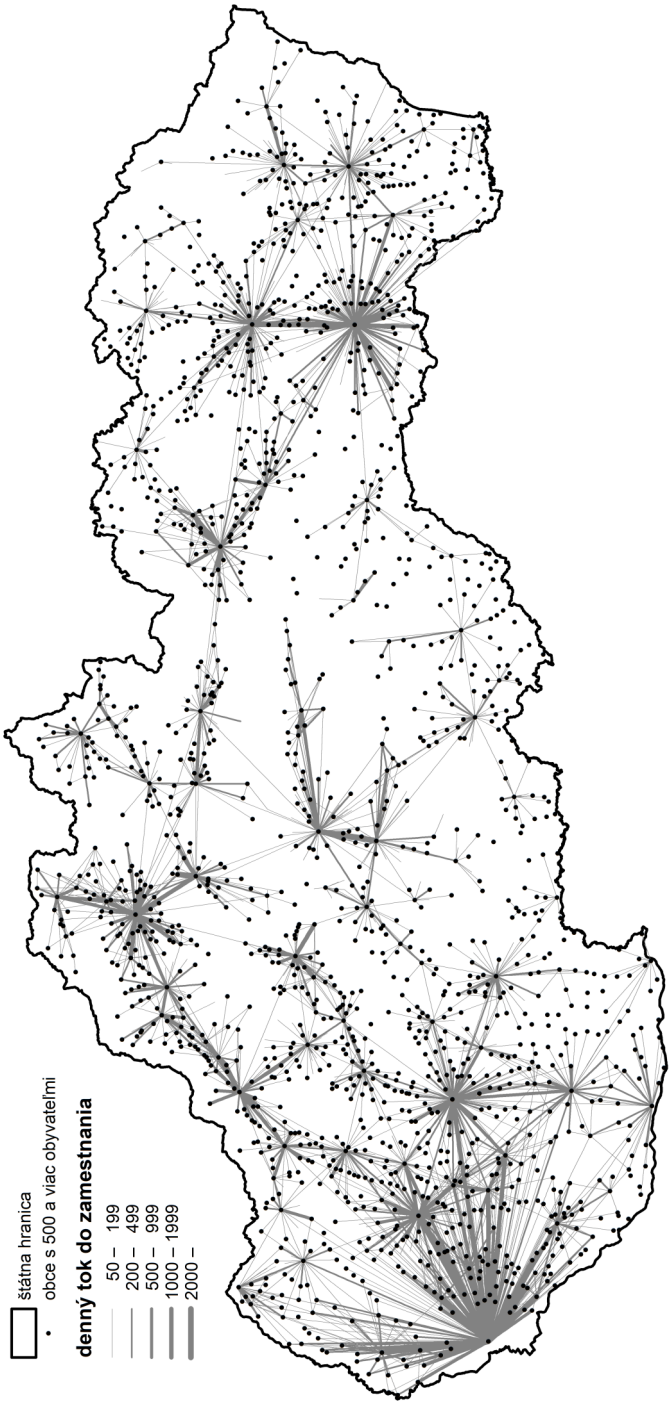
ktorý je prevzatý rovnako z prác Halása et al. (2014 a 2015).

Na zlučovanie obcí, resp. zlučovanie protoregiónov bola používaná Smartova interakčná miera definovaná vzťahom:

$$T'_{ij} = T'_{ji} = \frac{T_{ij}^2}{\sum_k T_{ik} \times \sum_k T_{kj}} + \frac{T_{ji}^2}{\sum_k T_{jk} \times \sum_k T_{ki}} ,$$

kde i, j sú obce/protoregióny predstavujúce zdroj a cieľ daného toku. Smartova interakčná miera je dodnes najpoužívanejšou interakčnou mierou. Je taktiež matematicky najkorektnejšou relativizáciou a zároveň aj symetrizáciou vektorových (teda aj interakčných) štatistických dát, v našom prípade dochádzkových tokov. Jej korektnosť spočíva v tom, že toky medzi zdrojom a cieľom sú relativizované vzhľadom na všetky toky z miesta zdroja a zároveň aj vzhľadom na všetky toky do miesta cieľa. Táto miera potláča priestorový vplyv veľkých centier. Mierne tým nivelizuje veľkosť výsledných regiónov, preto je vhodné jej využitie napr. aj pri návrhoch administratívneho členenia.

Vstupnými dátami sú údaje o dennej dochádzke do zamestnania medzi obcami Slovenska zo Sčítania obyvateľstva, domov a bytov 2021, t. j. štvorcová matica typu n × n (obec × obec) s rozmerom 2 890 × 2 890. Nepracovalo sa s dochádzkou do zahraničia, ktorá nijakým spôsobom neovplyvňuje vymedzenie funkčných regiónov v rámci Slovenska. Za miesto zdroja je v dochádzke považované miesto súčasného pobytu, t. j. skutočné bydlisko obyvateľa v referenčnom čase. Napriek tomu sa tu vyskytlo menšie množstvo tokov (pravdepodobne zle vyplnené dotazníky), pri ktorých je ich denná periodicita nereálna. Tieto toky boli z databázy štatisticky odstránené, a to postupným plynulým znižovaním počtu tokov v reláciách s cestnou vzdialenosťou 60 – 120 km zo 100 % až na 0 % uvádzaného toku. Denné toky obyvateľstva do zamestnania vstupujúce do regionalizačného algoritmu sú vo svojich absolútnych hodnotách znázornené na obr. 1.



Obr. 1. Medziobecné denné toky obyvateľstva do zamestnania v rámci Slovenska

Zámerom bolo vymedzenie viacerých alternatív funkčných regiónov podľa denných tokov obyvateľstva dochádzajúceho do zamestnania (z toho plynie označenie FRD). Na začiatku algoritmu boli za potenciálne centrá považované všetky obce a ani v jednom z nasledujúcich krokov nie je určovaná pozícia centier v rámci funkčného regiónu. Korektná identifikácia centier funkčných regiónov pomocou kvantitatívnych metód, resp. v prípade polycentrických regiónov určenie konkurencie, kooperácie, komplementárnosti či indiferencie týchto centier, je zložitá problematika presahujúca rámec tohto príspevku.

Na výsledné vymedzenia funkčných regiónov bola vypočítaná aj tzv. celková uzavretosť systému, ktorá vyjadruje pomer osôb s dennou dochádzkou do zamestnania vnútri funkčných regiónov k celkovej sume dennej dochádzky do zamestnania. Celkovú uzavretosť systému je možné zapísať vzťahom:

$$CUS = \frac{\sum_j T_{jj}}{\sum_j \sum_k T_{jk}} .$$

Podrobný metodický postup vymedzenia funkčných regiónov je krok za krokom popísaný v uvedených štúdiách, nie je preto potrebné ho tu znova opakovať.

Súčasťou príspevku je aj funkčná regionalizácia na mezoregionálnej úrovni. Je konštruovaná z tých istých dát a prvýkrát pre územie Slovenska aj rovnakou metódou, t. j. pomocou rovnakého iteračného regionalizačného algoritmu. Rozdiel je len v tom, že základnými územnými jednotkami vstupujúcimi do algoritmu nie sú obce, ale základný systém FRD (konkrétne FRD-A s najvyšším počtom regiónov). Výsledkom je potom komplexný hierarchický systém funkčných regiónov Slovenska zahrnujúci mikroregionálnu aj mezoregionálnu úroveň.

Samostatnou časťou je analýza priestorovej neurčitosti v systéme funkčných regiónov. Vyššiu priestorovú neurčitosť majú obce, ktorých spádovosť je rozložená medzi dva alebo viaceré FRD, t. j. k domovskému FRD majú spravidla nižšiu mieru príslušnosti. Keďže na spájanie obcí je použitá Smartova interakčná miera relativizujúca dochádzkové toky, aj na vyjadrenie miery príslušnosti obce *i* k funkčnému regiónu m je najvhodnejšie použiť index, ktorý je analógiou Smartovej interakčnej miery, teda nie index, ktorý by vychádzal z absolútnych tokov. Najvhodnejšou priamou analógiou Smartovej interakčnej miery je určenie relativizovaného indexu príslušnosti (anglicky *membership index*) obce *i* k funkčnému regiónu *m*, ktorého podrobné zdôvodnenie je v publikácii Halása et al. (2019a, p. 1033). Relativizovaný index príslušnosti má tvar:

$$IPr_{im} = \frac{\dfrac{\left(\sum_{j\in m, i\neq j} T_{ij}\right)^2}{\sum_{k\in M} T_{ik} \times \sum_{k\in M} \sum_{j\in m, i\neq j} T_{kj}} + \dfrac{\left(\sum_{j\in m, i\neq j} T_{ji}\right)^2}{\sum_{k\in M} T_{ki} \times \sum_{k\in M} \sum_{j\in m, i\neq j} T_{jk}}}{2} .$$

Tak ako v celom príspevku označuje index *i* konkrétnu základnú územnú jednotku (obec) a index *k* všetky obce patriace do systému *M* (t. j. všetky obce Slovenska), index *j* nie je na rozdiel šiestich predchádzajúcich rovníc označením funkčného regiónu, ale je označením všetkých obcí patriacich konkrétnemu funkčnému regiónu *m*.

Pre možné využitie výsledných systémov funkčných regiónov na analýzy demografických a sociálno-ekonomických ukazovateľov je potrebné, aby sa tieto regióny dali poskladať z okresov, pretože mnohé štatistické informácie vstupujúce do spomínaných analýz nie sú dostupné na úrovni obcí, ale len na úrovni okresov. Preto je v závere príspevku načrtnutý aj systém tzv. aproximovaných funkčných regiónov daný zlučovaním okresov. Mal by sa v najväčšej možnej miere približovať funkčným regiónom poskladaným z obcí. AFR sme vymedzovali už pri svojich predchádzajúcich štúdiách, preto v metodike odkazujeme na konkrétny popis ich vymedzenia v práci Halása a Klapku (2020, p. 327).

VÝSLEDKY

Mikroregionálne systémy FRD

Prostredníctvom optimalizácie polohy funkcie obmedzenia sme dostali tri výsledné relevantné systémy funkčných regiónov podľa denných tokov obyvateľstva do zamestnania označené ako FRD-A, FRD-B a FRD-C. Nie sú pritom nijakým spôsobom upravované, preto nie je zabezpečená ani ich úplná vzájomná skladnosť. Jedna obec na hranici sfér vplyvu dvoch rovnakých centier/regiónov tak môže byť pri regionálnych systémoch s rôznymi parametrami zaradená raz k jednému a raz k druhému regiónu. Obce sú totiž priraďované nie na základe väzieb k centru, ale k regiónu, a to môže byť ovplyvnené stavom (napr. veľkosťou) regiónov v okamžiku priraďovania obce. Výsledné regionálne systémy nám vo všetkých troch verziách pomerne verne približujú regionálnu a sídelnú štruktúru Slovenska. Nie sú výrazne prekvapivé a pri porovnaní s regionalizáciami vychádzajúcimi z predchádzajúcich cenzov (Halás et al. 2014 a Halás a Klapka 2020) ukazujú aj ich stabilitu v čase. Je to dané všeobecnou stabilitou regionálnych a sídelných systémov, ktorá je na Slovensku ešte podporená (resp. zmeny sú limitované) geomorfologickými pomermi. Zvlášť stabilné v čase aj naprieč alternatívami v rámci jedného cenzu sú FRD zakliesnené do kotlín a lemované výraznými pohoriami tvoriacimi ich prirodzené hranice, takými sú napr. FRD Banská Bystrica, FRD Brezno (až na Telgárt s tokmi do Popradu cez hrebene Slovenského raja a Kozích chrbtov), FRD Martin či FRD Žiar nad Hronom. Celkovo nie je z pohľadu vývoja v čase príliš veľa rozdielov. Pri systéme FRD-A napr. vzniká región Nová Baňa – Žarnovica a naopak nevznikajú regióny Krupiny, Hnúšte alebo Krompách (najčastejšie sú celé súčasťou iných regiónov, v prípade Krompách je už na najnižšom stupni priľahlý región rozdelený medzi Košice a Spišskú Novú Ves). Predlžovanie dochádzkovej vzdialenosti a znižovanie počtu FRD v čase je všeobecný trend, čo potvrdzujú aj viaceré zahraničné štúdie napr. z Talianska (Orasi a Sforzi 2005), Belgicka (Persyn a Torfs 2011) či Česka (Tonev et al. 2018).

Regionálne systémy FRD-B a FRD-C sú už viac závislé od nastavených parametrov, konkrétne od optimalizácie polohy funkcie obmedzenia. Ich porovnávanie v čase preto nemusí byť vždy úplne relevantné. Zásadný poznatkom ale je kontinuálne zvyšovanie miery vplyvu Bratislavy a oslabovanie funkčných regiónov susediacich s FRD Bratislavy. Aby sa vôbec v systémoch FRD-A a FRD-B sformoval FRD Galanta – Šaľa a čiastočne aj FRD Dunajská Streda, museli byť nastavené kritériá relatívnej uzavretosti na nižších hodnotách ako pri predošlých cenzoch. Pri systéme FRD-C to už nebolo udržateľné (hodnoty kompromisu medzi veľkosťou a uzavretosťou sa musia zvyšovať, ak chceme znížiť počet výsledných funkčných

regiónov) a oba spomínané funkčné regióny sú rozpustené, a to hlavne v prospech FRD Bratislava.

Systém FRD-A (obr. 2) pozostáva celkom z 56 funkčných regiónov. Logicky sa zo všetkých troch systémov vyznačuje najvyššou mierou variability z hľadiska veľkostných atribútov (napr. počet obyvateľov alebo rozloha – podrobne v tab. 1). Počtom obyvateľov aj rozlohou sú najväčšie regióny populačne najväčších miest, ako Bratislava, Košice, Prešov a Žilina. Minimálna veľkosť a relatívna uzavretosť regiónov nie je normatívne určená, ale ju určuje funkcia obmedzenia vyjadrujúca kompromis medzi minimálnou veľkosťou a uzavretosťou (detaily v Halás et al. 2014). V systéme FRD-A sa minimálna veľkosť pohybuje zhruba na úrovni 15 tis. obyvateľov (FRD Banská Štiavnica) a minimálna relatívna uzavretosť na cca 0,56 (alebo 56 %) u FRD Galanta – Šaľa a FRD Senica. Systém FRD-B (obr. 3) pozostáva z 50 funkčných regiónov a systém FRD-C (obr. 4) z 39 funkčných regiónov. Minimálna veľkosť sa vo funkcii obmedzenia postupne zväčšovala, v systéme FRD -B to je viac ako 25 tis. obyvateľov, v systéme FRD-C cca 35 tis. obyvateľov. Minimálna relatívna uzavretosť zostáva v systéme FRD-B najnižšia pri FRD Galanta – Šaľa (FRD-Senica má po spojení s FRD Skalica už vyššiu hodnotu relatívnej uzavretosti). V systéme FRD-C má po rozpustení FRD Galanta – Šaľa, FRD Dunajská Streda a spojení Senice so Skalicou najnižšie hodnoty relatívnej uzavretosti FRD Trnava, a to cca 0,66 (alebo 66 %). Systém FRD-C zároveň nápadne pripomína okresy z územno-správneho usporiadania Slovenska platného v období rokov 1968 – 1996, ktoré je odbornou verejnosťou hodnotené oveľa pozitívnejšie, ako systém okresov platných od 24. 7. 1996.

Ako už bolo povedané, do algoritmu nebola vkladaná podmienka skladnosti, napriek tomu je možné konštatovať, že funkčné regióny vyššieho rádu by sa dali v generalizovanej podobe poskladať z funkčných regiónov nižšieho rádu. Menšie výnimky sú len u FRD Šahy (FRD-A vs. FRD-B) alebo FRD Galanta – Šaľa (FRD -B vs. FRD-C). Na výsledných vymedzeniach (obr. 2 – 4) sú hranice FRD znázornené vždy spolu s dennými tokmi do zamestnania relativizovanými prostredníctvom Smartovej interakčnej miery. Je to rozdiel v znázornení v porovnaní s vymedzeniami FRD zo starších cenzov. Považujeme to ale za veľmi dôležité a zároveň prínosné, opodstatnenosť takéhoto vymedzenia je pritom zrozumiteľnejšia aj pre širšiu verejnosť. Cielene v mapách neuvádzame názvy funkčných regiónov. Dôvodom je nejednoznačnosť ich pomenovania (nie je napr. úplne exaktne riešené, či je región monocentrický alebo polycentrický), ako aj skutočnosť, že názvy by prekrývali dôležité znázornenie interakčnej miery. Zároveň sa stotožňujeme so zisteniami z práce Casado-Díaz et al. (2023), že vymedzenie funkčných regiónov nemôže byť postavené na absolútnych hodnotách tokov (v našom prípade znázornených na obr. 1), ale na vhodných interakčných mierach relativizujúcich a symetrizujúcich tieto toky. Je len otázka, ktorú z relevantných interakčných mier vyberieme, a to v závislosti od cieľov a podmienok spracúvanej funkčnej regionalizácie.

Mezoregionálne systémy FRD

Regionálny systém funkčných mezoregiónov Slovenska považujeme za príspevok k vymedzovaniu funkčných regiónov na inej ako mikroregionálnej hierarchickej úrovni. Čiastočne je aj reakciou na skutočnosť, že vymedzenie území regionálnych samospráv (vyššie územné celky – VÚC) je na Slovensku veľmi nevhodné až tendenčné (podrobnejšie v Halás a Klapka 2017). Na západnom Slovensku vymedzenie VÚC vôbec nerešpektuje prirodzenú spádovosť krajských centier ako Brati-

slava, Trnava, Trenčín a Nitra. Prirodzený funkčný región Šaľa – Galanta bol rozdelený medzi Trnavský a Nitriansky VÚC. Na východnom Slovensku takisto vymedzenie VÚC nerešpektuje prirodzenú spádovosť Košíc a Prešova ani prirodzené hranice historických regiónov. Región Spiša bol veľmi necitlivo rozdelený medzi Prešovský a Košický VÚC, napr. Spišské Podhradie sa nachádza ešte v Prešovskom VÚC a Spišský hrad už v Košickom VÚC. Podobne je to s rozdelením prirodzeného funkčného regiónu Spišskej Novej Vsi zahrnujúceho približne okresy Spišská Nová Ves, Levoča a Gelnica.

Výhodou nami ponúknutého vymedzenia mezoregiónov je, že používa rovnakú metódu a rovnaké dáta ako vyššie uvádzane systémy FRD-A, FRD-B a FRD-C. V predchádzajúcej alternatíve vymedzenia mezoregiónov (Halás a Klapka 2017) sme pracovali s určením hraníc prostredníctvom funkcie vzdialenosti. V príspevku prezentujeme alternatívu systému pozostávajúcemu z 12 mezoregiónov (obr. 5). Považujeme ho za prirodzený a optimalizovaný systém funkčných mezoregiónov, ktorý sa príliš nelíši od niektorých ďalších, dávnejšie publikovaných alternatív (napr. Bačík a Sloboda 2005). Metodickým zistením je, že zvolená metóda iteračného regionalizačného algoritmu produkuje v niektorých prípadoch vhodnejšie výsledky ako vymedzenie vychádzajúce striktne z funkcie vzdialenosti. Konkrétnym príkladom môže byť zaradenie hornej Nitry k nitrianskemu mezoregiónu, ktoré je určite vhodnejšie a prirodzenejšie ako jeho zaradenie k martinskému mezoregiónu, ako je to v práci Halása a Klapku (2017).

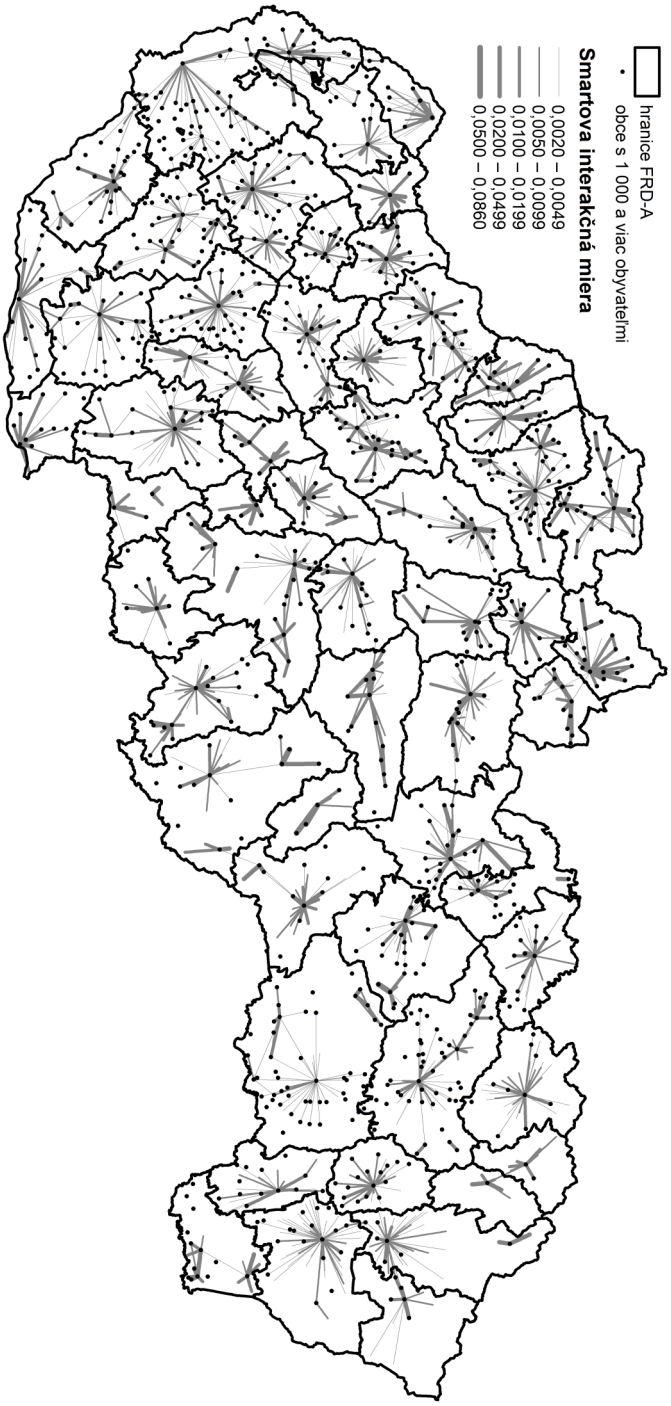
Vnútorná štruktúra FRD podľa miery príslušnosti

Pri vymedzovaní funkčných regiónov na základe údajov o priestorových interakciách nie je možné o žiadnom výslednom systéme regiónov vyhlásiť, že je jediným možným a správnym vymedzením. Hraničné línie sú často neurčité a prezentovaný výsledok a priebeh hraníc je len jednou z mnohých alternatív rozdelenia. Súčasťou regiónu sú základné územné jednotky (obce) s vyššou či nižšou mierou opodstatnenia či istoty. Vo vedeckej literatúre sú tieto indexy označované ako indexy príslušnosti (anglicky membership index) a motivácia pre ich výpočet môže byť dvojaká (Halás a Klapka 2020):

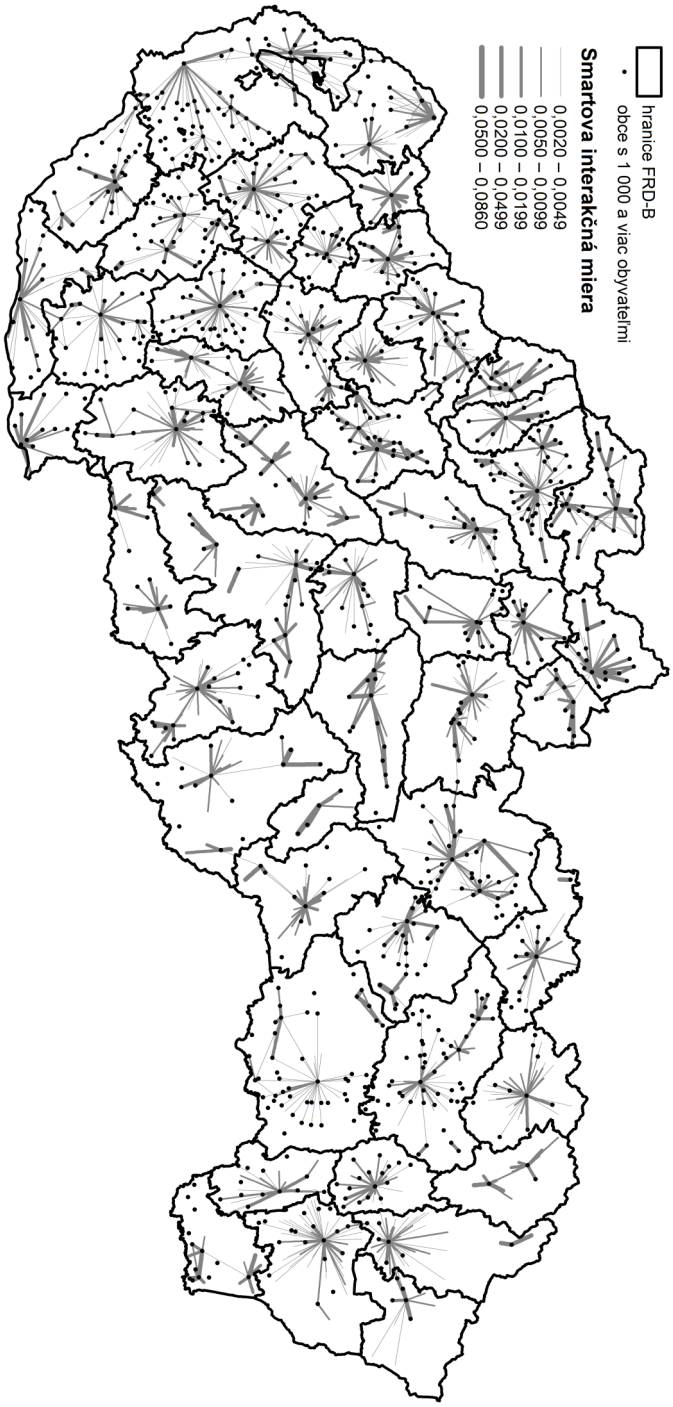
a) výpočet indexu príslušnosti s motívom porovnania mier príslušnosti základných územných jednotiek k regiónom, ktorých sú súčasťou;

b) výpočet indexu príslušnosti s motívom korekcie priraďovania základných územných jednotiek k funkčným regiónom (pozn. v tomto prípade je dôležitá korektnosť porovnania príslušnosti základnej územnej jednotky ku všetkým regiónom, t. j. vnútorný tok musí byť súčasťou výpočtu príslušnosti základnej územnej jednotky ku všetkým regiónom systému).

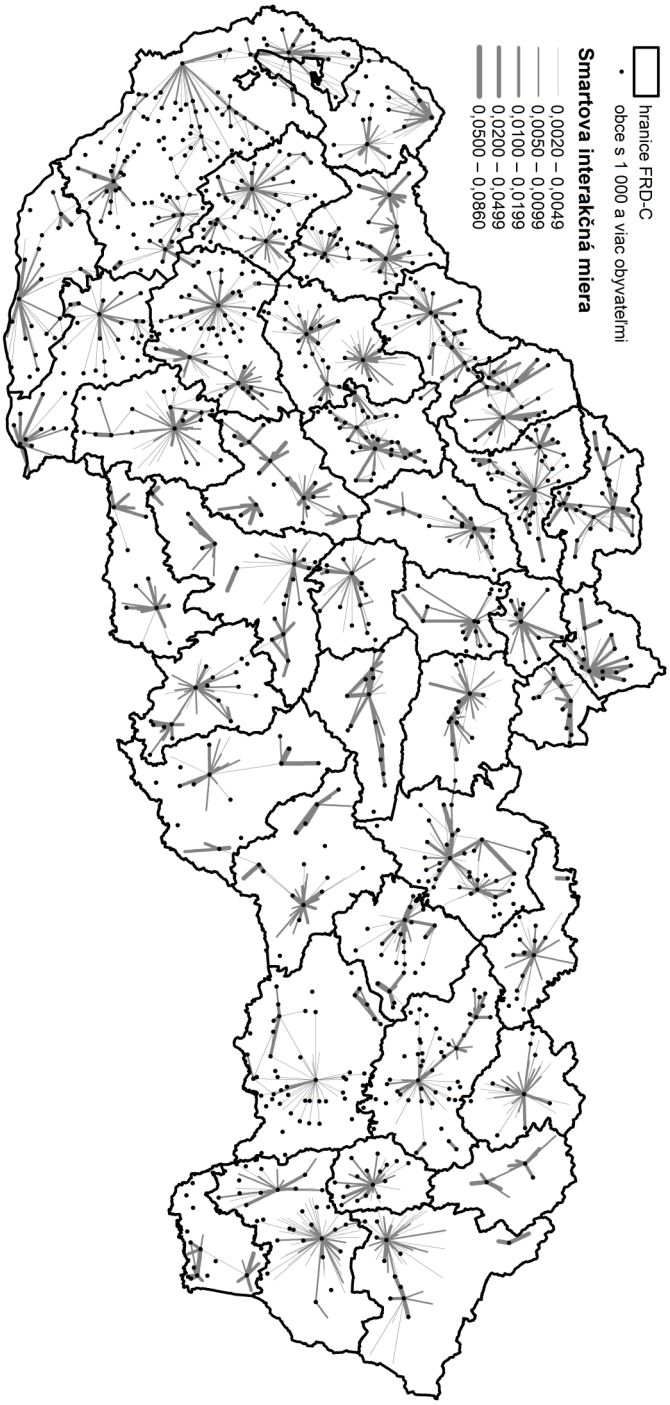
Pre alternatívu b) je potrebné, aby sa na korekciu vymedzenia výsledných funkčných regiónov použil index analogický s použitou interakčnou mierou pre zlučovanie základných územných jednotiek a regiónov ako v algoritme. Túto zásadu považujeme za vhodné dodržať aj pre alternatívu a), preto je pre znázornenie miery príslušnosti použitý relativizovaný index príslušnosti IPr_{im} vychádzajúci zo Smartovej interakčnej miery, ktorého vzorec pre výpočet ja uvedený v metodike. Pre ilustračné znázornenie hodnôt relativizovaných mier príslušností obcí k FRD, ktorého sú súčasťou, je požitý regionálny systém FRD-A (obr. 6).



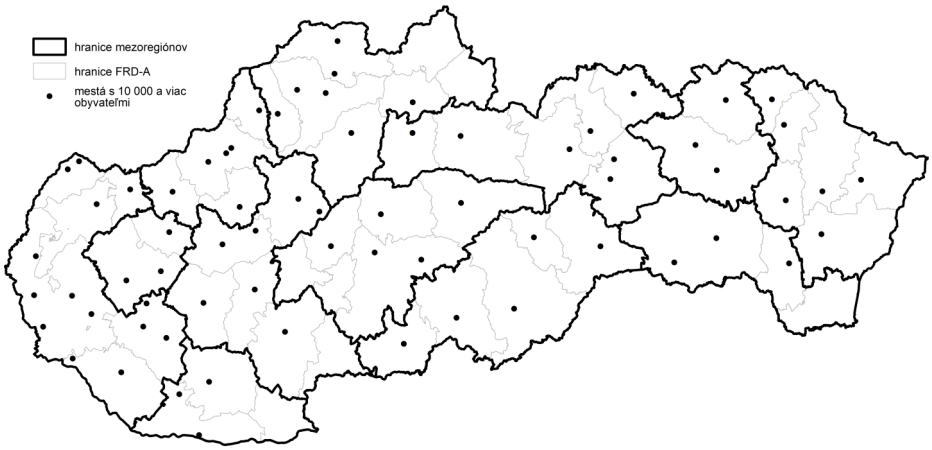
Obr. 2. Regionálny systém FRD-A



Obr. 3. Regionálny systém FRD-B



Obr. 4. Regionálny systém FRD-C



Obr. 5. Regionálny systém funkčných mezoregiónov

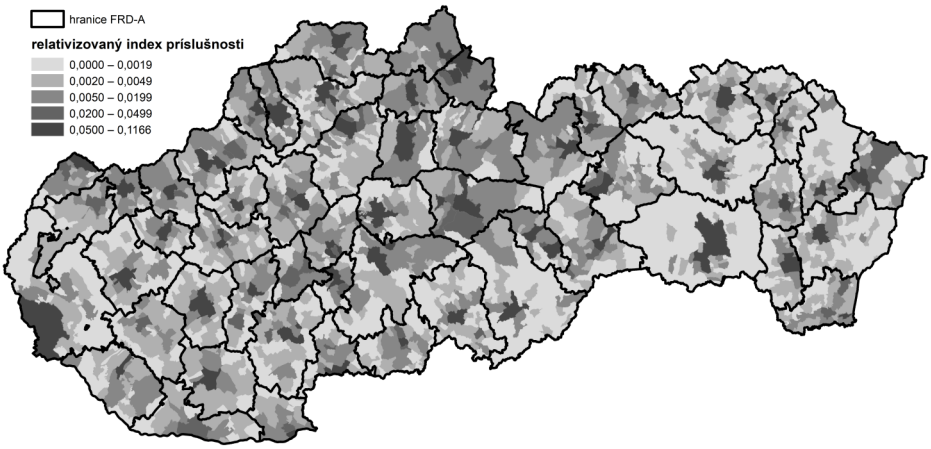
Tab. 1. Hodnoty atribútov v súboroch regionálnych systémov FRD-A, FRD-B a FRD-C

Atribút	FRD-A	FRD-B	FRD-C
Počet regiónov	56	50	39
Celková uzavretosť systému (CUS)	0,863	0,870	0,893
Počet obcí regiónu – priemer	51,6	57,8	74,1
Počet obcí regiónu – medián	47,0	51,5	68,0
Počet obcí regiónu – variačný koeficient	0,572	0,527	0,509
Rozloha regiónu (km^2) – priemer	875,4	980,4	1 256,9
Rozloha regiónu (km^2) – medián	818,1	929,1	1 143,4
Rozloha regiónu – variačný koeficient	0,471	0,431	0,441
Populácia regiónu (tis.) – priemer	97,3	109,0	139,7
Populácia regiónu (tis.) – medián	70,0	77,1	110,3
Populácia regiónu – variačný koeficient	1,104	1,016	1,049
Počet EAOZ regiónu (tis.) – priemer	26,8	30,0	38,4
Počet EAOZ regiónu (tis.) – medián	16,2	18,7	26,4
Počet EAOZ regiónu – variačný koeficient	1,447	1,342	1,377
Uzavretosť regiónu – priemer	0,731	0,749	0,787
Uzavretosť regiónu – medián	0,736	0,758	0,789
Uzavretosť regiónu – variačný koeficient	0,112	0,108	0,072

Relativizované indexy príslušnosti IPr_{im} vystihujú veľmi dobre vnútornú štruktúru funkčných regiónov, konkrétne polarizáciu či mieru polarizácie centrálnych

a periférnych oblastí v rámci funkčných regiónov. Táto dichotómia centrum – periféria nemusí byť len v zmysle priestorovom, ale ide aj o dichotómiu v zmysle sociálno-ekonomickom. Vysoké hodnoty tak dosahujú aj prirodzené regionálne centrá, ktoré majú v rámci svojho FRD excentrickú polohu (štandardne sú to centrá v dosahu štátnej hranice, ako napr. Bratislava, Skalica, Šahy, Štúrovo alebo Trstená, ale je možné nájsť aj prípady vnútroštátnych centier, ako Humenné, Martin, Poprad alebo Spišská Nová Ves). V generalizovanej podobe ale platí, že ak obce nie sú regionálnym centrom príslušného FRD, tak hodnoty ich mier príslušnosti sa približovaním k hraniciam FRD znižujú.

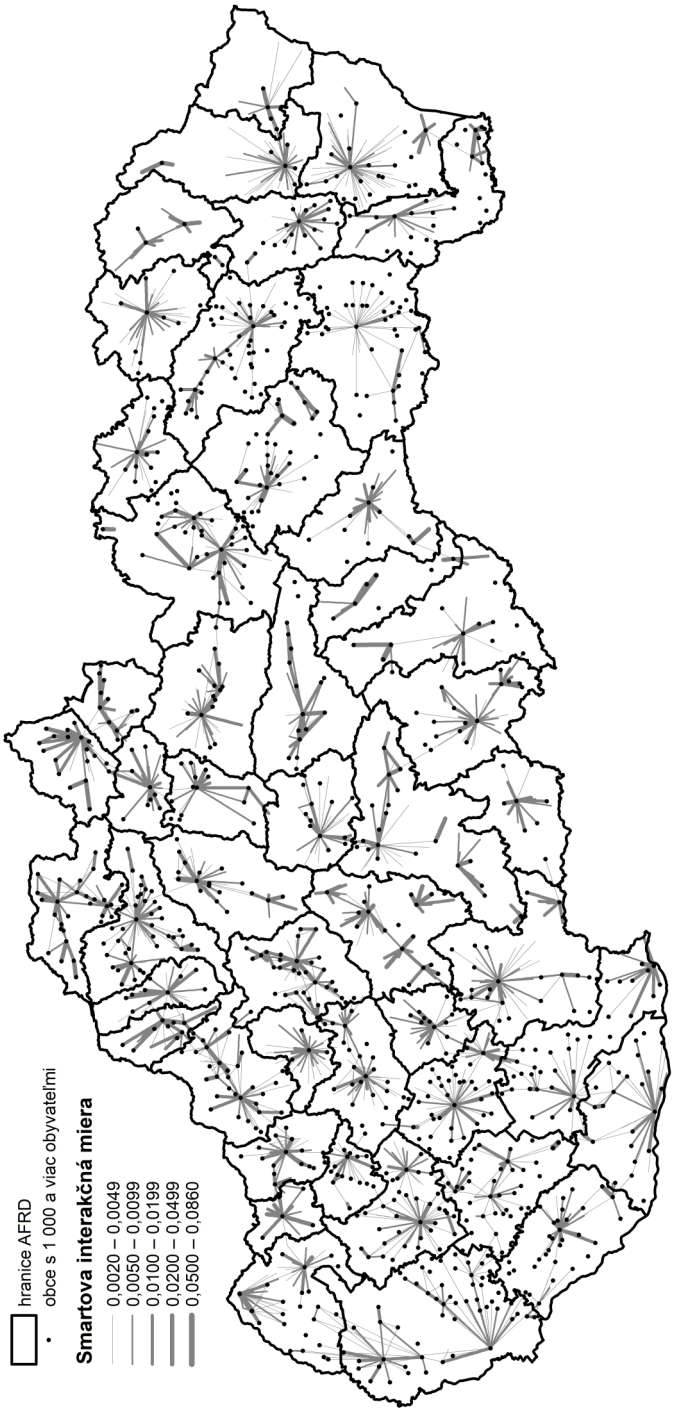
Druhým dôležitým zistením je, že ak použijeme vo všetkých prípadoch analógiu rovnakej interakčnej miery (v našom prípade Smartovej), sú výsledky miery príslušnosti obcí k regiónu nielen v súlade so samotným vymedzením funkčných regiónov (nízke hodnoty v hraničných oblastiach), ale aj v plnom súlade s priestorovým rozložením samotných interakcií relativizovaných prostredníctvom príslušnej miery. Veľmi dobre to je vidieť pri porovnaní obr. 2 a obr. 6. Obce, ktoré sú centrami dochádzkových tokov (obr. 2), dosahujú aj vysoké miery príslušnosti k vlastnému regiónu (obr. 6), sú teda jeho centrami, či už priestorovými alebo sociálno-ekonomickými. Z oboch obrázkov je potom možné aj vizuálne odhadnúť, ktoré funkčné regióny sú vyložene monocentrické (napr. Bardejov, Bratislava, Košice, Nitra, Nové Zámky, Prešov atď.) a ktoré sú polycentrické. Na základe týchto charakteristík možno podľa obr. 2 a obr. 6 považovať v systéme FRD-A za jednoznačne polycentrické FRD Galanta – Šaľa, FRD Veľké Kapušany – Kráľovský Chlmec, FRD Nová Baňa – Žarnovica a FRD Vráble – Zlaté Moravce.



Obr. 6. Miera príslušnosti obcí k FRD-A

Aplikačný prínos: systém AFR

Z dôvodu potenciálneho využitia výsledných systémov funkčných regiónov na analýzy trhu práce, ale aj na analýzy demografických a sociálno-ekonomických ukazovateľov, je potrebné, aby sa tieto regióny dali poskladať z okresov. Mnohé štatistické informácie vstupujúce do týchto analýz totiž nie sú dostupné na úrovni



Obr. 7. Regionálny systém aproximovaných funkčných regiónov (AFR)

obcí, ale len na úrovni okresov. Takto poskladané funkčné regióny je možné zjednodušene označovať ako aproximované funkčné regióny. Ak chceme dostať regionálny systém AFR zlučovaním okresov, nie je možné použiť vymedzenia s veľkým počtom funkčných regiónov (50 a viac), pretože tieto členenia sú príliš jemné a mnohé vymedzené funkčné regióny nie sú samostatnými okresmi, ale sú len súčasťou iného širšie vymedzeného okresu. Vymedzenie s menším počtom funkčných regiónov (45 a menej) sú zase naopak príliš hrubé na detailnejšie analýzy, je ale možné ich použiť na analýzy s vyšším stupňom generalizácie. Ako najvhodnejšie na určenie AFR sa preto ukazujú systémy pozostávajúce z cca 47 – 50 funkčných regiónov, v našom prípade to je systém FRD-B (Halás a Klapka 2020).

Regionálny systém FRD-B pozostáva z 50 funkčných regiónov. Z tohto systému je možné vyskladať 48 AFR. Je to o dva menej, lebo FRD Štúrovo nemôže byť samostatný AFR, keďže je súčasťou okresu Nové Zámky. FRD Kráľovský Chlmec takisto nemôže byť samostatný AFR, keďže je súčasťou okresu Trebišov. V oboch prípadoch je to nevhodné (ale vymedzenie okresov to inak neumožňuje), lebo FRD Štúrovo aj FRD Kráľovský Chlmec (vo verziách FRD-A, FRD-B aj FRD-C je spojený s regiónom Veľkých Kapušian) spĺňajú všetky kritériá minimálnej veľkosti aj uzavretosti, nie sú ani nijako intenzívne prepojené s Novými Zámkami, resp. s Trebišovom (obr. 7). Oproti roku 2011 nemáme v systéme štyri AFR: Dubnica nad Váhom, Kežmarok, Partizánske a Skalica. Dôvody sú rôzne, môže to byť dané napr. intenzívnejším prepojením medzi centrom a subcentrom (hlavne v prípade Poprad – Kežmarok). Špeciálny prípad je Skalica. Tá by v systéme FRD-B vytvorila samostatný FRD, nevytvorila by ho ale Senica (oslabovanie dané silnejúcim vplyvom Bratislavy). V systéme FRD-B tak vzniká spoločný FRD Senica – Skalica, kde má Skalica porovnateľnú, ak nie silnejšiu, pozíciu ako Senica. Novým oproti roku 2011 je AFR Myjava. Výsledný systém 48 AFR je znázornený na obr. 7 a môžeme ho považovať za optimálny systém funkčných regiónov poskladaných z okresov vhodný na ďalšie priestorové analýzy.

ZÁVER

Poznávanie zákonitostí priestorového rozloženia denných tokov obyvateľstva, vymedzovanie funkčných regiónov, ich následné analýzy a interpretácie výsledkov (vrátane ich aplikačného využitia) sú na seba nadväzujúce činnosti, ktoré je najlepšie vykonávať vo viacerých navzájom súvisiacich úlohách. Súhlasíme pritom so závermi z práce Casado-Díaz et al. (2023), ktorá hovorí o potrebe využitia relevantných iteračných regionalizačných algoritmov, vrátane relevantných interakčných mier. V súlade s touto prácou potvrdzujeme, že nie je vhodné vymedzovanie funkčných regiónov primárne na základe absolútnych hodnôt tokov, ktoré sú v priestore rozložené veľmi nerovnomerne (obr. 1). Museli by sme tak pracovať s územiami s vysokou koncentráciou tokov i s územiami s minimálnym zastúpením tokov. V oboch prípadoch by sa pri využití absolútnych hodnôt mohlo stať vymedzenie funkčných regiónov v daných územiach menej predvídateľným.

Samotné vymedzenie funkčných regiónov na Slovensku podľa denných tokov do zamestnania prináša vcelku očakávaný priestorový obraz. Regionálny systém Slovenska je relatívne stabilný, v mnohých prípadoch sú výsledné funkčné regióny priamo determinované geomorfologickými celkami. Vysoká stabilita hraníc funkčných regiónov je hlavne v priestore Horehronia, Turca, Dolného Liptova, horných Kysúc, príp. tiež Oravy alebo stredného Pohronia. Menšia stabilita hraníc môže byť v regiónoch, kde je vplyv geomorfologických pomerov nižší, a v dosahu regiónov,

kde sa vplyvom investícií mení pozícia dominantných regionálnych centier (hlavne zosilňovanie pozície Bratislavy). Môže to byť napr. v priestore medzi centrami Hlohovec, Piešťany, Trnava; príp. Bánovce nad Bebravou, Partizánske, Topoľčany a pod. Okrem toho pribúdajú aj depopulačné oblasti, kde sa znižujú počty a hustota zaľudnenia reálne žijúcimi obyvateľmi, ale aj počty pravidelných denných tokov. Pridanou hodnotou príspevku je vymedzenie funkčných regiónov na vyššej hierarchickej úrovni, t. j. funkčných mezoregiónov. Aj na základe ponúkaných výsledkov sa stotožňujeme so závermi Erlebacha et al. (2016), že na vymedzenie funkčných regiónov sa dá použiť rovnaký algoritmus aj rovnaké vstupné dáta o dennej dochádzke do zamestnania ako na vymedzenie funkčných regiónov na nižšej hierarchickej úrovni. Pri porovnaní s inými použitými metódami (Halás a Klapka 2017) pre mezoregionálnu úroveň sa dá dokonca konštatovať, že regionálny algoritmus CURDS môže prinášať pre niektoré parciálne územia vhodnejšie alternatívy finálnych výsledkov.

Vo všetkých prípadoch sú výsledné alternatívy funkčných regiónov znázorňované spolu so Smartovou interakčnou mierou, t. j. mierou, ktorá vstupovala do regionalizačného algoritmu. Dokumentuje to prehľadnosť znázornenia používanej miery a tiež sprístupňuje vo vizuálnej podobe relevanciu vymedzenia pre širšiu verejnosť. Zároveň je vidieť, že relativizáciou sú najviac potláčané toky do najväčších centier, čím sa dostáva do popredia princíp priestorovej spravodlivosti, nivelizujú sa veľkosti výsledných funkčných regiónov a tie sú potom využiteľné napr. aj ako alternatíva administratívnych regiónov (Halás et al. 2017). Fuzzy charakter funkčných regiónov je prezentovaný na základe určovania vhodnej miery príslušnosti. Relativizovaný index príslušnosti obcí k funkčnému regiónu na príklade FRD-A je určovaný taktiež ako analógia Smartovej interakčnej miery, teda nie z absolútnych tokov, ale z relativizovaných tokov. Pri porovnaní obr. 2 a obr. 6 je potom možné registrovať totálnu kongruenciu tokov, hraníc a miery príslušnosti. Je to preto, lebo vo všetkých prípadoch bola na výpočty, resp. na mapovú vizualizáciu použitá rovnaká (Smartova) interakčná miera. Znázornené toky tak prekračujú hranice vymedzených funkčných regiónov len výnimočne, koncentricky sa zbiehajú do obcí (regionálnych centier) s najvyššími indexami príslušnosti v rámci regiónu a naopak obce s najnižšími mierami príslušnosti sú v blízkosti hraníc funkčných regiónov a mimo hlavné koncentrácie tokov.

Príspevok obsahuje v závere i návrh vymedzenia tzv. aproximovaných funkčných regiónov, ktoré sú konštruované agregovaním okresov. Regionálny systém AFR vychádza zo systému FRD-B a je zložený zo 48 regiónov. Tieto regióny sú vhodnejšou observačnou jednotkou pre priestorové analýzy v porovnaní s okresmi, v prípade že nemáme k dispozícii príslušné štatistické ukazovatele na úrovni obcí (Halás a Klapka 2020).

Článok vznikol vďaka podpore Grantovej agentúry Českej republiky (GAČR) v rámci riešenia projektu 24-12009S „Struktury prostorových interakcí: role vzdálenosti a prostorových vzorů“. Autori ďakujú za podporu.

LITERATÚRA

AGUIAR, L. L., MANZATO, G. G., DA SILVA, A. N. R. (2020). Combining travel and population data through a bivariate spatial analysis to define functional urban regions. *Journal of Transport Geography*, 82, 102565. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.102565

ASCANI, A., FAGGIAN, A., MONTRESOR, S., PALMA, A. (2021). Mobility in times of pandemics: Evidence on the spread of COVID19 in Italy's labour market areas. *Structural Change and Economic Dynamics*, 58, 444-454. DOI: https://doi.org/10.1016/j.strueco.2021.06.016

BAČÍK, V., SLOBODA, D. (2005). *Župný variant 2005. Návrh na zmenu územného členenia SR. Mapová príloha*. Bratislava (Konzervatívny inštitút M. R. Štefánika).

BEZÁK, A. (1990). Funkčné mestské regióny v sídelnom systéme Slovenska. *Geografický časopis*, 42, 57-73.

BEZÁK, A. (1993). *Problémy a metódy regionálnej taxonómie*. Geographia Slovaca, 3. Bratislava (Geografický ústav SAV).

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.

CASADO-DÍAZ, J. M., COOMBES, M. (2011). The delineation of 21st century local labour markets areas: A critical review and a research agenda. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 57, 7-32.

CASADO-DÍAZ, J. M., COOMBES, M., MARTÍNEZ-BERNABÉU, L. (2023). Testing transferability: Quantitative evaluation of labor market area definition methods in three contrasting countries. *Geographical Analysis*, 55, 517-534.DOI: https://doi.org/10.1111/gean.12353

CASADO-DÍAZ, J. M., MARTÍNEZ-BERNABÉU, L., FLÓREZ-REVUELTA, F. (2017a). Automatic parameter tuning for functional regionalization methods. *Papers in Regional Science*, 96, 4, 859-879. DOI: https://doi.org/10.1111/pirs.12199

CASADO-DÍAZ, J. M., MARTÍNEZ-BERNABÉU, L., ROWE, F. (2017b). An evolutionary approach to the delimitation of labour market areas: An empirical application for Chile. *Spatial Economic Analysis*, 12, 379-403. DOI: http://dx.doi.org/10.1080/17421772.2017.1273541

COOMBES, M. G. (2010). Defining labour market areas by analysing commuting data: Innovative methods in the 2007 review of travel-to-work areas. In Stillwell, J., Duke-Williams, O., Dennett, A., eds. *Technologies for migration and commuting analysis: Spatial interaction data applications*. Hershey (IGI Global), pp. 227-241.

COOMBES, M. G., BOND, S. (2008). *Travel-to-work areas: The 2007 review*. London (Office for National Statistics).

COOMBES, M. G., GREEN, A. E., OPENSHAW, S. (1986). An efficient algorithm to generate official statistical reporting areas: The case of the 1984 travel-to-work areas revision in Britain. *The Journal of the Operational Research Society*, 37, 943-953.

ERLEBACH, M., TOMÁŠ, M., TONEV, P. (2016). A functional interaction approach to the definition of meso regions: The case of the Czech Republic. *Moravian Geographical Reports*, 24(2), 37-46. DOI: http://dx.doi.org/10.1515/mgr-2016-0009

FENG, Z. (2009). Fuzziness of travel-to-work areas. *Regional Studies*, 43, 707-720. DOI: https://doi.org/10.1080/00343400801922806

HALÁS, M., BLAŽEK, V., KLAPKA, P., KRAFT, S. (2021). Population movements based on mobile phone location data: The Czech Republic. *Journal of Maps*, 17, 116-122. DOI: https://doi.org/10.1080/17445647.2021.1937730

HALÁS, M., KLAPKA, P. (2017). Functionality versus gerrymandering and nationalism in administrative geography: Lessons from Slovakia. *Regional Studies*, 51, 1568-1579. DOI: https://doi.org/10.1080/00343404.2016.1215602

HALÁS, M., KLAPKA, P. (2020). Heterogenita a kontinuita geografického prostoru: Příklad funkčních regionů Slovenska. *Geografie*, 125, 319-342. DOI: https://doi.org/10.37040/geografie2020125030319

HALÁS, M., KLAPKA, P., BAČÍK, V., KLOBUČNÍK, M. (2017). The spatial equity principle in the administrative division of the Central European countries. *PLoS ONE*, 12, 11, e0187406. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187406

HALÁS, M., KLAPKA, P., BLEHA, B., BEDNÁŘ, M. (2014). Funkčné regióny na Slovensku podľa denných tokov do zamestnania. *Geografický časopis*, 66, 89-114.

HALÁS, M., KLAPKA, P., ERLEBACH, M. (2019a). Unveiling spatial uncertainty: A method to evaluate the fuzzy nature of functional regions. *Regional Studies*, 53, 1029-1041. DOI: https://doi.org/10.1080/00343404.2018.1537483

HALÁS, M., KLAPKA, P., HURBÁNEK, P., BLEHA, B., PÉNZES, J., PÁLÓCZI, G. (2019b). A definition of relevant functional regions for international comparisons: The case of Central Europe. *Area*, 51, 489-499. DOI: https://doi.org/10.1111/area.12487

HALÁS, M., KLAPKA, P., TONEV, P., BEDNÁŘ, M. (2015). An alternative definition and use for the constraint function for rule-based methods of functional regionalisation. *Environment and Planning A*, 47, 1175-1191. DOI: https://doi.org/10.1177/0308518X155923

HALÁS, M., KRAFT, S., KLAPKA, P. (2020). Global spatial organization of air transport: The definition of functional airline regions. *The Geographical Journal*, 186, 2-15. DOI: https://doi.org/10.1111/geoj.12313

JOHNSON, C., JONES, R., PAASI, A., AMOORE, L., MOUNTZ, A., SALTER, M., RUMFORD, C. (2011). Interventions on rethinking the border in border studies. *Political Geography*, 30, 61-69. DOI: https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2011.01.002

KARLSSON, C., OLSSON, M. (2006). The identification of functional regions: Theory, methods, and applications. *The Annals of Regional Science*, 40, 1-18.

KLAPKA, P. (2019). *Regiony a regionální taxonomie: Koncepty, přístupy, aplikace*. Olomouc (Univerzita Palackého v Olomouci).

KLAPKA, P., HALÁS, M. (2016). Conceptualising patterns of spatial flows: Five decades of advances in the definition and use of functional regions. *Moravian Geographical Reports*, 24(2), 2-11. DOI: https://doi.org/10.1515/mgr-2016-0006

KLAPKA, P., KRAFT, S., HALÁS, M. (2020). Network based definition of functional regions: A graph theory approach for spatial distribution of traffic flows. *Journal of Transport Geography*, 88, 102855. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102855

KUO, F.-Y., WEN, T.-H. (2021). Regionalization for infection control: An algorithm for delineating containment zones considering the regularity of human mobility. *Applied Geography*, 126, 102375. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102375

KRAFT, S., HALÁS, M., KLAPKA, P., BLAŽEK, V. (2022). Functional regions as a platform to define integrated transport system zones: The use of population flows data. *Applied Geography*, 144, 102732. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2022.102732

LIESCH, M., DUNKLEE, L. M., LEGG, R. J., FEIG, A. D., KRAUSE, A. J. (2015). Use of business-naming practices to delineate vernacular regions: A Michigan example. *Journal of Geography*, 114, 188-196. DOI: http://dx.doi.org/10.1080/00221341.2014.965187

MAREK, P. (2023). Reproduction of the identity of a region: Perceptual regions based on formal and functional regions and their boundaries. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 105, 79-98. DOI: http://dx.doi.org/10.1080/04353684.2022.2097113

MARTÍNEZ-BERNABEU, L., CASADO-DÍAZ, J. M. (2022). Automatic delimitation of labour market areas based on multi-criteria optimisation: The case of Spain 2011. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 49, 654-670. DOI: https://doi.org/10.1177/23998083211021104

MARTÍNEZ-BERNABÉU, L., FLÓREZ-REVUELTA, F., CASADO-DÍAZ, J. M. (2012). Grouping genetic operators for the delineation of functional areas based on spatial interaction. *Expert Systems with Applications*, 39, 6754-6766. DOI: https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.12.026

OECD (2020). *Delineating functional areas in all territories. OECD Territorial Reviews*. Paris (OECD Publishing).

ORASI, A., SFORZI, F. (2005). *I sistemi locali del lavoro: Censimento 2001. Dati definitive*. [Online]. Dostupné na: http://bancadati.italialavoro.it/bdds/download?fileName=d037303a-a40f-41cb-8401-8828178d55f8.pdf&uid=d037303a-a40f-41cb-8401-8828178d55f8 [cit: 20-10-2023].

PAASI, A. (2010). Regions are social constructs, but 'who' or 'what' constructs them? Agency in question. *Environment and Planning A*, 42, 2296-2301. DOI: https://doi.org/10.1068/a42232

PERSYN, D., TORFS, W. (2011). Functional labour markets in Belgium: Evolution over time and intersectoral comparison. In *Discussion Paper, 17*. Vlaams Instituut voor Economie en Samenleving; Katholieke Universiteit, Leuven, 1-17.

RODRÍGUEZ, M., MOLINA, J., CAMACHO, J. A. (2022). Mapping functional areas in Spain using mobile positioning data. *European Urban and Regional Studies*, 29, 145-151. DOI: https://doi.org/10.1177/09697764211066258

ROWE, F., CASADO-DÍAZ, J. M., MARTÍNEZ-BERNABEU, L. (2017). Functional labour market areas for Chile. *REGION*, 4, 3, R7-9. DOI: https://doi.org/10.18335/region.v4i3.199

SEMIAN, M. (2016). Region in its complexity: A discussion on constructivist approaches. *AUC Geographica*, 51, 177-186. DOI: https://doi.org/10.14712/23361980.2016.15

SMART, M. W. (1974). Labour market areas: Uses and definition. *Progress in Planning*, 2, 239-353. DOI: https://doi.org/10.1016/0305-9006(74)90008-7

ŠERÝ, M. (2014). The identification of residents with their region and the continuity of socio-historical development. *Moravian Geographical Reports*, 22(3), 53-64. DOI: https://doi.org/10.2478/mgr-2014-0018

TONEV, P., HALÁS, M., KLAPKA, P. (2018). Prostorová neurčitost funkčních regionů: Porovnání pracovní dojížďky v letech 1991 – 2011. In *XXI. mezinárodní kolokvium o regionálních vědách, sborník příspěvků*. Brno (Masarykova univerzita), pp. 285-292. DOI: http://dx.doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8970-2018-37

WATTS, M. (2009). Rules versus hierarchy: An application of fuzzy set theory to the assessment of spatial grouping techniques. In Kolehmainen, M., Toivanen, P., Beliczynskiet, B., eds. *Adaptive and natural computing algorithms. Lecture notes in computer science 5495*. Berlin Heidelberg (Springer), pp. 517-526. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-04921-7_53

WATTS, M. (2013). Assessing different spatial grouping algorithms: An application to the design of Australia's new statistical geography. *Spatial Economic Analysis*, 8, 92-112. DOI: https://doi.org/10.1080/17421772.2012.753637

Marián Halás, Pavel Klapka

UPDATING THE DEFINITION OF FUNCTIONAL REGIONS OF SLOVAKIA: HIERARCHY, UNCERTAINTY AND USE

The paper updates and develops the previous definition of functional regions in Slovakia. Its objective is to define several alternatives of functional regions based on the 2021 census data on daily labour commuting. Unlike previous studies, the paper also offers the definition of functional regions at a higher hierarchical level. Furthermore, in this paper we visualise the absolute values of regular daily labour commuting flows and the relativized values of these flows using the Smart's interaction measure, which are also used in the iterative regionalisation algorithm. The paper also assesses the values of uncertainty (fuzziness) for the resulting system of functional region, i.e., the membership index of municipalities in their respective regions. To facilitate the use of the resulting regional system for spatial analyses, we offer the definition of so - called approximated functional regions (AFR), which are not composed of the municipalities (LAU 2) but of districts (LAU 1).

When assessing the results, we corroborate the conclusions reached by Casado-Díaz et al. (2022), who stress the need to use relevant iterative regionalisation algorithms, including relevant interaction measures. In accordance with them, we confirm that it is not suitable to define functional regions primarily based on absolute values of flows, which are spatially distributed significantly unevenly (Fig. 1). We would have to work with areas with high

concentrations of flows and with areas with minimum flows. In both cases, using the absolute values, the definition of regions in these areas would become an absolute lottery.

The definition of functional regions in Slovakia according to daily travel-to-work flows provides us with a relatively expected spatial pattern. The regional system of Slovakia is relatively stable, in many cases the resulting functional regions are determined by geomorphologic units. A lower stability of boundaries can be found in regions, where the influence of relief is lower, and in regions, where the significance of dominant regional centres changes as the result of investments (particularly strengthening the position of Bratislava). In addition, areas of depopulation are more common, and in addition to the decrease in population and population density, the number of regular daily flows are also decreasing.

The paper also offers the definition of functional regions at a higher hierarchical level, i.e. functional meso-regions. Based on the results we can agree with the conclusions of Erlebach et al. (2016) that functional regions at the meso level can be defined by the same algorithm and the same data on daily labour commuting as functional regions at a lower hierarchical level. Compared to other methods (Halás and Klapka 2017) for the meso-regional level, we can claim that the CURDS algorithm can provide us, for some partial areas, with more suitable alternatives of final results.

In all cases the resulting alternatives of functional regions are shown together with the Smart's interaction measure, i.e. the measure which is included in the regionalisation algorithm. It shows the robustness of the measure in the algorithm performance, and it makes the relevance of the definition visually accessible for the wider public. It can also be seen that relativization affects mostly the flows into the largest centres, which levels the size of the resulting functional regions. The fuzzy nature of functional regions is presented through the membership index. The relativized membership index for municipalities is also the analogy to Smart's interaction measure (see regional system FRD-A). It uses relativized rather than absolute flows. The comparison of Figs. 2 and 6 shows the total congruence between flows, boundaries, and the membership index. It is conditioned by the use of the same interaction measure for all calculations and visualisations. Depicted flows cross the boundaries of functional regions only exceptionally, they concentrate in the municipalities (regional centres with the highest values of the membership index within a region), and, in contrast, the municipalities with the lowest values of the membership index are located near the boundaries of functional regions and outside the main concentrations of flows.

Article first received: November 2023
Article accepted: January 2024