GEOGRAFICKÝ ČASOPIS

ROČNÍK 43 1991 ČÍSLO 3

ŠTÚDIE

ANTON BEZÁK*

MIGRAČNÉ TOKY A REGIONÁLNA ŠTRUKTÚRA SLOVENSKA: HIERARCHICKÁ REGIONALIZÁCIA

Anton Bezák: Migration Flows and the Regional Structure of Slovakia: A Hierarchical Regionalization. Geogr. Čas., *43*, 1991, 3; Figs., 16 Refs.

In this study the strong component hierarchical clustering method combined with the iterative proportional fitting procedure is applied to a matrix of interdistrict migration flows in order to gain insight into the regional structure of Slovakia and to identify a hierarchical system of disjoint functional regions.

Je všeobecne známe, že štúdium funkčných aspektov regionálnej štruktúry naráža na vážne prekážky spôsobené nedostatkom spoľahlivých dát týkajúcich sa vzájomných väzieb medzi priestorovými jednotkami. V slovenskej geografickej literatúre sa v tejto súvislosti pozornosť takmer výlučne upriamila na dáta o pohybe za prácou, ktoré sa využili pri vymedzovaní funkčných (presnejšie nodálnych) regiónov v nemalom počte štúdií. Neporovnateľne menší záujem sa venoval údajom o vnútornom sťahovaní, hoci dáta tohto druhu sa každoročne publikujú vo forme medziokresných migrácií ako súčasť výsledkov priebežnej evidencie obyvateľstva. Cieľom tejto štúdie je ukázať jeden zo spôsobov využitia migračných dát pri funkčnej regionalizácii Slovenska pomocou hierarchických metód regionálnej taxonómie.

METODOLOGICKÁ BÁZA

Problematika regionalizácie a regionálnej typizácie tvorí v súčasnosti veľmi dobre prepracovanú oblasť geografickej metodológie, ktorá sa v západnej literatúre nazýva *regionálna taxonómia* [4]. Tento termín navrhli britskí geografi N. A. Spence a P. J. Taylor [16] v snahe zdôrazniť, že regionalizácia a regionálna typizácia sú iba špecifické priestorové varianty všeobecného klasifikačného problému. Podľa M. M. Fischera [5] úlohou regionálnej taxonómie je analyzovať podstatu procesov regionalizácie a regionálnej typizácie, rozpra-

* Doc. RNDr. Anton Bezák, CSc., Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava.

covať vhodné metódy na riešenie rôznych regionálno-taxonomických problémov a poskytnúť sústavu presných kritérií, ktoré by umožnili porovnať jednotlivé metódy a zhodnotiť spoľahlivosť získaných výsledkov.

Jedným z mnohých regionálno-taxonomických problémov je aj problém *funkčnej regionalizácie,* ktorý sa formuluje nasledujúcim spôsobom. Daná je množina *n* základných priestorových jednotiek (ďalej iba ZPJ) a štvorcová interakčná matica stupňa *n,* ktorá obsahuje údaje o väzbách alebo tokoch medzi každou usporiadanou dvojicou ZPJ. Prvky interakčnej matice môžu udávať napr. počet premiestňovaných osôb, množstvo prepraveného tovaru, počet uskutočnených telefónnych hovorov a pod. Cieľom funkčnej regionalizácie je nájsť rozklad množiny ZPJ na niekoľko podmnožín, resp. tried, ktoré sú priestorovo súvislé a každá z nich sa vyznačuje vysokým stupňom vnútornej koherencie vzhľadom na zvolený druh priestorovej interakcie. Takéto triedy sa v regionálnej taxonómii nazývajú funkčné regióny.

Podľa toho, či funkčné regióny sú alebo nie sú usporiadané do hierarchického systému, rozlišujeme hierarchickú a nehierarchickú regionalizáciu. Pri *hierarchickej regionalizácii* dostávame hierarchicky usporiadanú postupnosť rozkladov množiny ZPJ, v ktorej každý nasledujúci rozklad je zjemnením predchádzajúceho rozkladu. Pritom rozklad na najvyššej úrovni hierarchie reprezentuje jedna trieda (jeden funkčný región) tvorená celou množinou ZPJ a rozklad na najnižšej úrovni pozostáva zo systému jednoprvkových tried, z ktorých každá obsahuje práve jednu ZPJ. Výsledkom *nehierarchickej regionalizácie* je naproti tomu jediný rozklad množiny ZPJ, ktorý je z určitého hľadiska optimálny.

V obidvoch uvedených prípadoch sa predpokladá, že funkčné regióny sú disjunktné, t. j. vzájomne sa neprekrývajúce areály. Niekedy sa problém funkčnej regionalizácie formuluje aj všeobecnejšie v tom zmysle, že cieľom nie je rozklad, ale pokrytie množiny ZPJ jej podmnožinami, ktoré nemusia byť disjunktné. Je zrejmé, že vzájomnou kombináciou oboch prístupov získame štyri rôzne modusy funkčnej regionalizácie. V tejto štúdii sa obmedzíme iba na prípad *hierarchickej* funkčnej regionalizácie s *disjunktnými* funkčnými regiónmi.

Z metodologického hľadiska proces riešenia problémov funkčnej regionalizácie pozostáva z dvoch etáp. Prvá sa týka transformácie pôvodných dát, druhá spočíva v aplikácii vhodnej zhlukovacej procedúry na transformované dáta.

Potreba transformácie pôvodnej interakčnej matice vyplýva z nevyhnutnosti eliminovať nepriaznivé efekty rôznej veľkosti priestorových jednotiek, ktoré sa spravidla prejavujú prostredníctvom značných diferencií v riadkových a stĺpcových súčtoch interakčnej matice [7]. V tejto štúdii sme ako transformačnú metódu použili Fienbergovu [3] iteračnú procedúru, v anglosaskej literatúre označovanú skratkou IPFP *(iterative proportional fitting procedure).* Táto metóda spočíva v postupnej štandardizácii jednotlivých riadkov a stĺpcov pôvodnej interakčnej matice tak, aby sa po určitom počte iterácií súčet každého riadku i stĺpca rovnal vopred určenej hodnote (napr. 100). Hodnoty prvkov transformovanej matice môžeme interpretovať ako odhady interakcií získaných metódou maximalizácie entropie za predpokladu, že neexistujú žiadne rozdiely v riadkových a stĺpcových súčtoch interakčnej matice [1, pp. 83—85].

V druhej etape sa na transformovanú interakčnú maticu aplikovala grafová zhlukovacia procedúra opierajúca sa o pojem silného komponentu z teórie gra-

fov.[1] Jej autorom je americký geograf P. B. Slater, ktorý procedúru úspešne vyskúšal v niekoľkých štúdiách [6, 11, 12, 13, 14, 15]. Slaterova metóda je vo svojej podstate veľmi jednoduchá. Všetky ZPJ sa pokladajú za vrcholy orientovaného grafu, ktorý je na začiatku zhlukovacieho algoritmu bez hrán. Pri každom kroku sa do grafu zavedie orientovaná hrana, ktorá zodpovedá usporiadanej dvojici ZPJ s maximálnou hodnotou interakcie v transformovanej interakčnej matici. Pritom sa overí, či zavedenie danej hrany negeneruje v grafe silný komponent. Ak je odpoveď na túto otázku kladná, všetky vrcholy (ZPJ) silného komponentu sa spoja do jednej triedy. Príslušné maximum v interakčnej matici sa položí rovné nule a celý proces sa opakuje dovtedy, kým sa nevytvorí jedna trieda ZPJ. Je zrejmé, že procedúra vytvárania silných komponentov je hierarchická, pretože komponenty vytvorené v predchádzajúcich krokoch sa spájajú dohromady v dôsledku zavádzania ďalších a ďalších hrán. Výsledky postupnej agregácie ZPJ môžeme znázorniť graficky pomocou dendrogramu, v ktorom sa triedy ZPJ spájajú na tej istej úrovni interakcie, pri ktorej vznikajú príslušné silné komponenty. Prirodzene, každá trieda predstavuje jeden funkčný región.

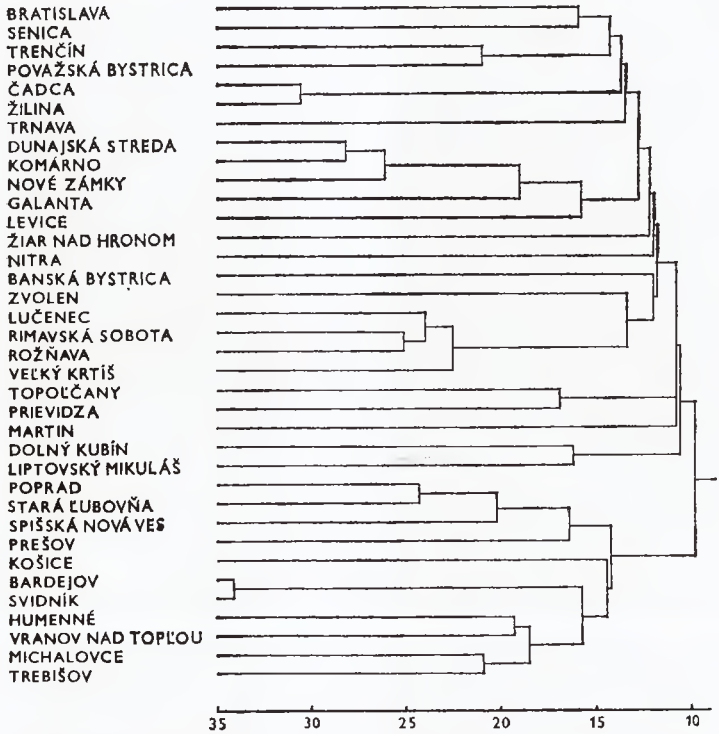
Načrtnutý algoritmus postupného zoskupovania ZPJ do stále väčších tried predstavuje tzv. aglomeratívny variant Slaterovej metódy. Okrem neho je možné použiť aj divizívny variant, ktorý spočíva v postupnom rozdeľovaní existujúcich tried ZPJ na menšie a menšie podtriedy. Dôležité je, že obidva varianty zhlukovania vedú k rovnakým výsledkom. Najcennejšou vlastnosťou Slaterovej metódy však je, že sa v nej explicitne využíva informácia týkajúca sa asymetrie interakčných tokov medzi každou dvojicou ZPJ. Tým sa táto metóda odlišuje od mnohých iných zhlukovacích procedúr, ktoré sa dajú aplikovať iba na symetrické interakčné matice.

Metódy hierarchickej regionalizácie slúžia v regionálnej taxonómii predovšetkým na získanie celkového obrazu o hierarchickej štruktúre skúmaného systému priestorových jednotiek. Neposkytujú teda presnú a jednoznačnú odpoveď na otázku, ktorý rozklad množiny ZPJ môžeme pokladať za optimálny. Z tohto dôvodu problém identifikácie „významných" funkčných regiónov spomedzi všetkých možných regionálnych tried, vymedzených ľubovoľnou hierarchickou metódou, nie je vôbec jednoduchou úlohou. V kontexte Slaterovej metódy sa zvyčajne odporúča uvažovať regionálne triedy s relatívne dlhým intervalom existencie, t. j. s relatívne veľkým rozdielom medzi hodnotou interakcie, pri ktorej daná trieda vzniká zjednotením menších tried a hodnotou interakcie, pri ktorej sa stáva časťou väčšej triedy [6].

DÁTA A VÝSLEDKY

Dátovú bázu našej štúdie tvoria údaje o migračných tokoch medzi slovenskými okresmi. V záujme priestorovej komparability sú okresy Bratislava-vidiek a Košice-vidiek zlúčené s korešpondujúcimi mestskými okresmi, takže množina ZPJ pozostáva z 36 jednotiek. Interakčná matica obsahuje údaje o počte osôb migrujúcich medzi každou usporiadanou dvojicou ZPJ v období 1981—1985.

[1] Silným komponentom, resp. kvázikomponentom orientovaného grafu sa v teórii grafov nazýva podgraf, ktorého každé dva vrcholy sú obojstranne spojené orientovanou cestou (cf. [9, pp. 74—75]).

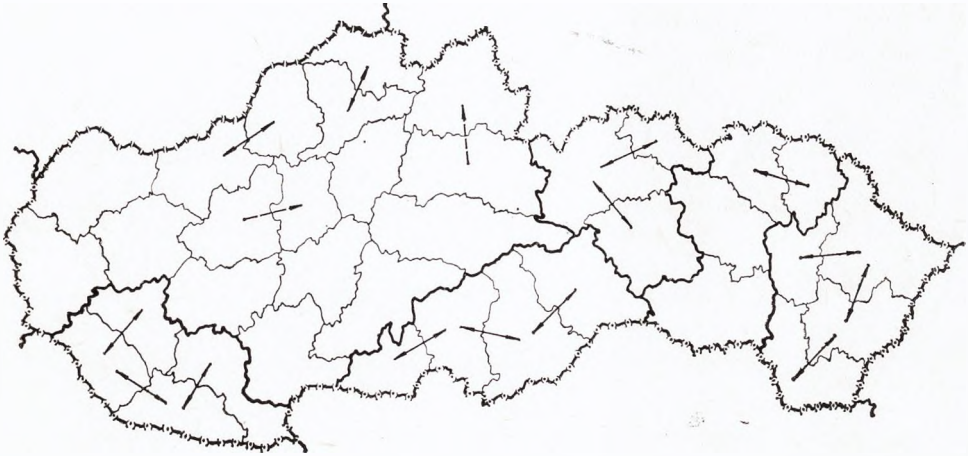


Obr. 1. Dendrogram hierarchického zoskupovania priestorových jednotiek.

Toky v hraniciach jednotlivých ZPJ sa neuvažujú, všetky diagonálové prvky interakčnej matice sú preto rovné nule. Pre úplnosť ešte uvedieme, že migračné dáta pochádzajú z priebežnej evidencie pohybu obyvateľstva za jednotlivé roky pozorovaného obdobia [10].

Prehľad o výsledkoch zhlukovacieho algoritmu poskytuje dendrogram na obr. 1. Stupnica znázornená na vodorovnej osi udáva hodnoty interakcie, pri ktorých sa vytvárajú jednotlivé triedy ZPJ. Na obr. 2 až 7 sú v zjednodušenej forme zobrazené silné komponenty a korešpondujúce funkčné regióny, vytvorené na rôznej úrovni interakcie. Pre lepšiu názornosť je každá dvojica orientovaných hrán, obojstranne spájajúcich tú istú dvojicu ZPJ, nakreslená ako jedna čiara so šípkami na oboch koncoch. Prítomnosť tej-ktorej hrany znamená, že úroveň interakcie medzi príslušnou dvojicou ZPJ je väčší a ako kritická hodnota, pri ktorej sa vytvára komponent. Orientované hrany, ktoré nie sú časťou žiadneho komponentu, sú znázornené prerušovanou čiarou.

Ak si na dendrograme všimneme posledný krok zhlukovacej procedúry, zistíme, že na úrovni interakcie 9,8 sa spájajú dva funkčné makroregióny. Menší z nich sa skladá z 11 okresov bývalého Východoslovenského kraja (výnimkou je okres Rožňava), väčší zahrňuje 25 okresov pokrývajúcich zostávajúcu časť územia Slovenska. Východoslovenský makroregión, vyznačujúci sa pomerne dlhým intervalom existencie (od 14,2 do 9,8) sa ďalej člení na dva funkčné



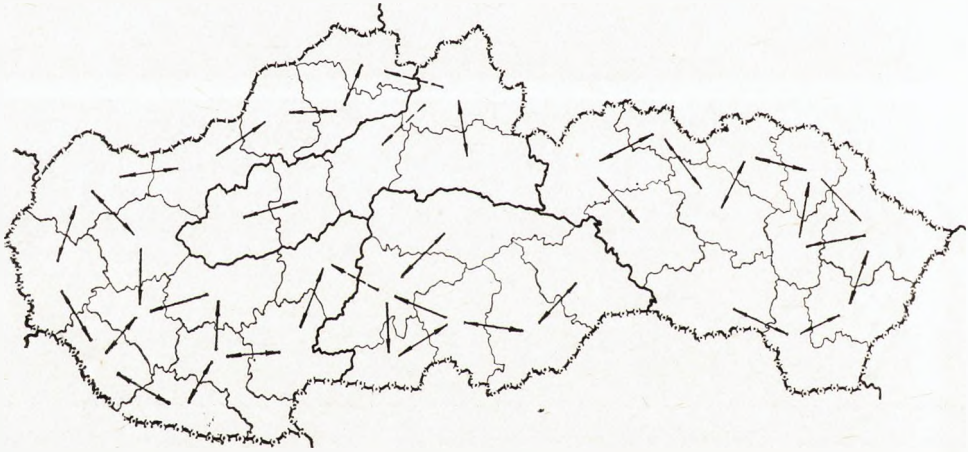
Obr. 2. Silné komponenty a korešpondujúce funkčné regióny vytvorené na úrovni interakcie 18,5.

Obr. 3. Silné komponenty a korešpondujúce funkčné regióny vytvorené na úrovni interakcie 14,3.

regióny. Do prvého regiónu patria okresy Poprad, Prešov, Spišská Nová Ves a Stará Ľubovňa, druhý pozostáva z okresov Bardejov, Humenné, Košice, Michalovce, Svidník, Trebišov a Vranov nad Topľou. Z funkčných regiónov nižšieho stupňa sa dajú dobre identifikovať trojčlenný región Spiša (okresy Poprad, Spišská Nová Ves a Stará Ľubovňa) a štvorčlenný región Zemplína (okresy Humenné, Michalovce, Trebišov a Vranov nad Topľou). Pozoruhodné je, že osobitný funkčný región nevytvárajú tri šarišské okresy (Bardejov, Prešov, Svidník), a to aj napriek tomu, že intenzívne interagujúce okresy Bardejov a Svidník formujú prvý silný komponent už na úrovni 34,1.

Druhý makroregión, rozprestierajúci sa v západnej a strednej časti Sloven-

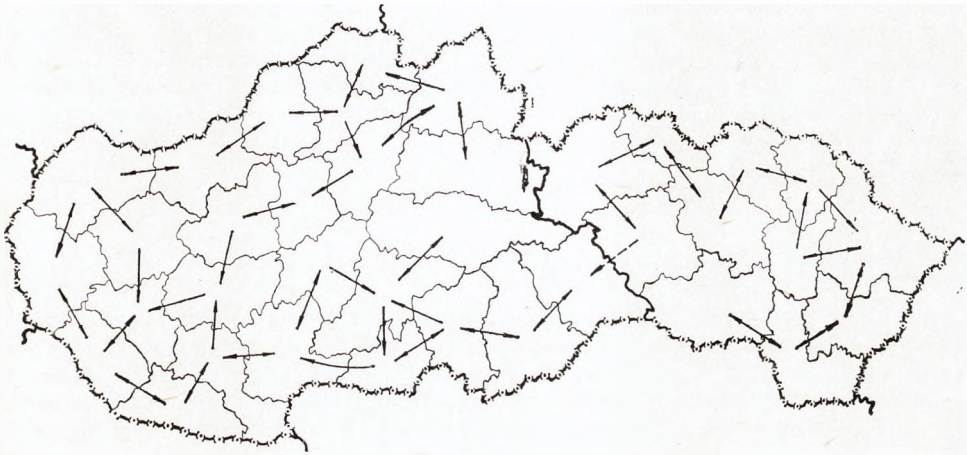
Obr. 4. Silné komponenty a korešpondujúce funkčné regióny vytvorené na úrovni interakcie 13,4.



Obr. 5. Silné komponenty a korešpondujúce funkčné regióny vytvorené na úrovni interakcie 12,0.

ska, sa vyznačuje veľmi zložitou vnútornou štruktúrou. Už na prvý pohľad je jasné, že okresy bývalého Stredoslovenského kraja neprejavujú tendenciu združovať sa do jedného funkčného regiónu v rozsahu celého kraja. Relatívne najsilnejšie migračné väzby spájajú štyri juhoslovenské okresy — Lučenec, Rimavská Sobota, Rožňava a Veľký Krtíš, ktoré spoločne vytvárajú veľmi dobre identifikovateľný funkčný región s veľmi dlhým intervalom existence (od 22,5 do 13,4). V posledných fázach zhlukovacej procedúry sa k nemu pričleňujú ešte okresy Zvolen a Banská Bystrica.

V severnej časti bývalého Stredoslovenského kraja však pozorujeme diametrálne odlišnú situáciu. Veľmi skoro sa tu spájajú okresy Čadca a Žilina, for-



Obr. 6. Silné komponenty a korešpondujúce funkčné regióny vytvorené na úrovni interakcie 10.7.

Obr. 7. Finálny silný komponent získaný pri poslednom 72. kroku zhlukovacieho algoritmu na úrovni interakcie 9,8.

mujúc v poradí druhý silný komponent na úrovni 30,6. Neskoršie dochádza k spojeniu okresov Považská Bystrica a Trenčín a okresov Dolný Kubín a Liptovský Mikuláš, ďalšie zoskupovanie týchto mikroregiónov však už prebieha iba v rámci celého západoslovenského makroregiónu. Pritom je zaujímavé, že okres Martin zostáva izolovanou jednotkou až po úroveň 10,8 a mikroregión Dolný Kubín — Liptovský Mikuláš sa začleňuje do západoslovenského makroregiónu iba tesne pred jeho fúziou s východoslovenským makroregiónom.

V západnej časti Slovenska sa zreteľne črtajú dva funkčné regióny. Prvý z nich vzniká postupným zoskupovaním mikroregiónov Bratislava — Senica, Trenčín — Považská Bystrica a Čadca — Žilina, ku ktorým sa napokon pridruží

okres Trnava. Jadrom druhého regiónu sú okresy Dunajská Streda, Komárno a Nové Zámky (spojené na úrovni 26,1), neskôr sa k nim pričlenia ešte okresy Galanta a Levice. Všimnime si, že až po zjednotení oboch regiónov (na úrovni 12,8) sa k novému regiónu pripoja dovtedy izolované okresy Žiar nad Hronom a Nitra. Aj dvojica okresov Prievidza a Topoľčany (formujúca mikroregión na úrovni 16,9) stráca svoje izolované postavenie iba vo finálnej fáze zhlukovacieho procesu.

ZHRNUTIE

Aplikácia metód regionálnej taxonómie na údaje o migračných tokoch medzi slovenskými okresmi priniesla evidentne niekoľko zaujímavých poznatkov. Z empirického hľadiska sú významné predovšetkým tie, ktoré sa týkajú makroregionálnej dichotómie Slovenska. Z výsledkov funkčnej regionalizácie totiž jednoznačne vyplýva, že na území Slovenska môžeme vymedziť dva funkčné makroregióny, z ktorých jeden sa zhruba zhoduje s územím bývalého Východoslovenského kraja a druhý pokrýva zostávajúcu západnú časť Slovenska. Dôležité v tomto kontexte je aj zistenie, že tzv. stredné Slovensko (t. j. územie približne v rozsahu bývalého Stredoslovenského kraja) nevytvára jeden funkčne integrovaný celok, ale sa rozkladá na niekoľko funkčných regiónov zjednocujúcich sa iba v rámci celého západoslovenského makroregiónu. Pripomíname, že k analogickým záverom sme dospeli už v štúdii [2], v súvislosti s výskumom nodálnej štruktúry systému slovenských miest na báze diaľkových telefónnych hovorov.[2] Pre úplnosť však musíme priznať, že analýzou migračných dát sa nepotvrdila očakávaná funkčná integrita severného Slovenska.

Nemenej závažný výsledok funkčnej regionalizácie súvisí s existenciou početnej skupiny priestorových jednotiek, ktoré v priebehu zhlukovacieho procesu prejavujú, jednotlivo alebo v dvojčlenných skupinkách, relatívne vysoký stupeň izolácie. Spomenuli sme už, že do tejto skupiny môžeme zaradiť okresy Banská Bystrica, Dolný Kubín, Liptovský Mikuláš, Martin, Nitra, Prievidza, Topoľčany, Trnava, Zvolen a Žiar nad Hronom. Ako potvrdzuje rozbor priestorového rozloženia migračných tokov, hlavnou príčinou spomenutej separácie je skutočnosť, že všetky uvedené okresy sa vyznačujú veľmi širokým spektrom rovnomerne rozložených migračných kontaktov. V tejto súvislosti stojí za zmienku, že P. B. Slater [15] rozlišuje v kontexte migračných pohybov dva typy priestorových jednotiek. Priestorové jednotky vyššie uvedeného typu so širokou migračnou bázou nazýva kozmopolitnými jednotkami. Druhý typ tvoria tzv. provinčné priestorové jednotky, ktoré sa vyznačujú úzkou migračnou bázou a obmedzeným množstvom dominantných väzieb. Priestorové jednotky tohto typu sa integrujú už v začiatočných fázach zhlukovacieho procesu, takže spravidla fungujú ako kryštalizačné jadrá funkčných regiónov. Ako príklady môžeme uviesť trojicu okresov Dunajská Streda — Komárno — Nové Zámky na juhozápadnom Slovensku alebo štyri juhoslovenské okresy Lučenec, Rimavská Sobota, Rožňava a Veľký Krtíš. Slaterova typizácia predstavuje nepochyb-

---

[2] Veľmi podobné názory vyslovil v jednej zo svojich posledných štúdií aj M. Lukniš [8], ktorý na území Slovenska vymedzil dva nodálne regióny prvého rádu, nazvané Bratislavským a Košickým sklonom.

ne užitočný nástroj na analýzu migračných procesov. Otázkou však zostáva, v akej miere sa všetky tieto špecifické vlastnosti migračných tokov uplatňujú v celkovom obraze regionálnej štruktúry Slovenska.

Na záver našej štúdie pripojíme ešte jednu poznámku metodologického charakteru. Pri formulácii problému funkčnej regionalizácie sme zdôraznili, že pod pojmom funkčný región si predstavujeme nielen vnútorne koherentné, ale aj priestorovo súvislé územie. V regionálnej taxonómii sa požiadavka priestorovej súvislosti zvyčajne zabezpečí tak, že do zhlukovacích procedúr sa priamo zavedie doplňujúca podmienka susedstva priestorových jednotiek. Hoci v Slaterovej zhlukovacej procedúre sa podmienka susedstva pri zoskupovaní ZPJ explicitne neuvažovala, napriek tomu výsledkom každého kroku zhlukovacieho algoritmu boli priestorovo súvislé regióny. Tento zaujímavý rezultát, pozorovaný takmer pri všetkých aplikáciách Slaterovej metódy, pravdepodobne súvisí s relatívne silným vplyvom vzdialenosti na pokles intenzity migračných tokov medzi okresmi. Túto domnienku v našom prípade podporuje aj zistenie, že ani jeden silný komponent neobsahuje hrany, ktoré by spájali iné ako susedné okresy. Aj keď zhodnotenie vplyvu vzdialenosti na intenzitu priestorovej interakcie predstavuje jednu z nesmierne významných a príťažlivých bádateľských tém, vyžaduje si osobitnú, metodologicky odlišne orientovanú štúdiu.

LITERATÚRA

1. BACHARACH, M.: Biproportional matrices and input—ouput change. Cambridge 1970. — 2. BEZÁK, A.: Nodálna štruktúra systému slovenských miest. Geografický časopis, *33*, 1981, pp. 18—31. — 3. FIENBERG, S. E.: An iterative procedure for estimation in contingency tables. Annals of Mathematical Statistics, *41*, 1970, pp. 907—917. — 4. FISCHER, M. M.: Eine Methodologie der Regionaltaxonomie: Probleme und Verfahren der Klassifikation und Regionalisierung in der Geographie und Regionalforschung. Bremer Beiträge zur Geographie und Raumplanung, *3*, 1982. — 5. FISCHER, M. M.: Some fundamental problems in homogeneous and functional regional taxonomy. Bremer Beiträge zur Geographie und Raumplanung, *11*, 1987, pp. 267—282. — 6. FISCHER, M. M., SLATER, P. B.: Structuring relation matrices: hierarchical migration patterns in the Federal Republik of Germany. Bremer Beiträge zur Geographie und Raumplanung, *5*, 1984, pp. 174—201. — 7. HOLMES, J. H.: Dyadic interaction matrices: a review of transformation purposes and procedures. Progress in Human Geography, *2*, 1978, pp. 467—493. — 8. LUKNIŠ, M.: Regionálne členenie Slovenskej socialistickej republiky z hľadiska jej racionálneho rozvoja. Geografický časopis, *37*, 1985, pp. 137—163. — 9. NEŠETŘIL, J.: Teorie grafů. Praha 1979. — 10. FSÚ, ČSÚ, SŠÚ: Pohyb obyvateľstva v Slovenskej socialistickej republike v roku 1981, 1982, 1983, 1984, 1985. Československá štatistika, Rok 1982, zväzok 87/Dem 3, Rok 1983, zväzok 50/Dem 3, Rok 1984, zväzok 48/Dem 3, Rok 1985, zväzok 73/Dem 3, Rok 1986, zväzok 70/Dem 3. Bratislava 1982—1986.

11. SLATER, P. B.: A hierarchical regionalization of RSFSR administrative units using 1966—69 migration data. Soviet Geography, *16*, 1975, pp. 453—465. — 12. SLATER, P. B.: A hierarchical regionalization of Japanese prefectures using 1972 interprefectural migration flows. Regional Studies, *10*, 1976, pp. 123—132. — 13. SLATER, P. B.: Hierarchical internal migration regions of France. IEEE, Transactions on Systems, Man and Cybernetics, *6*, 1976, pp. 321—324. — 14. SLATER, P. B.: Migration regions of the Philippines. Geojournal, *6*, 1982, pp. 477—480. — 15. SLATER, P. B.: A partial hierarchical regionalization of 3140 US counties on the basis of 1965—1970 intercounty migration. Environment and Planning A, *16*, 1984, pp. 545—550. — 16. SPENCE, N. A., TAYLOR, P. J.: Quantitative methods in regional taxonomy. Progress in Geography, *2*, 1970, pp. 1—64.

Anton Bezák

MIGRATION FLOWS AND THE REGIONAL STRUCTURE OF SLOVAKIA: A HIERARCHICAL REGIONALIZATION

In this paper an attempt has been made to gain some insight into the regional structure of Slovakia using a 36 × 36 matrix of migration flows between administrative districts for the 1981—1985 period. This aim has been achieved by applying the procedure for the hierarchical functional regionalization popularized in regional taxonomy by P. B. Slater.

In the first of two principal stages of the regionalization procedure applied, the migration matrix was transformed by the iterative proportional fitting procedure (IPFP) to possess row and column sums of 100. In the second stage, the IPFP adjusted matrix was used as input for a clustering procedure based on the concept of the strong components of a directed graph (digraph). This procedure starts with a complete disconnected (edgeless) digraph of n vertices representing the n districts. By the sequential insertion of directed edges in correspondence to the entries of the IPFP adjusted matrix ordered by descending magnitude a series of digraph is obtained. Strong components (i. e. sets of mutually reachable vertices) of any digraph serve to identify functional regions. This process is continued until all vertices lie in a single strong component. In this study 72 edges were required to finish the clustering. The complete result is represented by a dendrogram (fig. 1) in which functional regions are integrated at the interaction level at which corresponding strong components join together. The functional regions obtained at some selected levels of interaction are depicted in figs. 2 to 7 by a series of digraph diagrams.

The results of the functional regionalization are important at least in three aspects. Firstly, they demonstrate that in general a hierarchy of functional migration regions can be identified in Slovakia. The main feature of this hierarchy can be seen from fig. 6 which presents the final partition of the set of 36 districts into two separate functional macroregions. First of them is comprised of 11 East-Slovakian districts, whereas the second one consists of 25 districts lying in the central and western part of Slovakia. As figs. 3 and 4 show, some well-defined functional regions can be also recognized within each of these macroregions. The majority of them is located in peripheral areas of Slovakia.

The second important result refers to a relatively numerous group of cosmopolitan districts. In the dendrogram these districts are isolated from all remaining ones at low interaction levels. Their external ties are uniformly distributed over a wide range of districts, indicating that they possess more a national than a regional identity. Examination of figs. 3 and 4 shows that the broadest migration bases are possessed by a set of districts situated in the central part of Slovakia.

Finally, it can be noted that the hierarchical clustering procedure has produced spatially continuous functional regions, though no contiguity constraint prohibiting disconnected regional taxa has been imposed.

Fig. 1. Hierarchical clustering of 36 Slovak districts.

Figs. 2 to 7. Digraph diagrams representing functional regions obtained at the following interaction levels: 18.5 (fig. 2), 14.3 (fig. 3), 13.4 (fig. 4), 12.0 (fig. 5), 10.7 (fig. 6), and 9.8 (fig. 7).

Translated by the author