

ŠTÚDIE

ANTON BEZÁK*

**MIGRAČNÉ TOKY A REGIONÁLNA ŠTRUKTÚRA SLOVENSKA:
NEHIERARCHICKÁ REGIONALIZÁCIA**

Anton Bezák: Migration Flows and the Regional Structure of Slovakia: A Non-Hierarchical Regionalization. Geogr. Čas., 43, 1991, 4, 3 Figs., 18 Refs.

The main objective of this paper is to evaluate an iterative non-hierarchical taxonomic procedure for identifying disjoint functional regions by applying it to a matrix of migration flows between administrative districts in Slovakia.

V štúdiu [4], uverejnenej v predchádzajúcom čísle Geografického časopisu, sme prezentovali jeden zo spôsobov využitia migračných dát pri funkčnej regionalizácii Slovenska. Pomocou jednoduchej regionálno-taxonomickej metódy sme sa pokúsili preniknúť do hierarchickej štruktúry migračných tokov medzi slovenskými okresmi a na tomto základe identifikovať hierarchicky usporiadaný systém funkčných regiónov. Hoci hierarchické metódy umožňujú v porovnaní s ostatnými taxonomickými metódami podrobnejšiu analýzu interakčných dát, získaný obraz regionálnej štruktúry nebýva vždy uspokojivý. Cieľom tohto príspevku je preto rozšíriť výsledky výskumu medziokresných migračných väzieb aplikáciou nehierarchických metód regionálnej taxonómie.

METODOLOGICKÁ BÁZA

Skôr ako pristúpime k stručnej charakteristike nehierarchických metód regionálnej taxonómie, zopakujeme niektoré základné pojmy a princípy funkčnej regionalizácie [8]. Predpokladajme, že je daná množina n základných priestorových jednotiek (v skratke ZPJ) a štvorcová interakčná matica stupňa n , ktorá obsahuje údaje o skúmaných tokoch medzi každou usporiadanou dvojicou ZPJ. Cieľom funkčnej regionalizácie je nájsť rozklad množiny ZPJ na niekoľko tried (nazývaných funkčné regióny), ktoré sú priestorovo súvislé a vnútorne koherentné vzhľadom na skúmaný druh priestorovej interakcie.¹

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

¹ Analogicky ako v štúdiu [4], budeme aj v tomto príspevku uvažovať iba disjunktné, t. j. vzájomne sa neprekrývajúce funkčné regióny.

Podľa toho, či funkčné regióny sú alebo nie sú usporiadané do hierarchického systému, rozlišujeme hierarchickú a nehierarchickú regionalizáciu. Regionálno-taxonomické metódy, určené na riešenie problémov hierarchickej regionalizácie, vytvárajú hierarchicky usporiadanú postupnosť rozkladov množiny ZPJ, v ktorej každý nasledujúci rozklad je zjemnením predchádzajúceho rozkladu. Pritom rozklad na najvyššej úrovni hierarchie reprezentuje jedna trieda tvorená celou množinou ZPJ a rozklad na najnižšej úrovni pozostáva zo systému jednoprvkových tried, z ktorých každá obsahuje práve jednu ZPJ. Ako príklad hierarchickej metódy funkčnej regionalizácie môžeme uviesť Slaterovu grafovú metódu [17] použitú v štúdiu [4].

Väčšina hierarchických metód sa pokúša optimalizovať proces vytvárania postupnosti rozkladov množiny ZPJ, a to buď prostredníctvom postupného zoskupovania priestorových jednotiek do väčších a väčších tried (aglomeratívne procedúry), alebo postupného rozdeľovania množiny ZPJ na menšie a menšie triedy (divizívne procedúry). Napriek tomu môžeme pozorovať, že obidva typy hierarchických metód vedú pri ľubovoľnom, vopred určenom počte tried k rozkladu, ktorý sa niekedy značne odlišuje od optimálneho rozkladu pri rovnakom kritériu kvality [1, p. 110]. Táto nepríjemná vlastnosť hierarchických metód je dôsledkom špecifického charakteru tvorby tried, pri ktorom sú úplne vylúčené presuny priestorových jednotiek medzi triedami. Inou nevýhodou hierarchických metód je značná ťažkopádnosť ich numerickej realizácie. S ňou sú spojené aj veľké nároky na čas a pamäť počítača, ktoré sa citeľne prejavujú už pri malých a stredne veľkých množinách ZPJ.

Všetky uvedené nedostatky spôsobujú, že v regionálnej taxonomii sa v poslednom období začína venovať zvýšená pozornosť nehierarchickým metódam. Tieto metódy sú numerickejšie, a preto majú omnoho menšie požiadavky na čas a pamäť počítača ako hierarchické metódy. Navyše sú mimoriadne vhodné na riešenie rozsiahlych nehierarchických problémov. Najcennejšia vlastnosť nehierarchických metód však spočíva v tom, že pre vopred určený počet tried umožňujú nájsť rozklad, ktorý je z určitého hľadiska optimálny.

Vo svetle predchádzajúcich úvah môžeme formulovať aj základnú úlohu *nehierarchickej funkčnej regionalizácie*. Ak je daná množina n priestorových jednotiek a interakčná matica stupňa n , potom cieľom nehierarchickej funkčnej regionalizácie je nájsť optimálny rozklad množiny ZPJ na vopred určený počet k tried (pričom $k < n$), ktoré sú priestorovo súvislé a vnútorne koherentné vzhľadom na skúmaný druh priestorovej interakcie.

Optimálnosť rozkladu sa v kontexte nehierarchických metód posudzuje na základe zvoleného kritéria, resp. funkcionálu kvality Z , definovaného na množine všetkých možných rozkladov. Optimálnym rozkladom sa potom nazýva taký rozklad, pri ktorom funkcionál Z nadobúda extrémnu hodnotu. Ak je daný nejaký rozklad množiny ZPJ na vopred určený počet k tried R_1, R_2, \dots, R_k , potom môžeme definovať celý rad funkcionálov jeho kvality [1, pp. 94–96]. Najznámejší a najpoužívanejší z nich je funkcionál súčtu vnútrotriednych rozptylov, definovaný vzťahom

$$Z = \sum_{i=1}^k \sum_{X_m \in R_i} d^2(X_m, \bar{X}_i), \quad (1)$$

kde k označuje počet tried, X_m bod v priestore atribútov reprezentujúci m -tú

priestorovú jednotku, \bar{X}_i ťažisko triedy R_i a d^2 štvorec euklidovskej vzdialenosti bodov uvedených v zátvorkách.²

Jedinou spoľahlivou cestou, ako nájsť optimálny rozklad množiny ZPJ na k priestorovo súvislých tried, je zostrojenie všetkých možných variantov rozkladu a ich zhodnotenie podľa zvoleného kritéria kvality. Ukazuje sa však (cf. [12]), že už pri relatívne malom počte ZPJ sa táto úloha prakticky nedá realizovať. Hlavným zmyslom konštrukcie rôznych nehierarchických metód je preto nájsť algoritmus umožňujúci zmenšiť počet variantov rozkladu, ktoré je potrebné preskúmať. Všetky nehierarchické metódy opísané v taxonomickej literatúre (napr. [2, 14, 18]) začínajú stanovením alebo odvodením nejakého začiatočného rozkladu skúmanej množiny objektov na zvolený počet tried. Tento rozklad sa potom iteratívne zlepšuje premiestňovaním objektov z triedy do triedy tak dlho, kým sa nezistí, že žiadne zlepšenie v zmysle zvoleného kritéria kvality sa už nedá dosiahnuť. Je zrejmé, že takýto postup vo všeobecnosti nevedie k absolútnemu, ale iba k lokálnemu extrému funkcionálu kvality.

Z prác M. M. Fischera a jeho spolupracovníkov [6, 8, 9] jednoznačne vyplýva, že najlepšie výsledky pri riešení nehierarchických regionálno-taxonomických problémov prináša tzv. horolezecká (*hill-climbing*) procedúra J. Rubina [10, 15, 16] v kombinácii s funkcionálom súčtu vnútrotriednych rozptylov Z . Analogicky ako všetky nehierarchické metódy aj Rubinova procedúra vychádza z určitého začiatočného rozkladu množiny ZPJ na k disjunktných a neprázdnych tried R_1, R_2, \dots, R_k ($k < n$), ktorý sa postupne zlepšuje v niekoľkých iteračných cykloch. V priebehu s -tého cyklu ($s \geq 1$) sa každá ZPJ postupne premiestňuje z pôvodnej triedy do každej z ostatných tried. Pritom sa sleduje, či jej zaradenie do niektorej inej triedy nespôsobí pokles hodnoty funkcionálu Z . Definitívny presun m -tej priestorovej jednotky z triedy R_i do triedy R_j sa uskutoční vtedy, ak sú splnené nasledujúce dve podmienky. Po prvé, ak platí nerovnosť

$$\frac{n_j}{n_j + 1} d^2 (X_m, \bar{X}_j) < \frac{n_i}{n_i - 1} d^2 (X_m, \bar{X}_i), \quad (2)$$

kde n_i [resp. n_j] je počet ZPJ v triede R_i [resp. R_j] a po druhé, ak toto premiestnenie vedie k maximálnemu poklesu hodnoty funkcionálu Z v rámci všetkých možných presunov m -tej jednotky, ktoré vyhovujú nerovnosti (2). Po premiestnení priestorovej jednotky sa vytvorí nový rozklad množiny ZPJ a vypočítajú sa nové súradnice ťažísk tried R_i a R_j . Ak sa pri presunoch m -tej jednotky nedosiahne zníženie hodnôt funkcionálu Z , pôvodné začlenenenie tejto jednotky sa nezmení a do úvahy sa vezme ďalšia priestorová jednotka. Iteračný cyklus sa opakuje dovtedy, kým sa nedosiahne stabilná konfigurácia ZPJ, pri ktorej v priebehu jedného cyklu nedochádza k žiadnym presunom priestorových jednotiek [8, pp. 176—179].

Z predchádzajúceho výkladu je zrejmé, že opísaný algoritmus sa v nezmene-

² Ťažiskom \bar{X}_i triedy R_i rozumieme bod, ktorého súradnice sú priemernými hodnotami príslušných súradníc všetkých bodov patriacich do tejto triedy.

nej podobe dá využiť iba na riešenie problémov regionálnej typizácie, v rámci ktorých nie je potrebné prihliadať na susedstvo premiestňovaných jednotiek. Pri riešení regionalizačných problémov musíme však algoritmus modifikovať, pretože cieľom každej regionalizácie je vymedziť priestorovo súvislé triedy ZPJ. Podstata modifikácie spočíva v tom, že okrem splnenia oboch uvedených podmienok požadujeme, aby sa pri definitívnom premiestnení m -tej jednotky z R_i do R_j zachovala priestorová súvislosť každej z týchto tried. Okrem toho musíme zabezpečiť, aby aj začiatočný rozklad množiny ZPJ bol rozkladom na priestorovo súvislé regióny.

Napokon nám ostáva ešte upresniť, ako postupujeme pri aplikácii nehierarchických metód na interakčné dáta obsiahnuté v matici $\mathbf{T} = [t_{ij}]$, kde t_{ij} ($i, j = 1, 2, \dots, n$) označuje tok z i -tej do j -tej priestorovej jednotky. Jeden z možných spôsobov aplikácie sa opiera o myšlienku interpretácie interakčnej matice ako matice atribútov v tom zmysle, že stĺpcom tejto matice sa prisúdi charakter atribútov priestorových jednotiek (cf. [5]). Potom za mieru podobnosti (presnejšie nepodobnosti) dvoch priestorových jednotiek i a j môžeme zvoliť euklidovskú vzdialenosť $d(X_i, X_j)$ dvoch korešpondujúcich bodov X_i a X_j v n -rozmernom priestore atribútov, definovanú formulou

$$d(X_i, X_j) = \left[\sum_{m=1}^n (t_{im} - t_{jm})^2 \right]^{1/2}. \quad (3)$$

Je zrejmé, že $d(X_i, X_j)$ je mierou nepodobnosti jednotiek i a j vzhľadom na rozloženie tokov vychádzajúcich z týchto jednotiek a smerujúcich do všetkých ostatných ZPJ. Výsledné funkčné regióny môžeme potom interpretovať ako triedy priestorových jednotiek s podobným rozložením interakčných väzieb.

DÁTA A VÝSLEDKY

V úvode sme už naznačili, že dátovú bázu našej štúdie tvoria opäť údaje o migračných tokoch medzi slovenskými okresmi v období 1981—1985, ktoré sme použili pri aplikácii hierarchických metód v predchádzajúcom príspevku [4]. Pre úplnosť iba pripomenieme, že v záujme priestorovej komparability sú okresy Bratislava-vidiek a Košice-vidiek zlúčené s korešpondujúcimi mestskými okresmi, takže množina ZPJ pozostáva z 36 priestorových jednotiek.

Pôvodná interakčná matica, obsahujúca údaje o počte osôb migrujúcich medzi každou usporiadanou dvojicou ZPJ v pozorovanom období, sa pred aplikáciou nehierarchickej metódy transformovala pomocou Fienbergovej procedúry IPFP [7]. Účelom tejto transformácie bolo odstrániť nepriaznivé efekty spôsobené rôznou veľkosťou priestorových jednotiek, ktoré sa môžu prejaviť prostredníctvom značných diferencií v riadkových a stĺpcových súčtoch pôvodnej matice. Transformovaná interakčná matica sa potom interpretovala ako matica atribútov tak, že riadky matice sa považovali za ZPJ a stĺpce matice za ich atribúty. Keďže všetky riadkové a stĺpcové súčty transformovanej matice sa rovnajú hodnote 100, pred zavedením miery podobnosti priestorových jednotiek nebola potrebná žiadna ďalšia štandardizácia dát.

V snahe získať výsledky funkčnej regionalizácie pre rôzne úrovne priestorovej mierky, uvažovali sme päť rôznych alternatív pri stanovení počtu tried, a

to $k = 2, 4, 6, 8$ a 10 . Pri každej alternatívnej hodnote k sme navyše vychádzali z troch rôznych typov začiatočných rozkladov množiny ZPJ, označených symbolmi A, B a C. Začiatočné rozklady typu A sú totožné s rozkladmi, ktoré sme získali v štúdiu [4] Slaterovou hierarchickou metódou pre daný počet tried. Rozklady typu B sa opierajú o výsledky štúdie [3], venovanej analýze nodálnej štruktúry systému slovenských miest. Napokon pri odvodení rozkladov typu C sme postupovali nasledujúcim spôsobom: rozklady pre $k = 2$ a $k = 4$ sme prevzali zo štúdie M. Lukniša [13], rozklad pre $k = 6$ zodpovedá administratívne členeniu Slovenska na šesť krajov v roku 1949, rozklad pre $k = 8$ je miernou modifikáciou začiatočného rozkladu typu B pre rovnaký počet tried a rozklad pre $k = 10$ odzrkadľuje členenie Slovenska na desať pod oblastí v monografii V. Häuflera [11, pp. 531, 548 a 564].

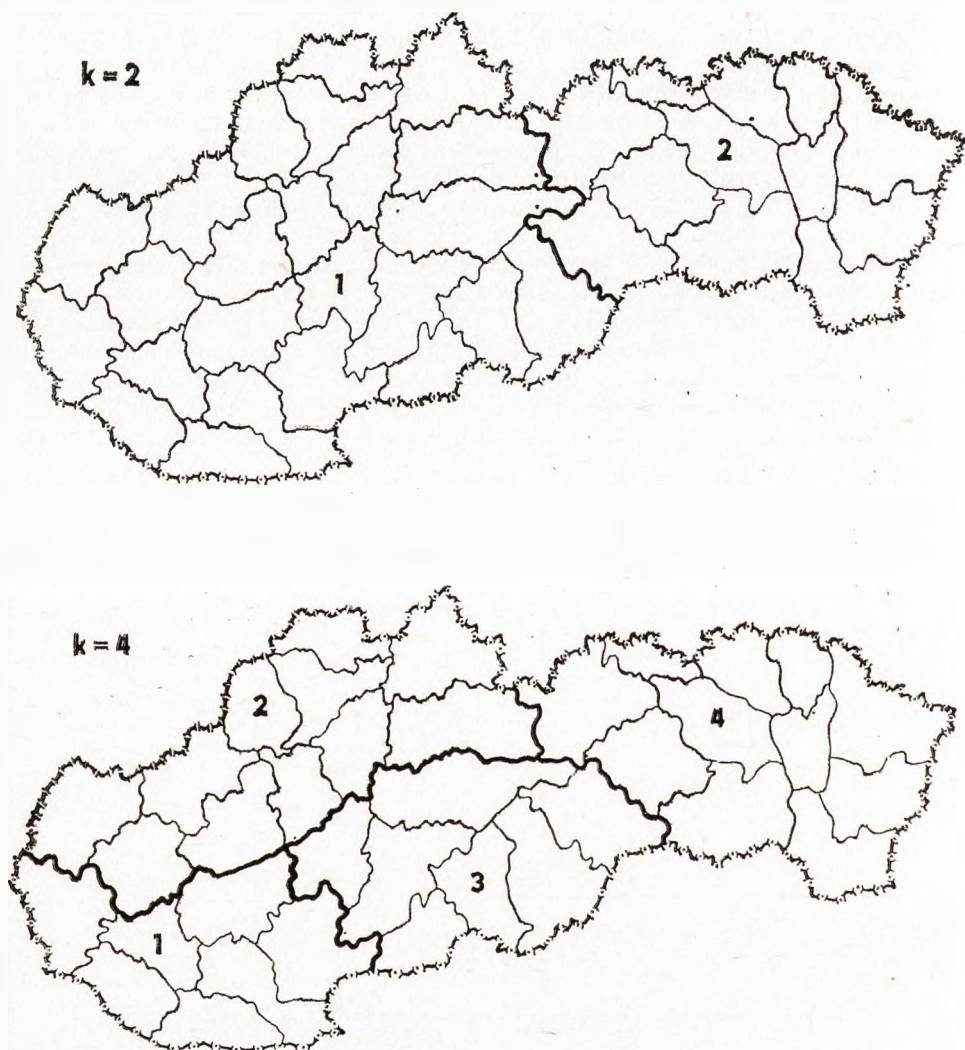
Hlavné výsledky všetkých 15 funkčných regionalizácií získané modifikovanou Rubinovou metódou sú zhrnuté v tab. 1, ktorá okrem hodnoty funkcionálu Z udáva aj počet iteračných cyklov potrebných na získanie stabilného rozkladu. Z údajov tejto tabuľky vidieť, že k najlepším výsledkom v zmysle minimalizácie funkcionálu Z vedú začiatočné rozklady typu B a s výnimkou $k = 10$ aj rozklady typu C. Naproti tomu rozklady typu A sa jednoznačne prejavujú ako najmenej výhodné, a to nielen vzhľadom na hodnoty funkcionálu Z , ale aj vo vzťahu k počtu iteračných cyklov potrebných na dosiahnutie stabilnej konfigurácie ZPJ.³ Za výsledné optimálne rozklady môžeme teda pokladať všetky

Tab. 1. Zhodnotenie výsledkov alternatívnych regionalizácií

Počet tried	Začiatočný rozklad	Funkcionál Z	Počet iteračných cyklov
2	A	2,332	2
	B	2,332	1
	C	2,332	2
4	A	2,033	7
	B	1,875	4
	C	1,875	4
6	A	1,667	8
	B	1,641	4
	C	1,641	4
8	A	1,487	9
	B	1,476	3
	C	1,476	4
10	A	1,369	9
	B	1,301	4
	C	1,347	4

³ Príčinu malej úspešnosti začiatočných rozkladov typu A musíme hľadať v špecifických vlastnostiach Slaterovej hierarchickej metódy, ktorá okrem dobre identifikovateľných funkčných regiónov, pozostávajúcich z niekoľkých ZPJ, produkuje aj značný počet jednoprvkových tried strácajúcich svoje izolované postavenie iba vo finálnych fázach zhlučovacieho procesu.

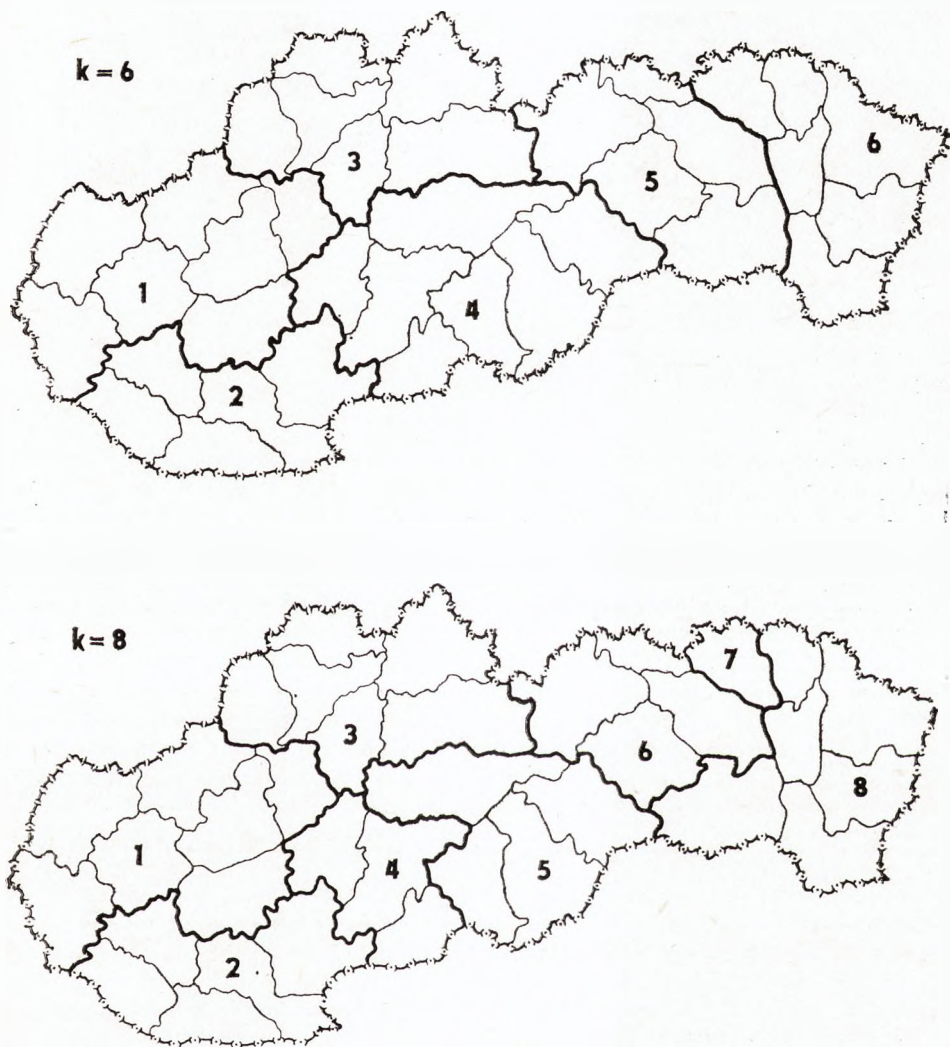
stabilné konfigurácie vychádzajúce zo začiatočných rozkladov typu B. Korešpondujúce funkčné regióny pre všetky uvažované hodnoty k sú graficky znázornené na obr. 1 až 3.



Obr. 1. Funkčná regionalizácia Slovenska pre $k = 2$ a $k = 4$.

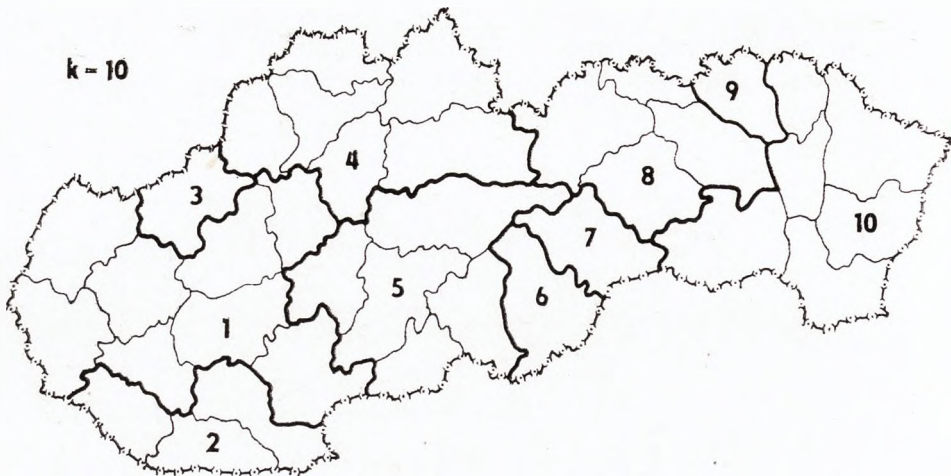
Výsledky nehierarchickej funkčnej regionalizácie neprinesli žiadne prekvapujúce alebo neočakávané poznatky. Všetky alternatívne začiatočné rozklady pre $k = 2$ vedú k zhodnému členeniu Slovenska na dva funkčné makroregióny.

V prípade štyroch tried je pozoruhodné iba rozšírenie severoslovenského regiónu o päť ďalších okresov, ktoré v porovnaní s ostatnými okresmi juhozápadného Slovenska prejavujú značný stupeň odlišnosti v orientácii migračných



Obr. 2. Funkčná regionalizácia Slovenska pre $k = 6$ a $k = 8$.

tokov. Tento poznatok potvrdzujú napokon aj výsledky regionalizácie na šesť funkčných regiónov, z ktorých jeden vytvára práve skupina spomenutých okresov. Členenie pre $k = 8$ sa od predchádzajúceho variantu odlišuje iba rozdele-



Obr. 3. Funkčná regionalizácia Slovenska pre $k = 10$.

ním stredojuhoslovenského regiónu na dve časti a výskytom „funkčného“ regiónu pozostávajúceho z jediného okresu (Bardejov). Ďalšie tri jednoprvkové regionálne triedy sa objavujú v prípade $k = 10$, ktorý inak neprináša žiadnu novú informáciu o regionálnej štruktúre Slovenska.

Výskyt regionálnych tried pozostávajúcich zo separátnych priestorových jednotiek si zasluhuje hlbšiu pozornosť. Analýza vzdialeností medzi ťažiskami jednotlivých tried v priestore atribútov pre $k = 8$ a $k = 10$ totiž odhaľuje, že existencia jednoprvkových tried nemusí byť vždy iba prejavom osobitného postavenia niektorých ZPJ v skúmanom systéme. V prípade $k = 10$ sme napríklad zistili, že jednoprvkovú triedu 7, pozostávajúcu z okresu Rožňava, oddeľuje len veľmi malá vzdialenosť od ťažiska triedy 5. Ak by v priebehu iteračného procesu bolo možné zmeniť počet tried, nepochybne by došlo k zrušeniu triedy 7 a k začleneniu okresu Rožňava do triedy 5. Vidíme teda, že v prípade jednoclenných funkčných regiónov ide často o numerický artefakt spôsobený nevyhnutnosťou zachovať vopred určený počet tried.

Prí porovnávaní výsledkov hierarchickej a nehierarchickej regionalizácie musíme mať na zreteli, že mnohé diferencie môžu byť spôsobené aj odlišným chápaním vnútornej koherencie regionálnych tried pri vytváraní rozkladov množiny ZPJ. V rámci Slaterovej hierarchickej metódy sa ZPJ zoskupujú do tried na základe obojstranne intenzívnych tokov medzi dvoma priestorovými jednotkami, pričom väzby týchto jednotiek s ostatnými ZPJ sa neuvažujú. V Rubinovej nehierarchickej metóde sa naproti tomu explicitne prihliada na podobnosti (resp. nepodobnosti) v rozložení tokov, ktoré vychádzajú z daných dvoch jednotiek a smerujú do *všetkých* ostatných ZPJ. Neprekvapuje preto zistenie, že v tej istej situácii môže jedna z metód vymedziť dobre identifikovateľný funkčný región a druhá iba skupinu izolovaných priestorových jednotiek.

Prihliadajúc na rozdielne vlastnosti hierarchických a nehierarchických metód, pokúsime sa zhrnúť výsledky funkčnej regionalizácie Slovenska získané

aplikáciou obidvoch regionálno-taxonomických metód na dáta o medziokresných migráciách. V prvom rade musíme upozorniť na základnú makroregionálnu dichotómiu Slovenska, prejavujúcu sa v členení jeho územia na dva funkčné makroregióny. Hranica oddeľujúca tieto dva regionálne celky je pomerne ostrá, problematická je iba regionálna príslušnosť okresu Rožňava. V rámci východoslovenského makroregiónu sa dajú dobre identifikovať dva funkčné regióny. Do prvého z nich patria okresy Poprad, Prešov, Spišská Nová Ves a Stará Ľubovňa, druhý pozostáva z okresov Bardejov, Humenné, Michalovce, Svidník, Trebišov a Vranov nad Topľou. Obidva regióny sa vyznačujú sieťou pomerne silných vnútroregionálnych väzieb spájajúcich predovšetkým dvojice susedných okresov. Nejednoznačné postavenie vo východoslovenskom makroregióne zaujíma okres Košice, inklinujúci pravdepodobne viac k druhému ako k prvému regiónu.

V západoslovenskom makroregióne sa vynárajú štyri funkčné regióny približne rovnakej veľkosti. Prvý z nich tvoria severoslovenské okresy Čadca, Dolný Kubín, Liptovský Mikuláš, Martin, Považská Bystrica a Žilina, ktoré sa v kontexte nehierarchickej regionalizácie prejavujú ako mimoriadne súdržná a stabilná regionálna trieda s viac-menej nodálnym charakterom vnútroregionálnych väzieb nasmerovaných do okresu Žilina a v menšej miere aj do okresu Martin. Zdá sa, že práve táto skutočnosť spôsobuje, že pri hierarchickej regionalizácii Slaterovou metódou sa územie severného Slovenska rozpadá na niekoľko zdanlivo izolovaných mikroregiónov. Druhý funkčný región, rozprestierajúci sa zväčša v južnej časti Stredoslovenského kraja, združuje okresy Banská Bystrica, Lučenec, Rimavská Sobota, Rožňava, Veľký Krtíš, Zvolen a Žiar nad Hronom. Relatívne najsilnejšie migračné väzby pozorujeme v najjužnejšej časti tohto územia, kde hierarchická metóda odhaľuje separátne funkčný subregión s lineárnou sieťou väzieb spájajúcich okresy Veľký Krtíš, Lučenec, Rimavská Sobota a Rožňava.

Charakteristickou črtou tretieho funkčného regiónu, ležiaceho na juhozápadnom Slovensku a zahŕňajúceho okresy Dunajská Streda, Galanta, Komárno, Levice a Nové Zámky, sú mimoriadne silné väzby takmer medzi všetkými dvojicami okresov. Pre štvrtý funkčný región, pozostávajúci z okresov Prievidza, Senica, Topoľčany, Trenčín a Trnava, je naproti tomu príznačná voľná sieť vzájomných väzieb a značný stupeň podobnosti v orientácii migračných tokov so severoslovenskými okresmi. Sporné zostáva regionálne zaradenie okresov Bratislava a Nitra, ktoré pomerne intenzívne interagujú s obidvoma susednými regiónmi.

ZÁVER

V dvoch vzájomne nadväzujúcich štúdiách sme sa pokúsili demonštrovať užitočnosť hierarchických i nehierarchických metód regionálnej taxonómie pri vymedzovaní funkčných regiónov na základe migračných dát. Výsledky našich štúdií ukazujú, že regionálno-taxonomické metódy oboch kategórií môžu slúžiť ako cenné nástroje funkčnej regionalizácie. Hoci nehierarchické metódy majú v porovnaní s hierarchickými metódami niekoľko závažných predností, zdá sa, že presné a spoľahlivé výsledky môžeme získať iba v ich vzájomnej kombinácii. Existencia zdanlivo separovaných jednoprvkových tried naznačuje navyše

potrebu súčasnej aplikácie špeciálnych nehierarchických procedúr, ktoré umožňujú zlučovanie a rozdeľovanie tried v priebehu regionalizačného procesu.

V súvislosti s výskumom regionálnej štruktúry Slovenska chceme zdôrazniť, že štúdium jej funkčných aspektov nepokladáme ani zďaleka za uzavreté. Otvorenou otázkou je napríklad zhoda získaných poznatkov s výsledkami funkčnej regionalizácie, ktorá vychádza z odlišných interakčných dát. Mimoriadnu pozornosť vzbudzuje aj problém stability funkčnej regionalizácie v časovom priebehu. Pomerne dlhý časový rad pozostávajúci z publikovaných dát o medziokresných migráciách vytvára pre takéto štúdium nezvyčajne priaznivé predpoklady.

LITERATÚRA

1. AJVAZJAN, S. A., BEŽAJEVOVÁ, Z. I., STAROVEROV, O. V.: Metody vícerozmerné analýzy. Praha 1981. — 2. ANDERBERG, M. R.: Cluster analysis for applications. New York 1973. — 3. BEŽÁK, A.: Nodálna štruktúra systému slovenských miest. Geografický časopis, 33, 1981, pp. 18—31. — 4. BEŽÁK, A.: Migračné toky a regionálna štruktúra Slovenska: hierarchická regionalizácia. Geografický časopis, 43, 1991, pp. 193—202. — 5. BROWN, L. A., ODLUND, J., GOLLEDGE, R. G.: Migration, functional distance, and the urban hierarchy. Economic Geography, 46, 1970, pp. 472—485. — 6. ERTL, H., FISCHER, M. M., WOHLSCHLÄGL, H.: A methodological approach for large regional taxonomic problems: spatial patterns of population development in Austria. Papers of the Regional Science Association, 44, 1980, pp. 119—135. — 7. FIENBERG, S. E.: An iterative procedure for estimation in contingency tables. Annals of Mathematical Statistics, 41, 1970, pp. 907—917. — 8. 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. — 9. FISCHER, M. M., DROTH, W.: Factorial ecology versus cluster analysis: the intra-urban residential structure of the city of Hamburg. Bremer Beiträge zur Geographie und Raumplanung, 8, 1986, pp. 99—121. — 10. FRIEDMAN, H. P., RUBIN, J.: On some invariant criteria for grouping data. Journal of the American Statistical Association, 62, 1967, 1159—1178.

11. HÄUFLER, V.: Ekonomická geografie Československa. Praha 1984. — 12. KEANE, M.: The size of the region-building problem. Environment and Planning A, 7, 1975, 575—577. — 13. LUKNIŠ, M.: Regionálne členenie Slovenskej socialistickej republiky z hľadiska jej racionálneho rozvoja. Geografický časopis, 37, 1985, pp. 137—163. — 14. LUKASOVÁ, A., ŠARMANOVÁ, J.: Metody shlukové analýzy. Praha 1985. — 15. RUBIN, J.: An approach to organizing data into homogeneous groups. Systematic Zoology, 15, 1966, pp. 169—183. — 16. RUBIN, J.: Optimal classification into groups: an approach for solving the taxonomy problem. Journal of Theoretical Biology, 15, 1967, 103—144. — 17. SLATER, P. B.: A hierarchical regionalization of Japanese prefectures using 1972 interprefectural migration flows. Regional Studies, 10, 1976, pp. 123—132. — 18. SPATH, H.: Cluster analyses algorithms for data reduction and classification of objects. Chichester 1980.

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

The aim of this paper has been to evaluate an iterative non-hierarchical taxonomic procedure for identifying disjoint functional regions. The problem of non-hierarchical functional regionalization has been viewed as a problem of determining the optimal partitioning of the set of n basic spatial units (BSU's) into k ($k < n$) disjoint and non-empty subsets (functional regions), in such a manner that the individual regions are as coherent in relation to interaction data as possible.

The data used for identifying functional regions refer to 36 administrative districts (= BSU's) of Slovakia and represent interdistrict migration flows for the 1981–1985 period. The original migration matrix was first transformed by the iterative proportional fitting procedure (IPFP) to possess row and column sums of 100. Then the IPFP adjusted matrix was interpreted as an attribute matrix (rows = BSU's, columns = attributes) and used as input for the contiguity constrained hill-climbing strategy HC-Z1-REG [see [8]]. This iterative non-hierarchical procedure modifies an initial partition of the set of BSU's into k regions by reallocating single BSU's from one region to another region where the iteration process is based upon minimizing the within-regional variance.

In order to gain the results for distinct spatial scales, five different numbers of functional regions were chosen ($k = 2, 4, 6, 8$ and 10). For each k the three different types of initial partitions were selected, namely partitions produced by Slater's hierarchical regionalization procedure in [4] (type A), partitions derived from another author's study [3] concerning the nodal structure of the Slovak urban system (type B), and, finally, partitions completed on the basis of several empirical sources (type C). The results of the 15 functional regionalizations are shown in tab. 1. It is obvious that the best results are always produced by the initial partitions of type B. The corresponding functional regions are displayed in figs. 1 to 3.

Two main conclusions can be drawn from this study. Firstly, the empirical interpretation of the results obtained indicates that HC-Z1-REG strategy is a valuable analytical tool for identifying functional regions. Secondly, the complete understanding of regional structure of Slovakia can be achieved only by combination of both hierarchical and non-hierarchical taxonomic methods.

Tab. 1. Evaluation of the alternative final partitions (number of regions, type of initial partition, variance criterion value, number of iteration cycles).

Figs. 1 to 3. Functional regionalization of Slovakia for different values of k .

Translated by the author