

NÁSTROJE GEOGRAFICKÝCH INFORMAČNÝCH SYSTÉMOV V DEMOGEOGRAFICKOM VÝSKUME A PRAXI

Dagmar KUSENDOVÁ, Ivica PAULOVICHOVÁ

Katedra humánnej geografie a demogeografie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského
Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, Slovenská republika
kusendova@fns.uniba.sk, paulovicova@fns.uniba.sk

Abstrakt

Geografické Informačné Systémy (GIS), resp. geografická informačná veda (GISciences) prenikli do geografie obyvateľstva, resp. demogeografie v dvoch základných formách, a to ako súhrn geoinformačných technológií a metód, ktoré sa uplatňujú najmä pri tvorbe, údržbe a distribúcii demografických priestorových databáz - demogeodatabáz. Ide v podstate o tvorbu a distribúciu štandardizovaných geoinformačných, resp. geografických údajových báz v medzinárodnom a národnom meradle spolu s tvorbou príslušných obslužných programov s vybranými funkciami programov GIS, ktoré umožňujú používateľom získať a kartograficky prezentovať jednoduchým spôsobom relevantnú a aktuálnu geografickú informáciu. Vzťah demogeografie (ako jednej z dôležitých subdisciplín humánnej geografie) ku GIS je osobitý v tom, že množstvo teoretických a metodologických aspektov implementovaných a vyvíjaných v prostredí GIS súvisí s vývojovými prúdmi alebo metódami výskumu a aplikáciami demogeografie, ktoré navodzujú nové spojenia v oblasti ďalších výskumných a praktických programov. Čo poskytujú nástroje združené pod názvom GIS pre demogeografickú, resp. demografickú prax a výskum a naopak? Odpoveď na túto otázku nie je jednoduchá napriek faktu, že demografické údaje sú veľmi často spracúvané a prezentované pomocou GIS. Naším cieľom je pokúsiť sa odpovedať na uvedenú otázku cez prizmu skúseností humánneho geografa, resp. demogeografa vo väzbe na predchádzajúce projekty a skúsenosti v tejto oblasti.

Kľúčové slová: geografické informačné systémy; demogeografia; demogeografické dáta; kvantitatívna geografia; priestorová autokorelácia

Abstract

Geographic Information Systems (GIS) or Geographic Information Science (GIScience) entered demogeography or geodemographics in two basic forms: as a synergy of geoinformatic technologies and methods, applicable in creation, store and distribution of demogeographic databases. Actually, it is about the creation and distribution of standardized geoinformatic or geographic data in international and national levels together with the creation of respective serving programs with selected types of program GIS which allow users to get and to present cartographically the relevant and actual geographical information in a simple way. The relationship of demogeography (as one subdiscipline of human geography) to the GIS is quite special because the number of theoretical and methodological aspects implemented and developed in the GIS environment depends on its development trends or research methods and applications that call for a new synergy between both fields in future research and practical efforts. What is the outcome that provides the tools united under the name geographic informational systems for demogeography or demographical science and practice and vice-versa? The answer to this question is not immediately obvious, in spite of the fact that demographical data are quite frequently processed and represented with the help of GIS. Our goal is to look at this issue through the prism of a human geographer or demogeographer with reference to earlier works on this topic.

Keywords: geographical information systems; demogeography; demogeodata; quantitative geography, spatial autocorrelation;

1. ÚVOD

Spracovanie, distribúciu a prezentáciu údajov o obyvateľstve čoraz intenzívnejšie ovplyvňujú informačné a komunikačné technológie nevynímajúc použitie geografických informačných systémov (GIS). Je zaujímavé sledovať, čo poskytujú nástroje GIS demogeografickej praxi a výskumu, resp. naopak o to viac, že demogeografické dáta sú najčastejšie analyzované a prezentované dáta pomocou nástrojov GIS, či už tradičnými alebo novými kartografickými

modelmi [1]. GIS prenikli do geografie obyvateľstva (demogeografie) v dvoch základných vzájomne prelínajúcich sa formách, a to ako súhrn geoinformačných technológií a metód na:

1. zber, integráciu, údržbu, mapovú prezentáciu a distribúciu demografických priestorových databáz,
2. analýzu a vedeckú vizualizáciu demogeografických dát a informácií.

V prvom prípade ide o tvorbu a distribúciu štandardizovaných databáz o obyvateľstve spolu s tvorbou príslušných obslužných programov s vybranými funkciami programov GIS, ktoré umožňujú používateľom jednoduchým spôsobom získať a kartograficky prezentovať potrebné informácie najčastejšie formou tradičných kartogramových a diagramových máp. V druhom prípade ide o riešenie vzájomnej interakcie geografickej vedy a GIS, kde množstvo teoretických a metodologických aspektov implementovaných a vyvíjaných v prostredí GIS úzko súvisí s vývojovými prúdmi a metódami výskumu kvantitatívnej a teoretickej geografie. To podnecuje nové spojenia v oblasti ďalších výskumných smerov a tvorby programov GIS v doméne priestorových analýz a modelovania humánogeografických procesov a javov. Naším cieľom je pokúsiť sa poskytnúť prehľad trendov v tejto oblasti s dôrazom na slovenskú geografickú komunitu.

2. GEOGRAFICKÝ INFORMAČNÝ SYSTÉM AKO INTEGRAČNÝ A VIZUALIZAČNÝ NÁSTROJ DEMOGRAFICKÝCH DÁT

Už v roku 2005 sa predpokladalo, že v nasledujúcich troch rokoch bude generovaných viac dát než za celú históriu ľudstva, a to najmä prostredníctvom rôznych senzorov alebo monitorovacích systémov [2]. Ak boli donedávna demografické dáta zberané najmä priebežnými a cenzovými štatistickými zisťovaniami (primárne zdroje dát o obyvateľstve), požiadavky praxe, procesy informačnej globalizácie a širšej využiteľnosti dát o obyvateľstve zvyšujú tlak na zber dát novými postupmi a technológiami. Ide o sekundárne demogeografické dátové zdroje z diaľkového prieskumu Zeme (DPZ), mobilných zariadení a environmentálneho monitoringu. Zjednocuje sa forma, postupy a organizácia zberu, spracovania a prezentácie demografických dát v „informačnej diaľnici“ nielen v globálnej, ale aj regionálnej a lokálnej mierke z primárnych aj sekundárnych zdrojov. Zvyšuje sa tlak na harmonizáciu a kvalitu obsahu štatistických databáz a na štatistické služby, aby poskytovali aktuálne demografické informácie prostredníctvom internetu v kombinovanej forme (mapa, tabuľka, graf, text) a začlenili ich do národnej a nadnárodnej infraštruktúry priestorových informácií s cieľom viacnásobného použitia vo verejnej správe. Osobitný význam v zjednocovaní postupov a spôsobov zberu, spracovania a distribúcie dát pomocou GIS predstavujú iniciatívy a nariadenia Európskej únie, resp. Eurostatu. Z nich je významná najmä tvorba Infraštruktúry pre priestorové informácie v Európskom spoločenstve (INSPIRE) v súlade so Smernicou Európskeho parlamentu a Rady 2007/2/ES a príslušnými Nariadeniami komisie Európskej únie [3], kde finišuje harmonizácia a integrácia priestorových štatistických referenčných jednotiek (NUTS, adresy), špecifikácia témy rozmiestnenia obyvateľstva a demografie Anexu III, ako aj tvorba európskej demogeografickej siete (European population grid) na báze dát z cenzov [4]. Pre demogeografické aplikácie je perspektívna tvorba veľkomierkových geodatabáz na báze identifikácie sídelných štruktúr z medzinárodných programov mapovania Zeme, ktorých praktické využitie zatiaľ naráža na nedostatočnú kvalitu a neprístupnosť [5]. Výpovednej hodnote rôznych sídelných jednotiek a štruktúr Slovenska, v kontexte ich praktického použitia pri identifikácii rozmiestnenia obyvateľstva a delimitácii rurálnych a urbanizovaných štruktúr sa venujú [6, 7]. Významnému problému modifikovateľnosti územných jednotiek (*modifiable areal unit problem*), ktorý rieši vplyv agregácie, resp. deagregácie priestorových jednotiek vo vertikálnom aj horizontálnom smere na výsledky priestorových analýz a modelovania grafických dát, sa venuje množstvo prác, ktoré sumarizuje A. Bezák [8] a rieši na príklade harmonizácie a areálovej transformácie územných jednotiek Slovenska M. Madajová [9]. Populačné prognózy tvoria významnú časť demografie, pričom regionálne prognózy ich obohacujú o priestorový rozmer. Otázke vhodných priestorových jednotiek pre regionálne prognózovanie populácií sa venuje [10].

2.1 VEDECKÁ GEOVIZUALIZÁCIA DÁT

V oblasti spracovania geograficky "referencovaných" dát, včítane tých, ktoré sa viažu na obyvateľstvo, sa intenzívne rozpracúvajú postupy zamerané na tvorbu automatizovaných etáp spracovania, analýzy a grafickej prezentácie – počítačovej vizualizácie pomocou účelových programových systémov. Tematická šírka demografických a geografických databáz viedla k intenzívnemu využívaniu vizualizačných techník, ktorých vývoj ide ruka v ruku s využitím snímok, videozáznamov, rozvojom dynamických modelačných nástrojov a realistickejších troj-, štvor- a viacrozmerých techník animácie založených na čoraz výkonnejšej technike [2]. Dôraz na vedecko-výskumný aspekt tvorby vizualizačných expertných počítačových systémov vyústil do vedeckej formy vizualizácie označovanej

ako *vedecká geovizualizácia* (scientific geovisualization) [12, 13]. Ide o použitie vizuálnych zobrazení v podobe elektronických máp, hypermáp a ďalších geografických modelov na monitore počítača s cieľom efektívne spracovávať, skúmať, analyzovať, syntetizovať a prezentovať informácie s geografickou lokalizáciou v príslušnom geografickom referenčnom systéme [14]. Vývoj geovizualizácie je úzko spätý s interdisciplinárnou spoluprácou kartografov, geografov, počítačových grafikov, (geo)štatistikov, geoinformatikov a ďalších odborníkov zaoberajúcich sa tvorbou počítačových programov pre integráciu, prieskum, analýzu a vizualizáciu rozsiahlych geografických databáz. S rozvojom nových a výkonnejších informačných a komunikačných technológií sa pôvodná úloha digitálnych foriem máp vo funkcii geografických databáz a prezentačného média rozširuje o nové možnosti, ktoré umožňujú ich používateľom aktívnu interakciu a dynamické zobrazovanie informácií, ktoré sú pre používateľa zaujímavé, inšpiratívne, vysvetľujúce. *Exploratívna geovizualizácia* (*exploring geovisualization*), ako súčasť vedeckej geovizualizácie, sa stala významným nástrojom prieskumu rozsiahlych geografických databáz s vyústením do využitia GIS pre sofistikované prezentácie modelovaných geografických objektov a javov s cieľom stimulovať zrakové zmysly erudovaného používateľa, vďaka ktorým rýchlejšie a ľahšie získa hľadané informácie, trendy, charakteristiky, vzťahy, hodnotí nadobudnuté poznatky, odvodzuje hypotézy a nachádza nové riešenia [2]. Poskytuje všetkým, pre ktorých sú mapy, diagramy a grafy integrálnou súčasťou vedeckého výskumu, nástroje na ich vedeckú prezentáciu, iniciuje ďalší výskum. Techniky, ktoré sa používajú v geovizualizácii sa dajú všeobecne rozdeliť do troch základných skupín, a to:

- manipulačné na základnú obsluhu vizualizačných nástrojov na obrazovke monitora, ako sú napr. približovanie a vzdalovanie sa obrazu (angl. zooming), posúvanie, rotáciu apod.,
- dopytové a vyhľadávacie v geografických databázach s využitím jazyka SQL,
- interaktívne na výber hodnôt (angl. focusing), zvýraznenie (brushing) jednotlivých alebo skupiny dát a ich priame prepojenie (linking) na vybrané spôsoby vizualizácie.

Využitie moderných geoinformačných technológií a distribúcia dát na internete je veľmi účinným prostriedkom zdieľania a dostupnosti heterogénnych informácií v ktoromkoľvek okamihu. Priblíženie geodát veľkému množstvu koncových používateľov v prostredí internetu a webových mapových služieb s využitím otvorených dátových formátov a programov je jednou z najdynamickejšie sa vyvíjajúcich oblastí geoinformačných vied. Hodnotením zberu a spracovania demografických dát pre potreby praxe a najmä foriem ich internetového publikovania na Slovensku približujú [15, 16]. Prehľad o aktivitách slovenskej a českej štatistiky v oblasti využitia GIS na vizualizáciu a distribúciu demografických dát a ďalšie aspekty ich integrácie a harmonizácie poskytuje [17].

3. KVANTITATÍVNY GEOGRAFICKÝ VÝSKUM DÁT

Význam a použitie GIS v humánnej geografii (včítane demogeografie) je stále aktuálna téma s osobitným dôrazom na metódy kvantitatívnej geografie. Aktuálne trendy, ktoré sprevádzajú vývoj a smerovanie kvantitatívnej geografie aj na báze ich prieniku s GIS identifikoval významný slovenský kvantitatívny geograf A. Bezák v štúdiu [8]. Poskytol v nej fundovaný prehľad a sémantiku kvantitatívnych metód a ich aplikácie v humánnej a regionálnej geografii. Kvantitatívnu geografiu definuje „ako časť geografie zaoberajúcej sa hľadaním, rozvíjaním a využívaním kvantitatívnych metód vhodných na numerickú analýzu priestorových (geograficky referencovaných) dát“ [8, s. 80]. Opieral sa najmä o práce A. S. Fotheringhama - popredného predstaviteľa kvantitatívnej geografie, ktorý rozlíšil tri vzájomne podmienené trendy rozvoja kvantitatívnej geografie, a to: 1. *presun od globálnej k lokálnej analýze a modelovaniu*, 2. aplikácia špecifických kvantitatívnych metód na analýzu priestorových dát prostredníctvom výkonnej výpočtovej techniky - *geokomputácia*, 3. *vedecká vizualizácia* – rozšírenie počítačom podporovaných vizualizačných techník vo funkcii nástroja na pochopenie priestorových štruktúr a procesov.

Rozvoj metód a techník GIS spätne nastolil otázky, ktoré sa týkajú možností a spôsobov ich využitia v geografickom výskume a praxi [18]. Riešili sa otázky, či sú GIS len nástrojom alebo novým vedecko-technickým prístupom na analýzu a modelovanie geografických dát, mapovou technológiu, formálnym modelom priestorovej informácie. Dnes sú všeobecne uznávaným kľúčovým aspektom GIS ich analytické nástroje integrované s predspracovaním, overovaním a vizualizáciou dát, ich transparentný a ľahko zvládnuteľný spôsob realizácie rôznych štatistických, resp. matematických operácií spolu s využitím širokého spektra manipulačných a transformačných techník. Významná je tvorba a použitie programov (apletov) numerickej analýzy priestorových dát kooperujúce, resp. implementované do GIS. Geografia spätne poskytla GIS spektrum metód a postupov aplikujúcich čisto geografické koncepcie, ako je napr. zhlukovanie, disperzia, vzdialenosť alebo spojitosť. GIS sú vhodnou platformou na realizáciu modelovania a výskumu geografických (priestorových) štruktúr. Z nich najmä metódy analýz bodových a areálových geografických lokácií a usporiadaní našli uplatnenie pri odhaľovaní globálnych a lokálnych štatistík v geografii obyvateľstva, ktoré

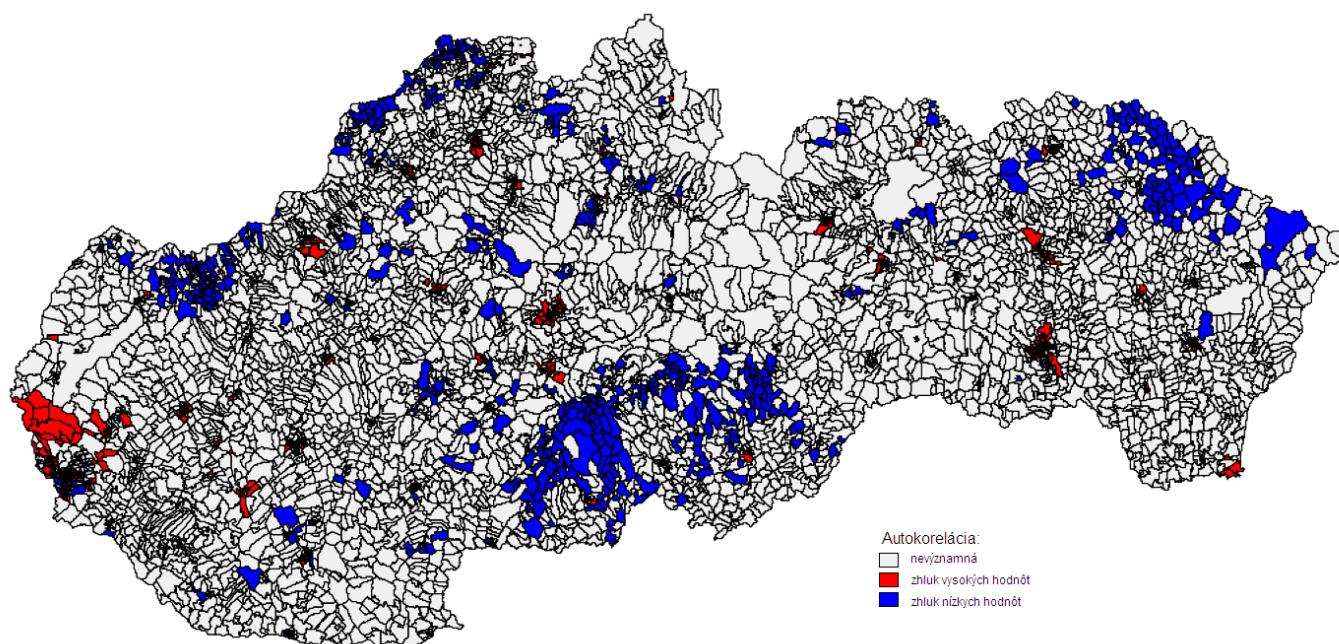
ilustrujeme na príklade vybraných demografických ukazovateľov v mierke základných sídelných jednotiek Slovenska. Veľký potenciál pre demogeografiu má použitie GIS pri modelovaní priestorových alokácií a interakcií ústiacich napr. do modelov populačného a interakčného potenciálu [19], demografických regionálnych a migračných modelov [20, 21], ako aj komerčných geodemografických riešení a produktov [22].

4. POUŽITIE LOKÁLNEJ ANALÝZY NA PRÍKLADE DEMOGEOGRAFICKÝCH DÁT

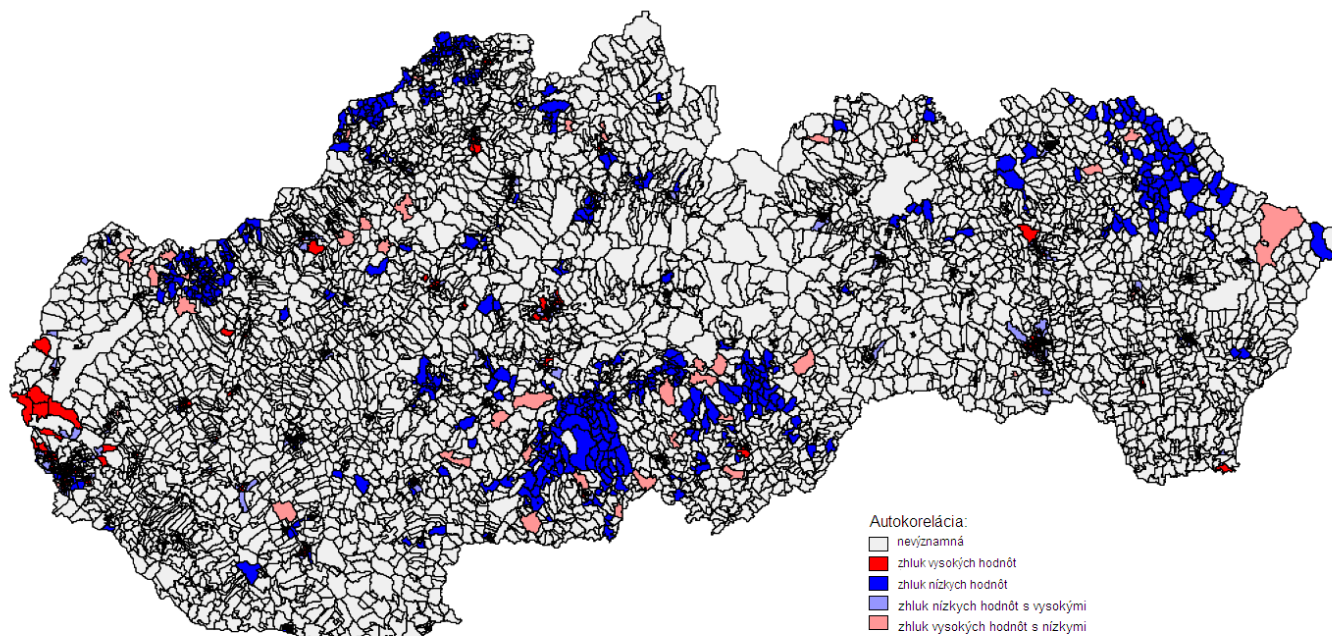
Lokálne analýzy a lokálne modelovanie, na rozdiel od globálnych regresných štatistík a globálnych modelov, ktoré obvykle neodhaľujú podstatu skúmanej závislosti vo všetkých priestorových jednotkách uvažovaného geografického priestoru, tvoria dôležitú časť exploračných analytických dát kvantitatívnej geografie, ktorá rozvíja „osobitné procedúry umožňujúce vystihnúť lokálnu variabilitu skúmaných premenných v priestore a tak odhaliť špecifické črty malých územných jednotiek“ [8, s.83].

Metódy globálnych a lokálnych identifikátorov priestorovej asociácie a autokorelácie, tvoriace významnú súčasť priestorových štatistík, ilustrujeme na príklade výskumu regresnej priestorovej autokorelácie zamestnanosti žien Slovenska na báze najmenej územnej jednotky (základnej sídelnej jednotky). Zdrojové dáta sú zo sčítania obyvateľov domov a bytov na Slovensku z roku 2001. Analýza je založená na hypotéze, že zamestnanosť v službách žien vysvetľuje ich celkovú zamestnanosť (ekonomickú aktivitu). Výsledky prvotnej analýzy priestorových autokorelácií oboch zamestnaností pomocou Getisovho a Ordovho G_i (Obr. 1) a metódy LISA (Obr. 2) boli takmer totožné. Na skúmanie vzťahu boli použité tri modely: priestorová lineárna regresia, model priestorového oneskorenia a priestorovej chyby. Pri všetkých výpočtoch bola použitá jednoduchá binárna matica priestorových váh určená na základe susedstiev typu „Queen-based“ 1. stupňa štandardizovaná podľa počtu susedov. Hladina významnosti bola nastavená na $\alpha = 0,5\%$. Výpočty sa realizovali pomocou voľne dostupného programu GeoDa [23].

Podľa koeficientu determinácie pomocou všetkých modelov sa vysvetľuje viac ako 98% vysvetľovanej premennej, avšak najviac (98,6%) je to pri modeli priestorovej chyby. Analýza priestorovej autokorelácie ukázala, že v oboch sledovaných premenných je badateľná pozitívna priestorová autokorelácia, aj keď pomocou iných ukazovateľov sme zistili, že väčšina územia nemá štatisticky významnú autokoreláciu. Pri analýze priestorovej autokorelácie rezíduí z troch použitých modelov bol najlepší model priestorovej chyby. Ostatné modely vykazovali priestorovú autokoreláciu rezíduí.



Obr. 1. Model priestorovej autokorelácie celkovej zamestnanosti žien podľa Getisovho a Ordovho G_i



Obr. 2. Model LISA zamestnanosti žien v službách

5. ZÁVER

Podmienky, ktoré vytvárajú predpoklady na použitie GIS vo funkcii plnohodnotného modelačného a analytického nástroja ľudskej geografie/demogeografie sa dajú v sumare zhrnúť do týchto smerov: - tvorba špecializovaných programov typu GeoDa vo forme modulov programov GIS typu ArcGIS, Mapinfo Professional a podobne, - tvorba a prístup k vhodne štruktúrovaným demogeografickým dátam s vysokým rozlíšením pomocou progresívnych technológií ich zberu a spracovania, - použitie a rozvoj vizualizačných a multimediálnych techník vo väzbe na GIS, - výskum a tvorba sofistikovanejších (intuitívnejších) priestorových analýz v prostredí GIS so zameraním sa na využiteľnosť a praktickú interpretáciu výsledkov.

Náš pokus o sprehľadnenie nástrojov GIS pre demogeografiu a potenciálnych vzájomných spojení nemohol postihnúť celú šírku sledovanej problematiky. Napriek tomu dúfame, že príspevok poskytol informáciu o významných aspektoch tohto spojenia.

POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol za podpory grantu VEGA 1/0562/12 s názvom „Nové demografické analýzy a prognózy obyvateľstva Slovenska a jej regiónov s využitím progresívnych geografických aplikácií“.

LITERATÚRA

- [1] Kusendová, D. (2008) Kartografická prezentácia údajov o obyvateľstve. *Kartografické listy*, 16, 94-100.
- [2] Dykes, J., MacEachren, A.M., Kraak, M. J. (2005) *Exploring geovisualization*. Elsevier Ltd., International Cartographic Association, Oxford.
- [3] Nariadenie komisie Európskej únie č. 1089/2011 z 23.11.2010. *Úradný vestník Európskej únie*, 2010, 46 s.
- [4] *GEOSTAT project 2011*. Dostupné na: <http://www.efgs.info/geostat-project> [25.11.2011].
- [5] Hurbánek, P., Atkinson, P., Rosina, K., Pazúr, R. (2010) Accuracy of built-up area mapping in Europe from the perspective of population surface modelling. In *e-Proceedings of European Forum for Geostatistics Conference*, Estonia, s. 46-48. Dostupné na: http://www.efgs.info/geostat-project/efgs-conference-2010-e-proceedings/e-proceedings_EFGS_2010_Deliverable_WP4.pdf/at_download/file [15.12.2011].
- [6] Hurbánek, P. (2006) *Exploratívna analýza metód kvantifikácie morfometrických atribútov osídlenia indikujúcich vidieckosť na Slovensku*. Bratislava, Univerzita Komenského v Bratislave Prírodovedecká fakulta (dizertačná práca).

- [7] Kusendová, D. (2011) Problematika vyhraničenia urbánneho a vidieckeho priestoru – geografický výskum a prax. *Forum statisticum slovacum*, 6/11, s. 97-104. Dostupné na: <http://www.ssds.sk/casopis/archiv/2011/fss0611.pdf> [15.12.2011].
- [8] Bezák, A. (2008). Quo vadis kvantitatívne geografia? Úvahy o súčasnom smerovaní kvantitatívnej geografie. In: *Acta Geographica Univeritatis Comenianae*, 5, 79-94. Univerzita Komenského, Bratislava.
- [9] Madajová, M. (2011) *Harmonizácia a areálová transformácia geografických dát: princípy, metódy a aplikácia na území Slovenska*. [Dizertačná práca]. Bratislava: Univerzita Komenského Prírodovedecká fakulta, 2011. 146 s.
- [10] Bleha, B. (2008) Konceptia vhodných priestorových jednotiek pre regionálne prognózy Slovenska. In: *Acta Geographica Univeritatis Comenianae*, 5, 185-194. Univerzita Komenského, Bratislava.
- [11] Bishop, I. (1994) The role of visual realism in communicating and understanding spatial change and process. In: Hearnshaw, H. M., Unwin, D. J. (eds.): *Visualisation in geographical information systems*. Chichester, John Wiley and Sons, s. 60-64.
- [12] Dykes, J. A. (1997) Exploring spatial data representation with dynamic graphics. In: *Computers & Geosciences*, 23, 4, s. 345-370.
- [13] Kraak, M. J. (2001) Cartographic visualisation. In: *International Encyclopedia of the social and behavioral sciences*. Oxford, Pergamon, 3, 2001, s. 1488-1495.
- [14] Kraak, M. J. et al. (2000) About maps, cartography, geovisualization and other graphics. In: *Geoinformatics*, 3, 8, s. 26-27.
- [15] Bačík V., Kusendová D., Tomášiková V. (2008) Publikácia dát o obyvateľstve na internete – dôležitý nástroj verejnej správy. In: *GIS Ostrava 2009*. Ostrava, VŠB-Technická univerzita Ostrava. Dostupné na: http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2008/sbornik/Lists/Papers/055.pdf [15.12.2011].
- [16] Bačík, V. (2007) Využitie vybraných technológií pre distribúciu výsledkov zo sčítania obyvateľov, domov a bytov na príklade Bratislavských obcí. *Demografie*, 49, 4, s. 321-333.
- [17] Kusendová, D. (2011) *Spracovanie a prezentácia demografických údajov v Slovenskej a Českej republike – minulosť a súčasnosť*. Dostupné na: <http://www.natur.cuni.cz/geografie/demografie-a-geodemografie/aktuality/cds/2011-konference/prezentace/02> [15.12.2011].
- [18] Kusendová, D. (2003) Geografické informačné systémy a humánna geografia – vybrané teoreticko-metodologické a aplikačné aspekty. In: *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Geographica*, 44, s. 89-140.
- [19] Nováková, G. (2009) Demogeografické aplikácie modelu populačného potenciálu. In: Bleha, B. ed. *Populačný vývoj Slovenska na prelome tisícročí kontinuita či nová éra*. Bratislava, Geo-grafika, s. 187-214.
- [20] Bezák, A. (2000) Funkčné mestské regióny na Slovensku. *Geographica Slovaca* 15. Bratislava, Geografický ústav SAV, 90 s.
- [21] Bezák, A. (2000) Interregional migration in Slovakia: some tests of spatial interaction models. *Geografický časopis*, 52, s.15-32.
- [22] *GfK product catalog* (2012) GmbH GfK GeoMarketing. Dostupné na: http://www.gfk-geomarketing.com/fileadmin/gfkgeomarketing/en/product_catalog.pdf [15.12.2011].
- [23] *GeoDa* (2011) Center for Geospatial Analysis and Computation. Dostupné na: <http://geodacenter.asu.edu/>