

## GIS ako všeobecný a špecifický nástroj geografického výskumu

Jozef Minár<sup>1</sup>, Pavel Mentlík<sup>2</sup>

*minar@fns.uniba.sk*<sup>1)</sup>, *pment@kge.zcu.cz*<sup>2)</sup>

*<sup>1</sup>Univerzita Komenského v Bratislave a Ostravská Univerzita v Ostravě*

*<sup>2</sup>Západočeská univerzita v Plzni*

### Úvod

Geografia je veda, ktorá dlhodobo zápasí o svoju identitu. V konkurencii ďalších príbuzných vedných disciplín o prírode a spoločnosti proklamuje svoju špecifičnosť a vnútornú jednotu dvoma základnými postulátmi v prístupe k objektu výskumu – geografickej sfére (krajine), je to priestorovosť a syntéza. Tieto paradigmatické východiská sa však v praxi neuplatňujú dôsledne a reálne existuje dualizmus reprezentovaný rôznou trajektóriou metodologického vývoja fyzickej a humánnej geografie (Obr. 1).

Tematická a metodologická dichotómia vznikajú v dôsledku objektívnych, ale aj niektorých subjektívnych faktorov. Priestorové štruktúry v prírode a spoločnosti majú veľmi rôznorodý charakter a snaha o ich stále detailnejšie spoznávanie viedla už v prvej polovici 20 storočia k tematickému i metodologickému vzd'aloňovaniu sa fyzickej a humánnej geografie. Výrazným impulzom pre ich opätovnú konvergenciu bola kvantitatívna revolúcia, ktorá sa zrodila pod vplyvom neopozitivismu a následnej inštitucionálnej krízy geografie najmä v USA. Vzhľadom na nepomerne vyššiu dynamiku a komplexitu socioekonomickej sféry resp. noosféry v porovnaní s fyzickogeografickou sférou je však nepochybne ťažšie uplatňovať nomotetickú paradigmu a kvantitatívne prístupy v humánnej geografii. Sklamanie z výsledkov kvantitatívnej revolúcie ako i vplyvy postmodernistických filozofických prúdov viedli k ústupu kvantitatívnych a nomotetických prístupov v humánnej geografii posledných desaťročí. Rastúca dominancia kvantitatívnych nomotetických prístupov vo svetovej fyzickej geografii tak dnes kontrastuje s návratom resp. dlhodobom zotrvávaní podstatnej časti humánno-geografickej obce na kvalitatívnych a idiografických postupoch. Hoci existujú snahy o spájanie kvantitatívnych a kvalitatívnych, nomotetických a idiografických prístupov na pôde tzv. „novej regionálnej geografie“ (c.f. GILBERT 1988), divergentné tendencie sa zatiaľ v geografii nepodarilo efektívne eliminovať.

Alternatívou k faktickému zániku jednotnej geografie (ktorý signalizujú napr. separátne zaradenia fyzickej a humánnej geografie v zoznamoch vedných odborov, či snahy o separovanie fyzicko- a humánno- geografického vzdelávania na základných a stredných školách) je využitie jednotiaceho potenciálu, ktorý geografii prinášajú v posledných dekádach environmentálna a infromatická revolúcia v spoločnosti.

Environmentálne problémy sú svojou podstatou syntetické, vyžadujú komplexný geografický prístup. Témy ako trvalo udržateľný rozvoj (TUR), hodnotenie vplyvov na životné prostredie (EIA), krajinné plánovanie, či plány regionálneho rozvoja predstavujú platformu pre syntetické štúdium prírody a spoločnosti. Geografia

a geografi by sa mali výraznejšie usilovať uplatniť v tomto sebou proklamovanom centrálnom priestore geografie, v ktorom sa dnes formuje krajinná ekológia, či environmentalistika.

Popri tomto impulze k opätovnému tematickému zblíženiu fyzickej a humánnej geografie je pre geografiu zásadnou výzvou rozvoj kľúčového metodologického nástroja, ktorý jej priniesla informatická revolúcia – geografického informačného systému (GIS). Explozívny rozvoj geoinformatiky viedol ku vzniku množstva technológií, ktoré ponúkajú stále viac nástrojov nielen pre ukladanie a zobrazovanie, ale aj generovanie nových geografických informácií. GIS je schopný efektívne pracovať nielen s kvantitatívnymi, ale i kvalitatívnymi geografickými informáciami, množstvo jeho nástrojov je rovnako využiteľných vo fyzickej i humánnej geografii a možno ich veľmi efektívne využívať pri riešení syntetických environmentálnych problémov. Veľkou výzvou pre geografiu a geografov je nielen využívať existujúce nástroje GIS, ale i budovať modernú geografickú teóriu a metodológiu v úzkej väzbe na využitie a implementáciu v GIS.

Intenzifikácia využitia GIS ako výskumného nástroja geografických vied vyžaduje, aby sa samotní geografi výrazne väčšou mierou podieľali na rozvoji GIS technológií. GIS je univerzálny nástroj geografického výskumu a prvým z dlhových geografie voči nemu je rozvoj syntetizujúcej geografickej teórie a metodológie, ktorý by inicioval utváranie nových geoinformatických nástrojov. Niektoré aspekty tohoto problému sa pokúsime načrtnúť. Druhou oblasťou vyžadujúcou výraznejšiu ingerenciu zo strany geografov je utváranie špecifických výskumných GIS nástrojov v jednotlivých geografických disciplínach. Tento problém sa pokúsime dokumentovať na príklade budovania geomorfologického informačného systému (GmIS).

## **1 Vybrané aspekty geografického rozvoja všeobecných funkcií GIS**

Priestorové štruktúry geografickej sféry Zeme sa tradične v geografii skúmajú (a zobrazujú v mapách) prostredníctvom geografických objektov (rieky, sídla, pohoria, štáty, ...). Tradičná koncepcia geografického objektu predpokladá existenciu ostro ohraničených geografických indivíduí (najčastejšie areálov–regiónov rôzneho typu). Tento diskrétno vnímaný priestor našiel v polovici minulého storočia v geografii alternatívu resp. suplement v koncepcii geografických polí – v priestore spojitéch vlastností krajiny, ktoré možno vyjadriť prostredníctvom izolínií (vrstevnice – izohypsy, izobary, izochóry, ...) – c.f. DEVDARIANI 1950, ŠALAMOUN 1961, ARMAND 1975, PAULOV 2000. Geografické objekty a polia dnes tvoria duálny koncept geografického priestoru, ktorý je istým analógom časticového (korpuskulárneho) a vlnového konceptu vo fyzike. A rovnako ako v prípade svetla sa v závislosti od situácie (experimentu) zvyrazňuje jeho vlnový či korpuskulárny charakter, aj geografický priestor často vykazuje zároveň znaky spojitosti i diskretnosti skúmaných vlastností.

Duálny charakter vnímania geografického priestoru nachádza odraz aj v geografických informačných systémoch. Objekt a pole sú základnými štruktúrnymi prvkami GIS. Je si však treba uvedomovať možný významový posun medzi týmito kategóriami v kartografickom a geografickom zmysle. Aj objektovo aj vrstvovo orientované GIS umožňujú pracovať ako s geografickými objektmi tak

i poliami. Objekty i polia možno znázorňovať vo vektorovom i rastrovom formáte. Podstatné však je nakoľko daný formát podporuje (umožňuje) geografické analýzy polia. Ako príklad môžeme uviesť geografické objekty v GIS reprezentované polygónom (líniou, bodom) – súborom typu \*.shp na jednej strane a na druhej strane geografické polia reprezentované a modelované prostredníctvom pravidelných štvorcových, či nepravidelných trojuholníkových sietí (napríklad súbory typu GRD, či TIN).

Súčasný nástroje GIS umožňujú realizovať celý rad interakčných analýz medzi rôznymi geografickými objektmi i poliami. Jeden zo základných metodologických problémov geografie – vzájomná transformácia geografických objektov a polí v prípade evidentne duálneho charakteru skúmanej geografickej reality, však zatiaľ nie je uspokojivo vyriešený – najmä čo sa týka vecného aspektu problému. Transformácia kvalitatívne charakterizovaného geografického objektu na interpetačne zmysluplné pole je napríklad podstatný problém, hoci formálne riešenie sa zdá byť jednoduché. Zavádzanie fuzzy prístupov (pozri napr. BURROUGH & FRANK, 1996) je určitou cestou pre posun od diskkrétne k spojitosti vnímanému priestoru a môžu byť využité pre viac spojitú vnímanie a znázornenie i kvalitatívnych – napr. genetických charakteristík krajiny, ktoré sa tradične vyjadrujú formou objektov (napr. fuzzy koncept morfofenézy prezentovaný v práci MINÁR 2006). Kontinuálna klasifikácia geografických objektov umožňuje na základe hodnôt funkcie príslušnosti (*membership function*) utvoriť pomocou interpolácie samostatné pole každej z klasifikačných kategórií (napr. pole genetického vplyvu tektoniky, alebo procesov zarovňavania). Utvorenie a implementácia špecifických interpolačných algoritmov, ktoré by zohľadňovali výraznú zmenu intenzity polia na hranici pôvodných objektov sú jednou z výziev geografického rozvoja GIS a mohli by výrazne posilniť geografickú metodológiu.

Opačný problém – extrakcia geografických objektov z geografických polí je v súčasných GIS-och tiež riešený zatiaľ len selektívne. Extrakcia povodí, údolníc, či chrbátic z digitálnych modelov georeliéfu je možným príkladom. Existuje tiež celý rad metód regionálnej (numerickej) taxonómie aplikovaných v GIS pre definovanie „geografických indivíduí“ z rastrovej informácie, ktorú možno pokladať za vyjadrenie súboru geografických polí. Tento štatistický prístup však sám o sebe často ťažko detekuje výrazné diskontinuity (štruktúrne línie) polí, ktoré sú podstatné pre vyhraničenie prirodzených geografických indivíduí z nich (bližšie pozri MINÁR & EVANS 2007). Je preto potrebné hľadať efektívne metódy (a implementácie) elementarizácie geografických polí, ktoré budú spájať štatistické a analytické prístupy. Teoretická koncepcia elementarizácie georeliéfu, ktorú rozpracúvavame (MINÁR & EVANS 2007) tak môže mať širší metodologický význam z hľadiska extrakcie geografických objektov z geografických polí pomocou GIS.

S výnimkou morfometrickej analýzy (KRCHO 1973) nie je v GIS-och dosiaľ širšie implementovaná analýza samotných geografických polí a ich vzájomných interakcií. Hoci v geografickej teórii stále chýba zjednotený koncept geografických polí, množstvo geoštatistických metód umožňuje vyvíjať nástroje, pomocou ktorých by sa dala hodnotiť interakcia polí – rôzne formy ich závislostí v čase a priestore. Implementácia takýchto nástrojov v GIS by bola zároveň významným krokom i k rozvoju geografickej teórie polí.

V súčasnosti je budované množstvo odvetvových regionálnych GIS-ov, často pre potreby a pod gesciou jednotlivých orgánov štátnej a verejnej správy. Z hľadiska ich efektívneho využívania v praxi, zvyšovania ich kvality a dôveryhodnosti uplatňovaním syntetických geografických prístupov, ale aj rozvoja samotného geografického, či krajinnoekologického výskumu by bolo vhodné utvárať a realizovať koncepciu integrálneho GIS-u o krajine, ktorý by nielen formátovo či súradnicovo, ale aj (geo)systémovo zjednocoval základné existujúce analytické podklady a bol tak vhodnou bázou pre tvorbu rôznych aplikačných vrstiev (MINÁR 2003). Systémové zjednotenie by malo obsahovať zjednotenie rôznych meracích škál, identifikáciu a odstraňovanie obsahových rozporov analytických vrstiev, extrapoláciu bodových informácií do priestoru na základe geosystémových vzťahov, či definovanie komplexných priestorových jednotiek metódami regionálnej taxonómie. Viaceré aspekty takéhoto systémového zjednotenia umožňujú riešiť existujúce nástroje GIS-technológií, ďalšie je však potrebné budovať.

## **2 Geomorfologický informačný systém ako špecifický výskumný GIS**

Vyššie zmienené všeobecné nástroje geografickej analýzy v GIS môžu byť veľmi efektívnou súčasťou aj ďalších špecifických geografických informačných systémov, budovaných „na mieru“ pre výskumné účely v jednotlivých geografických a príbuzných geovedných disciplínach. Tvorba špecifickej databázy a implementácia špecifických metód danej disciplíny by mali i v tomto prípade rešpektovať existenciu základných geosystémových a priestorových vzťahov. Príkladom takéhoto špecifického GIS-u môže byť geomorfologický informačný systém (GmIS), ktorého koncepciu načrtávame a rozvíjame vo viacerých predošlých prácach (MINÁR et al. 2005, MENTLÍK et al. 2006).

GmIS má slúžiť ako nástroj efektívneho komplexného detailného základného geomorfologického výskumu. Jadrom našej koncepcie GmIS je utvorenie vzájomne prepojených základných geomorfologických vrstiev pomocou prevzatých informácií (geologické, geodetické, ...), výsledkov terénneho geomorfologického výskumu (dokumentačné body, profily, informácie z výskumných staníc) a generovania nových informačných vrstiev prostredníctvom samotného GmIS (Obr. 2). GmIS pritom nielenže definuje potrebné relačné a topologické vzťahy medzi vrstvami (pozri MENTLÍK et al. 2006), ale zároveň buduje vlastné nástroje geomorfologickej analýzy.

Funkčné využitie GmIS pre geomorfologický výskum reprezentuje koncepcia geomorfologickej analýzy rozpracovaná v prácach MENTLÍK (2007a,b). GmIS má uľahčiť a exaktizovať proces obdukcie špecifický pre morfogenetický výskum a prostredníctvom krokov s vbudovanými spätnými väzbami optimalizovať výskumné procedúry a minimalizovať subjektívny faktor. Zároveň je implementovaný koncept geomorfologickej analýzy impulzom k vývoju nových GIS nástrojov. Príkladom môže byť vyčleňovanie elementárnych foriem georeliéfu, teoreticky definované v práci MINÁR & EVANS (2007). Elementárne formy ako základné prirodzené jednotky georeliéfu majú kľúčovú úlohu v našej koncepcii GmIS. Implementácia (polo)automatizovaného vyhraničovania a následnej analýzy afinity vyhraničených areálov k ideálnym typom elementárnych foriem môže urobiť

z GmIS významný nástroj systematizácie a exaktizácie regionálneho geomorfologického výskumu. Samotná identifikácie elementárnych foriem je pritom len špecifickým prípadom transformácie geografického poľa do disjunktných geografických objektov. Identifikácia hraníc elementárnych foriem pomocou GIS (PACINA 2007) navyše umožňuje objektivizovať i proces extrakcie a následnej analýzy morfologickej mriežky (siete toplineamentov), ktorá sa ukazuje byť efektívnym nástrojom na sledovanie priestorových a časových zmien morfolofektonického poľa (MINÁR & SLÁDEK 2007). Plná integrácia týchto procedúr do GmIS však vyžaduje riešenie viacerých parciálnych problémov počnúc štatistickým vyhodnotením smerov hraníc elementárnych foriem rôznej kvality, identifikáciou regiónov maximálne homogénnych z hľadiska morfologickej mriežky, extrakciou povrchov erózných báz z digitálneho modelu reliéfu, či analýzy smerového posunu vektora orientácie toplineamentov na povrchoch erózných báz rôzneho rádu.

## Záver

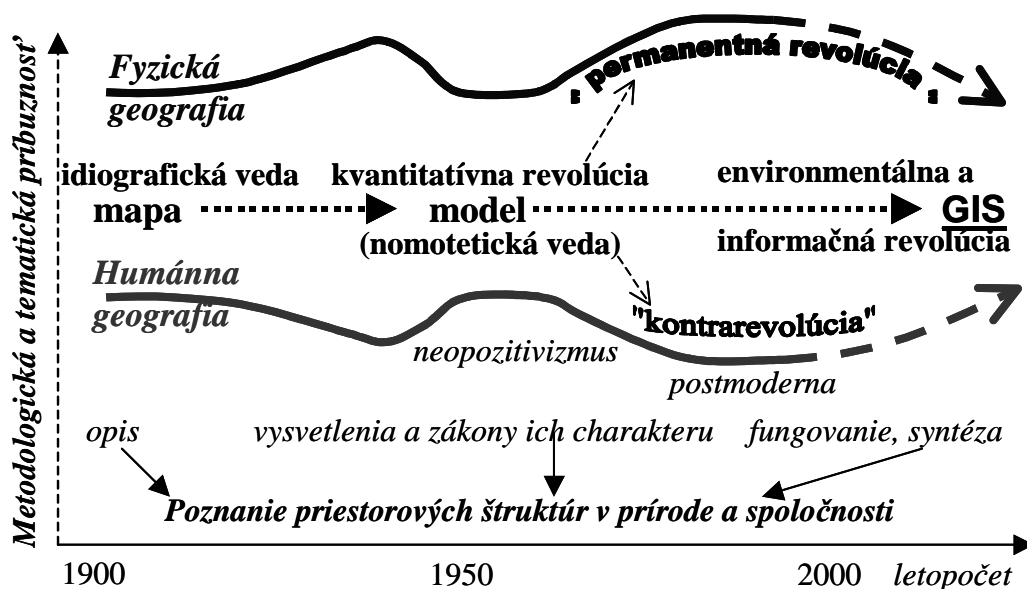
Načrtnutím vybraných aspektov budovania GIS ako všeobecného i špecifického nástroja geografického výskumu sme sa pokúsili poukázať na jeho mimoriadny potenciál a zdôrazniť potrebu úzkeho prepojenia GIS a geografickej teórie a metodológie. Poukázali sme pritom prevažne na aspekty, ktorými sa podrobnejšie zaoberáme v iných našich prácach. Vyčerpávajúca analýza problému samozrejme ďaleko presahuje rozsah tohoto príspevku.

**Pod'akovanie:** Príspevok bol utvorený v rámci riešenia projektu VEGA 1/4042/07, GA AV ČR B300460501 a projektu medzinárodnej vedecko-technickej spolupráce SK-CZ-05106.

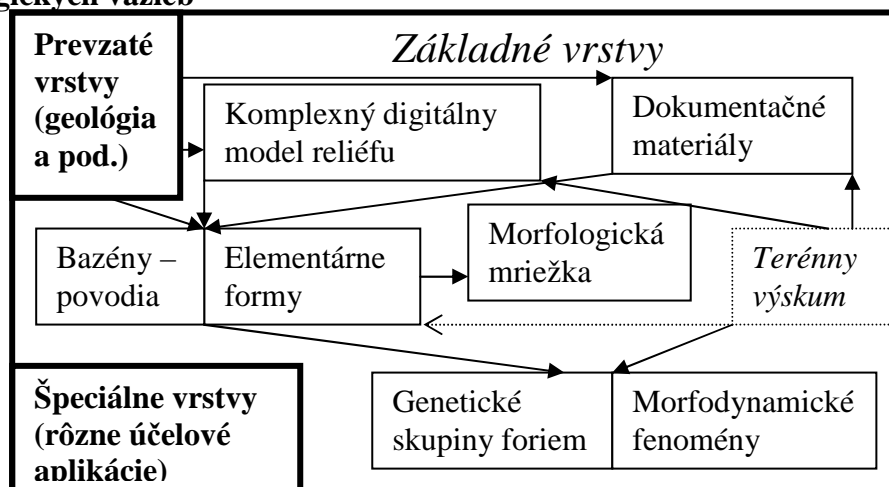
## Literatúra

- ARMAND, A. D. 1975. Teoriya pol'ja i probl'emy vydelenija geosistem. *Voprosy geografii*, 98, 92-106.
- BURROUGH, P.A., FRANK, A.U. (Eds.) 1996. *Geographic Objects with Indeterminate Boundaries*. Gisdata, vol. 2. Taylor & Francis, London.
- DEVDAIANI, A. S. 1950. "Kinematika reliefa." *Voprosy geografii*, 21, p. 55-85.
- GILBERT, A. 1988. The new regional geography in English and French-speaking countries. *Progress in Human Geography* 12 (2), 208-228
- KRCHO, J., 1973. Morphometric analysis of relief on the basis of geometric aspect of field theory. *Acta geographica UC, Geographica physica* 1, 11-233.
- MENTLÍK, P. 2007a. Geomorfologický informační systém jako nástroj geomorfologické analýzy. *Miscellanea Geographica* 13, Plzeň (toto číslo) v tisku.
- MENTLÍK, P. 2007b. Systémová a geomorfologická analýza. *Miscellanea Geographica* 13, Plzeň (toto číslo) v tisku.
- MENTLÍK P., JEDLIČKA K MINÁR J & BARKA I. 2006. Geomorphological information system: physical model and options of geomorphological analysis. In: *Geografie – Sborník České geografické společnosti, Rok 2006, Číslo 1, Ročník 111*, s. 15-32.
- MINÁR, J. 2003. Detailed physical-geographical (geoecological) research and mapping in the landscape ecology. In: *Ekológia (Bratislava), Vol. 22, Supplement 2/2003*, p. 141 – 149.
- MINÁR J. 2006. Fuzzy approach in geomorphological mapping. *Geomorphologia Slovaca*, 6 (1), 8-13.

- MINÁR J. & EVANS I. 2007. Elementary forms for land surface segmentation: The theoretical basis of terrain analysis and geomorphological mapping. *Geomorphology* (in press), 24 pp.
- MINÁR J., MENTLÍK P., JEDLIČKA K., BARKA I. 2005. Geomorphological information system: idea and options for practical implementation. *Geografický časopis*, 57, 3, 247–266.
- MINÁR J. & SLÁDEK, J. 2007. Morphological network as indicator of morphotectonic field in central Slovakia. Abstract, Pecz, Hungaria.
- PACINA, J. 2007. Geometrické modelování v geomatice. Automatizované vymezování elementárních forem georeliéfu jako součást geomorfologického informačního systému. Manuscript, Práce ke státní doktorské zkoušce, Plzeňská Universita, Fakulta aplikovaných věd, Katedra matematiky, 58s.
- PAULOV, J. 2000. The zone-size-dependent entropy formula and spatial interaction modelling: An additional note. *Journal of Geographical Systems*, 2, 185-199.
- ŠALAMOUN, B. 1961. Skalární pole na geometrických mapách vyšetřované na podklade vlastností jeho interpolační plochy. *Kartografický přehled* 6, 1 – 6, Praha.



Obr. 1: Vývoj geografie z hľadiska vzťahu jej základných zložiek a tematických a metodologických väzieb



Obr. 2: Zjednodušená schéma geomorfologického informačného systému (GmIS)