
GEOGRAFICKÝ ČASOPIS

50

1998

3-4

*Jozef Minár**

K NIEKTORÝM PROBLÉMOM GEOMORFOLOGICKÉHO MAPOVANIA

J. Minár: Towards some problems of geomorphological mapping. Geografický časopis, 50, 1998, 3-4, 3 figs., 21 refs.

In reaction to the study of J. Urbánek (1997) different ways of georelief elementarization are analysed. The absence of exactly formalized definition of elementary landforms and their boundaries is the disadvantage of current conceptions of elementarization. The morphotops of Krcho (1983, 1990) lead to an excessive fragmentation and they are not suitable to morphogenetic interpretations. The elementary landforms are defined by constant value of altitude or constant value of doublet of morphometric parameters - derivations of altitude. On boundaries of elementary landforms there are discrete values of one morphometric parameter at least. The conception of elementary landforms (Minár 1992, 1996) is presented as the most suitable basis for the creation of morphological - observational map (Fig. 3).

Key words: geomorphological mapping, morphological map, elementary landform, morphotop, morphometric parameter

ÚVOD

Napriek tomu, že geomorfológia sa už tradične radí medzi prírodné empirické vedy, jej primárna zaujatosť genézou foriem georeliéfu viedla a vedie geomorfológov

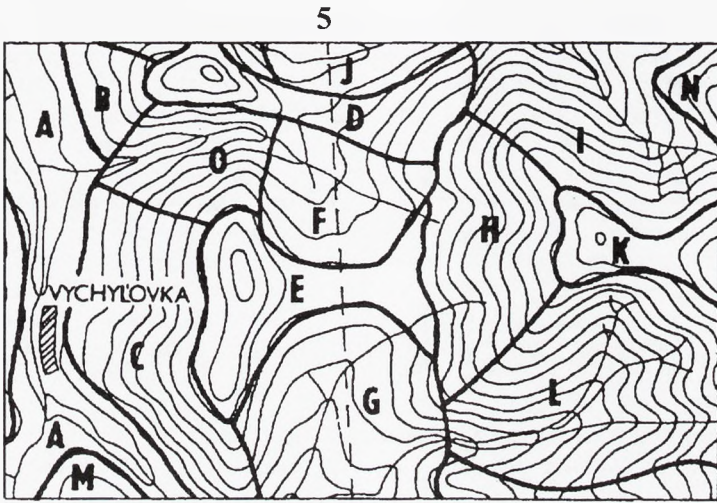
* Katedra fyzickej geografie a geoekológie, Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

k intenzívnemu využívaniu historických prístupov, čo poznačuje i v geomorfológii používané metodologické postupy. Popri nepochybné pozitívnych vplyvoch však s týmto prístupom súvisí i jeden neduh, ktorý sa objavuje v geomorfologických prácach - špekulatívnosť. Ako špekuláciu možno vo vede označiť tvrdenie, ktoré nie je možné nezávisle overiť pomocou aparátu danej vedy. Je to tvrdenie opierajúce sa nie o vedecké dôkazy, ale nanajvýš o indicie (často zamľčané), či dokonca len intuíciu autora. Praktická nemožnosť verifikácie (falzifikácie) odlišuje špekuláciu od vedeckej hypotézy. Riziko vzniku tendencií ku špekulatívnosti rastie úmerne k vzdalovaniu sa od empirickej bázy vedy, a to najmä vtedy, ak vede chýba jednoznačne empiricky osnovaná, vierohodná a podľa možnosti maximálne formalizovaná teória (čo je, žiaľ, čiastočne i prípad geomorfológie). Prvky špekulatívnosti môžu pritom na jednej strane byť "výhodné" pre niektorých autorov - ich pochybné, zahmlené tvrdenia a predstavy nie je možné objektívne overiť, a teda ani vyvrátiť (falzifikovať). Na strane druhej predstavujú výrazné nebezpečenstvo pre vedný odbor - jeho dôveryhodnosť a akceptovanosť vedeckým spoločenstvom. Treba robiť maximum pre to, aby sa obmedzil vplyv tendencií k špekulatívnosti v geomorfológii, aby sa pri nedostatočne rozvinutej teórii regionálny geomorfologický výskum viac pripútal k svojej primárnej empirickej báze - objektívne merateľným charakteristikám georeliéfu. Veľmi pozitívne možno preto vnímať štúdiu J. Urbánka v Geografickom časopise (Urbánek 1997), ktorá nastoluje tento problém a ponúka náčrt jeho riešenia.

Príspevok je koncipovaný ako pozitívna diskusná reakcia na zmienú štúdiu J. Urbánka. Pozitívna preto, že sa stotožňuje s nosnou myšlienkou Urbánkovho príspevku: Naším tradičným regionálnym morfogenetickým úvahám, ale i geomorfologickým mapám chýba jednoznačná referencia medzi morfogenetickým ("teoretickým") obsahom a morfograficko-morfometrickou ("topografickou") situáciou. Riešením je vnesenie chýbajúceho medzikroku-identifikácie prirodzených elementárnych jednotiek georeliéfu na základe jeho merateľných geometrických vlastností (tvorby "observačnej mapy") do procesu geomorfologického mapovania. Diskusia sa pritom bude týkať najmä spôsobu napĺňania tohto cieľa. Spôsob riešenia, ktorý načrtnol Urbánek, možno vo všeobecnosti prijať, ale možno ho doplniť o podstatnú špecifikáciu niektorých krokov.

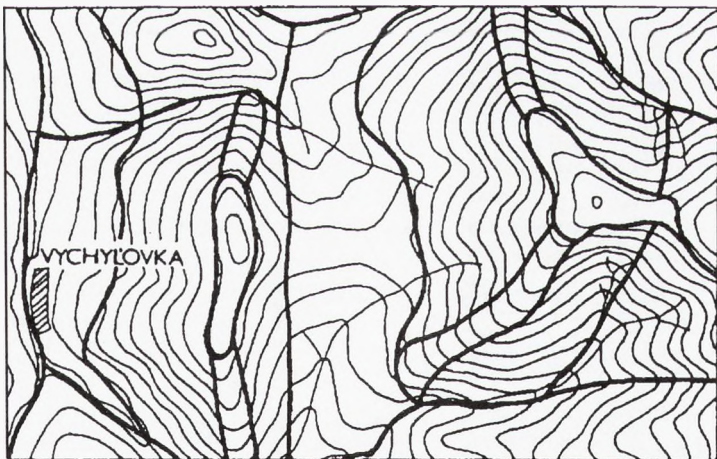
Urbánek (1997) kritizuje najmä absenciu previazanosti teoretických (morfogenetických) a observačných (empirických) poznatkov pri tvorbe regionálnych geomorfologických štúdií a máp. Ako medzikrok geomorfologického mapovania navrhuje zaviesť tvorbu observačných máp (predstavujú istý ekvivalent fyziografických, resp. morfologických máp), ktoré vzniknú tým, že "Na topografickú mapu sa položí sieť hraníc, sieť čiar, ktoré oddelujú susediace, navzájom odlišné tvary" (obr. 1a). Ďalšou operáciou je potom "elementárna systematizácia grupujúca tvary do rôznych zoskupení", a to na základe podobnosti (typy areálov) a susedstva (katény) (Urbánek 1997, s. 181). Odhliadnuc od niekoľkých detailov, najmä terminologického charakteru (neveľmi šťastné je napr. používanie pojmu katéna v príliš širokom - nezaužívanom zmysle ľubovoľného reťazca pravidelne usporiadaných susediacich jednotiek) možno bezpochyby súhlasiť s načrtnutou myšlienkovou líniou. Ak však má "observačná mapa" spĺňať čo najefektívnejšie všetky funkcie, ktoré jej autor prisudzuje (explanandum vysvetľované teoretickými pojmami, prostriedok verifikácie teoretickej mapy, prostredník referencie teórie k topografickej situácii), stáva sa jej kvalita (spôsob tvorby) rozhodujúcim kritickým momentom. Ak má byť observačná mapa momentom potláčajúcim subjektívizmus v regionálnom geomorfologickom výskume a ma-

povaní, musí sa minimalizovať subjektívizmus pri jej samotnej tvorbe. Obr. 1 ukazuje, že Urbánkova definícia tvorby takejto mapy nie je asi postačujúca. To isté územie možno rozčleniť "sieťou čiar, ktoré oddelujú susediace, navzájom odlišné tvary" mnohými spôsobmi, pričom definovaná podmienka ostane zachovaná (porovnaj obr. 1 a) a b)). Je potrebné jednoznačne definovať kvalitu týchto čiar, ako aj kvalitu plôch, ktoré čiarou oddelujú tak, aby získané areálové jednotky bolo možné dobre morfogeneticky, ale i morfordynamicky interpretovať a aby čiaru i plochy mali podľa možnosti čo najobjektívnejší-invariantný charakter.



5'

a)



b)

Obr. 1. a) Výrez z observačnej mapy podľa Urbánka (1997),

b) Jeden z možných alternatívnych variantov observačnej mapy v tom istom území.

PRÍSTUPY K ELEMENTARIZÁCIÍ GEORELIÉFU (TVORBE OBSERVAČNEJ MAPY)

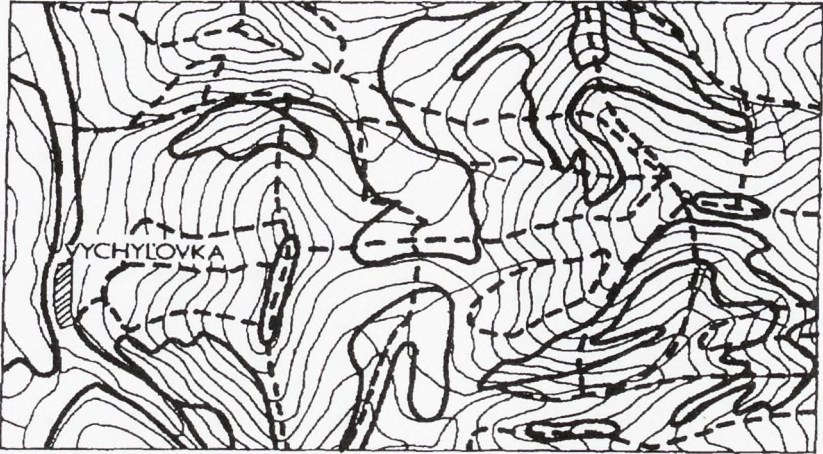
Spôsob definovania elementov georeliéfu (areálových jednotiek observačnej mapy) môže výrazne ovplyvniť kvalitu na ich báze utvárajúcej geomorfologickej (morfogenetickej) mapy. Jednoznačnosť definície takýchto elementov môže unifikovať proces tvorby mapy. Čím bohatší a jednoznačnejší je morfometrický obsah definovaných elementov, tým exaktnejšie môžeme skúmať vzťah medzi našimi morfogenetickými teóriami a empirickými (morfometrickými) faktami. V spôsobe definovania základných elementov georeliéfu sa v literatúre primárne objavujú dve cesty:

Definícia základných elementov georeliéfu cez definíciu ich geometricky rovnomerného obsahu má tradíciu najmä v nemeckej geomorfologickej a geoeologickej škole. Tieto elementy nazývané "facety" (napr. Franz in Heyer et al. 1968; Barsch, Dikau 1989) alebo "morfotopy" v geoeologickej škole (napr. Haase 1967; Neef et al. 1973; Mičian a Zatlík 1990) boli definované ako morfometricky homogénne elementy georeliéfu s približne rovnakým sklonom, neskôr i orientáciou a krivosťou. Spôsob ohraničenia týchto elementov nebol v týchto koncepciách explicitne vyjadrený, i keď implicitne takáto definícia obsahuje predpoklad, že na hranici formy by sa mala objaviť istá nespojitosť vnútri formy homogénnych charakteristík. Iný prístup k obsahovej definícii základných priestorových jednotiek georeliéfu predstavuje definovanie ich homogenity prostredníctvom rovnomerného smeru toku látky a energie (napr. Urbánek 1974; Miklós a Miklisová 1987). V tomto prípade (najmä ak sa preferujú formy s konvergentným tokom látky a energie) budú prirodzene hranicami takýchto jednotiek predovšetkým rozvodnice.

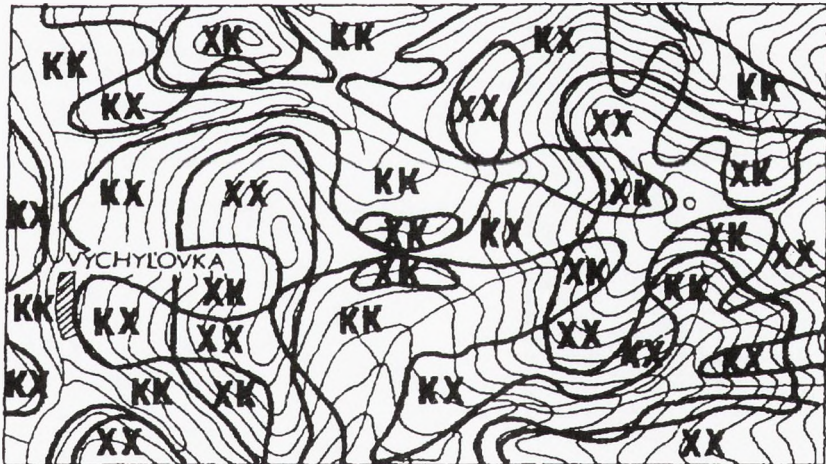
Iným spôsobom vyjadrenia elementárnych jednotiek georeliéfu je ich vyjadrenie prostredníctvom definovania ich hraníc. Tento spôsob sa objavuje už niekoľko desaťročí v anglofónnej literatúre ako princíp tvorby, morfologických (fyzografických) máp znázorňujúcich morfologické jednotky (napr. Doornkamp a King 1971; Wittow 1984). Hranicami morfologických jednotiek sú predovšetkým hrany a ohyby - línie, na ktorých sa náhle alebo postupne mení sklon georeliéfu (línie nespojitosti sklonu a maximálnej krivosti spádnic). Za isté formalizované vyvrcholenie takéhoto prístupu možno považovať práce Lastočkina (1987, 1991), ktorého "elementárne povrchy" sú definované ohraničením údolnicami, chrbáticami, líniami maximálneho ohybu spádnic (hranami), líniami nulovej hodnoty spádnicovej krivosti a singulárnymi bodmi na georeliéfe (vrcholovými a depresnými). Tieto koncepcie nehovoria explicitne o druhu morfometrickej homogenity vnútri takto vyčlenených areálov, istý druh ich homogenity - elementárnosti však jednoznačne predpokladajú.

Pokusom, v ktorom sa spája jednoznačná formalizovaná definícia vnútornej morfometrickej homogenity areálu so striktnou definíciou jeho hranice je koncepcia morfotopov J. Krcha. Krcho (1983, 1990) vniesol principiálne nový prvok do chápania morfotopov, najmä ich jednoznačným formalizovaným vyjadrením. Morfotopy definoval ako oblasť platnosti istej intervalovej hodnoty sklonu, orientácie, krivosti, prípadne ďalších morfometrických parametrov. Takáto striktná definícia obsahovej náplne elementárnych jednotiek georeliéfu už v sebe automaticky obsahuje i definíciu ich hraníc - sú nimi vybrané izočiarly sklonu, orientácie, krivosti, resp. ďalších morfometrických parametrov. Popri viacerých prednostiach (jednoznačné formalizované vyjadrenie, presne definovaná geometrická homogenita areálov i charakter ich hraníc, bohatý morfometrický obsah jednotiek, jednoduchosť ich vyhraničovania na-

ložením vybraných morfometrických máp) má tento postup z hľadiska tvorby geomorfologickej (morfogenetickej) mapy jeden podstatný nedostatok - vedie ku vzniku množstva roztrieštených areálov, ktorých hranice (izočiary) často nereprezentujú skutočne významnú zmenu charakteristík georeliéfu (obr. 2). Autonómna genetická interpretácia každého takéhoto areálu je preto veľmi problematická.



a)



b)

Obr. 2. Čiastkové morfometrické mapy. Naložením mapy a) a b) vzniká mapa morfotopov podľa Krcha (1983, 1990):

- a) mapa utvorená naložením troch intervalových hodnôt sklonu a štyroch intervalových hodnôt orientácie georeliéfu (prerušovaná čiarou sú znázornené izočiary orientácie),
- b) mapa geometrických foriem XX - konvex-konvexné, KK - konkáv-konkávne, XK - konvex-konkávne, KX - konkáv-konvexné.

Vo viacerých predošlých prácach sme definovali iný prístup snažiaci sa o konvergenciu dvoch základných tradičných prístupov pri vyčleňovaní základných priestorových jednotiek georeliéfu (Minár 1992, 1996, v tlači; Minár a Kusendová 1995). Koncepcia elementárnych foriem jednoznačne morfometricky definuje tak geometrickú homogenitu plochy daného elementárneho areálu, ako aj geometrický charakter jeho hraníc. Elementárna forma je definovaná ako geometricky jednoduchá plocha charakterizovaná konštantnou hodnotou nadmorskej výšky, alebo dvojice morfometrických parametrov odvodených z priestorových zmien nadmorskej výšky (pozri obr. 3). Geneticky i dynamicky najlepšie interpretovateľné sú pritom tie typy elementárnych foriem, ktoré sú charakterizované konštantnou hodnotou dvojice morfometrických parametrov definovaných zmenou (deriváciou) nadmorskej výšky v smere spádnice a v smere vrstevnice. Hodnota konštantných (formotvorných) parametrov v sebe ukrýva bohatú morfometrickú informáciu. Definuje nielen hodnotu z hľadiska vzniku formy najpodstatnejších morfometrických parametrov. Z matematického modelu takejto formy možno navyše určiť aj trendové hodnoty všetkých topických morfometrických parametrov v ľubovoľnom bode formy. Takto definované elementárne formy tvoria množstvo geometrických typov, ktoré nie sú rovnocenné z hľadiska stupňa ich geometrickej homogenity. Najhomogénnejšia je horizontálna rovina definovaná konštantnou hodnotou nadmorskej výšky (konštantné sú v rámci nej aj všetky z priebehu nadmorskej výšky odvodené parametre). Menšiu mieru homogenity majú lineárne formy, ešte menej homogénne sú rôzne zakrivené formy. Rešpektovanie takejto typologickej rôznorodosti v stupni a spôsobe homogenity rôznych typov elementárnych priestorových jednotiek georeliéfu odstraňuje umelú rozdrobenosť priestoru, ktorú získame aplikáciou morfotopov Krcha (1983, 1990) (táto rozdrobenosť je dôsledkom snahy definovať v celom priestore morfometrickú homogenitu rovnakým spôsobom). Spôsob definície morfometrickej homogenity elementárnych foriem jednoznačne určuje aj ich hranice. Ak vnútri formy nadobúda formotvorný morfometrický parameter konštantnú hodnotu, musí sa zákonite na hraniciach formy niektorý morfometrický parameter náhle - skokovite meniť. Každá hranica elementárnej formy je tak líniou nespojitosti istého morfometrického parametra (skokom sa na nej mení hodnota sklonu, orientácie, krivosti v smere spádnice či vrstevnice a pod.).

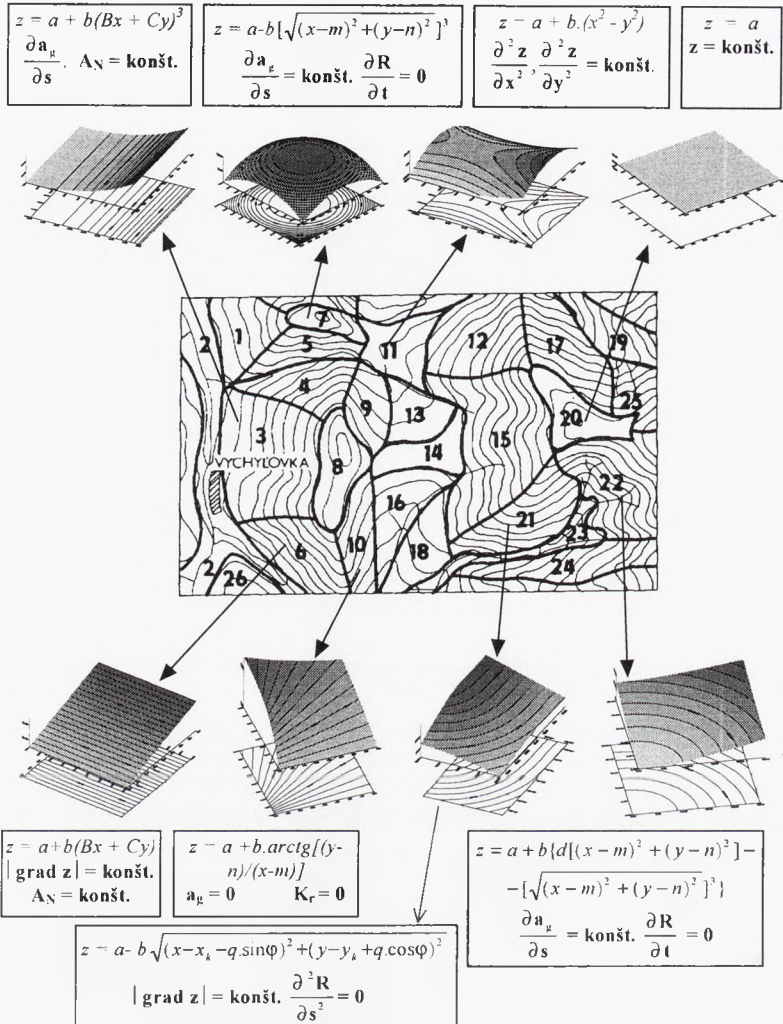
Rôzny efekt použitia jednotlivých elementarizačných koncepcií pri tvorbe morfolologickej (observačnej) mapy ukazujú obr. 1, 2 a 3. Pôvodnej mape Urbánka (1997) možno vyčítať koncepcnú nejasnosť (obr. 1 a). Autor zrejme vychádzal zo svojej staršej koncepcie elementarizácie georeliéfu (Urbánek 1974) založenej na preferencii vyčleňovania konvergentných (bazény) a divergentných foriem (chrbyty). Formy s paralelným tokom látky a energie (medzibazény) predstavujú len akési zvyškové plochy. Popri formách, ktoré majú charakter vyššie definovaných elementárnych foriem (formy B, H na obr. 1a) obsahuje mapa zložené formy - najmä drobné bazény (formy I, L, G, F, O na obr. 1a), ktorých ďalšie delenie je aj v danej mierke ešte morfogeneticky relevantné (rôznu genetickú charakteristiku môžeme prísúdiť dnu dolinky, asymetrickým bočným svahom i záveru dolinky - porovnaj formu L na obr. 1a s formami 21, 22, 23, 24 na obr. 3). Dôvod, prečo sú preferované tieto negatívne zložené formy a nie napr. pozitívne zložené formy (porovnaj obr. 1a, 1b), nebol vyslovený. Mapa tak obsahuje už aj realizáciu grupovania základných morfologických elementov georeliéfu do jednotiek vyššieho rádu bez explicitného stanovenia podmienok tohoto grupovania. Takáto observačná (morfologická) mapa je príkladom intuitívneho prístupu k elementarizácii georeliéfu, ktorý môže viesť k výrazne odlišným výsledkom rôznych autorov v tom istom území. Navyše morfometrická informácia,

ktorá vyplýva z definície základných priestorových jednotiek, je relatívne chudobná - jednotky možno rozdeliť len na konvergentné, divergentné a paralelné z hľadiska toku látky a energie.

Efekt formálne jednoznačnej elementarizácie rovnakého územia metódou Krcha (1983, 1990) znázorňuje obr. 2. Napriek tomu, že morfotopy tu boli definované len tromi intervalmi sklonu, štyrmi základnými svetovými stranami a štyrmi základnými a čiastočne generalizovanými geometrickými formami rozlišujúcimi len konvexné a konkávne formy v smere spádnice a v smere vrstevnice, vzniká naložením jednotlivých podkladových morfometrických máp extrémne vysoká, neprehľadná fragmentácia územia. V záujme zachovať istú prehľadnosť sa preto zvlášť prezentuje mapka utvorená naložením areálov definovaných intervalovými hodnotami sklonov a orientácií (obr. 2a) a mapka utvorená naložením nulových izočiari normálovej spádnicovej krivosti (výrazne generalizovaných) a horizontálnej - vrstevnicovej krivosti (obr. 2b). Výsledné morfotopy vznikajú až naložením týchto dvoch mapiek na seba. Takto vyčlenené susedné morfotopy nie je často možné vzájomne morfogeneticky odlišiť, čo je ich základná nevýhoda z hľadiska využitia v geomorfologickom (morfogenetickom) mapovaní. Hranice elementárnych foriem, resp. Urbánkových foriem možno spravidla ztotožniť s niektorými hranicami takýchto morfotopov, (súbor takýchto morfotopov tvorí elementárnu formu) viaceré morfogeneticky výrazné hranice však hranice morfotopov nerešpektujú (napr. východná hranica elementárnej formy 3 na obr. 3 a Urbánkovej formy C na obr. 1a, severná hranica elementárnej formy 11 na obr. 3 a Urbánkovej formy D na obr. 1a). Takéto prípady možno eliminovať skrátením uvažovaných intervalov morfotopotvorných morfometrických parametrov (namiesto 3 intervalov sklonov uvažovať intervalov 6, namiesto 4 intervalov orientácií ich uvažovať 8 a pod.), čím sa však fragmentácia priestoru stane v danej mierke úplne neúnosnou. Mapy Krchových morfotopov preto asi nemôžu slúžiť ako Urbánkom definované spojivo medzi realitou a morfogenetickými teóriami - observačné mapy.

MAPA ELEMENTÁRNYCH FORIEM AKO OBSERVAČNÁ MAPA

Obrázok 3 predstavuje realizáciu koncepcie elementárnych foriem georeliéfu na časti územia Urbánkom (1997) prezentovanej observačnej mapy. Možno konštatovať relatívne vysokú mieru korešpondencie medzi elementárnymi formami a formami Urbánka (obr. 1a) v tom zmysle, že v hraniciach elementárnych foriem sú s istou toleranciou spravidla obsiahnuté aj hranice Urbánkových foriem. Inak povedané - Urbánkove formy sú buď elementárnymi formami (v menšej miere), alebo ich možno na elementárne formy rozložiť. Na rozdiel od Krchových morfotopov (obr. 2) každá elementárna forma je autonómne morfogeneticky interpretovateľná - predstavuje geomorfologické individuum. Medzi susednými elementárnymi formami je spravidla nejaký relevantný morfogenetický rozdiel. Tento rozdiel môže byť spôsobený zmenou dominantného formotvorného geomorfologického činiteľa (vo forme 2 na obr. 3 je to pravdepodobne stály vodný tok, v susedných formách 1, 3, 6 činitele svahovej modelácie), zmenou doby formovania - veku (primárne svahy 1, 3 budú asi staršie ako sekundárne svahy bočnej dolinky 4, 5), alebo zmenou geomorfologických podmienok (asymetrické svahy 10, 18 sa zrejme líšia rôznou odolnosťou hornín). Podrobnejšie rozlíšenie základných elementov observačnej mapy prináša podrobnejšie morfogenetické informácie. Môžeme to prezentovať na príklade profilu ("katény") 5 - 5', ktorý v pôvodnej Urbánkovej práci je interpretovaný v súlade s Luknišom (1972)



Obr. 3. Vyčlenenie elementárnych foriem georeliéfu a matematické modely vybraných foriem.

Vysvetlivky: x, y, z - priestorové súradnice, kde z je nadmorská výška; a, b, m, n, q, A, B, C - ľubovoľné premenné ovplyvňujúce konkrétne hodnoty formotvorných parametrov; x_k, y_k, φ - parametre určujúce charakter krivky s rovnomernou zmenou polomeru krivosti - klotoidy; A_N - orientácia, R - polomer krivosti vrstevnic, $\text{grad } z$ - hodnota gradientu nadmorskej výšky (sklonu v %), a_g - gradientové zrýchlenie (parameter určujúci zmenu gradientu v smere spádnice), derivácie (zmeny) parametrov v smere spádnicy (s) a v smere vrstevnice (t) sú vyjadrené symbolmi $\frac{\partial}{\partial s}, \frac{\partial}{\partial t}$.

aj ako možná erózna brázda na menej odolných horninách flyšu. Urbánek v rámci tohto morfosystému rozlišuje len zložky dvoch typov - široké dolinky (formy G, F, J na obr. 1a) a rozvodné časti brázdy (formy D a E na obr. 1a). Dolinky sa v mape elementárnych foriem (obr. 3) rozkladajú na strmšie svahy na hranici s odolnejšími pieskovecami charakteristické bočnou zmenou sklonu (formy 9 a 10), široké ploché dná úvalinovitých dolín utvorené azda vplyvom sústredenej soliflukcie a zárodkovej fluvialnej činnosti (formy 13 a 16) a nevýrazné zvyškové konvexné rozvodia na málo odolných horninách (forma 18, ďalšia takáto forma je vzhľadom na svoj malý, v danej mierke nemapovateľný rozsah rozdelená medzi formy 11 a 15). V mape elementárnych foriem Urbánek tiež rozdelil do jedného celku spojené sedlá na menej odolných horninách a vyvýšeniny - tvrdoše na odolnejších horninách flyšu, ktoré nemožno považovať za súčasť eróznej brázdy (porovnaj formy D a E na obr. 1a s formami 8, 14 a 7, 11 na obr. 3).

Na obr. 3 však možno nájsť i opačnú situáciu, kedy medzi formami 4 a 5, ktoré Urbánek spojil do jednej formy (O na obr. 1a) nie je žiadny evidentný morfogenetický rozdiel (predpokladajme, že mierna výšková asymetria svahov nie je morfogeneticky relevantná). Dno dolinky, ktoré svahy oddeľuje, je v tomto prípade (ale i mnohých ďalších) vzhľadom na svoju šírku nemapovateľné. Obom susedným formám tak možno prisúdiť rovnakú genézu - napr. erózo-denudačné svahy na poruchových líniah. Určite však ide o dve geomorfologické individuá (dva a nie jeden svah), ktoré zhodou okolností utvoril jeden činiteľ. Spoločná genéza je napokon v procese tvorby observačnej mapy len hypotézou, ktorá sa nemusí potvrdiť (mierna výšková asymetria môže napokon byť prejavom odlišnej genézy - vyšší svah mohol byť na rozdiel od nižšieho zároveň formovaný tektonickým zdvihom). Znázornenie elementárnych foriem v observačnej mape je preto i v tomto prípade opodstatnené.

Iný prípad môže reprezentovať forma 23 na obr. 3. Podľa topografického podkladu ju síce možno pokladať za elementárnu formu, v obdobných polohách však môžu ležať i rozmerovo rovnaké erózne zárezy či výmole, ktoré sú jednoznačne zloženou formou. Ich rozdelenie na zložky (svahy) je irelevantné nielen z hľadiska morfogenetickej analýzy, ale v danej mierke aj technicky ťažko realizovateľné (rozdelením utvorené areály sú pod rozlišovacou úrovňou mapy). Do observačnej mapy je zrejme potrebné výnimočne zahrnúť i takéto zložené formy.

Za podstatnú prednosť koncepcie elementárnych foriem možno považovať ich striktné formálne vyjadrenie. Rovnice jednotlivých geometrických typov elementárnych foriem (pozri obr. 3 a prácu Minár, v tlači) vyjadrujú geometrický model, od ktorého sa realita viac či menej líši. Vo forme 6 či 21 je miera zhody modelu a topografického podkladu očividne vysoká. Vo forme 3 je táto zhoda narušená jednou výraznejšou svahovou úvalinou, ktorú však v danej mierke môžeme považovať za fluktuáciu pod našou rozlišovacou úrovňou (úvalinka je málo kontrastná voči svojmu okoliu a plošne je na alebo pod generalizačným limitom). Forma 22 rozčlenená výraznejšími a početnejšími drobnými zníženiami zodpovedá matematickému modelu už len svojim trendom, ktorý je ale podstatný z hľadiska jej genetickej interpretácie (primárny široký amfiteatrový záver je rozčleňovaný generáciou mladších úvalín a erózných zárezov). Elementárne formy tak rešpektujú ďalšiu podstatnú vlastnosť georeliéfu, ktorou je jeho hierarchická štruktúra (v jedinom bode možno definovať niekoľko do seba vložených foriem georeliéfu). Aplikácie bežných postupov morfometrickej analýzy nerozlišujú tieto hierarchické úrovne, čo vedie k extrémnej nežiaducej fragmentácii (obr. 2 zahŕňa už istú mieru generalizácie, napriek tomu je tu

fragmentácia príliš vysoká). Elementárne formy možno vyčleňovať v ľubovoľnej mierke, pričom s mierkou sa mení hierarchický rád zachytených foriem. Mieru odlišnosti matematického modelu elementárnej formy od reality (resp. topografickej plochy, ktorú môžeme považovať za blízku realite) možno interpretovať buď ako mieru rozčlenenia formy formami nižšieho rádu (realita varíruje okolo geometrického trendu elementárnej formy - napr. forma 22), alebo ako skutočnú odchýlku modelu od reality (trend topografickej plochy sa celkovo líši od elementárnej formy - formy 7 alebo 20 na obr. 3). V druhom prípade je odchýlka mierou platnosti genetických interpretácií odvodených z charakteru matematického modelu elementárnej formy (napr. ak formu 20 interpretujeme ako zvyšok zarovnaného povrchu, táto odchýlka môže vyjadrovať stupeň premeny - denudácie analyzovanej formy). V práci Minár (1996) boli opísané možnosti matematického modelovania vývoja elementárnych foriem. Práve takéto modelovanie môže výrazne prispieť nielen k priestorovej, ale aj k obsahovej referencii medzi "teoretickým" - morfogenetickým obsahom a "topografickou situáciou" - morfometrickými charakteristikami georeliéfu, po ktorej volá J. Urbánek. Odchýlka modelu od reality bude potom rovnako mierou platnosti morfo-genetických interpretačných schém získaných na základe takéhoto modelovania.

Formalizované vyjadrenie elementárnych foriem má v sebe ešte jeden ďalší dôležitý potenciál. Vizualná analýza topografickej mapy, ktorá je dosiaľ hlavným spôsobom tvorby morfológických (observačných) máp, má svoje limity. Voľným okom sme schopní v mape bez problémov identifikovať len najvýraznejšie línie nespojitosti parametrov georeliéfu (hrany, chrbátnice a údolnice a pod.). Rovnako sme vizualnou analýzou schopní určiť spravidla len základnú kvalitu zakrivených plôch (rozlíšiť lineárne, konvexné a konkávne formy). Na základe len vizualnej analýzy je však ťažké napr. určiť, či forme 13 na obr. 3 skôr zodpovedá elementárna forma s rovnomernou zmenou gradientu, alebo rovnomernou zmenou zmeny gradientu. Ťažko sa možno jednoznačne rozhodnúť, či v oblasti medzi formami 15 a 21 treba viesť hranicu po chrbátnici, ako je to na obr. 3 a 1a, alebo v tejto oblasti definovať samostatnú elementárnu formu zmierneného chrbta, ako je to realizované na obr. 1b. Formalizované vyjadrenie elementárnych foriem dáva perspektívu riešenia takýchto problémov objektivizáciou a automatizáciou vyhraničovania elementárnych foriem. V geoinformačnom systéme bude možné exaktne porovnávať problematickú oblasť topografického povrchu (primárny digitálny model georeliéfu) s rôznymi matematickými modelmi elementárnych foriem (pričom každý model možno naplniť rôznymi hodnotami premenných parametrov) a stanoviť podmienky výberu najvhodnejšieho naplnenia najvhodnejšieho typu matematického modelu. Možno tak dospieť k algoritmu elementarizácie georeliéfu, ktorý pri správnej realizácii rôznymi autormi poskytne v tom istom území v podstate rovnaké výsledky.

ZÁVER

Výrazným nedostatkom geomorfologického mapovania je absencia dostatočnej štandardizácie jeho postupov. Týka sa to najmä vysokej miery všeobecne akceptovanej benevolencie pri rozhodovaní sa o tom, čo bude v ktorom mieste mapy jej základnou priestorovou jednotkou. V medzinárodne uznávanej príručke geomorfologického mapovania (Demek a kol. 1972) je definovaný princíp elementárnej geomorfologickej regionalizácie vychádzajúci z mapovania morfotopov, samotné morfotopy sú však definované opäť veľmi všeobecne (ako areály homogénne morfograficky a

morfolometricky, litologicky, morfofeneticky, morfochronologicky a morfodynamicky). Navyše tento princíp sa veľmi často na Slovensku pri geomorfologickom mapovaní neakceptuje. Negatívne sa tu možno prejavuje vplyv starších prác tvorcov slovenskej školy geomorfologického mapovania, v ktorých sa výrazne odráža bezprostredné mapovanie morfofenetickej koncepcie bez medzičlánku Urbánkovej observačnej mapy (excelentným príkladom je v tomto smere mapa Žilinskej kotliny a prilahlých pohorí Mazúra (1963) s výrazne nekompatibilnou koncepciou základných priestorových areálov). Takýto stav je na jednej strane pre tvorcov geomorfologických máp "pohodlný" - umožňuje im do mapy vkladať morfofenetické informácie, ktoré tradične nie je problematické získať (mapujú sa podrobne napr. fluvialne formy, gravitačné deformácie, zarovnané povrchy) a vyhýbať sa podrobnému mapovaniu geneticky najjasných elementov georeliéfu (najmä rôznych typov svahov). Na strane druhej je to však situácia, ktorá nemotivuje k rozvoju geomorfologického mapovania, vedie ku vzniku geomorfologických máp neporovnateľnej obsahovej kvality a zťažuje využiteľnosť takýchto máp v rôznych aplikáciách. Zavedenie štandardizácie vo forme prioritného mapovania elementárnych foriem georeliéfu ako základných priestorových jednotiek geomorfologickej mapy (observačnej mapy) môže tieto nedostatky odstrániť.

Striktná definícia procesu elementarizácie georeliéfu je samozrejme len prvým (i keď kľúčovým) krokom pri tvorbe geomorfologickej mapy. Geomorfologická informácia vzťahujúca sa k elementárnej forme je dôležitým základom opisu georeliéfu, zďaleka ho však nevyčerpáva (tak ako opis jednotlivých buniek nevyčerpáva charakteristiku celého organizmu). Nadväzne či simultánne s rozpracovávaním koncepcie elementarizácie georeliéfu je potrebné podobne analyzovať Urbánkom naznačené ďalšie kroky pri tvorbe geomorfologických máp - typizáciu, či refázia susedných elementárnych foriem, fungovanie geomorfosystémov v čase a priestore, pričom každý tento problém vyžaduje samostatnú dôslednú analýzu a formalizovaný opis. Každopádne je to však smer, ktorým by sa geomorfológia a geomorfologické mapovanie malo v budúcnosti uberať.

Príspevok vznikol v rámci riešenia vedeckého projektu VEGA č. 1/5262/98.

LITERATÚRA

- BARSCH, D., DIKAU, R. (1989). Entwicklung einer Digitalen Geomorphologischen Basiskarte (DGmBK). *Geo-informations-systeme*, 2, 12-18.
- DEMEK, J., ed. (1972). *Manual of detailed geomorphological mapping*. Brno (Academia).
- DOORNKAMP, J. C., KING, A. M. (1971). *Numerical analysis in geomorphology*. London (Edward Arnold).
- HAASE, G. (1967). Zur Methodik grossmasstäbiger landschafts- ökologischer und naturräumlicher Erdkundung. *Wissenschaftliche Abhandlungen der Geographischen Gesellschaft*, 5, 35-128.
- HEYER, E., SCHNEIDER, R., SCHOLZ, E., FRANZ, H. J., WEISSE, R., BARSCH, H., SCHUSTER, A. (1968). *Arbeitsmethoden in der physischen Geographie*. Berlin (Verlag).
- KRCHO, J. (1983). Teoretická koncepcia a interdisciplinárne aplikácie komplexného digitálneho modelu reliéfu pri modelovaní dvojdimenzionálnych polí. *Geografický časopis*, 35, 265-291.

- KRCHO, J. (1990). *Morfometrická analýza a digitálne modely georeliéfu*. Bratislava (Veda).
- LASTOČKIN, A. N. (1987). *Morfodinamičeskij analiz*. Leningrad (Nedra).
- LASTOČKIN, A. N. (1991). Jestestvennaja delimost' zemnoj pover chnosti i landšaftnoj oboločky. *Geomorfologija*, 4, 3-13.
- LUKNIŠ, M. (1972). Reliéf. In Lukniš, M., ed. *Slovensko, 2 - Príroda*. Bratislava (Obzor), pp. 124-203.
- MAZÚR, E. (1963). *Žilinská kotlina a prilahlé pohoria*. Bratislava (SAV).
- MIČIAN, L., ZATKALÍK, F. (1990). *Náuka o krajine a starostlivosť o životné prostredie*. Bratislava (PF UK).
- MIKLÓS, L., MIKLISOVÁ, D. (1987). Shape and Size of Elementary Areas and Microbasins - Evaluation in Landscape Ecological Planning (LANDEP) Methods. *Ecology (CSSR)*, 6, 85-100.
- MINÁR, J. (1992). The principles of the elementary geomorphological regionalization. *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Geographica*, 33, 185-198.
- MINÁR, J. (1996). Niektoré teoreticko-metodologické problémy geomorfológie vo väzbe na tvorbu komplexných geomorfologických máp. *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Geographica*, 36, 7-125.
- MINÁR, J. (v tlači). Definícia a význam elementárnych foriem georeliéfu. *Acta Facultatis Studiorum Humanitatis at Naturae Universitatis Prešovensis, Folia geographica*.
- MINÁR, J., KUSENDOVÁ, D. (1995). Komplexná geomorfologická mapa ako súčasť GIS-u. *Geographica Slovaca*, 10, 157-162.
- NEEF, E., RICHTER, H., BARSCH, H., HAASE, G. (1973). *Beiträge zur Klärung der Terminologie in der Landschaftsforschung*. Manuskript, Geographisches Institut der Akademie der Wissenschaften der DDR, Leipzig.
- URBÁNEK, J. (1974). Niekoľko poznámok ku klasifikácii geomorfologických tvarov. *Geografický časopis*, 26, 16-41.
- URBÁNEK, J. (1997). Geomorfologická mapa: niektoré problémy geomorfologického mapovania na Slovensku. *Geografický časopis*, 49, 175-186.
- WITTOU, J. (1984). *The Penguin Dictionary of Physical Geography*. London (Penguin Books).

Jozef Minár

TOWARDS SOME PROBLEMS OF GEOMORPHOLOGICAL MAPPING

Urbánek (1997) criticises the vague relation between the theoretical geomorphological notions and particular topographic situation. He suggests the way to renew this relation by construction of an "observational" (morphological) geomorphological map. Creation of such map will be more efficient if geometric attributes of its basic areal units and their boundaries are exactly defined. The definition of the creation of observational map of Urbánek (1997, p. 185): "superimposition of network of limits separating the different neighbouring forms" is not sufficient. A big number of various variants of observational maps may be created on the basis of it (Fig. 1). Formally consistent definition of Krcho (1983, 1990) leads to an excessive fragmentation (Fig. 2). A specific morphogenetic interpretation may be not found for particular morphotops of Krcho. We account for the most suitable basis of the creation of morphological (observational) map the conception of elementary landforms (Minár 1992, 1996). The basic elementary landform is the horizontal plan

with constant value of altitude. Other types of elementary landforms are defined by constant value of the doublet of morphometric parameters which express changes of altitude in two rectangular directions (Fig. 3). On boundaries of elementary landforms, the values of one morphometric parameter at least are not discrete regularly (boundaries are the lines of discreteness of one morphometric parameter at least). Each elementary landform can be interpreted as morphogenetically independent individual (between neighbouring landforms a morphogenetical differentiation can be found as a rule). The mathematical expression of models of particular landforms is very important. On the one side, it enables the mathematical modelling the development of particular landform types, and so their better morphogenetical interpretation, and on the other side, it provides a good perspective to the automation and objectivization of their delimitation. Also the deviation of the reality from such mathematical model is morphogenetically significant. Using the conception of elementary landforms can in this way contribute to the standardization of geomorphological mapping.

Fig. 1. a) Cutting from observational map after Urbánek (1997).

b) One of possible alternative variants of observational map of the same territory.

Fig. 2. Partial morphometric maps. The map of morphotops of Krcho (1983, 1990) is produced overlaying maps a) and b):

a) map created by overlaying three interval values of slope and four interval values of aspect of the georelief (interrupted lines represent isolines of aspect),

b) map of geometrical forms: **XX** - convex-convex, **KK** - concave-concave, **XX** - convex-concave, **KX** - concave-convex.

Fig. 3. Delimitation of elementary landforms and mathematical models of selected forms

Explanations: x, y, z - spatial co-ordinates where z is altitude; a, b, m, n, q, A, B, C - optional variables which influence the values of formforming parameters, x_k, y_k, φ - parameters which define the character of curve with uniform change of radius of curvature; **A_N** - aspect, **R** - radius of curvature of contour lines, **grad z** - value of gradient of altitude (of slope in %), **a_g** - gradient acceleration (parameter which defines the change of gradient in direction of stream line), derivations (changes) of parameters in direction of stream line (s) and in direction of contour line (t) are expressed by

symbols $\frac{\partial}{\partial s}, \frac{\partial}{\partial t}$.

Translated by Z. M a c h o v á