

of phreatic and epiphreatic watertable-levelled components, corrosive epiphreatic watertable-levelled spaces.

Basic types of fluviokarst cave spaces: fluviokarst vadose drawdown spaces, fluviokarst vadose invasion drawdown spaces, fluviokarst-collapsing vadose drawdown and invasion spaces, fluviokarst phreatic spaces with multiple loops, fluviokarst spaces with mixture of phreatic and epiphreatic watertable-levelled components, fluviokarst epiphreatic watertable-levelled spaces, fluviokarst-collapsing epiphreatic watertable-levelled spaces.

More particularly, these types of cave spaces can be classified according to next hydrographic and morphometric criterions especially.

Recenzent: RNDr. Miloš Stankoviansky, CSc.

DEFINÍCIA A VÝZNAM ELEMENTÁRNYCH FORIEM GEORELIÉFU

Jozef MINÁR

Abstract

Dominant stream of the georelief elementarization conceptions misses a strict formalized formulation. In the contribution, there is outlined a course of such formalization on the basis of the elementary forms conception. Equations of particular elementary form types describe forms with constant value of the doublet of significant morphometric parameters. The identification of such formulated types may be objectivicated with using of digital georelief (terrain) models.

Key words: elementary form, morphometric parameter, georelief elementarization, complex geomorphologic map

Definícia čo najuniverzálnejších a obsahovo najbohatších elementárnych priestorových jednotiek georeliéfu má podstatný význam ako pre geomorfológiu samotnú, tak i pre jej efektívny prienik do komplexných environmentálnych disciplín. Definíciou elementárnych jednotiek georeliéfu v explicitnej alebo implicitnej forme zaoberá viacero slovenských (napr. URBÁNEK 1974, KRCHO 1983, 1990, MIKLÓS, MIKLISOVÁ 1987, JENČO 1992) a množstvo zahraničných autorov (napr. SPIRIDONOV 1961, HEYER a kol. 1968, HAASE 1969, LASTOČKIN 1987, BARSCH; DIKAU 1989). Základné elementy georeliéfu majú byť na jednej strane vnútorne čo najhomogénnejšie z morfometrického, morfogenetického i morfodynamického hľadiska, na strane druhej by mali byť čo najprirodzenejšie ohraničené. Široká použiteľnosť jednotlivých koncepcií elementarizácie georeliéfu je pritom podmienená stupňom ich formalizácie (presnosťou a jednoznačnosťou ich vyjadrenia). O definíciu koncepcie, ktorá spĺňa vyššie uvedené podmienky a naväzuje na hlavný ale formalizovane slabo definovaný prúd koncepcií elementarizácie georeliéfu som sa pokúsil v skorších prácach (MINÁR 1992, 1995). V tomto príspevku chcem predstaviť posledné výsledky formalizácie definície elementárnych foriem georeliéfu a načrtnúť možnosti využitia takto definovanej koncepcie.

RNDr. Jozef MINÁR, CSc.

Katedra fyzickej geografie a geokológie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského,
Mlynská dolina 1, 842 15 Bratislava

Koncepcia elementárnych foriem vychádza z predpokladu, že dlhodobé rovnorodé pôsobenie istého reliéfovotvorného procesu vedie k určitej geometrickej homogenite utváraného elementu georeliéfu. Ak sa dva susedné elementy georeliéfu líšia spôsobom svojho vzniku, prejaví sa tento rozdiel v odlišnosti ich niektorých geometrických charakteristík. Geometrickú homogenitu vnútri elementárnej formy možno pritom vyjadriť približne konštantnou hodnotou niektorých morfometrických parametrov georeliéfu a to nadmorskej výšky alebo z nej odvodených (jej zmenu vyjadrujúcich) parametrov (sklonu resp. gradientu, orientácie resp. expozície, zakrivenia vrstevníc či spádnic, zmeny zakrivenia atď.). Takéto parametre nazývame **formotvornými parametrami**. Na hranici dvoch elementárnych foriem bude mať potom nespojitý priebeh aspoň jeden z formotvorných parametrov oddelených foriem, respektíve parameter, z ktorého je niektorý formotvorný parameter odvodený. Geometrická homogenita vnútri elementárnej formy utvára predpoklady pre istú homogenitu v priebehu súčasných geomorfologických procesov, geometrická nespojitosť na hraniciach je zas predpokladom istej nespojitosti v priebehu súčasných procesov. Elementárne formy tak nadobúdajú charakter syntetických elementárnych geomorfologických jednotiek, vykazujúcich istú morfometrickú, morfogenetickú i morfodynamickú homogenitu.

Všetky elementárne formy vyznačujúce sa konštantnou hodnotou rovnakých formotvorných parametrov (pričom táto konštantná hodnota môže byť u rôznych foriem rôzna) označíme ako jeden **geometrický typ elementárnych foriem**. Všeobecné formalizované vyjadrenie dostatočného počtu dobre morfogeneticky a morfodynamicky interpretovateľných geometrických typov elementárnych foriem môže byť výborným základom pre automatizovanú či poloautomatizovanú identifikáciu elementárnych foriem z digitálnych modelov georeliéfu, čo by bol významný krok k objektivizácii elementarizácie georeliéfu.

Jednoduchú geometricky homogénnu plochu (elementárnu formu) možno definovať prostredníctvom jej priebehu v dvoch na seba kolmých smeroch. Z morfometrických parametrov popisujúcich priebeh georeliéfu v rôznych smeroch majú interpretačný význam predovšetkým **parametre odrážajúce fyzikálne vlastnosti gravitačného poľa**, ktoré vyjadrujú zmeny nadmorskej výšky v smere spádnice (s) a v smere vrstevnice (t). Môžeme tak definovať **usporiadanú množinu množín relevantných formotvorných parametrov** F_R , v ktorej interpretačný význam a miera geometrickej homogenity parametrom definovaných foriem klesá zľava do prava:

$$F_R = \{\{H\}; \{H_s, H_t\}; \{H_{ss}, H_{ts}, H_{st}, H_{tt}\}; \{H_{sss}, H_{ttt}, H_{tts}\}\} \quad (1)$$

kde je H nadmorská výška, H_s je zmena H v smere spádnice (absolútna hodnota gradientu resp. sklon), H_t je orientácia voči svetovým stranám resp. expozícia, H_{ss} je zmena veľkosti gradientu v smere spádnice resp. normálová spádnicová krivosť, H_{tt} je polomer krivosti vrstevníc, resp. horizontálna krivosť, H_{ts} je spádnicová zmena orientácie, H_{st} je vrstevnicová zmena gradientu, H_{sss} je spádnicová zmena spádnicovej zmeny gradientu, H_{ttt} je vrstevnicová zmena polomeru krivosti vrstevníc a H_{tts} je spádnicová zmena polomeru krivosti vrstevníc.

Vychádzajúc z analýzy vrstevnicovej siete jednotlivých geometrických typov foriem, možno potom definovať typy, **ktorých vrstevnicová sieť je tvorená**:

- 1) *priamkami* (obr. 1b, c, d) – *horizontálna krivosť týchto foriem je vždy nulová*, na každej jednotlivéj vrstevnici sa zachováva konštantná orientácia georeliéfu, pričom východiskovou rovnicou pre odvodenie rovníc foriem tohoto typu je rovnica priamky v tvare:

$$C = A.x + B.y \quad (2)$$

kde x, y sú súradnice bodov priamky v zobrazovacej rovine a A, B, C sú konštanty určujúce polohu a orientáciu priamky.

- 2) *kružnicami* (obr. 1e, f) – *zmena polomeru krivosti vrstevníc v smere vrstevnice týchto foriem je vždy nulová*, na každej jednotlivéj vrstevnici sa zachováva konštantný polomer krivosti, pričom východiskovou rovnicou je rovnica kružnice v tvare:

$$R = \sqrt{(x - m)^2 + (y - n)^2} \quad (3)$$

kde R je polomer kružnice a m, n sú súradnice jej stredu v zobrazovacej rovine,

- 3) *klotoidami* a ich obalovými krivkami (obr. 1h) – každá klotoida je charakterizovaná *konštantnou zmenou polomeru krivosti vrstevnice v smere vrstevnice*, pričom východiskovou je rovnica vzdialenosti bodu (meranej po spádnicí) od príslušného bodu okrajovej obalovej krivky:

$$l = \sqrt{(x - x_k - q \cdot \sin \varphi)^2 + (y - y_k + q \cdot \cos \varphi)^2} \quad (4)$$

kde l je vzdialenosť bodu od príslušného bodu okrajovej obalovej krivky, q je konštanta určujúca vzdialenosť okrajovej obalovej krivky od centrálnej klotoidy, x_k, y_k sú súradnice bodu centrálnej klotoidy dané parametrickými rovnicami klotoidy, ktoré sú definované Fresnelovými integrálmi:

$$x_k = \frac{a}{\sqrt{2}} \int_0^\varphi \frac{\cos \varphi}{\sqrt{\varphi}} \cdot d\varphi = a\sqrt{2}\varphi \left(1 - \frac{\varphi^2}{5.2!} + \frac{\varphi^4}{9.4!} - \frac{\varphi^6}{13.6!} + \dots\right); x > 0 \quad (5)$$

$$y_k = \frac{a}{\sqrt{2}} \int_0^\varphi \frac{\sin \varphi}{\sqrt{\varphi}} \cdot d\varphi = a\sqrt{2}\varphi \left(\frac{\varphi}{3} - \frac{\varphi^3}{7.3!} + \frac{\varphi^5}{11.5!} - \frac{\varphi^7}{15.7!} + \dots\right); x > 0 \quad (6)$$

pričom a je parameter klotoidy určujúci pomernú veľkosť centrálnej klotoidy a φ je uhol dotýčnice centrálnej klotoidy v danom bode s osou x , pre ktorý platí:

$$\varphi = \frac{s}{2R} = \frac{s^2}{2a^2} \quad (7)$$

pričom R je polomer krivosti krivky v danom bode a s je dĺžka oblúku medzi týmto bodom a inflexným bodom klotoidy.

V rámci každej z vyššie uvedených troch skupín možno definovať formy nasledujúcich kategórií:

- a) Formy definované *paralelnými rovnomerne vzdialenými vrstevnicami* (obr. 1b), ktoré podmieňujú *konštantnú hodnotu sklonu a gradientu* elementárnej formy, čo možno vyjadriť vzťahom:

$$z = a + b\xi \quad (8)$$

kde z je nadmorská výška, a , b sú konštanty určujúce rozptyl nadmorských výšok danej formy a ξ predstavuje pravú stranu rovníc (2), (3) a (4).

- b) Formy definované *paralelnými vrstevnicami s rovnomernou zmenou ich vzdialenosti* (obr. 1c, e, g), ktoré podmieňujú *konštantnú hodnotu zmeny gradientu*, čo možno vyjadriť vzťahom:

$$z = a + b(\xi - c)^2 \quad (9)$$

kde c je ďalšia konštantá nadobúdajúca hodnoty $c = 0$, alebo $c > \xi$ pre jednotlivé variety foriem.

- c) Formy definované *paralelnými vrstevnicami s rovnomernou zmenou zmeny ich vzdialenosti* (obr. 1d, f, h), ktoré podmieňujú *konštantnú hodnotu zmeny zmeny gradientu v smere spádnice*, čo možno vyjadriť vzťahom:

$$z = a + b[d(\xi - c)^2 - (\xi - c)^3] \quad (10)$$

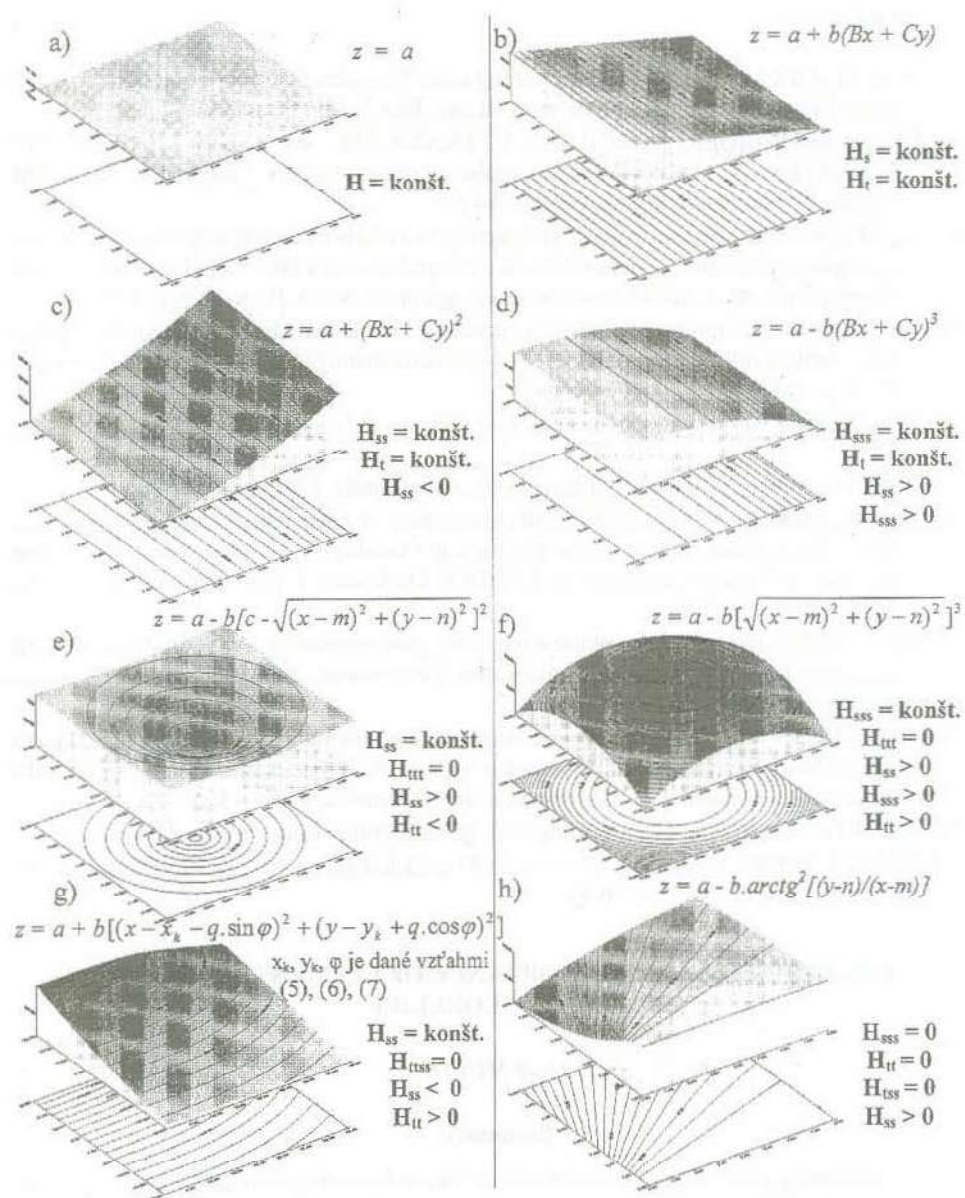
kde d je ďalšia konštantá nadobúdajúca pre jednotlivé variety foriem hodnoty $d = 0$, alebo $d > (\xi - c)^3/(\xi - c)^2$.

- d) Formy s *neparalelným priebehom geometricky totožných vrstevníc* (obr. 1h), charakteristické konštantnou hodnotou formotvorného parametra v smere vrstevnice a existenciou bočnej (v smere vrstevnice) zmeny veľkosti gradientu (na rozdiel od foriem typu a), b), a c), ktoré charakterizuje nulová hodnota zmeny veľkosti gradientu v smere vrstevnice). Z týchto foriem majú plnohodnotný charakter len formy definované na báze rovnice priamky (s konštantnými formotvornými parametrami v smere vrstevnice i spádnice – obr. 13, 14). Ich rovnice boli odvodené na základe uhla zvieraného lineárnymi vrstevnicami:

$$\xi = \arctg[(y - n)/(x - m)] \quad (11)$$

kde n a m sú súradnice bodu, ku ktorému sa zbiehajú všetky vrstevnice a hodnota ξ je následne aplikovaná v rovniciach (8), (9), (10).

Z priestorových dôvodov sú na obr. 1 zobrazené len vybrané geometrické typy elementárnych foriem s konkrétnym tvarom ich formalizovaného vyjadrenia. Vyššie uvedeným spôsobom bolo definovaných viac ako 50 základných geometrických typov elementárnych foriem, čo je dostatočný počet na zachytenie základnej geometrickej rôznorodosti foriem georeliéfu. Každému z týchto typov možno priradiť špecifickú genetickú a dynamickú interpretáciu, čo má mimoriadny význam pre tvorbu komplexných geomorfologických, ale i geoeologických máp.



Obr. 1. Vybrané geometrické typy elementárnych foriem s ich definičnými vzťahmi

Fig. 1. Some geometrical types of elementary forms with their definition formulas

Literatúra:

- BARSCH, D.; DIKAU, R. (1989): Entwicklung einer Digitalen Geomorphologischen Basis-karte (DGmBK). Geo-informations -systeme, Jahr.2, Heft 3/1989, p. 12-18.
- HEYER, E., SCHNEIDER, R., SCHOLZ, E., FRANZ, H.J., WEISSE, R., BARSCH, H., SCHUSTER, A. (1968): Arbeitsmethoden in der physischen Geographie. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin, 284 pp.
- JENČO, M. (1992): Morfometrická analýza georeliéfu z hľadiska teoretickej koncepcie Komplexného digitálneho modelu reliéfu ako integrálna súčasť GIS. Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Geographica Nr.33, Bratislava, p. 133-154.
- KRCHO, J. (1983): Teoretická koncepcia a interdisciplinárne aplikácie komplexného digitálneho modelu reliéfu pri mo delovaní dvojdimenzionálnych polí. Geografický časopis, 35, 3, p. 265-291.
- KRCHO, J. (1990): Morfometrická analýza a digitálne modely georeliéfu. VEDA, Bratislava, 432 p.
- LASTOČKIN, A.N. (1987): Morfodinamičeskij analiz. Nedra, Le ningrad, 254 pp.
- MIKLÓS, L., MIKLISOVÁ, D. (1987): Shape and Size of Elementary Areas and Microbasins – Evaluation in Landscape Ecological Planning (LANDEP) Methods. Shape and Size as Spatial Categories in LANDEP Methodics. I. part. Ecology (CSSR), 6, 1987a, č. 1, p. 85-100.
- MINÁR, J. (1992): The principles of the elementary geomorphological regionalization. Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Geographica Nr. 33, Bratislava, p 185-198.
- MINÁR, J. (1995): Niektoré teoreticko-metodologické problémy geomorfológie vo väzbe na tvorbu komplexných geomorfologických máp. Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Geographica Nr. 36, Bratislava, p.7 – 125.
- SPIRIDONOV, A.I. (1975): Geomorfologičeskoje kartografirovanie. Nedra, Moskva, 181 p.
- URBÁNEK, J. (1974): Niekoľko poznámok ku klasifikácii geomorfologických tvarov. Geografický časopis, 26 (1), p.16-41.

**THE DEFINITION AND IMPORTANCE OF ELEMENTARY FORMS
OF THE GEORELIEF**

Jozef MINÁR

Summary

The elementary georelief units shall be on the one side morphometrically, morphogenetically and morphodynamically most homogeneous, and on the other side they shall be most exactly defined. The elementary form conception completes these conditions (MINÁR 1992, 1995). Elementary forms are defined like areas with approximately constant value of altitude or doublet of morphometric parameters derived from it in the direction of streamline and contour line.

Issuing from the analysis of the contour line net of particular geometric types of elementary forms, the equations of particular types were defined. For the types, which contour line net is formed by straight lines (there is always the curvature of contour lines zero) – e.g. fig. 1b, c, we issued from the equation (2), where x , y are co-ordinates of contour line points in the projection plane, and A , B , C are constants determining the location and orientation of contour line. The types with contour line net, which is formed by circles (there is always the change of contour line curvature radius zero) – e.g. fig. 1e, f, we issued from the equation (3), where R is circle radius, and m , n are co-ordinates of circle centre in projection plane. The equations (4) – (7) express constant change of the contour line curvature in direction of contour line, an example of such form is on fig. 1g. Within each from these tree groups following forms may be defined:

- a) forms defined by parallel, equally distant contour lines (fig. 1b), with constant slope and gradient, which can be expressed by formula (8), where z is altitude, a , b are constants defining scatter of altitudes of given form and represents right side of equations (2), (3) and (4),
- b) forms defined by parallel contour lines with equal change of their distance (fig. 1c, e, g), with constant gradient change value, which can be expressed by formula (9), where c is other constant,
- c) forms defined by parallel contour lines with equal change of their distance change (fig. 1d, f, h), with constant change value of the gradient change in direction of stream line, which can be expressed by formula (10), where d is other constant,
- d) forms defined by non-parallel course of geometrically identic contour lines (fig. 1h), which can be expressed by formula (11), where m , n are co-ordinates of point whereto converge all contour lines and the value is consequently applied in equations (8), (9), (10).

Práca vznikla v rámci grantovej úlohy

Recenzent: RNDr. Miloš Stankoviánsky, CSc.

VÝZNAM TVORBY EFEMÉRNÝCH VÝMOČOV V SÚČASNEJ I DLHODOBEJ MORFOGENÉZE

Miloš STANKOVIANSKY

Abstract

The contribution refers to the ephemeral gullies – the unknown phenomenon in the Slovak geomorphic and pedological literature until recently. It characterizes the runoff geomorphic processes, responsible for the generation of ephemeral gullies, the conditions of the genesis of this erosional features, their geometric parameters, as well as the significance of their formation within the contemporary and long-term morphogenesis, namely on the example of the Myjava Hilly Land.

Key words: ephemeral gullies, permanent gullies, runoff geomorphic processes, linear erosion, surface runoff concentration

RNDr. Miloš STANKOVIANSKY, CSc.

Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava