

Geomorfologické a geoeologické katény v jaskyniach – základná koncepcia a metodologické prístupy

Pavel BELLA

Abstract: *For the present, the catena principle used for the interpretation of horizontal relations and structures of landscape systems on slopes based on natural processes controlled by gravity, is not applied in neither analytical nor integral research of caves and karst landscape. This principal problem should be elaborated within fundamental tasks related to theory and methodology of geosystematic or geoecological research of caves. The paper deals with a basic conception and methodological approaches for delineation and categorization of geomorphological and geoecological catenas in caves as underground geosystems that have intensive relations given by natural processes with the surface part of karst landscape.*

Key words: *geomorphology, geoecology, theoretical speleology, catena, cave environment, karst landscape*

Úvod

Princíp katény, na základe ktorého sa interpretujú sekvencie pôdných alebo iných krajinných jednotiek na svahu vytvorené súčasnými alebo bývalými prírodnými procesmi riadenými gravitáciou, sa v rámci analytického ani integrálneho výskumu jaskýň zatiaľ nerozpracoval. Táto problematika patrí medzi dôležité úlohy, ktorými sa treba detailnejšie zaoberať v rámci teórie a metodológie geosystémového, resp. geoeologického výskumu jaskýň, ako aj pri spracovávaní a uplatňovaní praktických aplikácií výskumu.

Cieľom tohto príspevku je načrtnúť základnú koncepciu a metodologické prístupy vyčleňovania a kategorizácie geomorfologických a geoeologických katén v jaskyniach, ktoré majú v krasových územiach silné vzťahy s povrchovou časťou krajiny.

Jaskyne ako prírodné geosystémy

Jaskyne sa považujú za samostatné prírodné geosystémy, resp. „podzemný landsaft“ (Maruašvili, L. I., 1971, Gergedava, B. A., 1973, 1983, Gvozdeckij, N. A., 1988, Čikišev, A. G., 1987, Bella, P., 1998, 1999). Predstavujú podzemné priestory v litosfére, ktoré úplne alebo v prevažnej miere ohraničujú podzemné formy georeliéfu. Rozmery otvoru na povrch, ako aj hrúbka a vlastnosti nadložných hornín či krajinná pokrývka obmedzujú až zabraňujú vplyv niektorých exogénnych prírodných procesov na jaskynné geosystémy. Vzhľadom na povrch krajiny v jaskyniach neprebíha pedogenetický proces, v ich afotických častiach ani fotosyntéza. Na podzemné priestory sa vzťahujú osobitné formy jaskynného georeliéfu, podmienky prúdenia a geochemizmu vody, speleoklimatické procesy s takmer vyrovnaným denným i ročným chodom teploty, ako aj vlhkosti vzduchu vo vnútorných častiach jaskýň. V jaskyniach sú osobitné ekologické podmienky, ktoré výrazne vplyvajú najmä na fyziognómiu a vlastnosti pravej jaskynnej fauny. V podzemných priestoroch interakcia prírodných komponentov vzhľadom na podpovrchovú nadložnú časť litosféry narastá (Voropaj, L. I., Andrejčuk, V. N., 1985, Andrejčuk, V. N., Voropaj, L. I., 1993).

Svojráznu priestorovú štruktúru jaskynných geosystémov tvorí usporiadanie jaskynných geosystémov topickej i chorickej dimenzie – speleotopov, speleochor a súborov speleochor. Jaskynné geosystémy podliehajú časovým a časovopriestorovým zmenám – rytmike, sukcesívnej dynamike i dlhodobej evolúcii (Bella, P., 1998, 1999). Najmä v krasovej krajine, kde sa v podzemí vyskytujú jaskyne a existujú silné vertikálne väzby medzi povrchom a podzemnými priestormi (Jakál, J., 1986 a iní), sa okrem vertikálnej medzikomponentnej štruktúry rozlišuje aj vertikálna medzikomplexná štruktúra, t. j. medzi povrchovou časťou krajiny a jaskynnými priestormi v podzemí (Voropaj, L. I., Andrejčuk, V. N., 1985, Andrejčuk, V. N., Voropaj, L. I., 1993).

Medzi hlavné diferenciačné faktory jaskynných geosystémov patria litologické a štruktúrno-tektonické pomery, ktoré podmieňujú a usmerňujú proces krasovatenia. V pokročilejšom štádiu krasovatenia ustupuje vplyv iniciálnej štruktúry a zosilňuje sa diferenciačný vplyv georeliéfu, ktorý podmieňuje a usmerňuje chod viacerých prírodných procesov určujúcich fungovanie či sukcesívnu dynamiku jaskynných geosystémov (prúdenie vzduchu vzhľadom na morfológiu a vertikálnu členitosť jaskýň, zaľadňovanie jaskýň, prúdenie vody v podzemných riečiskách a kanáloch, pôsobenie geomorfologických procesov, tvorbu sintrových nátekov na skalných stenách, vytváranie alebo modifikovanie biotopov v závislosti od priestrannosti a dostupnosti podzemných dutín a pod.).

Katéna – definícia a terminologické analógie

Pojem katéna, ktorý sa zaviedol a rozpracováva v pedológii (Milne, G., 1935, Vageler, P. W. E., 1955, Sommer, M., Schlichting, E., 1997 a iní), sa analogicky do značnej miery aplikoval aj v rámci niektorých ďalších vedných disciplín skúmajúcich vybrané komponenty krajinej sféry alebo krajinné systémy (Haase, G., 1961, Opp, Ch., 1983, 1985, Scheidegger, A., E., 1986, Urbánek, J., 1993 a iní).

Z geoeologického hľadiska katéna predstavuje zákonite usporiadaný rad susediacich fyzickogeografických jednotiek, spravidla geotopov, prepojených horizontálnymi vzťahmi, zväčša transportom materiálu a energie od vrcholu až po úpätie svahu (Opp, Ch., 1983, 1985). Takéto jednoduché sekvencie interagujúce v smere gravitácie vytvárajú priestorové systémy krajinej štruktúry. V rámci priestorovej štruktúry krajinných systémov sa katény prevažne vzťahujú na nanochory, prípadne mikrochory (Mičian, L. in Mičian, L., Zatkalík, F., 1984). Podľa zovšeobecňujúcej definície od Scheideggera, A. E. (1986) pojem katéna vyjadruje jednoduchú sekvenciu prírodných javov, ktoré sa v oblastiach humídnej klímy opakovane vyskytujú za sebou v rozličných úsekoch svahov, hydrologického povodia alebo podobného územného celku.

Uplatňovaním princípu katény v geomorfológii Urbánek, J. (1993) zdôrazňuje systematizáciu geomorfologických javov, pričom morfológické tvary by sa nemali grupovať podľa genetickej alebo inej podobnosti, ale na základe ich vzájomných väzieb. Vzájomné vzťahy medzi morfológickými tvarmi a procesmi nespočívajú len v disjunkcii susediacich foriem, ale najmä v ich prieniku, konjunkcii (zjednotení) alebo inklúzii.

Urbánek, J. (1993) vzťahuje geomorfologické katény na stredné časovopriestorové štruktúry foriem a procesov, v rámci ktorých prírodné procesy vytvárajú geomorfologické formy a naopak tieto formy stimulujú procesy. Väčšie štruktúry viazané na veľké morfológické tvary sa vytvárali počas dlhých geologických období, kým niektoré malé, zväčša efemérne štruktúry iba kopírujú skôr existujúce geomorfologické formy.

Okrem aktuálnych katén vytvorených súčasnými prírodnými procesmi sa rozlišujú aj reliktné katény, ktoré vytvorili bývalé, v súčasnosti neprebiehajúce prírodné procesy (Mičian, L., 2008). Podobne pri posudzovaní geomorfologických vzťahov Minár, J. (2000) rozlišuje historickú (genetickú) alebo súčasnú (morfodynamickú) priestorovú interakciu segmentov georeliéfu.

Podľa Mičiana, L. (2008) geoeologická katéna, resp. princíp katény je z obsahového hľadiska blízky paradynamickým komplexom, ktoré tvoria susediace kontrastné jednotky, resp. fyzickogeografické systémy späté horizontálnymi väzbami realizovanými tokom látok a energie. Osobitným typom paradynamických komplexov sú paragenetické komplexy, ktoré predstavujú zákonitý, súčasne alebo postupne tvoriaci sa vývojový rad susediacich a navzájom aktívne pôsobiacich komplexov (Mil'kov, F. N., 1981). Podľa súčasnej alebo bývalej funkčnosti sa rozlišujú recentné a reliktné paragenetické systémy (Mičian, L., 2008).

Princíp katény viac-menej zodpovedá aj paragenetickej asociácii elementárnych jednotiek tzv. „geochemického landsaftu“, ktoré sú navzájom spojené migráciou chemických elementov (Pereľman, A. I., 1975). Na základe geochemických a hydrologických, resp. hydrogeologických procesov karbonátového krasu sa rozlišujú zložité paradynamické komplexy, ktoré súvisia s rozpúšťaním hornín, transportom rozpustených častíc v kalcimorfných roztokoch v podzemí, vyžrážaním druhotného uhličitanu vápenatého v jaskyniach v podobe rozličných foriem sintrovej výplne, odnosom rozpusteného uhličitanu vápenatého podzemnými vodami vystupujúcimi na povrch vyvieračkami, ako aj odnosom rozpusteného uhličitanu vápenatého vodnými tokmi mimo krasu (chemická denudácia krasu).

Základné princípy a prístupy vyčleňovania geomorfologických a geoeologických katén v jaskyniach

Nielen na povrchu, ale aj v podzemí geochemickej krajiny krasu, t. j. krasovej krajiny existujú katény – zákonite usporiadané rady, resp. reťazce fyzickogeografických alebo geoeologických jednotiek prepojených horizontálnymi i vertikálnymi vzťahmi spôsobenými gravitáciou od najvyšších po najnižšie časti podzemných vadóznych hydrologických, prípadne iných, gravitačne fungujúcich prírodných systémov.

Častým paragenetickým komplexom v planinovom krase, ktorý predstavuje zákonitý vývojový rad geomorfologických foriem predurčujúcich charakter prislúchajúcich geoeologických jednotiek, je vertikálno-horizontálny vývojový rad chorickéj dimenzie: korózný závrť – priepasťovitá alebo kaskádovitá vadózna chodba ústiace k hladine podzemných vôd – epifreaticko-freatické kanály so sifónmi alebo epifreatické horizontálne chodby vedúce k vyvieračke podzemných vôd na povrch. V zjednodušenej podobe možno hovoriť o vývojovom rade: závrť – priepasť – horizontálne chodby / vodné sifóny – vyvieračka.

Podobné vývojové súvislosti chorickéj dimenzie sú medzi ponorom alochtónneho vodného toku vo visutej pozícii nad úrovňou hladiny podzemných vôd, od ktorého sa v nadväznosti na hydraulický gradient vytvorili klesajúce alebo kaskádovité chodby ústiace na horizontálne jaskynné úrovne viažuce sa vývojovo na eróznú bázu vyvieračky, napr. ponorové bočné chodby ústiace na vývojové úrovne v Demänovskej jaskyni slobody (Bella, P., 2000). V prípade hydrologicky inaktívnych chodieb z hľadiska rekonštrukcie ich vývoja ide o reliktnú katénu.

V riečne modelovaných jaskyniach sa pod skalnými stupňami nevyrovnaných podlahových kanálov, resp. riečisk vytvárajú krútnavové hrnce, za ktorými pokračuje podlahový žľab až po nasledujúci skalný stupeň ústiaci do ďalšieho krútnavového hrnce. Takéto horizontálne katény nevyrovnaných, erózne zahlbovaných vadóznych riečisk často presahujú rámec topických geosystémov a sú súčasťou chorických geosystémov.

Vo vstupných chodbách jaskýň, ktoré sa pozdĺž vrstvových plôch skláňajú smerom ku vchodu (otvoru na povrch), bývajú menšie katény vyprázdňovania sedimentov procesmi kryogénne podporenej svahovej modelácie. Takéto morfogenetické procesy v jaskyniach opisuje Mitter, P. (1987). Katény tohto typu okrem vnútrojaskynných segmentov kryogénne redeponovaných a triedených sedimentov obsahujú aj predvchodové jazykovité či vejárovité akumulčné tvary.

V rámci niektorých jaskynných geosystémov topickej dimenzie sa na šikmých stenách alebo podlahách, t. j. parciálnych plochách speleotopov, vyskytujú vertikálne a vertikálno-horizontálne mikrokatény, ktoré sa viažu najmä na prúdenie alebo stekanie vody, splavovanie alebo zosúvanie sedimentov. Pod koróznymi komínmi, cez ktoré sa z povrchu splavujú drobnejšie sedimenty, sa vytvárajú sutinové kužele. Tieto narastajú najmä v prípadoch, keď sa v pokročilom stupni skrasovatenie zrútiť narušené a destabilizované nadložné horniny alebo sa zrýchli opadávanie a zvetrávanie materskej horniny. V zaľadených jaskyniach sa pod koróznymi komínmi, ktorými do podzemných priestorov presakuje a steká atmosférická voda, vytvárajú ľadové stĺpy. Od ich spodného, rozširujúceho sa okraja mrzutím odtekajúcej vody vznikajú mierne šikmé ľadové podlahy alebo strmšie ľadové jazyky.

Vertikálny vzťah mikrokatény, hoci v určitej fáze vývoja nesúvislý, vidieť aj v reťazovite usporiadanej tvorbe sintrových útvarov od stropu po podlahu jaskynných priestorov: stalaktit visiaci zo stropu – pod ním z podlahy vytvorený stalagmit – nižšia podlahová sintrová kôra rozširujúca sa od okraja kužeľovitého stalagmitu. Ale až zrastením stalaktitu a stalagmitu, keď vznikne stalagnát, sa vytvorí „súvislá“ reťaz sintrových útvarov medzi stropom a podlahou.

Malé časovopriestorové štruktúry niektorých katén, ktoré možno zreteľne indetifikovať, majú efemérny charakter. V Dobšinskej ľadovej jaskyni sa v čase intenzívnych letných zrážok na niektorých miestach tvoria efemérne ablačné vertikálno-horizontálne mikrokatény, ktoré odvrchu nadol obsahujú ablačný vertikálny žľab vyhlbený v podkomínovom ľadovom stĺpe a ústiaci do ablačnej studne, z dna ktorej voda odteká ablačným podlahovým žľabom a na jeho konci sa vejárovite rozlieva na plochý povrch podlahového ľadu, kde postupne zamŕza. Podobné efemérne ablačné mikrokatény sa začínajú ablačnými podlahovými hrncami až kotlami vytvorenými vodou intenzívne kvapkajúcou zo stropu. Z ich spodného okraja vedú nadol sklonené odtokové kanáliky, takisto ústiace na nižšie situovaný plochý povrch podlahového ľadu (Bella, P., 2007).

Záver

V jaskyniach možno rozlišovať aktuálne i reliktné katény, ktoré sa vytvárajú, resp. sa vytvorili nielen v horizontálnom, ale aj vertikálnom či vertikálno-horizontálnom smere. Najmä v krasových územiach výskyt vertikálno-horizontálnych a vertikálnych katén i mikrokatén, trvalých alebo efemérnych, podmieňujú silné vertikálne vzťahy a procesy v rámci vertikálnej medzikomponentnej štruktúry medzi prírodnými komponentmi jaskynného prostredia i medzikomplexnej štruktúry medzi krajinnými systémami na zemskom povrchu a jaskynnými geosystémami v podzemí. Preto niektoré katény majú vnútrojaskynný rozsah, iné sú prejavom vzťahu povrchových krajinných systémov s jaskynnými geosystémami. Problematiku vymedzovania a kategorizácie katén v jaskyniach treba rozpracovať na základe detailnejších výskumov.

Literatúra

- ANDREJČUK, V. N., VOROPAJ, L. I., 1993: Karstovij landšaft kak geosistema. In Andrejčuk, V. N. (Ed.): Problemy izučeniya karstovych landšaftov. Sbornik naučnych trudov. Perm, 37–51.
- BELLA, P., 1998: Priestorová a chronologická štruktúra jaskynných geosystémov. Základné teoreticko-metodologické aspekty. Slovenský kras, 36, 7–34.
- BELLA, P., 1999: Topické a chorické jaskynné geosystémy, ich časovopriestorové zmeny, stabilita a ochrana. In Minár, J., Trizna, M. (Eds.): Teoreticko-metodologické problémy geografie, príbuzných disciplín a ich aplikácie. Zborník referátov, UK, Bratislava, 75–84.
- BELLA, P., 2000: Geoeologický výskum jaskynných geosystémov – príklady priestorovej a chronologickej štruktúry geosystémov vybraných jaskýň na Slovensku. Slovenský kras, 38, 67–92.
- BELLA, P., 2007: Morphology of ice surface in the Dobšiná Ice Cave. In Zelinka, J. (Ed.): Proceedings of the 2nd International Workshop on Ice Caves. Liptovský Mikuláš, 15–23.
- ČIKIŠEV, A. G., 1987: Podzemnye karstovye landšafty kak osobye prirodnye komplekсы. Problemy izučeniya, ekologii i ochrany peščer. Tezisy dokladov, Kiev, 6–7.
- GERGEDAVA, B. A., 1973: Podzemnyj landšaft. Izvestija AN SSSR, serija geografičeskaja, 1, 34–42.
- GERGEDAVA, B. A., 1983: Podzemnye landšafty. Mecniereba, Tbilisi, 140 s.
- GVOZDECKIJ, N. A., 1988: Karstovye landšafty. Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, Moskva, 112 s.
- HAASE, G., 1961: Hanggestaltung und ökologische Differenzierung nach dem Catena-Prinzip. Petermanns Geographische Mitteilungen, 105, 1, 1–8.
- JAKÁL, J., 1986: Krasová krajina ako špecifický prírodný geosystém. Slovenský kras, 24, 3–26.
- MARUAŠVILI, L. I., 1971: Podzemnye landšafty. Izvestija Vsesojuznogo geografičeskogo obščestva, 103, 6.
- MIČIAN, L., 2008: Všeobecná geoeológia. Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava, 88 s.
- MIČIAN, L., ZATKALÍK, F., 1984: Náuka o krajine a starostlivosť o životné prostredie. Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava, 140 s.
- MILNE, G., 1935: Some suggested units of classification and mapping, particularly for East African soils. Bodenkundliche Forschungen, 4, 138–198.
- MILKOV, F. N., 1981: Fizičeskaja geografija: sovremennoe sostojanie, zakonomernosti, problemy. Izdatel'stvo Voronežskogo universiteta, Voronež, 396 s.
- MINÁR, J., 2000: Tvorba komplexnej geomorfologickej mapy Devínskej Kobyly (metodické poznámky). In Lacika, J. (Ed.): Zborník referátov z 1. konferencie Asociácie slovenských geomorfologov pri SAV. Bratislava, 86–90.
- MITTER, P., 1987: Niektoré poznatky o modelačnej činnosti mrazu v krasových územiach Západných Karpát. Spravodaj SSS, 18, 1–2, 3–7.
- OPP, CH., 1983: Eine Diskussion zum Catena-Begriff. Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaft, 8, 75–80.
- OPP, CH., 1985: Bemerkungen zur Catena-Konzeption unter besonderer Berücksichtigung der eine Catena ausbildenden Prozesse. Petermanns Geographische Mitteilungen, 125, 25–32.
- PEREĽMAN, A. I., 1975: Geochimija landšafta. Vysšaja škola, Moskva, 342 s.
- SCHEIDEGGER, A. E., 1986: The catena principle in geomorphology. Zeitschrift für Geomorphologie, 30, 257–273.

- SOMMER, M., SCHLICHTING, E., 1997: Archetypes of catenas in respect to matter – a concept for structuring and grouping catenas. *Geoderma*, 76, 1–2, 1–33.
- URBÁNEK, J., 1993: Princíp katény v geomorfológii. *Geografický časopis*, 45, 2–3, 197–212.
- VAGELER, P. W. E., 1955: Zur Bodengeographie Algiers. Faktoren der Bodenbildung und Verteilung, die Catena als Bodengenetische Einheit. Petermanns Geographische Mitteilungen, Ergänzungsheft Nr. 258, VEB Hermann Haack, Gotha, 99 s.
- VOROPAJ, L. I., ANDREJČUK, V. N., 1985: Osobnosti karstovych landšaftov kak geosistem. Černovickij gosudarstvennyj universitet, Černovcy, 82 s.

Príspevok vznikol ako súčasť riešenia vedeckého grantového projektu VEGA 1/0468/09 „Diverzita, variabilita a geoeologická stabilita jaskynných geosystémov“.

Geomorphological and geocological catenas in caves – a basic conception and methodological approaches

Pavel BELLA

Summary: From the geocological point of view caves present specific natural underground geosystems with spatial vertical and horizontal structures, time and time-spatial changes (regime, succession dynamics or evolution). Various recent and relict catenas are distinguished as single chained sequences of neighbouring units of cave environment functioned by gravity controlled natural processes related mainly to seeping or flowing water in horizontal, vertical-horizontal or vertical directions. Geocological catenas more or less correspond with paradynamic complexes that are formed by neighbouring contrast physical-geographical units connected by horizontal flow of matter and energy. Paragenetic complexes as natural developmental sequences of neighbouring and interconnect complexes present a specific type of paradynamic complexes. Several chained sequences of geocological units connected by horizontal or vertical relations caused by gravity from the highest to lowest positions of underground vadose hydrological systems or other gravity functioned natural systems occur in the karst landscape (e.g. solution doline – vadose abyss or drawdown cascade passages descend to water table – epiphreatic-phreatic conduits divided by siphons / epiphreatic water table horizontal passages – karst spring). The occurrence of vertical and vertical-horizontal catenas and microcatenas, permanent or ephemeral, is conditioned by strong connections and intensive processes within the framework of vertical intercomponent structure among natural components of cave environment also vertical intercomplex structure between landscape system on the surface and cave geosystem in the underground. From this reason some catenas are dimensionally related only to cave environment, but larger surface-underground catenas are resulted by relation between surface landscape system and cave geosystem. The delineation and categorization of cave-related catenas should be studied on the basis of detailed geoscientific and geocological research of caves and karst landscape.

Adresa autora:

RNDr. Pavel Bella, PhD.
Štátna ochrana prírody SR, Správa slovenských jaskýň,
Odbor výskumu a ochrany jaskýň,
Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš
bella@ssj.sk

Katedra geografie, Pedagogická fakulta, Katolícka univerzita,
Hrabovská cesta 1, 034 01 Ružomberok
pavel.bella@ku.sk