

## SISTEMUL CARSTIC – ASPECTE TEORETICE

*Prof. FARKAS SZABOLCS  
Colegiul National "Bethlen Gabor", Aiud*

**ABSTRACT. Karst system - theoretical aspects.** *In our days, the reality is more and more regarded as a whole, as a system, with plenty of self-organised subsystems that are hierarchically organised. So is the karst system – a geomorphological system that has specific structure and functionality, having a synergical effect through its functionality.*

*In the last decades, some researchers of karst began to develop models of karst systems structure and functionality. In our work, we tried to understand the structure and functionality of karst system through its specific morphological forms: the exokarstical and the endokarstical forms, that are interrelated, especially in the mature phase of karst evolution, like the karst of Pădurea Craiului Mountains, Romania. These karst forms and their attributes can be regarded as morphological responses of karst system toward the impact of disturbing forces of the control factors that are working in the karst environment, being the expressions of sensitivity levels in the systems. In that approach, we may get closer in our researches to the model of „grey box” , instead of the „black box” model, at least morphologically. In that way, these informations could be used even by the speologists who are working in the field.*

**Key words:** *karst system, self-organisation, hierarchy, synergy, exokarst, endokarst, interrelations, morphological response, disturbing force, control factor, sensitivity, „black box”, „grey box”.*

### Introducere

Organizarea optimă a spațiului geografic necesită, înainte de toate, o cunoaștere aprofundată și în ansamblu, ca întreg, a cadrului natural, suport al activităților umane. De multe ori, îndeosebi în zonele defavorizate, o problemă esențială este identificarea resurselor pe baza cărora se poate reconstrui economia zonei respective, reorganizarea structurii sistemului socio-economic, ieșirea din perioada de tranziție și angajarea într-un proces de dezvoltare a acestui sistem.

Într-o asemenea situație, ca resursă a dezvoltării o poate constitui însuși relieful zonei respective, mai ales pentru turism, dar și pentru alte activități, dat fiind faptul că, de multe ori, aceste zone defavorizate au în apropiere zone carstice însemnate (ex. Munții Trascăului sau Bihor – Apuseni, sau Munții Șureanu, în apropierea Cugirului). Aceste zone carstice constituie surse de apă potabilă, resursă turistică etc., însă sunt și fragile în același timp, necesitând o protecție

atență. Pentru atingerea acestor scopuri și valorificarea corespunzătoare a reliefului carstic este necesară cunoașterea adecvată a acestuia, fapt care se poate realiza, credem noi, printr-o abordare sistemică.

În numeroase lucrări de geomorfologie carstică se utilizează noțiunea de sistem carstic și altele legate de acest concept, însă lucrările care abordează relieful prin prisma cercetării sistemice, sunt rare.

Privit în concepție structuralist – sistemică, sistemul carstic este un sistem deschis, alcătuit în esență din două subsisteme: geochimic și hidrologic, aflate, evident, într-o permanentă conlucrare, legate prin relații și conexiuni, producând acel efect sinergic care caracterizează sistemul carstic.

Principalul scop al lucrării de față este analiza și interpretarea formelor carstice ca și componente ale sistemului carstic, în primul rând, ele fiind răspunsuri morfologice specifice la relațiile variate din geomorfosistem, fiind reflexe ale sensibilității în continuă modificare a sistemului carstic.

Privite în concepție structuralist – sistemică, formele carstice încep să se contureze ca reflexe morfologice ale sensibilității sistemului, ale unei stări intrinseci, ca răspunsuri morfologice la perturbări și în același timp la necesitățile de obiectivizare ale materiei, ele constituind în fond materie concretizată. Variația spațială și temporală a sensibilității ca măsură a schimbării (Mac, 2003), se reflectă în morfologia deosebit de variată a formelor.

### **Structura și funcționarea sistemului carstic**

Pentru a evidenția diversitatea ideilor despre spațiul carstic și sistemul carstic, prezentăm în continuare câteva concepții ale diverșilor autori.

“Geomorfologia operează cu noțiunile de forme (superficiale sau peșteri), deci cu elemente carstice, drept care nu mai evidențiază unitatea întregului spațiu carstificat, cum o face, de regulă, pentru alte tipuri de relief (aparatur vulcanic, complexul litoral, glaciari, bazinul hidrografic). Pentru geomorfologie, carstul este conceptualizat ca un fragment dintr-o diversitate a reliefoferei, care trebuie evidențiat și analizat prin formele sale cele mai caracteristice – formele carstice – indiferent cât de dispersate sunt acestea.

Abordarea cea mai corectă se face în contextul carstologiei, care consideră carstul un întreg compatibil cu evoluția carstică și delimitat de alte sisteme sau medii naturale (gen suprem). De aceea, carstologia trebuie să aibă printre scopurile finale evidențierea și sistematizarea întregului carstificat, pe baza relațiilor dintre elementele carstice” (C. Goran, 2001).

“Limita sistemului carstic este dată de spațiul în care un implus carstic se organizează într-un sistem de drenaj unitar, iar limita mediului carstic de spațiul de suprapunere și de unificare a unor sisteme carstice, prezente (active sau fosile) sau trecute (fosilizate). Mediul carstic este un spațiu coerent, circumscris unui masiv carstic sau unei porțiuni din acesta, care l-a

generat. În interiorul oricărui mediu carstic, se individualizează, prin limite specifice, structurile și domeniile intracarstice și pericarstice” (C. Goran, 2001).

“Bazele teoriei sistemului carstic au fost puse spre sfârșitul anilor 70 (Mangin, 1975; Bakalowicz, 1979), însă în prezent este relativ puțin cunoscută sau aplicată în rândul carstologilor și speologilor” (V. Horoi, 2003).

“Datorită importanței sale în înțelegerea funcționării și predicția evoluției acviferelor carstice, această teorie este mult mai răspândită în rândul hidrogeologilor. Exemplele din România sunt sugestive. Teoria funcțională a carstului și metodele de analiză au fost utilizate de un grup relativ restrâns de carstologi (ex. Povară, 1993; Iurkiewicz și Mangin, 1994; Iurkiewicz et al., 1996; Rotaru et al., 1995; Orășeanu, 1996; Baudabru et al., 1998 – 1999) în cadrul unor studii privind drenajele subterane și rezervele de apă din unele zone carstice. Chiar dacă noțiunea de sistem carstic este larg utilizată în rândul speologilor și carstologilor, implicațiile și sensurile acestei expresii sunt relativ puțin cunoscute de utilizatori” (V. Horoi, 2003). Posibilitățile utilizării acestei concepții asupra carstului sunt însă fundamentale.

Abordarea sistemică a carstului a început odată cu reconsiderarea procesului de carstificare. Astfel, procesul de carstificare este privit ca fiind acțiunea simultană a două procese – disoluția și curgerea subterană – în care curgerea reprezintă vectorul purtător al disoluției, în scopul realizării unui drenaj subteran ierarhizat și autoorganizat (V. Horoi, 2003).

“Condițiile calitative și cantitative creează o interdependență între structura gurilor și curgere. Rezultatul este o structură complexă care este organizată ierarhic din amonte spre aval” (Mangin, 1994, citat de V. Horoi, 2003).

“Singura scară spațială care permite analiza completă și complexă a carstului este cea care consideră structura funcțională în ansamblul ei. Organizarea și ierarhizarea structurii funcționale a carstului poate fi

considerată similară cu situația unui aparat hidrografic de suprafață, unde există o structură de drenaj, reprezentată de cursul de apă și afluenții săi, care înglobează diverse tipuri de rezervoare subterane” (V. Horoi, 2003). Această similitudine a permis introducerea noțiunii de sistem carstic (Mangin, 1975) definit ca “bazinul de alimentare la nivelul căruia se organizează o curgere de tip carstic pentru a constitui o unitate de drenaj”. Sensul în care autorul folosește noțiunea de sistem este cel utilizat în analiza sistemică. “În acest caz, carstul este privit ca o cutie neagră în care are loc un proces dinamic (curgerea subterană), care transformă semnalul de intrare, input (toate intrările în sistem: apa de ploaie, pierderile difuze sau concentrate), transformări care se regăsesc în semnalul de ieșire, output (sursele carstice).

Previțiunea diferitelor modele matematice aplicate carstului nu sunt în concordanță cu funcționarea reală, deoarece, oricât de bine s-ar cunoaște structura funcțională a acviferului (rețeaua de goluri subterane), practic nu este posibilă introducerea în model a tuturor variabilelor care intervin, fără să mai amintim de influența rețelei de goluri neaccesibile omului sau a celei necunoscute încă. Astfel, abordarea sistemică a carstului prezintă un mare avantaj, acela că permite o analiză funcțională. Caracteristicile tipului de carst analizat determină procesul dinamic care transformă semnalul de intrare” (V. Horoi, 2003). Analiza semnalului de ieșire în comparație cu cel de intrare, prin anumite metode (V. Horoi, 2003), permite identificarea particularităților procesului dinamic din “cutia neagră” și, implicit, caracterizarea și clasificarea funcțională a carstului (V. Horoi, 2003).

### **Formele carstice ca răspunsuri morfologice ale sistemului caustic**

Fără a nega adevărurile demersului hidrogeologilor, credem totuși că teoria funcțională a carstului, așa cum a fost ea concepută de către hidrogeologi, ar putea fi

privită dintr-un alt unghi de vedere de către un geomorfolog.

După T. Rusu și colaboratori (1970), sistemul carstic este alcătuit dintr-o serie de peșteri etajate (cu sau fără legătură între ele), a căror geneză și evoluție este legată de un singur curs subaerian. Sistemul carstic reprezintă un nivel taxonomic inferior față de complexul carstic, care este mai extins înglobând mai multe sisteme carstice, care se corelează cu mai multe cursuri de suprafață).

După P. Cocean (2000), sistemul carstic este o unitate morfo-hidrografică funcțională și independentă, a cărei geneză și evoluție este determinată în ansamblu de acțiunea aceluiași factori, acțiune materializată prin interrelații și interdeterminări.

Astfel, în prezenta lucrare am considerat sistemul carstic ca parte a Învelișului Terestru Superior, fiind practic un tip de geosistem (geomorfosistem). Acest sistem este determinat în primul rând de prezența substratului carstificabil, apoi de aportul și modul de drenare a masivului carstic de către apa curgătoare. Se pune un accent deosebit pe structură, deoarece ea influențează relațiile, adică procesele de disoluție și curgere a apei (care evacuează soluția dizolvată). La rândul său, procesul de carstificare (disoluție) este factorul determinant, relația coordonatoare a modelării reliefului exocarstic și endocarstic, din acest punct de vedere sistemul de modelare carstic al reliefului fiind definit de către procesul de disoluție al substratului carstificabil.

În această concepție, geomorfosistemul specific unui masiv carstificabil înglobează toate macro-, mezo- și microformele atât exocarstice, cât și endocarstice. Se pune deci accent deosebit pe structură, a căror componente sunt legate între ele prin relații, iar prin intermediul conexiunilor, cu exteriorul (cu geosistemele învecinate).

Formele exocarstice și cele endocarstice fiind privite ca componente ale sistemului carstic doar morfologic (ex. o peșteră fosilă), sau morfologic - funcțional (o peșteră activă), rolul acestora în evoluția carstului nu poate fi neglijat, deoarece cu fiecare formă

carstică nouă, se schimbă modul de intrare a energiei în sistem. Asistăm, astfel, la un proces de autoorganizare a sistemului carstic, în care structura determină relațiile, iar relațiile dezvoltă o structură nouă.

În analiza sistemului de modelare carstic (care este în fond un sistem morfogenetic), ne-am fixat atenția asupra relației formă – proces – material (suport) (Gregory, 1978, citat de I. Mac, 2003). În acest caz, sensibilitatea geomorfologică este tocmai reflectarea diferențiată a conlucrării dintre termenii relației (ecuației). Astfel, forma se identifică cu obiectul material, constituie materie concretizată (Mac, 2003). “Așadar, formele de relief sunt autoproiecții materiale sau, altfel spus, răspunsuri geomorfometrice la stimuli, respectiv, la necesități de obiectivizare ale materiei” (Mac, 2003). Pe o asemenea cale, relieful se autoproiectează, asistăm la o suită de discontinuități fenomenologice, baza cărora o constituie tocmai sensibilitatea geomorfologică, o proprietate ce nu rămâne constantă (Mac, 2003).

“Modificarea formelor sub egida proceselor și, implicit, schimbarea proceselor aferente formelor modificate generează circumstanțe inedite ce trebuie surmontate prin mecanisme de autoreglare de tip feedback. Grefarea pe un câmp structural, în cazul geomorfosistemelor, prin excelență eterogen, stă la baza nelinearității dinamice ale comportamentului sistemic” (Mac, 2003).

Așadar, am considerat sistemul carstic ca un geomorfosistem specific, de tip proces-răspuns, în care sistemul morfologic se unește cu sistemul cascadă (al energiei), generând un efect sinergic ce caracterizează aceea parte a Învelișului Terestru Superior (a geomorfosferei), care este ocupată de roci carstificabile și care intră în relație cu apa curgătoare. Sistemul de modelare carstic este determinat deci de triada: material carstificabil – proces de disoluție și curgere – formă carstică (morfologie). Sistemul carstic astfel înțeles înglobează însă și areale necarstificabile mai reduse ca dezvoltare (V. Horoi, 2003), a căror influență în evoluția formelor este foarte importantă, prin

influențarea modului de curgere a apei prin masivul carstificabil. Tendința noastră a fost de a nu ne limita la analiza de tip “cutie neagră” (utilizată de hidrogeologi), ci de a ne apropia de o analiză de tip “cutie gri”, cel puțin din punct de vedere morfologic, a reliefului carstic, asemănător majorității analizelor geomorfosistemice.

“Termenul de structură aplicat la un sistem natural se referă la o mulțime de elemente aflate în interacțiune, care au o determinare și funcționare specifică. El ne încadrează între limitele energetice ale sistemelor naturale și la nivelul de complexitate la care acestea au fost determinate (definite). De exemplu, dacă un sistem carstic este definit ca un sistem acvifer, structura sa este reprezentată de funcționarea hidrodinamică, iar dacă este definit ca un sistem morfologic, structura sa este exprimată de toate legăturile spațiofuncționale dintre elementele care-l compun, respectiv legăturile dintre procesele și formele carstice” (C. Goran, 2001). Acest din urmă aspect am încercat să-l reliefăm în prezenta lucrare.

Sensibilitatea extrem de variabilă a sistemului carstic (în funcție de variabilele de control și stare specifice fiecărui areal), produce în cadrul reliefului carstic răspunsuri morfologice specifice, recognoscibile, persistente: formele exocarstice și cele endocarstice (fig. 1).

## Concluzii

După o asemenea abordare a reliefului carstic, se evidențiază o serie de concluzii importante.

În primul rând, abordarea sistemică a carstului în concepție structuralist – sistemică constituie un demers necesar și productiv, în egală măsură.

Privit în această concepție, relieful carstic ne deslușește tainele devenirii ei morfogenetice. Această evoluție a reliefului produce în timp și spațiu forme carstice

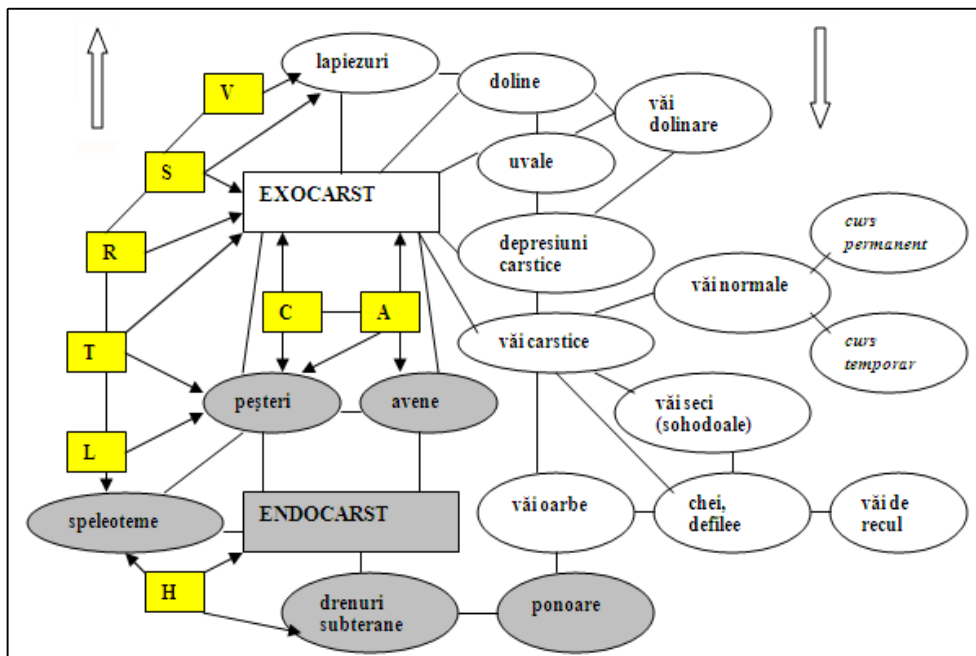


Fig. 1. Model simplificat al structurii sistemului morfologic carstic

formele exocarstice și cele endocarstice, ca elemente ale sistemului carstic și relațiile dintre ele (în primul rând energetice, respectiv, morfogenetice). Carstul zonei temperate, altitudini mijlocii, carst acoperit, faza matură de evoluție (ex. Munții Pădurea Craiului, Complexul carstic Damiș - Ponoaraș).

Factorii de control ai sistemului: H – hidrologia, C – clima, L – litologia, T – tectonica, R – relieful preexistent, S – solul, V – vegetația, A – activitatea antropică.

deosebit de variate, care în fond reprezintă reflexul sensibilității sistemului carstic. Sensitivitatea, ca măsură a schimbării, are ca răspuns morfologic în relieful carstic diferite forme exocarstice și endocarstice, care variază temporal și spațial, în funcție de atributele sistemului carstic specific unei anumite perioade și a unui anumit areal, în funcție de modul de conlucrare dintre subsistemul geochimic și cel hidrologic. Este necesar, deci, înainte de a trece la identificarea acestor răspunsuri morfologice, să analizăm variabilele de control și stare ale sistemului în cauză, care ne reliefează particularitățile de evoluție ale reliefului carstic.

Trecând peste diversitatea concepțiilor despre sistemul carstic, procesul morfogenetic al carstificării ne apare, fără îndoială, ca unul aparte.

Variabilitatea sensibilității sistemului în timp și spațiu are ca reflex dezvoltarea unor forme carstice specifice. Astfel, lapiezurile

marchează primul contact mai îndelungat între calcar – apă, care se produce și sub pătura de sol, iar odată cu intervenția bruscă a factorului antropic, ele se asociază, se agradează într-o asociere de forme exocarstice specifice: câmpul de lapiezuri (ex. pe Dealul Glimeii – Complexul carstic Damiș – Ponoaraș, Munții Pădurea Craiului). Dolinele, prin forma, mărimea și distribuția lor spațială reprezintă reflexul sensibilității sistemului carstic cu proprietăți diferite, reflexul morfologic diferențiat la relațiile dintre solubilitatea calcarului – tectonică – apa curgătoare, astfel variind și aspectul dolinelor, iar favorabilitatea extrem de ridicată la carstificare a calcarelor jurasice (în Munții Pădurea Craiului), produce în relief un răspuns specific: câmpurile de doline (ex. Damiș – Ponoaraș).

Asemenea acestora, și celelalte forme de suprafață și de subteran: depresiunile carstice, uvalele, ponoarele, vâile carstice, peșterile și avenele, precum și morfologia

acestora vor reflecta particularitățile devenirii lor morfogenetice, reprezentând răspunsuri morfologice la sensitivitatea diferențiată a sistemului carstic.

Sistemele carstice, așa cum sunt ele concepute de către hidrogeologi (sisteme reale), prezintă o structură ierarhizată, determinată de relațiile, sau procesele de disoluție și curgere a apei prin masivul cartificabil, factorii de control și stare modificând inputul de energie și substanța din "cutia neagră", această modificare evidențiindu-se prin analiza ieșirilor din sistem.

Putem concluziona, în final, că procesul de carstificare este un proces autoorganizatoriu, sensitivitatea sistemului carstic

producând reflexe morfologice la stimuli, la perturbări: formele exocarstice și cele endocarstice, care nu sunt altceva, decât autoproiecții materiale ale sistemului carstic.

Relațiile poziționale și morfogenetice dintre cele două categorii de forme se conturează deosebit de sugestiv utilizând Sisteme Informatice Geografice, pe fondul unor baze de date georeferențiate și de tip atribut, rodul muncii atâtor generații de speologi amatori și profesioniști. În același timp, aceste strate de informații suprapuse ne pot evidenția și asupra direcțiilor de explorare a unor posibile galerii subterane necunoscute încă în cadrul sistemelor carstice.

## Bibliografie

1. ONAC, B. P.: *Geologia regiunilor carstice*. Editura Didactică și Pedagogică, București, 2000.
2. RUSU, T. – RACOVIȚĂ, GH.: *Le complexe carstique de Damiș – Ponoraș (Monts Pădurea Craiului)*. Trav. I. Spéol. „É. Racovitză”, X., 1971.
3. RUSU, T.: *Pe urmele apelor subterane – carstul din Munții Pădurea Craiului*. Editura Dacia, Cluj – Napoca, 1988.
4. COCEAN, P.: *Modele de distribuție a masei și energiei în sistemele carstice*. SUBB Cluj - Napoca, Geogr., 1. 1991.
5. PETREA, D.: *Pragurile de energie, substanță și informație în sistemele geomorfologice*. Teză de doctorat, Univ. „B-B” Cluj-Napoca, 1997.
6. HOROI, V.: *Teoria funcțională a carstului*. Ecocarst 4 / 2003, Societatea Română de Speologie – Carstologie.
7. GORAN, C.: *Structura și limitele mediului carstic*. Ecocarst 2 / 2001, Societatea Română de Speologie – Carstologie.
8. MAC, I. și TUDORAN, P.: *Asupra conceptului “sistem de modelare a reliefului”*. SUBB Cluj – Napoca, 1972. Fasc. 1.
9. MAC, I.: *Elemente de geomorfologie dinamică*. Ed. Academiei Române, București, 1986.
10. MAC, I.: *Geomorfosfera și geomorfosistemele*. Presa Universitară Clujeană, 1996.
11. MAC, I.: *Geografie generală*. Ed. Europtic, 2000.
12. MAC, I.: *Autoproiecția reliefului în sistemele geomorfologice cu diferite grade de intensitate*. În: *Analele Universității "Spiru Haret", Geografie*, nr. 6, 2003, p. 5-17. [În colaborare cu: M. Hosu].