

**OBSERVAȚII PRIVIND UTILIZAREA SIG (SISTEMELOR
INFORMAȚIONALE GEOGRAFICE) ȘI SPG (SISTEMULUI DE
POZIȚIONARE GLOBALĂ) ÎN CARTOGRAFIEREA CARSTULUI
STUDIU DE CAZ PRIVIND ZONA MUNTILOR BUCEGI**

*Sorin Mihai**

1. Enunțul problemei.

În intervalul 1996-2000, fiind implicat în studii de teren pentru programul de pregătire al tezei de doctorat, am început o campanie de inventariere și cartografiere a elementelor morfologice și hidrografice ale carstului dezvoltat pe calcare în bazinul superior al Ialomiței, în zona masivelor Bucegi și Leaota.

Atingerea obiectivelor acestei campanii se baza pe următoarele puncte esențiale:

- Inventarierea tuturor surselor de informații necesare, încadrate în două mari categorii : 1. surse tipărite – în primul rând hărți topografice și geologice ; 2. observațiile proprii de teren – acestea urmau să asigure în cea mai mare parte informația privind elementele morfohidrografice carstice (localizare, morfologie și morfometrie, funcție hidrologică, etc.);

- exploatarea surselor prezentate mai sus și prelucrarea informațiilor obținute în scopul integrării lor în produse cartografice (hărți ale repartiției formelor carstice în zona studiată, alte hărți tematice de analiză morfohidrografică ce puteau sprijini analiza formelor carstice).

2. Mijloace “clasice” de rezolvare .

Sursele principale de informații tipărite au fost reprezentate prin :

- harta topografică 1:10.000, realizată de IGFCOT București în proiecție Stereografică 70;
- harta geologică 1: 50.000 a Masivului Bucegi, ridicată de Dan Patrulius și redactată în proiecție Gauss-Kruger ;
- hărțile speologice ale peșterilor Ialomiței (scara 1:1.500) și Rătei (1:2.000) –fără încadrare într-un sistem de coordonate .

Observația de teren a constituit metoda de bază pentru inventarierea formelor exo și endocarstice. Transpunerea datelor de teren pe suportul reprezentat de harta topografică ridică totuși câteva dificultăți majore legate de:

- localizarea și definirea cât mai exactă a formei arealelor de interes pentru inventarul fenomenelor carstice, în condițiile în care hărțile topografice avute la dispoziție ofereau cel mult indicii vagi pentru o localizare precisă a unora din aceste areale;
- dificultățile cartării de teren în condițiile unei topografii accidentate, a acoperirii cu vegetație forestieră și a particularităților stării vremii care nu permiteau în unele situații desfășurarea optimă a unor recunoașteri și observații directe pe teren.

* ESRI România

În final, realizarea unor hărți tematice cu acoperiri și la scări diferite pe baza extragerii selective a informațiilor provenite din hărțile specializate (topografice și geologice, redactate la scări și în proiecții diferite) și prin integrarea observațiilor de teren se realiza cu dificultate (operațiunea presupunea abilități deosebite de cartograf și desenator pe suportul de calc precum și un volum uriaș de muncă până la obținerea hărților finale). În plus, abordarea "clasică" oferea un grad redus de precizie cartografică.

3. Abordarea problemei pe baza SIG și SPG.

Începând din 1997, după familiarizarea cu utilizarea unui Sistem Informațional Geografic (pachetul software ArcView GIS), strategia abordării problemei cartografierii carstului s-a modificat radical, după cum urmează :

Faza 1. Asumarea rezolvării integrale a problemei în manieră digitală, stabilirea caracteristicilor generale ale hărților digitale ce urmau a fi create și construirea efectivă a primelor hărți digitale.

Pornind de la sursele cartografice avute la dispoziție s-au realizat în prima fază hărți digitale cu conținut general, având următoarele caracteristici :

- sistem de proiecție Universal Transverse Mercator (UTM – zona 35) aplicat pe elipsoid World Geodetic System 1984 (WGS84) ;
- scară de referință 1:10.000 (sursă de bază - harta topografică realizată de IGFCOT București) ;
- reprezentarea în *format raster* georeferențiat a hărților topografice și geologice scanate.

- reprezentare în *format vectorial* a următoarelor straturi tematice principale : *curbe de nivel cu echidistanța de 100 m* (ulterior pe anumite sectoare echidistanța a fost îndesită la 20 m), *cote, rețea hidrografică de suprafață, vegetația forestieră* (sursa – harta topografică 1:10.000), *aflorimente de calcar* (sursa – harta geologică 1:50.000) ; s-au realizat și straturi tematice cu unele obiective antropice din zona studiată : *lacuri de acumulare, rețea de drumuri, căi ferate, localități, cabane, etc.* (sursa – harta topografică 1:10.000) ; aceste straturi au fost obținute prin digitizare la planșetă de pe hărțile topografice sau geologice sau prin digitizare pe ecran având ca suport hărțile topografice și geologice scanate și georeferențiate.

Aceste prime hărți digitale au constituit un suport foarte avantajos pentru activitățile de teren (puteau fi printate deosebit de comod din punctul de vedere conținutului, acoperirii și scării pentru fiecare din arealele calcaroase din zona de interes sau pentru întreaga zonă în ansamblu).

Faza 2. Cartografierea digitală a formelor carstice pe baza observațiilor directe de teren și a hărții topografice.

Cartografierea digitală a formelor carstice a impus pentru început evaluarea modului de adaptare a particularităților de localizare și morfometrie ale formelor morfohidrografice carstice la scara de referință și standardele de reprezentare vectorială (regăsirea elementelor inventariate în reprezentări de tip punct, linie sau poligon).

Pornind de la hărțile topografice și geologice avute la dispoziție și de la inventarul formelor identificate pe teren și apelând la disponibilitățile programului ArcView GIS am realizat primele hărți digitale ale carstului (pentru ansamblul zonei studiate și detalii pentru câteva areale de maxim interes) : harta repartiției calcarelor în zona studiată (cu limitele bazinelor hidrografice și ale unităților de relief), hărți ale

carstului din două zone (Muntele Bătrâna-Peștera Ialomiței și Muntele La Piatră- Peștera Rătei).

Din punct de vedere strict tehnic se pot face următoarele observații :

- pentru ilustrarea diferitelor forme morfohidrografice carstice s-a apelat la următoarele categorii de reprezentare vectorială :

<i>Forme morfohidrografice carstice (straturi tematice ale hărții digitale)</i>	<i>Tip vector</i>
- lapiezurile izolate - dolinele (cu diametre mai mici de 10 m) - gurile de peșteră - izvoarele carstice	Punct
- văile seci - văile oarbe - sectoarele de vale cu pierdere difuză a apei - drenajele subterane (cunoscute și presupuse) - versanții cheilor	Linie
- aflorimentele de calcar - câmpurile de lapiezuri (lapiazuri) - galeriile peșterilor cu peste 1 km dezvoltare	Poligon

- construirea straturilor tematice specifice carstului s-a realizat prin integrarea directă a informației de teren în hărțile digitale suport realizate în faza 1 sau prin identificarea localizării unora din aceste forme pe harta topografică 1:10.000 scanată și georeferențiată în proiecție UTM ;

- pentru cele două mari peșteri ale zonei (peștera Ialomiței, dezvoltare 1128 m, peștera Rătei, dezvoltare 7224 m) s-a realizat digitizarea planurilor lor urmată de georeferențiere (pornind de la identificarea poziției intrărilor și a coordonatelor acestora pe harta topografică scanată și georeferențiată).

Faza 3. Cartografierea digitală a formelor carstice prin utilizarea Sistemului de Poziționare Globală (SPG).

Inventarierea formelor carstice (poziție, morfometrie, morfografie) prin recunoașterea acestora pe harta topografică (clasică sau digitală) impunea unele limitări de precizie (datorate scării și acurateții hărții topografice, subiectivismului celui care face interpretarea hărții topografice în raport cu situația de teren).

În plus unele situații de teren (configurația reliefului, acoperirea cu vegetație, starea vremii, starea de moment a observatorului) ofereau indicii vagi pentru localizarea unor elemente de interes, făcând uneori imposibilă chiar și o localizare aproximativă a acestora.

O parte a problemelor de localizare precisă a elementelor de interes se putea rezolva prin utilizarea tehnologiei SPG, grație particularităților acestei tehnologii :

- înregistrarea digitală a poziției cu ajutorul unui receptor SPG portabil ușor de transportat pe teren (poziție care poate fi convertită în locații de tip punct, linie, poligon);

- precizia ridicată a determinărilor pe care o poate oferi un receptor SPG din clasa metrică folosit în regim de lucru autonom ;

- integrarea facilă cu un SIG, ceea ce face ca rezultatele ridicărilor de teren să poată fi rapid suprapuse pe o hartă digitală existentă sau pot permite corectarea acesteia.

Începând din 1999, am desfășurat în zona studiată și unele activități de cartografiere pe baza tehnologiei SPG, activități care au vizat în principal două aspecte :

- ridicarea unor puncte de referință cu un grad ridicat de precizie pentru corectia hărților digitale deja realizate (punctele alese sunt câteva confluente majore ale rețelei hidrografice din zona studiată) ;

- cartografierea unor forme carstice de suprafață.

Pornind de la unele din condițiile tehnice care dictează precizia ridicărilor cu un receptor SPG și în primul rând :

- gradul de vizibilitate al constelației de sateliți care furnizează semnalul SPG (minim 4 sateliți vizibili deasupra liniei orizontului dispuși în anumite geometrii pentru obținerea calității maxime a semnalului) ;

- caracteristicile acoperirii cu vegetație (vegetația forestieră afectează serios recepția semnalului SPG).

Se pot face următoarele aprecieri privind disponibilitățile de utilizare ale acestui sistem în cartografierea unor elemente ale carstului din zona studiată (subliniem, receptor lucrând în mod autonom) :

- sistemul poate fi folosit cu cele mai bune rezultate (precizia de poziționare submetrică) în cazul cartografierii văilor seci, câmpurilor de lapiezuri, dolinelor, gurilor de peșteră situate pe masivele calcaroase cu aspect de platou deasupra limitei pădurii (cca 1600 m) – cazul masivelor Tătaru, Coteanu, Bătrâna – sau în cazul formelor depresionare largi neîmpădurite (acolo unde orizontul larg deschis permite abordarea facilă a constelației de sateliți) ;

- precizia scade substanțial în cazul masivelor calcaroase acoperite cu păduri dar cu orizont larg deschis – cazul unor suprafețe importante din masivele calcaroase situate în lungul Ialomiței și în cazul unor obiective cu orizont parțial deschis - cazul gurilor de peșteră din cheile Tătarului, situate la baza unui abrupt calcaros de peste 100 m înălțime cu deschidere largă sudică (eroarea de poziționare este de ordinul zecilor de metri);

- posibilitățile sistemului nu pot fi exploatate în cazul formelor de relief negative cu profunzime mare sau acoperite cu o vegetație forestieră densă și înaltă (cazul cheilor din lungul Ialomiței sau de pe unii din afluenții săi) și în nici un caz pentru cartografierea formelor endocarstice (semnalul SPG nu penetrează rocile).

În urma ridicărilor de teren realizate până în momentul de față cu ajutorul SPG am putut realiza corectarea de ansamblu a coordonatelor hărții digitale și cartografierea unora din câmpurile de lapiezuri de la vest de valea Horoabei.

4. Concluzii.

Utilizarea tehnologiilor digitale (SIG, SPG) în cartografierea formelor carstice (și în cartografie în general) oferă incontestabil o serie de avantaje în abordarea problematicii analizei fenomenelor carstice și a mediului în general.

Crearea hărților digitale ale carstului depășește cadrul simplu al cartografiei clasice, conducând practic la realizarea unei baze de date complexe privind carstul unei regiuni (spre exemplu prin simpla "legare" a datelor de cadastru speologic de stratul tematic ce cuprinde localizările peșterilor dintr-o zonă).

Corectarea hărților digitale ale carstului pe baza SPG poate permite ulterior utilizarea acestor hărți pe teren împreună cu un SPG pentru completări rapide și deosebit de precise realizate în timp real la fața locului (harta poate fi practic creată instantaneu pe teren).