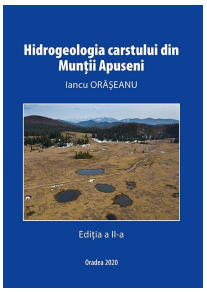
Extras din
I. Orăşeanu, 2020
Hidrogeologia carstului din Munţii Apuseni
Ediţia 2-a, Ed. Belvedere, Oradea, 360 p.



1

CADRUL OROHIDROGRAFIC ŞI GEOLOGIC-STRUCTURAL AL ZONELOR CARSTICE DIN MUNȚII APUSENI

Munţii Apuseni sunt situaţi în interiorul arcului format de Carpaţii Orientali şi Carpaţii Meridionali, constituind o punte de legătură între aceştia, o barieră care închide spre vest Bazinul Transilvaniei. Cu o suprafaţă de cca. 10.750 km^2 şi o înălţime medie de 700 m, ei reprezintă unitatea cea mai mică a Carpaţilor româneşti.

În contextul general al carstului din România, Munţii Apuseni se individualizează atât prin densitatea ridicată a zonelor carstice cât şi prin relieful de o diversitate şi frumuseţe deosebită. Depozitele carbonatice aflorează pe o suprafaţă de 1132 km^2, sunt răspândite neuniform pe întregul areal al munţilor şi formează suprafeţe compacte în munţii Pădurea Craiului, Bihor, Vlădeasa, Codru Moma, Trascău, Platou Poieni şi Insula cristalină Rapolt (fig. 1.1). Pentru reţeaua hidrografică a Munţilor Apuseni, regiunile carstice reprezintă zonele de obârşie ale celor mai importante râuri: Crişurile, Someşu Cald şi Arieşul.

1.1. CADRUL OROHIDROGRAFIC

Relieful Munţilor Apuseni este dominat de Masivul Gilău, constituit din formaţiuni cristaline vechi şi granite şi cu totul subordonat din calcare cristaline. Culmile acestui masiv sunt netezite la o altitudine medie de 1700 m, constituind platforma de eroziune Cârligaţi. Altitudinea maximă a masivului ajunge la 1827 m în Muntele Mare.

Celelalte unităţi de relief ale Munţilor Apuseni se dispun în jurul acestui masiv central la altitudini mai joase şi cu aspect diferit. La vest se află Munţii Bihor, nume care se aplică în sens general de locuitorii zonei Beiuş întregului front înalt care domină la est depresiunea Beiuşului. În acest sens general, Munţii Bihor se întind longitudinal între Munţii Gilău şi Depresiunea Beiuşului şi în sens transversal între valea Arieşului Mic la sud şi valea Crişului Repede la nord. Munţii Bihor sunt constituiţi din trei compartimente transversale, diferite structural şi morfologic: Masivul Vlădeasa, Munţii Bihor şi Masivul Biharia (V. IANOVICI et al., 1976). Pentru întreg acest areal romanii foloseau denumirea de „Tierra Biharia" (A. SCHMIDL, 1863).

Masivul Vlădeasa, denumit după vârful cel mai înalt (Vlădeasa, 1836 m), este constituit în cea mai mare parte din formaţiuni intrusive şi vulcanice banatitice care imprimă reliefului masivitate. Jumătatea sudică a corpului eruptiv al masivului este brodată la exterior de formaţiuni sedimentare în cadrul cărora depozitele carbonatice, cu relieful lor tipic, ocupă o pondere importantă: grabenul Remeţi la nord-vest, zona carstică Meziad-Ferice la vest, iar la sud şi sud-est grabenul Someşului Cald cu zonele carstice Căciulata-Firea şi Pietrele Albe (pârâul Stanciului).

Munţii Bihor sunt delimitaţi de masivul Vlădeasa de cursurile râurilor Someşu Cald şi Crişu Pietros, limita dintre cele două masive trecând pe la sud de vârful Cârligatele, loc unde interfluviul dintre cele două cursuri de apă este situat la cota minimă. La sud, Munţii Bihor sunt despărţiţi de Masivul Biharia de către Arieşu Mare şi Crişu Băiţa. Trăsăturile dominante ale reliefului Munţilor Bihor sunt impuse de depozitele carbonatice, în ansamblul reliefului carstic detaşându-se zona

Padiş-Cetăţile Ponorului, situată în fruntea topului zonelor carstice din România.

Munţii Codru Moma se subîmpart în două subunităţi morfologice distincte, Munţii Codru situaţi la nord, constituiţi din două creste principale orientate nord-sud, separate de ulucul carstic al pârâului Finiş şi din depresiunile carstice Brătcoaia şi Tinoasa, şi Munţii Moma situaţi la sud, elementul morfologic dominant al acestora fiind platoul carstic Vaşcău.

În Munţii Metaliferi, unitate structurală a Apusenilor Sudici ce se întinde între valea Arieşului şi valea Mureşului, depozitele carbonatice formează două zone compacte, în Platoul Poieni şi în Munţii Trascău. Platoul Poieni reprezintă o vastă platformă de eroziune tăiată în calcare cristaline la o altitudine de 1000-1200 m. În Munţii Trascău, calcarele formează o bandă îngustă şi continuă între Arieş şi Ampoi, suspendată cu aproape 500 m deasupra reliefului înconjurător. La est de această bară calcaroasă, calcarele apar ca olistolite care formează masive izolate.

În partea sudică a Munţilor Apuseni aflorează calcare cristaline aparţinând structural de Pânza Getică, zona fiind cunoscută geologilor sub denumirea de Insula cristalină de Rapolt.

Precipitaţiile care cad pe suprafaţa Munţilor Apuseni au o distribuţie areală neuniformă. Pe harta cu izohiete, fig. 1.2, realizată după MARIA CRISTEA (2006) pentru bazinul hidrografic al Crişurilor şi IULIA PĂTĂCHIE (1975) pentru bazinele hidrografice ale Someşului Cald şi Mureşului din Munţii Apuseni, se remarcă prezenţa unui maxim de 1600 mm/an în zona Stâna de Vale-Cârligatele. Spre est precipitaţiile se menţin la valori de 1200-1400 mm/an numai pe creasta principală a Munţilor Apuseni, Cârligatele-vf. Clujului-Muntele Mare. La nord şi sud de această creastă valoarea precipitaţiilor anuale scade sever. Acestea înregistrează apoi valori apropiate de 1000 mm/an pe creasta Munţilor Trascău pentru a scădea abrupt pe versantul lor estic, ajungând la valori de sub 600 mm/an la ieşirea din munţi, în zona Geoagiu-Turda. La staţia meteorologică Stâna de Vale din Masivul Vlădeasa sunt înregistrate cantităţile cele mai mari de precipitaţii din România, valoarea lor medie multianuală fiind 1563,8 mm/an (1950-2003) şi 1632 mm/an (1970-2000, M. VLAICU, O. GAGEU, 2009).

Prezenţa munţilor Codru Moma, un prim zid pentru fronturile umede vestice, se face remar-

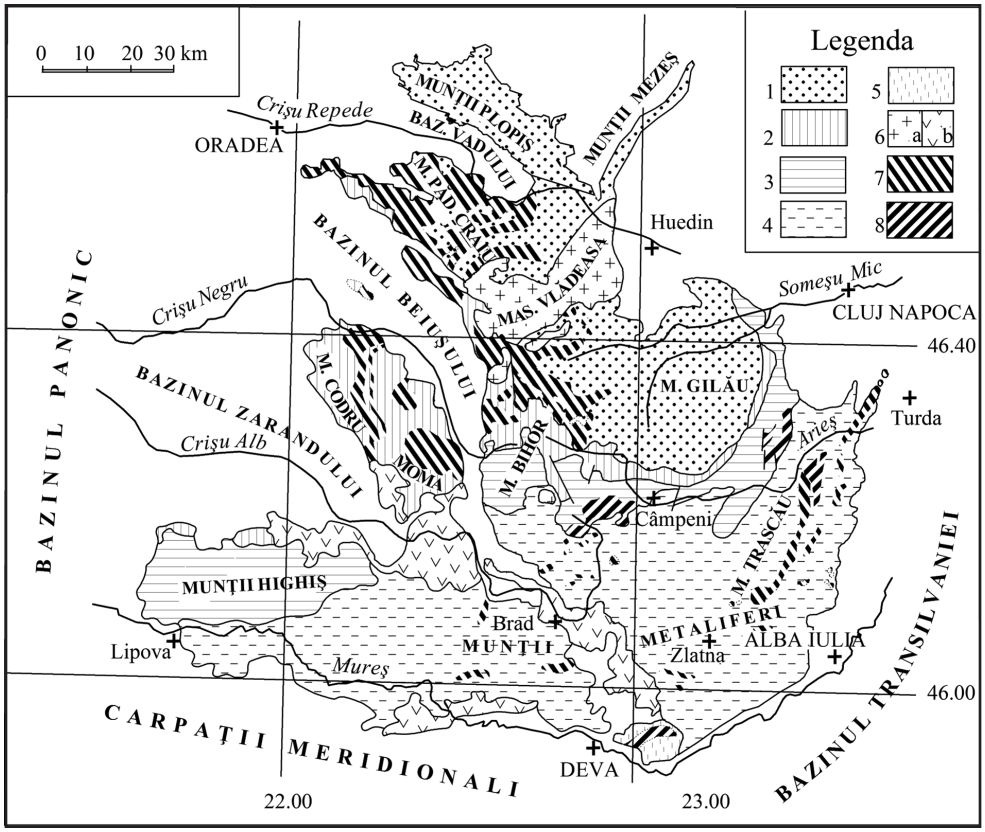


Fig. 1.1 Harta structurală a Munţilor Apuseni cu dezvoltarea depozitelor carbonatice. (După hărţile geologice editate de Institutul Geologic al României).
Legenda: 1-Autohtonul de Bihor; 2-Sistemul Pânzelor de Codru; 3-Sistemul Pânzelor de Biharia; 4-Munţii Metaliferi; 5-Pânza Getică; 6a-Banatite; 6b-Vulcanite neogene; 7-Calcare şi dolomite sedimentare; 8-Calcare şi dolomite metamorfice.

cată pe harta cu izohiete printr-un apex delimitat de izohieta 1000 mm/an poziționată pe creasta Bălăteasa-Pleșu-Izoi.

Rețeaua hidrografică a Munților Apuseni are o mare densitate, ei formând un nod hidrografic important din care își adună apele cursuri cu debite medii multianuale importante.

Scurgerea superficială reflectă atât regimul pluviometric variat al Munților Apuseni cât și constituția lor geologică complexă, bazine hidrografice situate la altitudini medii similare, prezentând valori foarte diferite ale scurgerii specifice medii multianale. Astfel, scurgerea specifică scade de la 31,4 l/s km^2, pentru p. Drăgan, situat în vestul munților, la numai 16,5 l/s km^2, pentru Someșu Rece, situat în partea lor estică. Valoarea cea mai ridicată a scurgerii specifice medii multianuale, pentru întregul masiv al Munților Apuseni, o prezintă Crișu Pietros (33,8 l/s km^2 la s.h. Pietroasa). De asemenea, cursurile râurilor Iad și Crișu Negru, situate în partea vestică a munților, prezintă valori ridicate pentru acest parametru (fig. 1.3).

Studiile efectuate de către autor pentru cunoașterea hidrogeologiei depozitelor carbonatice din Munții Apuseni, sintetizate în volumul de față, s-au derulat în cadrul cercetărilor inițiate de S.C. Prospecțiuni S. A. și au debutat în anul 1970 cu efectuarea de marcări cu trasori în zona Moneasa. Programul de evaluare a resurselor de ape subterane desfășurat în perioada 1981-1996 a inclus toate zonele carstice semnificative din Munții Apuseni, perioadele de observații și măsurători hidro-meteorologice derulându-se pe o durată de cel puțin un an hidrologic pentru fiecare zonă carstică importantă. În acestă perioadă regimul precipitațiilor și implicit regimul scurgerii superficiale și subterane a variat foarte mult de la an la an, iar pentru a compara potențialul acvifer al diferitelor zone l-am raportat la media înregistrată în intervalul 1979-1998. În figura 1.4 este reprezentată variația procentuală anuată (ani hidrologici, octombrie-septembrie) a debitelor medii anuale cumulate ale râurile Crișu Negru (s.h. Beiuș) și Arieș (s.h. Scărișoara) în raport cu media multianuală a debitelor lor cumulate

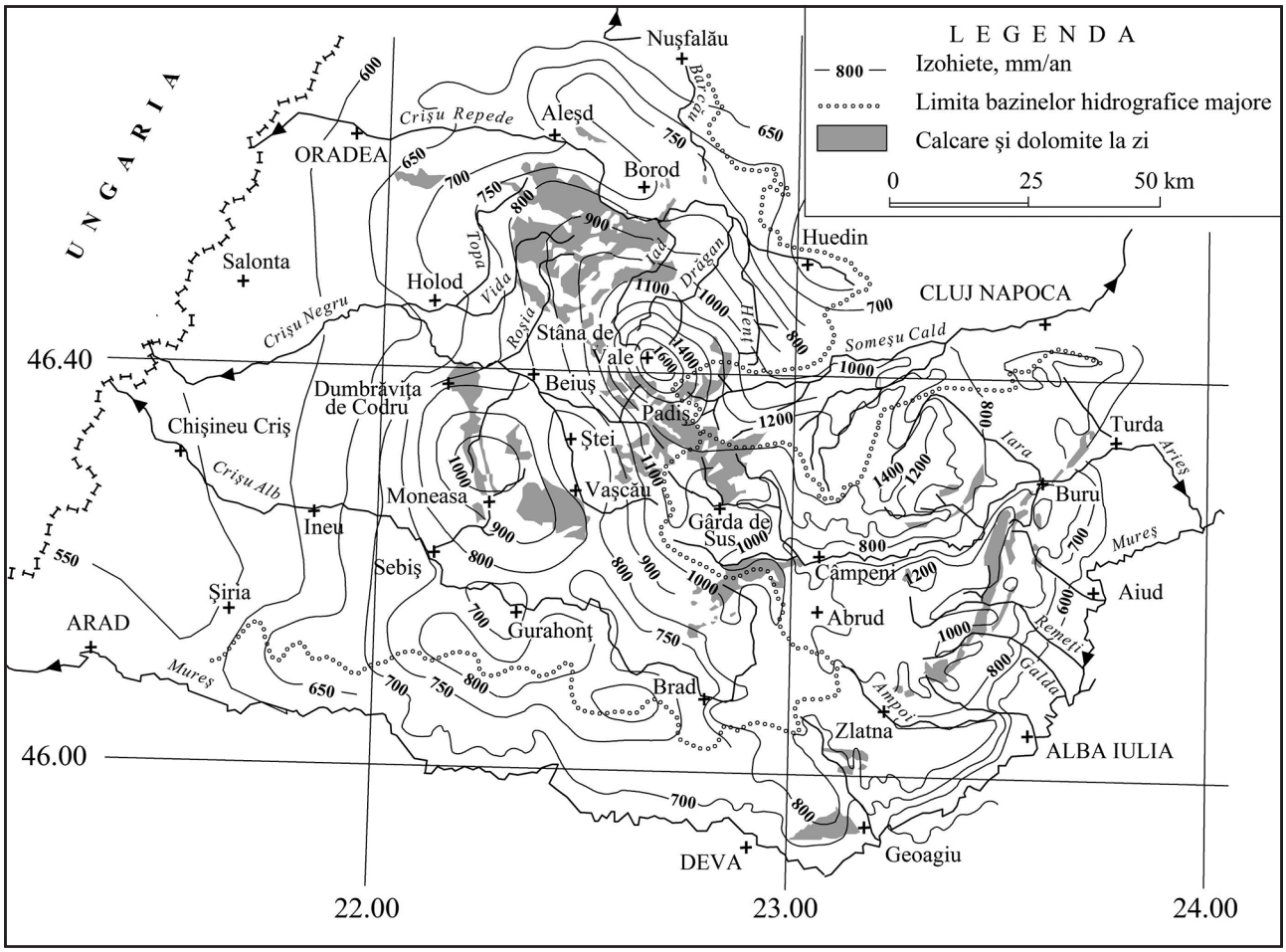


Fig. 1.2. Harta cu izohiete a Munților Apuseni.
(Bazinul hidrografic al Crișurilor după MARIA CRISTEA, 2006, iar restul suprafeței după IULIA PĂTĂCHIE, 1975.)

(perioada 1978/79-1997/98). Am luat în considerare debitele înregistrate pe acest râuri, deoarece ele colectează apele de pe suprafeţe vaste acoperite de depozite carbonatice.

Constituţia litologică a bazinelor hidrografice este reflectată în modul de organizare al scurgerii superficiale şi subterane, conexiunile dintre aceşti factori fiind reliefate prin prelucrarea seriilor temporale de debite prin metodele analizei corelatorii şi spectrale. Se realizează astfel o ierarhizare a formaţiunilor geologice pe baza efectului memorie, parametru asimilabil cu noţiunea de rezerve din hidrogeologie. Metoda a fost propusă de A. MANGIN (1981) pentru identificarea gradului de organizare al sistemelor carstice. O valoare mare a acestui parametru indică prezenţa unui sistem cu rezerve importante, puternic capacitiv şi puţin conductiv, pe când o valoare mică este caracteristică unui sistem cu rezerve mici, necapacitiv şi foarte transmisiv.

Pentru evidenţierea rolului litologiei în formarea scurgerii superficiale au fost selectate 10 bazine hidrografice importante din Munţii Apuseni, cu constituţii geologice diferite, dar cu suprafeţe şi cuverturi vegetale similare (tabelul 1.1). Analiza s-a efectuat pe seriile de debite medii zilnice înregistrate în perioada 1971-1975.

Efectul memorie reflectă importanţa scurgerii subterane care participă la formarea scurgerii de suprafaţă. El are valori foarte mici (6-15 zile) pentru bazinele hidrografice amplasate pe calcare, dolomite şi roci impermeabile (alternanţe de argile, marne şi gresii) şi valori mari (47-123 zile) pentru un substrat format din şisturi cristaline, granite paleozoice şi riolite ignimbritice de Vlădeasa.

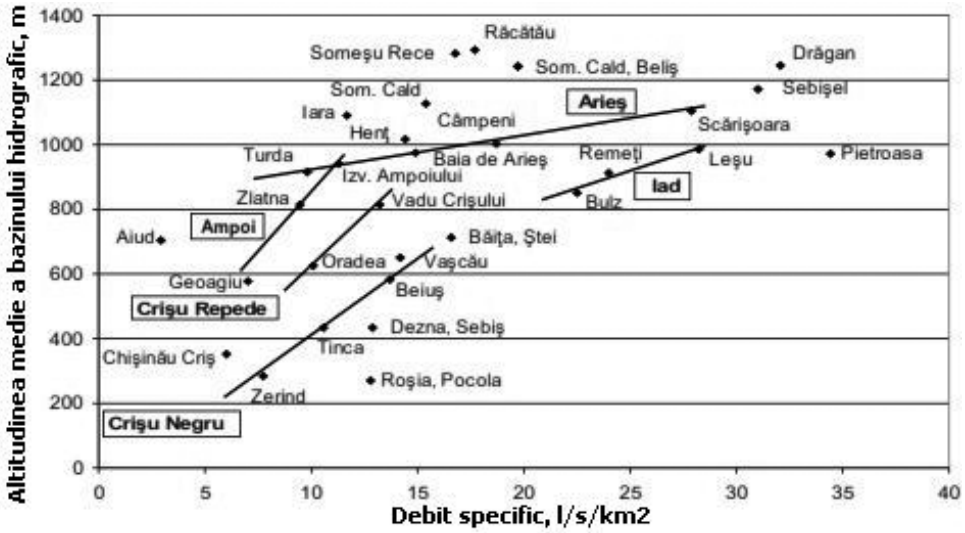


Fig. 1.3. Relaţia dintre scurgerea superficială medie multianuală şi altitudinea medie a bazinelor hidrografice din Munţii Apuseni (După datele INHGA).

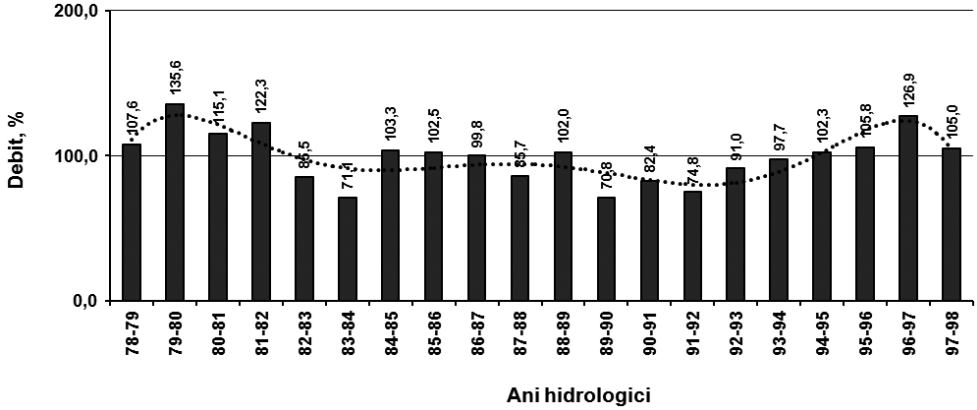


Fig. 1.4. Variaţia procentuală a debitelor medii anuale cumulate ale râurilor Crişul Negru (s.h. Beiuş) şi Arieş (s.h. Scărişoara), în raport cu media lor multianuală (perioada 1978/79-1997/98).
Linie punctată - tendinţă polinomială de ordinul 6.

Efectul memorie foarte mic al râurilor care drenează bazine cu o pondere importantă a depozitelor carbonatice în constituţia lor litologică se datorează drenării rapide a apelor subterane datorită carstificării intense a depozitelor carbonatice şi faptului că rezervele de apă sunt localizate în principal în goluri carstice şi fisuri, discontinuităţi cu volume mici în comparaţie cu ansamblul masivului carstic, porozitetea calcarelor fiind foarte mică.

Valorile ridicate ale efectului memorie la rocilor eruptive şi cristaline se datorează dezvoltării pronunţate a zonelor de alterare şi fisurare, zone care funcţionează ca rezervor de stocare şi cedare lentă a apelor provenite din precipitaţii. Un caz cu totul aparte îl constituie riolitele de Vlădeasa, dezvoltate sub diferite faciesuri, roci care formează un rezervor important drenat în mare parte de râul Drăgan şi pârâul Sebişel, afluent al acestuia. „Riolitele formează o pânză intrusivă extinsă din valea Iadului spre est, de forma unui corp tabular insinuat între fundamentul cristalino-mesozoic şi cuvertura de depozite senoniene. Aceste roci apar pe o suprafaţă de peste 200 km^2, au o grosime medie de 250-300 m şi un volum apreciat la cca. 50 km^3" (A. ŞTEFAN, 1971).

Cunoaşterea caracteristicilor scurgerii de suprafaţă are o importanţă deosebită în cazul sistemelor carstice binare, aceasta, împreună cu precipitaţiile, constituind funcţia de intrare în sistem. Interpretarea funcţiei de ieşire din sistem (hidrograful debitelor surselor), fără a se lua în considerarea parametrii bazinului versant necarstic (furnizaţi de analiza corelatorie şi spectrală), poate conduce la atribuirea eronată a unor proprietăţi de filtrare acviferului carstic.

Întrucât hidrograful izvoarelor care drenează sisteme carstice binare, reflectă şi caracteristicile

Cursul de apă şi staţia hidrometrică, s. h	Sebişel s. h. Pârâul Crucii	Răcătău, s. h. Răcătău	Someşul Rece, s. h. Răcătău	Iara, s. h. Valea Ierii	Drăgan, s. h. V. Drăganului	Ampoi, s.h. Zlatna	Abrud, s. h. Abrud	Crişul Pietros, s.h. Pietroasa	Vida, s. h. Luncasprie	Topa, s. h. Vârciorog
• Cursul de apă până la s.h.										
lungime, km	16	26,9	32	19	42	19	14	18	19,4	13
panta medie, %	28,6	25	28	52	27	35	40	56,5	22	22,3
altitudine amonte, m	1327	1396	1565	1775	1622	1060	1142	1342	608	589
altitudine la s.h., , m	870	660	660	778	468	406	587	325,24	181,6	299
coef. de sinuozitate	1,56	1,4	1,49	1,22	1,19	1,14	1,6	1,18	1,4	1,3
debit mediu, m^3/s	1,23	2,14	3,41	2,55	6,96	1,43	1,47	4,64	1,11	0,44
debit minim, m^3/s	0,14	0,12	0,48	0,28	0,44	0,01	0,03	0,48	0,1	0
debit maxim, m^3/s	38,8	63,2	47	86	175	75	52	110	48,5	24,9
debit specific, q, l/s/kmp	31,4	21,2	22,3	23,6	27,4	9,68	8,37	37,7	19,9	7,14
indicele scurgerii de bază, Bf	0,25	0,22	0,22	0,25	0,19	0,06	0,1	0,19	0,11	0,01
• Date b.h. pînă la s.h.										
Suprafaţa ,km^2	39	101	153	108	254	148	176	123	55,5	72,5
Altit.medie, m	1174	1242	1365	1372	1124	818	881	959	508	474
Sup. fond. forestier, %	62,6	59,5	56,5	56,9	55,8	54,1	41,3	69,1	70	25,2
Litologie, %										
calcare şi/sau dolomite								50	75	50
granite		33	84	11				18		
riolite ignimbritice	75				84			2		
eruptiv neogen						10	8			
şisturi. cristaline	9	67	16	89	16					
molasă (P+W, J_1)	15					52		27	18	
argile, marne, dep. flişoide						38	72			20
dep. Pannoniene şi Quater.								3	7	30
• Efect memorie, zile	123	57	56	52	47	35	14	15	10	6

Notă: Datele hidrologice după „Anuarul hidrologic", 1970-1975, editat de INMH.
Date morfometrice după „Atlasul cadastrul apelor din România", partea I-a „Date morfo- hidrografice asupra reţelei hidrografice de suprafaţă", 1992, editat de Ministerul Mediului.
Constituţia litologică după hărţile geologice ale României, scara 1:50.000, editate de IGR.
Perioada de observaţii: 1971-1975, cu excepţia r. Sebişel şi r. Someşu Rece cu date din perioada 1970-1973.

Tabelul 1.1. Date morfometrice, hidrometrice, litologice şi de analiză corelatorie şi spectrală pentru cursuri de suprafaţă din Munţii Apuseni.

bazinului versant necarstic, folosirea graficului k/i (A. MANGIN, 1975) în aprecierea amplitudinii şi locului carstificării, trebuie făcută cu precauţie în cazul acestor sisteme.

1.2. CADRUL GEOLOGIC ŞI STRUCTURAL AL MUNŢILOR APUSENI

Munţii Apuseni sunt rezultatul unei evoluţii îndelungate, realizată în mai multe cicluri tectonice, configuraţia structurală actuală (fig. 1.1) fiind în cea mai mare măsură rezultatul evoluţiilor din ciclul alpin. Formaţiunile ciclurilor tectonice anterioare sunt metamorfozate şi formează soclul cristalin al cuverturii sedimentare alpine (V. IANOVICI et al., 1976, M. BLEAHU et al. 1981).

Depozitele sedimentare din Munţii Apuseni s-au depus în două bazine de sedimentare cu evoluţii diferite, fapt ce conduce la individualizarea în acest areal a două unităţi tectonice distincte ca derulare a proceselor de sedimentare şi tectogenetice, Apusenii Nordici şi Apusenii Sudici (Munţii Metaliferi), unităţi înglobate în două dintre unităţile majore ale Carpaţilor, Dacidele interne şi Transilvanidele.

1.2.1. Apusenii Nordici

Apusenii Nordici cuprind o suită sedimentară permo-mezozoică aproape complectă, în care permianul este detritic şi are caracter de molasă, triasicul şi jurasicul îmbracă, cu mici excepţii, faciesuri carbonatice şi detritice, iar cretacicul preponderent carbonatic în partea inferioară, devine pelitic şi apoi detritic la partea superioară. Ei prezintă o structură în pânze, definită prin serii cristaline şi secvenţe sedimentare proprii. Edificiul lor structural s-a format în timpul orogenezei cretacice, mişcările tectonice ulterioare conducând la formarea unor bazine post-tectonice, reprezentând golfuri ale Depresiunii Panonice. Aceste mişcări au fost însoţite de o activitate magmatică intensă laramică, cu produse intrusive şi vulcanice.

În structura Apusenilor Nordici se individualizează trei zone cu evoluţii paleogeografice şi tectonice distincte, dispuse de la nord la sud: zona Bihor, cu o sedimentare realizată în ape puţin adânci şi întreruptă de numeroase exondări, zona Codru, cu depozite depuse în bazine marine adânci, divizată în mai multe unităţi tectonice (Sistemul Pânzelor de Codru) şi zona Biharia, reprezentând o relictă a vechilor structuri hercinice (formaţiuni metamorfice cambriene şi paleozoice), înglobate în structurile alpine. Unităţile tectonice sunt aranjate de la nord la sud, cu Unitatea de Bihor în bază, având rolul de autohton pentru celelalte şi cu Unitatea de Biharia la partea superioară.

Depozitele atribuite Autohtonului de Bihor sunt larg dezvoltate în Munţii Pădurea Craiului, Bihor şi Gilău. Munţii Codru Moma sunt constituiţi în totalitate din depozite atribuite Sistemului Pânzelor de Codru, depozite care formează de asemenea o centură ce înconjoară la vest, sud şi est blocul format de munţii Pădurea Craiului, Vlădeasa, Bihor şi Gilău, centură cu o lăţime maximă de 5 km. La exterior această centură este încălecată de unităţile atribuite Sistemului Pânzelor de Biharia.

Compoziţia litologică şi carcacterizarea hidrogeologică a depozitelor care participă la constituţia Apusenilor Nordici este prezentată în Tabelul 1.2. Semnificaţia culorilor este redată în legenda din fig. 1.6.

Formaţiuni post-tectonice

Cuvertura cretacic superioară. După punerea în loc a pânzelor, Apusenii Nordici au fost afectaţi de o tectonică rupturală care a dus la formarea unor bazine restrânse de sedimentare, „bazine post-tectonice", în care s-au acumulat depozite neocretacice (post-pânză) şi care au funcţionat apoi şi în timpul neozoicului ca golfuri ale Depresiunii Pannonice (V. IANOVICI et al., 1976).

În Munţii Apuseni de Nord, depozitele senoniene acoperă contactul dintre Autohton şi pânze. Ele sunt dezvoltate în faciesul de Gosau, cu diferenţe litostratigrafice de la o depresiune la alta şi sunt bine reprezentate în grabenul Remeţi, în bazinul Roşia şi în zonele înalte ale Masivului Vlădeasa, unde au fost menajate de erozione. În depresiunea Roşia aceste formaţiuni au o grosime de cca. 1500 m, fiind reprezentate prin gresii, conglomerate şi argile. Suita depozitelor din cuvertuă se continuă cu alternanţe de calcare, gresii şi marne (Santonian), nisipuri marnoase cu intercalaţii de tufuri (Campanian) şi depozite predominant terigene cu formaţiunea vulcano-sedimentară la partea superioară (Maastrichtian).

Magmatite/Banatite (Senonian superior-Paleogen). Produsele magmatismului subsecvent alpin sunt larg dezvoltate în Apusenii Nordici, areal în care apar sub formă de corpuri intrusive, curgeri de lave, ignimbrite, cinerite şi dykuri. Ele aflorează

Tabelul 1. 2

Corelarea formaţiunilor Unităţii de Bihor şi a Pânzelor de Codru din Apusenii Nordici
(după hărţile geologice ale României, scara 1:50.000, editate de Institutul Geologic al României şi M. BLEAHU et al., 1981)

		Unitatea de Bihor		Sistemul Pânzelor de Codru									
		M. Pădurea Craiului	Munţii Bihor	Pânza de Vălani	Pânza de Finiş-Gârda	Pânza de Ferice	Pânza de Dieva Bătrânescu: M. Codru Moma	Pânza de Dieva Bătrânescu: M. Bihor	Pânza de Moma	Pânza de Vaşcău	Pânza de Coleşti	Pânza de Următ	Pânza de Vetre
CRETACIC	Turonian mediu	g, s, ş-a											
	Vraconian												
	Albian	g. cu int. c.											
	Aptian	Form. Ecleja	F. de Ecleja calcare urgoniene	g-q, ş-a									
		Brecia Gugu		calcare urgoniene									
	Barremian	calcare											
	Hauterivian	xxxxx bauxite xxxxx		xxxxxxxx	marno-calcare, gresii, siltite		marno-calcare, gresii, siltite						
	Valanginian			calcare									
	Berriasian												
JURASIC	Tithonic	c.recifale	c. negre c. recifale, masive, albe	calcare recifale albe şi cenuşii									
	Kimmeridgian	c. recifale şi			calcare cu silicifieri								
	Oxfordian												
	Callovian	c. peletale	c. cu ooide										
	Aalenian	marne,	c. pătate								calcare şi argile roşii		
	Toarcian	c-m	m., c.,							a. negre, c.		g.q.	
	Domerian	calcare şi	c-m,										
	Carixian		m-c,		Calcare de Moneasa							ş-a	
	Sinemurian	c-m	g-m							c. roz, verzi şistoase			
	Hettangian	gq. cu interc. de a.	gresii şi congl.	gq., sisturi arg.	gresii, siltite, calcare	m-a,g. (J1)						g-c	
TRIASIC	Rhaetian			str. Cosuri	c. negre	F. Kossen	c. albe			c. cenuşii şi negre	loferite		
			c. fine,	argile, g.	argile, gresii	F. V.Frunzei	c. negre						c.albe (Băiţa)
	Norian		s-a roşii (Formaţiunea de Scăriţa)		siltite, g-c, c. albe	F. V.Frunzei şi F. Codru	d.,c-d, argile c. recifale c-d albe şi roşii	calcare albe cu liant roşcat	calcare recifale cenuşiu deschis	calcare albe şi roz	calcare recifale		dolomite albe (Dolomit de Frăsinel)
	Carnian		dolomite albe	c-d albe şi	dolomite albe	calcare negre cu				c. negre cu silicif.			
	Ladinian	calcare albe recifale (Waterstein)	brecii, c., g. (F. Zugai) c. albe recif. brecii, c. albe in placi	calcare negre cu cherturi (F. Roşia)	calcare negre cu cherturi (F. Roşia)	accidente silicioase (Calcar de Roşia)	c. negre cu accid. silicioase, şisturi gălbui	c. cenuşii în plăci şi Calcar de Roşia	calcare cenuşii roz	calcare roşii şi roz cu amoniţi			
	Anisian	c. negre d. albe	(Waterstein) c. negre d. cenusii	dolomite cenusii	dolomite negre cu cherturi	dolomite cenusii si albe	dolomite cenuşii şi negre	dolomite	c-d dolomite negre	c-d d. albe			
	Werfenian	g.q, ş-a	g.q, ş-a, cg.	gresii	gq.	gq.	ş., gq, d.	gq	cg., g., ş-a.				
Permian		sisturi şi gresii	brecii, riolite	gq., şisturi	g., cg. riolite	gq. s.argiloase	gq., cg., bazalte, riol.	şisturi argiloase	bazalte, riol.				
Carbonifer													
Devonian													
Silurian													
Ordovician													
Cambrian		sisturi cristaline	sisturi cristaline										
Vendian													

Formaţiunea de Codru - şisturi argiloase, brecii, calcare; Formaţiunea de Ecleja - marne, gresii, calcare; Formaţiunea de Kossen - calcare, şisturi marnoase negre; Formaţiunea de Valea Frunzii (VF): dolomite calcaroase, gresii, conglomerate, şisturi marnoase negre; Formaţiunea de Zugăi - brecii, şisturi arg., calcare, gresii cuarţitice; c – calcare; d - dolomite; c-d - cal. dolomitice; c-m - calcare marnoase.; m-marne; m-a - marne argiloase.; m-c - marnocalcare; a-argile; g-gresii; gq-gresii cuarţitice; g-c – gresii calcaroase; g-m – gresii marnoase; ş-şisturi; ş.m-a - şisturi marnoase-argiloase; ş-a - şisturi argiloase, cg -conglomerate; xxxxxxx- bauxite; riol-riolite; int- intercalaţii.
Notă: Semnificaţia culorilor în fig. 1. 6

pe suprafeţe mari în zonele Pietroasa, Budureasa, Valea Seacă din bazinul p. Galbena şi în Masivul Vlădeasa, fiind reprezentate prin masive intrusive formate din granodiorite, diorite şi diorite porfirice şi corpuri efuzive de riolite, străbătute de dykuri cu diferite constituţii petrografice.

Cuvertura neogenă. Începând din Neogen, de la începutul Badenianului, mişcările verticale negative au făcut posibilă invadarea zonelor mai coborâte din Munţii Apuseni de către mările limitrofe, generînd depresiuni intramontane colmatate cu formaţiuni sedimentare reprezentate prin succesiuni complete de roci detritice, asociate ocazional cu tufuri, calcare şi cărbuni.

1.2.2. Apusenii Sudici

Munţii Apusenii de Sud s-au format într-un bazin de sedimentare cu caracter de eugeosinclinal, cu o evoluţie rapidă, limitată la intervalul Jurasic-Cretacic. Sunt constituiţi din corpuri mari de roci intrusive şi complexe sedimentare cu caracter de geosinclinal, cu o predominanţă a formaţiunilor de fliş, wildfliş şi molasă şi rare secvenţe carbonatice. Instabilitatea tectonică din timpul sedimentării depozitelor care formează Apusenii Sudici este marcată de prezenţa formaţiunilor cu olistolite la mai multe nivele, mişcările tectonice neocretacice generând o structură în pânze de şariaj, cu constituţii litologice şi evoluţii tectonice proprii.

Formaţiuni post-tectonice

Magmatite Senonian superior-Paleogene (Banatite). Aceste roci sunt constituite dintr-o varietate de tipuri plecând de la granodiorite, diorite şi până la roci efuzive ca andezite şi riolite.

Molasa intramontană neogenă şi magmatite asociate. Depozitele neogene din această arie s-au depus în câteva depresiuni orientate NV-SE, începând din sud-estul regiunii. Ele sunt reprezentate prin gresii şi conglomerate cu intercalaţii de marne cu tufuri andezitice (Badenian inferior), nisipuri argiloase şi depozite vulcano-sedimentare (Badenian superior), urmate de depozitele argiloase ale regresiunii sarmaţiene. Panonianul este reprezentat prin pietrişuri, nisipuri şi argile. Pe lângă magmatismul laramic, comun şi Apusenilor Nordici, în Apusenii Sudici se manifestă şi un magmatism neogen puternic, însoţit de o metalogeneză intensă, fapt care a condus la denumirea lor de Munţii Metaliferi (M. BLEAHU et al., 1981).

1.3. ARIILE DE DEZVOLTARE ALE DEPOZITELOR CARBONATICE DIN MUNŢII APUSENI

În Munţii Apuseni depozitele carbonatice, reprezentate prin calcare şi dolomite, sedimentare şi cristaline, aflorează pe suprafeţe cu extinderi diferite, dispuse neuniform la scara ansamblului muntos (fig. 1.1). Depozitele carbonatice sedimentare au o dezvoltare maximă în Munţii Pădurea Craiului şi în Munţii Bihor, majoritatea acestor depozite fiind atribuite Unităţii de Bihor.

În succesiunea formaţiunilor sedimentare ale Autohtonului de Bihor se individualizează trei mari serii carbonatice cu importanţă hidrogeologică deosebită:

- seria carbonatică triasică, groasă de până la 1500m, constituită din calcare şi dolomite anisiene şi calcare ladiniene şi având în bază seria detritică permo-werfeniană. Formaţiunea de Werfen, triasic inferioară, are o grosime de 150-200 m şi este formată din conglomerate cuarţitice, gresii cuarţitice şi şisturi argiloase cu intercalaţii de dolomite la partea superioară;
- seria carbonatică jurasic-apţian inferioară, cu o grosime medie de 200-550 m, formată dintr-o succesiune de calcare atribuite jurasicului mediu (8-75 m) şi superior (120-150 m) şi barremian-apţianului inferior (calcarul cu pahiodonte inferior, 50-350m). Seria are în bază depozite predominant detritice jurasic inferioare cu o grosime maximă de 70m, constituite din argile şi gresii cuarţitice (Formaţiunea de Gresten), depozite care o separată de seria carbonatică triasică.

După depunerea calcarelor jurasic superioare, domeniul de Bihor a fost exondat, suprafaţa acestor calcare fiind marcată de prezenţa unui paleocarst larg dezvoltat şi de depunerea lentilelor de bauxită, urmate de calcarele cu characee (0,5-1 m) şi calcarele cu gasteropode (2-4 m), toate de vârstă neocomiană şi de calcarul cu pahiodonte inferior, apţian inferior (300 m). La partea superioară seria carbonatică este acoperită de o succesiune monotonă de marne cenuşii groasă de 100-700 m (Stratele de Ecleja).

- seria carbonatică apţian superioară, formată din calcarul cu pachiodonte mediu, cu o grosime de 60-350 m. Peste aceste calcare urmează complexul gresiilor glauconitice şi al calcarului superior cu pachiodonte (apţian-albian superior, 700 m grosime). Calcarele din acest complex au o dezvoltare lentiliformă.

Depozitele carbonatice ale Autohtonului de Bihor aflorează în Munţii Pădurea Craiului pe o suprafaţă de 304 km^2, din care 29 km^2 se dezvoltă în grabenul Remeţi.

Succesiunile carbonatice din unităţile tectonice ale Sistemului pânzelor de Codru se dezvoltă cu precădere în Munţii Codru Moma, ocupând o suprafaţă de 165 km^2. În platoul Vaşcău ele formează o placă unitară cu o suprafaţă de 90 km^2. Unităţile tectonice ale acestui sistem situate pe flancul apusean al Masivului Vlădeasa şi Munţilor Bihor, au deasemenea în constituţia lor litologică secvenţe carbonatice cu dezvoltare semnificativă.

În Apusenii Sudici, depozitele carbonatice se dezvoltă cu precădere în Munţii Trascău, în pânzele de Fundoaia, Bedeleu şi Râmetea. Fundamentul cristalin al Pânzei de Fundoaia este format din şisturi cuarţitice şi calcare devonian superior-carbonifer inferioare. În Pânza de Bedeleu succesiunea litologică are în bază formaţiunea keratofirică cu intercalaţii de calcare micritice (oxfordian-tithonic inferior), urmată de calcare cu cherturi (oxfordian-tithonic inferior), calcare masive (tithonic superior-berriasian), şi calcare micritice roşii şi verzi (valanginian-hauterivian). În Pânza de Râmetea, secvenţa carbonatică este formată din calcare masive (tithonic superior-berriasian), cu roci andezitice şi keratofire în bază şi depozite detritice flişoide discordante la partea superioară (I. BALINTONI, VIORICA IANCU, 1986).

La sud de râul Arieşu Mic, între Câmpeni şi Avram Iancu, se dezvoltă platou carstic Poieni, cu o suprafaţă de 88 km^2, modelat preponderent în calcarele cristaline ale Pânzei de Muncel-Lupşa (45,5 km^2).

Calcare şi dolomite cristaline aflorează de asemenea în extremitatea sud-estică a Munţilor Gilău, în bazinele râurilor Poşaga şi Ocoliş. Aici, ele formează benzi înguste de 1-3 km, bine marcate în relief şi tăiate transversal pe reţeaua hidrografică principală.

Cele mai sudice apariţii de depozite carbonatice din Munţii Apuseni se găsesc în zona Rapolt, la nord de Mureş. Ele apar în constituţia geologică a Insulei cristaline de Rapolt, sunt reprezentate prin calcare şi dolomite cristaline şi aparţin structural de Pânza Getică.

1.4. HARTA HIDROGEOLOGICĂ A MUNŢILOR APUSENI

Munţii Apuseni prezintă o mare diversitate litologică şi complexitate structural-tectonică, fapte ce se reflectă în moduri diferite de alimentare, circulaţie şi descărcare a apelor subterane. Constituţia litologică a depozitelor a fost considerată ca fiind factorul principal în caracterizarea hidrogeologică a formaţiunilor geologice. Acestei caracterizări, în lipsa unor parametrii hidrogeologici determinaţi cantitativ in situ, sau laborator, autorul a adăugat observaţii detaliate efectuate pe teren. Formaţiunile geologice care participă la constituţia geologică a Munţilor Apuseni au fost repartizate următoarelor entităţi hidrogeologice (fig. 1.5):

- Serii carbonatice mesozoice (a- calcare şi dolomite sedimentare) şi paleozoice (b-calcare şi dolomite cristaline) intens fracturate şi carstificate, caracterizate printr-o infiltraţie eficace ridicată şi o curgere intensă a apelor subterane efectuată predominant pe goluri de disoluţie. Sisteme carstice numeroase cu mărimi variabile, în majoritate de tip binar. Resurse de apă importante în sistemele carstice mari;
- Depozite preponderent de molasă (gresii, conglomerate, subordonat şisturi argiloase) cu porozitate dublă. Curgerea apelor subterane se face frecvent pe fisuri şi feţe de stratificaţie şi mai puţin prin pori. La grosimi mari acţionează ca bariere impermeabile pentru apele din acviferele carstice şi frecvent formează culcuşul sau acoperişul acestora;
- Granite şi riolite paleozoice, ofiolite mesozoice, magmatite intrusive şi vulcanite laramice, vulcanite neogene şi metamorfite, cu o reţea extinsă de fisuri şi zone de alterare dezvoltate care asigură o alimentare continuă şi importantă a cursurilor superficiale şi a sistemelor carstice binare;
- Marne, nisipuri, şisturi argiloase şi pietrişuri pannoniene şi nisipuri, pietrişuri şi argile pleistocene şi holocene, cu acumulări acvifere discontinui localizate în termenii mai permeabili;
- Depozite marnoase şi argiloase, lipsite de o curgere a apelor subterane şi serii flişoide formate din complexe de roci cu permeabilitate variabilă (marne, şisturi argiloase, gresii, calcare), găzduind ocazional acumulări acvifere discontinui în termenii mai permeabili.

Pe harta hidrogeologică (fig. 1.5), alături de caracterizarea hidrogeologică a rocilor redată prin culori, sunt prezentate prin simboluri convenţionale sursele de ape potabile cu debite medii anuale de peste 30 l/s, de ape termale şi minerale, inclusiv plate, a căror geneză este legată de rocile carbonatice, precum şi cele mai importante peşteri şi avene.

Baza geologică a hărţii a fost preluată după hărţile geologice publicate de către Institutul Geologic al României.

În figura 1.6 se prezintă legenda cu semnele convenţionale, simbolurile şi semnificaţia culorilor folosite la redactarea hărţilor şi secţiunilor din text.

1.5. SCURT ISTORIC AL CERCETĂRII HIDROGRAFIEI CARSTULUI DIN MUNŢII APUSENI

Cercetarea arealelor carstice necesită o abordare multidisciplinară, motiv pentru care în aceste zone cercetările geomorfologilor, speologilor, geologilor, hidrologilor şi hidrogeologilor se întrepătrund, neputându-se spune cu precizie unde încep unele şi se termină altele. Este şi cazul cercetărilor efectuate in zonele carstice ale Munţilor Apuseni, unde primele informaţii referitoare la izvoarele carstice şi la circulaţia apelor subterane, au fost aduse de geografi, geologi şi speologi.

Cercetările asupra carstului din Munţii Apuseni debutează în anul 1863, odată cu publicarea la Viena de către geograful austriac A. SCHMIDL a lucrării „Das Bihar Gebirge an der Grenze von Ungarn und Siebenburgen", primul studiu geografic amplu de carstologie şi speologie asupra unei zone de pe teritoriul ţării noastre. Lucrarea cuprinde rezultatele geografice ale unei expediţii ştiinţifice geologico-geografice desfăşurată în Munţii Codru Moma, Bihor şi Metaliferi, în perioada 1858-1862. Autorul descrie amănunţit o serie de peşteri, inclusiv Gheţarul de la Scărişoara, şi prezintă un tabel în care repartizează peşterile cercetate la două categorii, peşteri de „spargere" (peşteri insurgente) şi peşteri de „erupţie" (peşteri resurgente), clasificare care probează o bună cunoaşterea a mişcării apelor în masivele carstice.

La introducerea capitolului de hidrografie, A. SCHMIDL face o sugestivă caracterizare a Munţilor Bihor: *„Rocile cristaline eruptive ale lanţului principal sunt acelea din care ţâşneşte mulţimea considerabilă de izvoare, chiar dacă ele sunt slabe. Apa izbucneşte în afară, în parte de sub piatră, nu rareori din însăşi stâncile cu fisuri, de pe creasta muntelui, adeseori nemijlocit de sub pajişte, din albiile netede ale crestei, de sub mlaştini mici, precum şi din alte părţi. Dimpotrivă, suprafeţele superioare ale regiunii calcaroase sunt caracterizate prin lipsa de apă, acolo izvoarele sunt rare şi slabe, însă la picioarele formaţiunilor de calcar izbucnesc izvoare viguroase, depăşindu-le mult pe cele din rocile eruptive, adeseori formînd pâraie care ar putea pune în mişcare şi mori"* (pag. 34).

În acest capitol autorul prezintă două tabele cu sursele de ape reci şi termale din arealul montan al Crişurilor, Someşului Cald şi Arieşului, indicînd pentru fiecare dintre acestea, substratul geologic din care apare, temperatura, data şi autorul observaţiilor.

În anul 1901 este efectuată prima marcare cu trasori a unui curs subteran din România. Ea a fost realizată de către geologul român S. MIHUŢIA, care prin marcarea cu praf de cărbune a apei pârâului Ţarina, din platoul Vaşcău, a stabilit relaţia hidrologică dintre peştera Câmpenească şi izbucul Boiu de la Vaşcău (fig. 1.7).

Cercetătorii Institutului de Speologie din Cluj-Napoca, D. COMAN, M. ŞERBAN şi I. VIEHMANN, împreună cu M. BLEAHU, în perioada 1946-1956, echipă careia ulterior i s-a adăugat T. RUSU şi GH. RACOVIŢĂ, întreprind explorări care duc la descoperirea marilor cavităţi carstice din Munţii Bihor, peştera Pojarul Poliţei de lângă Gheţarul de la Scărişoara, avenul din Şesuri, Peştera Neagră de la Barsa, peştera Căput, reţelele subterane din Lumea Pierdută şi Cetăţile Ponorului.

În anul 1957, M. ŞERBAN D. COMAN şi I. VIEHMANN, printr-o marcare cu fluoresceină stabilesc relaţia hidrologică dintre cursul subteran din avenul din Şesuri şi izbucul Poliţa, iar în anul 1970, T. RUSU, GH. RACOVIŢĂ şi D. COMAN, într-o lucrare dedicată Complexului carstic Scărişoara, menţionează o marcare efectuată de autori în anul 1964, prin care aceştia au pus în evidenţă drenarea apelor pârâului Ocoale de către izbucul de la Coteţul Dobreştilor (Fig. 1.8).

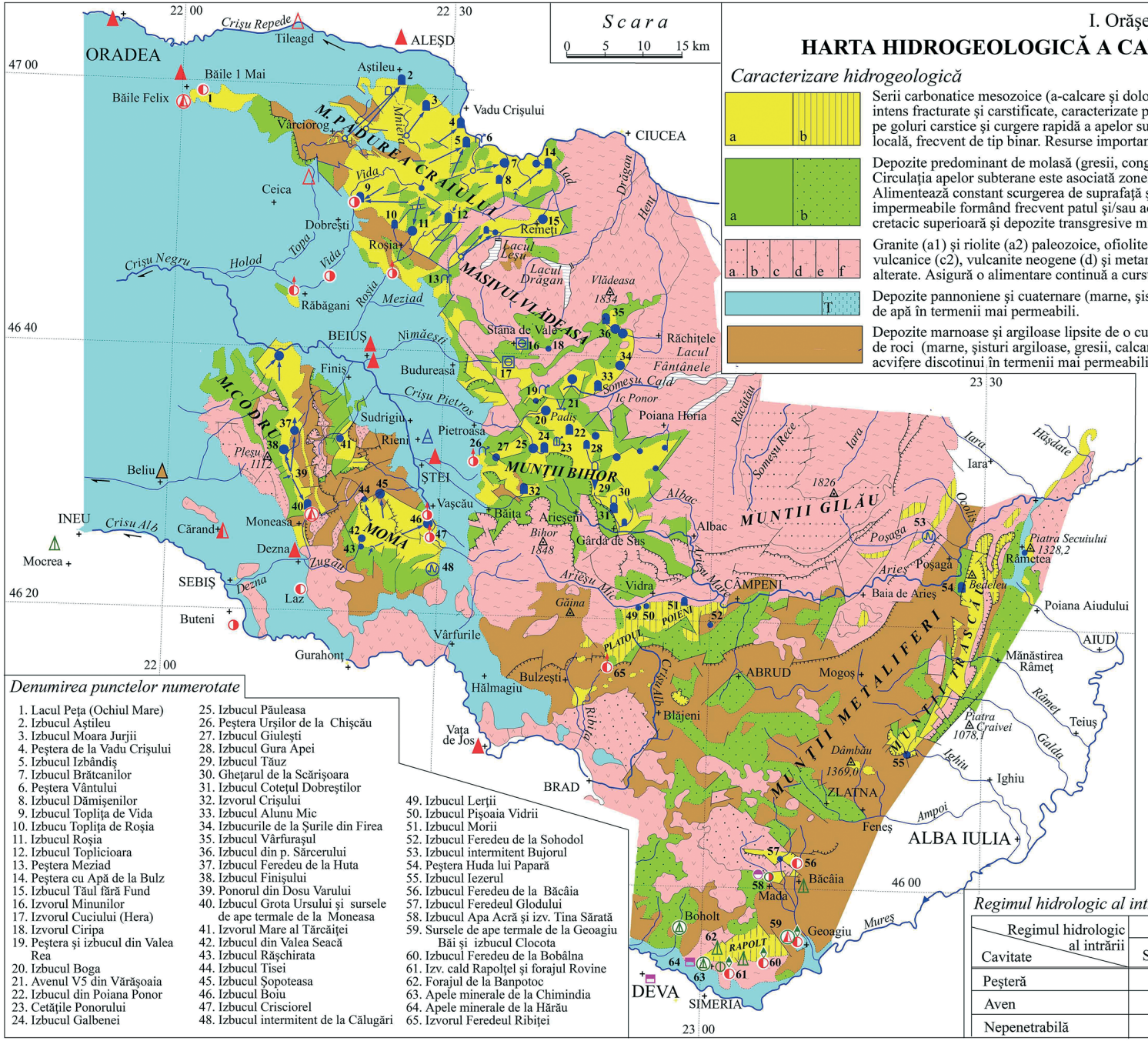
În perioada 1960-1988, carstul din Munţii Pădurea Craiului face obiectul unor cercetări detaliate de morfologie şi hidrologie carstică întreprinse de T. RUSU, cercetătorul efectuând numeroase marcări cu fluoresceină prin care a stabilit direcţiile principale ale drenajului carstic. Rezultatele acestor cercetări sunt publicate integral în anul 1988.

În perioada 1970-2001 hidrogeologii Întreprinderii de prospecţiuni geologice şi geofizice, actuala S.C. Prospecţiuni s.a., efectuează o cercetare sistematică şi continuă a tuturor masivelor carstice din Munţii Apuseni: Pădurea Craiului, Bihor Vlădeasa, Codru Moma, Platoul Poieni, Trascău şi zona Rapolt. Cercetările întreprinse au avut ca obiectiv evaluarea rezervelor de ape subterane, studiul apelor termale, stabilitea condiţiilor hidrogeologi-

I. Orăşeanu

Fig. 1. 5

HARTA HIDROGEOLOGICĂ A CARSTULUI DIN MUNŢII APUSENI



Caracterizare hidrogeologică

a b — Serii carbonatice mesozoice (a-calcare şi dolomite sedimentare) şi paleozoice (b-calcare şi dolomite cristaline) intens fracturate şi carstificate, caracterizate printr-o infiltraţie efectivă foarte ridicată, circulaţie predominantă pe goluri carstice şi curgere rapidă a apelor subterane. Sisteme carstice numeroase cu extindere regională şi locală, frecvent de tip binar. Resurse importante de ape subterane în sistemele carstice cu extindere mare.

a b — Depozite predominant de molasă (gresii, conglomerate, subordonat şisturi argiloase) cu porozitate dublă. Circulaţia apelor subterane este asociată zonelor fracturate şi fisurate, subordonat spaţiilor intergranulare. Alimentează constant scurgerea de suprafaţă şi acviferele carstice, iar la grosimi mari acţionează ca bariere impermeabile formând frecvent patul şi/sau acoperişul lor. a-Depozite permo-mesozoice, b-Cuvertură cretacic superioară şi depozite transgresive miocene.

a b c d e f — Granite (a1) şi riolite (a2) paleozoice, ofiolite paleozoice şi mesozoice (b), magmatite laramice intrusive (c1) şi vulcanice (c2), vulcanite neogene (d) şi metamorfite (e), cu acvifere dezvoltate în reţelele de fracturi şi în zonele alterate. Asigură o alimentare continuă a cursurilor superficiale şi acviferelor carstice.

T — Depozite pannoniene şi cuaternare (marne, şisturi argiloase, nisipuri, pietrişuri, T-travertine) cu acumulări de apă în termenii mai permeabili.

Depozite marnoase şi argiloase lipsite de o curgerea apelor subterane şi serii flişoide constituite din complexe de roci (marne, şisturi argiloase, gresii, calcare) cu permeabilitate variabilă care găzduiesc ocazional acumulări acvifere discotinui în termenii mai permeabili.

Semnificaţia liniilor şi simbolurilor

- Limită geologică
- Limita corpurilor magmatice
- Falie — Frontul pânzei de şariaj

Ape potabile

- Izvoare, Q med. anual 100- 500 l/s
- Izvoare, Q med anual 50-100 l/s
- Izvoare, Q med.anual 10-50 l/s

Ape termale

- a b — Izvor cu apă hipotermală (a) şi mezotermală (b)
- a b — Foraj cu apă hipotermală (a) şi mezotermală (b)
- a b — Foraj cu apă hipertermală (a), foraj abandonat (b)
- Grup de izvoare şi foraje cu apă mezotermală

Ape minerale

- a b — Izvor carbogazos (a), degajări de CO_2 (b)
- Foraj cu apă carbogazoasă
- Grup de izvoare şi foraje cu apă carbogazoasă
- Izvor şi puţ cu apă clorosodică
- Izvor cu apă plată
- Foraj cu apă plată

Alte simboluri

- Infiltraţii în patul albiei marcate cu trasori
- Direcţie dovedită de curgere a apelor subterane
- Degajări de gaze cu N2 şi O2 din izvoare
- Izvor intermitent

Denumirea punctelor numerotate

1. Lacul Peţa (Ochiul Mare)
2. Izbucul Aştileu
3. Izbucul Moara Jurjii
4. Peştera de la Vadu Crişului
5. Izbucul Izbândiş
7. Izbucul Brătcanilor
6. Peştera Vântului
8. Izbucul Dămişenilor
9. Izbucul Topliţa de Vida
10. Izbucu Topliţa de Roşia
11. Izbucul Roşia
12. Izbucul Toplicioara
13. Peştera Meziad
14. Peştera cu Apă de la Bulz
15. Izbucul Tăul fără Fund
16. Izvorul Minunilor
17. Izvorul Cuciului (Hera)
18. Izvorul Ciripa
19. Peştera şi izbucul din Valea Rea
20. Izbucul Boga
21. Avenul V5 din Vărăşoaia
22. Izbucul din Poiana Ponor
23. Cetăţile Ponorului
24. Izbucul Galbenei
25. Izbucul Păuleasa
26. Peştera Urşilor de la Chişcău
27. Izbucul Giuleşti
28. Izbucul Gura Apei
29. Izbucul Tăuz
30. Gheţarul de la Scărişoara
31. Izbucul Coteţul Dobreştilor
32. Izvorul Crişului
33. Izbucul Alunu Mic
34. Izbucurile de la Şurile din Firea
35. Izbucul Vârfuraşul
36. Izbucul din p. Sărcerului
37. Izbucul Feredeu de la Huta
38. Izbucul Finişului
39. Ponorul din Dosu Varului
40. Izbucul Grota Ursului şi sursele de ape termale de la Moneasa
41. Izvorul Mare al Tărcăiţei
42. Izbucul din Valea Seacă
43. Izbucul Răşchirata
44. Izbucul Tisei
45. Izbucul Şopoteasa
46. Izbucul Boiu
47. Izbucul Crisciorel
48. Izbucul intermitent de la Călugări
49. Izbucul Lerţii
50. Izbucul Pişoaia Vidrii
51. Izbucul Morii
52. Izbucul Feredeu de la Sohodol
53. Izbucul intermitent Bujorul
54. Peştera Huda lui Papară
55. Izbucul Iezerul
56. Izbucul Feredeu de la Băcâia
57. Izbucul Feredeul Glodului
58. Izbucul Apa Acră şi izv. Tina Sărată
59. Sursele de ape termale de la Geoagiu Băi şi izbucul Clocota
60. Izbucul Feredeu de la Bobâlna
61. Izv. cald Rapoţel şi forajul Rovine
62. Forajul de la Banpotoc
63. Apele minerale de la Chimindia
64. Apele minerale de la Hărău
65. Izvorul Feredeul Ribiţei

Regimul hidrologic al intrării golului subteran

Regimul hidrologic al intrării / Cavitate	Permanent		Temporar		Absent		
	Sursă	Ponor	Sursă	Ponor	Interceptează un curs subteran		Cavitate fosilă
Peşteră							
Aven							
Nepenetrabilă							

ce ale zăcămintelor de bauxită din Munţii Pădurea Craiului şi de minereuri complexe din zona Băiţa Bihor, evaluarea potenţialului de ape termale şi plate. Cercetările au fost executate pe întreag acest inteval de către I. ORĂŞEANU şi NICOLLE ORĂŞEANU, cărora li s-a alăturat E. ANGHEL în anul 1974, la cercetarea ivirilor de ape termale din Munţii Apuseni şi A. IURKIEWICZ şi H. MITROFAN, în perioada 1981-1982, la cercetarea condiţiilor hidrogeologice ale zăcămintelor de bauxită din Munţii Pădurea Craiului.

În cadrul lucrărilor de evaluare a rezervelor de ape subterane au fost instituite reţele temporare de colectare a datelor hidro-meteorologice. Construcţia acestor reţele, efectuarea observaţiilor şi măsurătorilor specifice şi prelucrarea datelor obţinute, a fost efectuată în colaborare cu GH. şi PARASCHIVA HOŢOLEANU şi LUMINIŢA TIBACU de la INMH, actualul INHGA, pentru munţii Pădurea Craiului (anii hidrologici 1981-1982 şi 1982-1983), Bihor Vlădeasa (anii hidrologici 1983-1985) şi zona Rapolt (anul hidrologic 1995-1996) şi cu I. POVARĂ, TH. RUSU, C. MARIN, MARIA ALB, G. DIACONU, I. VIEHMANN, V. CRĂCIUN şi P. COCEAN de la Institutul de Speologie E. Racoviţă, pentru Munţii Pădurea Craiului (anii hidrologici 1981-1982 şi 1982-1983).

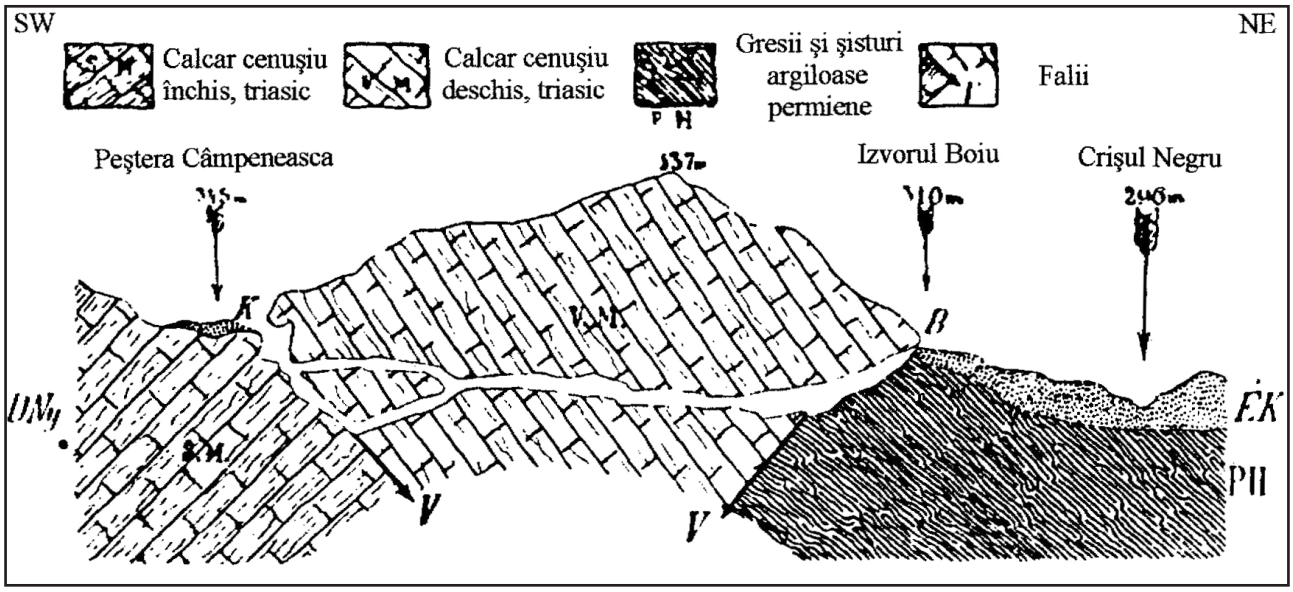


Fig. 1.7. Secţiune geologică între Peştera Câmpeneasca şi Izbucul Boiu (S. MIHUŢIA, 1904)

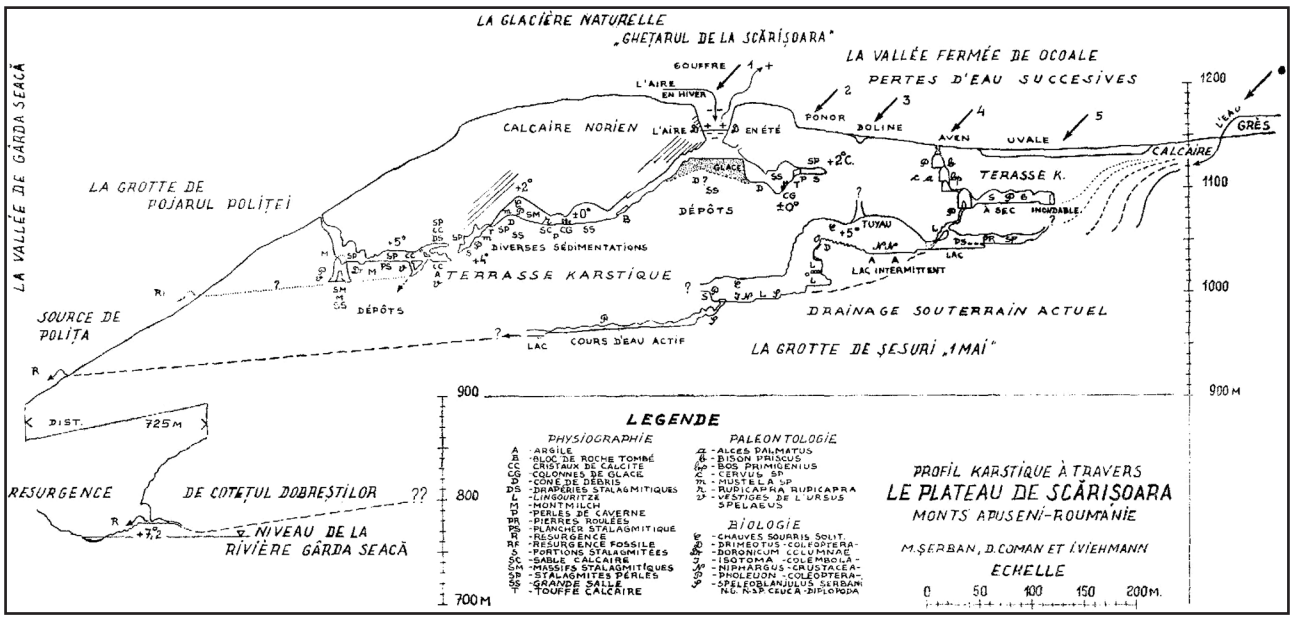


Fig. 1.8 Profil carstic prin platoul Scărişoara (după M. ŞERBAN et al., 1957).

Fig. 1.6. Semnele convenţionale, simbolurile şi culorile utilizate la redactarea hărţilor şi secţiunilor

Caracterizare hidrogeologică

a b c d — Serii carbonatice mezozoice (a-calcare, b-dolomite, c-nediferenţiate) şi paleozoice (d-calcare şi dolomite cristaline), intens fracturate şi carstificate, caracterizate printr-o infiltraţie efectivă relativă ridicată, circulaţie predominantă pe goluri carstice şi curgere rapidă a apelor subterane. Sisteme carstice numeroase cu mărimi diferite, predominant de tip binar. Resurse de apă importante în sistemele carstice cu extindere mare.

a1 a2 b c1 c2 d e — Granite (a1) şi riolite (a2) paleozoice, ofioloite mezozoice (b), magmatite intrusive (c1) şi vulcanite (c2) laramice, vulcanite neogene (d) şi metamorfite (e) cu o reţea extinsă de fracturi şi zone de alterare dezvoltate care asigură o alimentare continuă şi imporatantă a cursurilor superficiale şi a sistemelor carstice binare.

a b — Depozite preponderent de molasă (gresii, conglomerate, subordonat şisturi argiloase) cu porozitate dublă. Curgerea apelor subterane se face frecvent pe fisuri şi feţe de stratificaţie şi mai puţin prin pori. La grosimi mari acţionează ca bariere impermeabile pentru apele din acviferele carstice şi frecvent formează culcuşul sau acoperişul acestora: a-molasă permo-mezozoică, b-cuvertura post tectonică cretacic superioară şi depozite transgresive miocene.

a b c — Marne, nisipuri, şisturi argiloase şi pietrişuri miocene şi pliocene (a) şi nisipuri, pietrişuri şi argile pleistocene (b) şi holocene (c), cu acumulări discontinue de ape localizate în termenii mai permeabili.

a b c d — Depozite marnoase şi argiloase, lipsite de o curgere a apelor subterane, şi serii flişoide formate din complexe de roci cu permeabilitate variabilă (marne, şisturi argiloase, gresii, calcare), găzduind ocazional acumulări acvifere discontinui în termenii mai permeabili: a-Paleozoic, b-Triasic superior / Jurasic inferior, c- Tithonic / Hauterivian, d-Cretacic superior şi Miocen.

Simboluri pentru surse de ape subterane (pentru hărţi alb-negru şi color)

Surse		Ape potabile	Ape termale (temperatura în °C)				Ape minerale				
			hipotermale 15-20	mezotermale 21-36	hipertermale peste 36	foraj abandonat	carbogazoase reci	carbogazoase termale	cloro-sodice	Plate	Altele
Izvor		● ●	◑ ◐	◐ ◐			⦶ ⦶	◑◐	◓ ◒	⊖ ⊖	
Puţ săpat manual	permanent cu apă	■ ■					◫ ◫		⬓ ⬒		
	temporar cu apă	□ □									
Foraj		△ △	◭ ◮	◭ ◮	▲ ▲	△	◭ ◬	◮ ◬		△ △	◬
Grup de izvoare şi foraje		⚠ ⚠	⚠ ⚠	⚠ ⚠			⚠ ⚠	⚠			
Degajări de O_2 şi N_2 în izvoare		↑ ↑	↑ ↑	↑ ↑							
Degajări de CO_2 în izvoare							⬍ ⬍	⬍ ⬍			

Regimul hidrologic al intrării cavităţilor carstice

Cavitate carstică \ Regimul hidrologic al intrării	Permanent		Temporar		Absent		Intermitent	Estavela
	Sursă	Ponor	Sursă	Ponor	Interceptează un curs subteran	Cavitate fosilă		
Peşteră	◗ ◗	∩ ∩	◗ ◗	∩ ∩	⩙ ⩙	∩		
Aven	▼ ▼	▽ ▽	▼ ▼	▽ ▽	⩛ ⩛	∨		
Nepenetrabilă pentru om	● ●	→) →)	◒ ◒ ◒	→) →)			ⓝ ⓝ	◔ ◔

Explicaţia liniilor şi simbolurilor

- Limită geologică
- Limita depozitelor cuaternare
- Limita geologică a magmatitelor
- Falie
- Frontul planului de şariaj
- Curs de apă permanent
- Curs de apă temporar
- Limita suprafeţelor endoreice
- Limită între suprafeţe endoreice
- Limita bazinelor hidrografice
- Vale de doline
- Conexiune hidraulică subterană dovedită
- Conexiune hidraulică subterană presupusă
- Pierderi din cursuri superficiale marcare cu trasori
- Suprafaţă endoreică

- Depresiune carstică
- Vârf; Stână; Şa
- a Cabană forestieră (a) şi turistică (b)
- Gură de galerie; Staţie meteorologică
- a Pluviometru (a), limnigraf (b)
- Galerie de peşteră
- a Lac carstic: a-permanent, b-temporar
- Abrupt; Carieră
- Poziţia secţiunilor hidrogeologice
- Localitate
- Drum modernizat
- Drum forestier, potecă
- 5.45 / 200 / 0.27 — Secţiune hidrometrică cu debitul mediu anual în m3/s (sus), suprafaţa bazinului hidrografic în km2 (mijloc) şi indexul scurgerii de bază (jos)

Fig. 1.6. Legenda semnelor convenţionale, simbolurilor şi culorilor utilizate la redactarea hărţilor şi secţiunilor.

În intervalul 1970-2012, au fost efectuate de către autor, singur sau în colaborare cu alţi cercetători, cca. 100 de marcări cu trasori, multe dintre acestea fiind executate împreună cu colectivul condus de E. GAŞPAR din cadrul Institutului de fizică atomică din Măgurele, cu I. POP, profesor la Institutul de învăţământ superior din Baia Mare, cu A. IURKIEWICZ, hidrogeolog la S.C. Prospecţiuni S. A., în perioada 1981-1982 în Munţii Pădurea Craiului, şi cu P. DAMM, geolog la Parcul Natural Apuseni, în perioada 2004-2010 în Munţii Bihor. Rezultatele acestor lucrări au fost publicate parţial într-o serie de lucrări.

Marcările au fost efectuate cu trasori chimici (NaCl), radioactivi (tritiu, iod-131, brom-82); activabili (iod, brom, indiu, disprosiu, lantan) şi fluorescenţi (fluoresceina, uranina, rhodamina, agenţi de albire optică). Detectarea lor s-a făcut prin metode specifice (în situ, prin recoltare de probe de apă sau concentrarea trasorilor pe schimbatori de ioni sau cărbune activ şi analizarea lor în laboratoare (foto 1.1 şi 1.2).

În cunoaştere hidrografiei carstului din Munţii Apuseni un aport important a fost adus de lucrările semnate de L. VĂLENAŞ, B. ONAC şi E. SILVESTRU.

Trebuie menţionat de asemenea, aportul important adus în explorarea şi cercetarea carstului din Munţii Apuseni, de către cercurile de speologi amatori. În numeroase cazuri, prin peşterile şi avenele descoperite, aceştia au atras atenţia cercetătorilor, şi împreună cu aceştia au contribuit la cunoaşterea ştiinţifică a acestui inestimabil tezaur al Apusenilor. O descriere detaliată a rezultatelor obţinute de catre speologii amatori găsim în colecţiile revistelor Speosport şi Speomond redacate în principal de către P. MATOS şi P. DAMM.

În ultimii 30 de ani speologii au acordat o atenţie sporită traversării sifoanelor care adesea le blochează înaintarea în sistemele de galerii. Dintre aceştia amintim pe G. HALASI, F. PĂROIU, S. SÂRBU, T. BORODAN, P. BRIJAN şi G. RAJCA care singuri sau împreună cu alţi scufundători români, unguri sau polonezi au dus, uneori până la extrem, explorările din izbucurile Izbândiş, Tăuz, Coteţul Dobreştilor, Dămişeni şi din multe altele. O prezentare a principalelor sifoane şi a istoricului explorării lor găsim în paginile revistei Styx apărută la Oradea în anii 1984-1985 şi pe site-ul www.speosub.ro, realizat de către G. RAJCA.

Aporturile aduse de cercetători la cunoaşterea hidrografiei carstului din Munţii Apuseni vor

Foto 1.1. Trecerea fluoresceinei prin secţiunea hidrometrică a izbucului Feredeul Băcâii.

Foto 1.2. Recoltarea probelor de apă cu ajutorul unui dispozitiv artizanal cu paşii de recoltare controlaţi de un mecanism de ceasornic.

fi prezentate pe larg în prezentarea principalelor areale carstice.

BIBLIOGRAFIE

Berindei O., Măhara Gh., Pop Gr. P., Posea Aurora, (1977): Câmpia Crişurilor. Crişul Repede. Ţara Beiuşului. Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti, 371 p.

Bleahu M., Istocescu D., Diaconu M., (1971): Formaţiunile preneogene din partea vestică a Munţilor Apuseni şi poziţia lor structurală. D. S. IGR, Bucureşti, LVII/5, 5-21.

Bleahu M., Decu V., Negrea St., Pleşa C., Povară I., Viehmann I., (1976): Peşteri din România. Ed. ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 415 p.

Bleahu M., Lupu M., Patrulius D., Bordea S., Ştefan A., Panin Stefana, (1981): The structure of the Apuseni Mountains. Guide to excursion B3. XII Congres of Carpato-Balkan geological association. Ed. IGG, Bucharest, 107 pages.

Cineti A., (1990): Resursele de ape subterane ale României. Ed. Tehnică, 296 p., Bucureşti.

Cocean P., (1988): Chei şi defilee în Munţii Apuseni. Editura Academiei, Bucureşti, 166 pages.

Cocean P., (2000): Munţii Apuseni. Procese şi forme carstice. Ed. Academiei Române, 253 p.

Cocean P., Rusu T., (1984): Types genetiques de gorges dans le karst des Monts Apuseni. Theoretical and Applied Karstology 1, 91-97. Bucureşti.

Cristea Maria, (2004): Riscurile climatice din bazinul hidrografic al Crişurilor. Ed. Abaddaba, Oradea, 186 p.

Damm P. E., (2009): Peşterile din România cu dezvoltare peste 10 km şi peşterile cu denivelare de peste 300 m (tabel). Speomond, 14, p. 54, Oradea.

Damm P. E., Lascu V. T., (2012): Carst şi speologie în România. Speomond nr. 16, p. 30-43, Oradea.

Diaconu C., (1971): Râurile României. Ed. IMH, Bucureşti, 500 p.

Gaşpar E., (1987): Modern Trends in Tracer Hydrology, CRC Press, Boca Raton, Florida.

Gaşpar E., (1994): Trasori în sisteme acvifere. Ed. Academiei Române, Bucureşti. 234 pages.

Gaşpar E., Orăşeanu I., (1987): Multitracing experiments in Romanian karst. Int. Symp. on Underground Water Tracing, Athens.

Gaşpar E., Orăşeanu I., (1987): Natural and artificial tracers in the study of the hydrodynamics of karst. Theoretical and Applied Karstology 3, 31-107, Bucureşti.

Goran C., (1982): Catalogul sistematic al peşterilor din România. Inst. Speol.„Emil Racoviţă", Bucuresti, 496 pages.

Ianovici V., Borcoş M., Bleahu M., Patrulius D., Lupu M., Dumitrescu R., Savu H., (1976): Geologia Munţilor Apuseni. Ed. Acad. Române, Bucureşti, 631 p.

INMH, (1969-1975): Anuare hidrologice. Ed. INMH, Bucureşti.

Istocescu D., Mihai A., Diaconu M., Istocescu Felicia, (1970): Studiul geologic al regiunii cuprinse între Crişul Repede şi Crişul Negru. D.d.s., IGR, LV, 5, Bucureşti.

Jude R., (2011): Ţara Moţilor. Scurtă monografie. Editura Universitară, 171 p., Bucureşti.

Mangin A., (1984): Pour une meilleure connaissance des systemes hydrologiques a partir des analyses correlatoire et spectrale. Journal of Hydrology 67, 25-43.

Matoş P., (1982-1988): Colecţia Speotelex.

Maxim I. Al., (1941): Izbucuri. Izvoare intermitente de la noi. Revista geografică română. Anul IV, fasc. II-III, 99-119, Bucureşti.

Mihuţia S., (1904): A vaskohi meszko-fensik hidrographiai viszonyai. Foldr. kozlemenyek XXXII, Budapest, 1-31.

Mociorniţă C., (editor), 1967: Monografia hidrologică a bazinului hidrografic al râului Someş. Studii de hidrologie, XX, 265 p. Ed. CSA, Bucureşti.

Mociorniţă C., (editor), 1968: Monografia hidrologică a bazinului hidrografic Crişuri. Studii de hidrologie, XXIV, 235 p. Ed. CSA, Bucureşti.

Onac P. B., (2000): Geologia regiunilor carstice. Editura didactică şi pedagocică R.A., Bucureşti, 399 p.

Orăşeanu I., (1998): Note de hidrogeologie carstică. Cursul modulului „Hidrogeologia depozitelor carbonatice" susţinut la grupa de master a Facultăţii de Inginerie geologică şi geofizică în perioada 1998-2011, 72 p.

Orăşeanu I., (2000): Contribuţii la cunoaşterea hidrodinamicii sistemelor acvifere carstice din Munţii Apuseni. Teză de doctorat, 256 p., Universitatea Bucureşti.

Orăşeanu I., (2000): The hydrogeology of Apuseni Mountains – A brief overview. Proceedings of the joint meeting of Friend 0of Karst, Theoretical and Applied Karstology, and IGCP

448, July 14-22, 2000, Cluj Napoca, Romania, p. 191-194.
Orăşeanu I., (2010): Karst Hydrogeology of the Apuseni Mountains. In Karst Hydrogeology of Romania, p. 181-324, Ed. Belvedere Oradea.
Orăşeanu I., (2016): Hidrogeologia carstului din Munţii Apuseni. Ed. Belvedere, Oradea, 300 p.
Orghidan T., Negre Şt., Racoviţă Gh., Lascu C. (1984): Peşteri din România. Ghid turistic. Ed. Sport Turism, Bucureşti, 454 p.
Paloc H. (1975): Cartographie de eaux souterraines en terrains calcaires. Hydrogeology of karstic terrains, p. 137-146, Paris.
Pascu R. M., (1983): Apele subterane din România. Ed. tehnică, Bucureşti, 412 p.
Paucă M., (1958): Izvoarele termale de la vest de Munţii Apuseni. Natura, X/2, 5-16, Bucureşti.
Pătăchie Iulia, (1975): Harta precipitaţiilor anuale în România. Atlasul RSR, Ed. Acad. RSR.
Rusu T., (1988): Carstul din Munţii Pădurea Craiului. Pe urmele apelor subterane. Editura Dacia, Cluj-Napoca, 254 p.
Schmidl A. A., (1863): Das Bihar-Gebirge an der Grenze von Ungarn und Siebenburgen. Verlag von Forster & Bartelmus, Vien. 442 pages.
Şerban M., Coman D., Viehmann I., (1957): Recherches speleologiques dans les Monts Apuseni (Roumanie). Zvlastni otisk z Ceskoslovenskz Kras. Rocnik 10, cislo 1, 11-25.
Vălenaş L., (1980-1981): Consideraţii asupra informaţiilor documentare despre carstul Munţilor Apuseni în lucrarea «Das Bihar-Gebirge» (1863) de A. Schmidl.
Viehmann I., (1966): Colorările cu fluoresceină în cunoaşterea hidrografiei carstului. Hidrotehnica, Gospodărirea apelor, Meteorologia 11/1,11/2, 37-42,92-96, Bucureşti.
*** Administraţia Naţională de Meteorologie (2008): Clima României. Editura Academiei Române, Bucureşti, 365 p.