

Considerații privind hidrogeologia depozitelor carbonatice din Munții Pădurea Craiului

Iancu Orășeanu - Asociația Hidrogeologilor din România

Introducere

Munții Pădurea Craiului formează o unitate bine individualizată din punct de vedere geologic, pe ea grefându-se morfologic două unități principale, separate convențional de aliniamentul Vârciorog-Dobrești: Munții Pădurea Craiului la est și Dealurile Pădurii Craiului la vest (dealurile Vârciorogului, Tășadului, Hidișului, Dobreștilor și Vălanilor). Prima unitate ocupă o suprafață de cca 670 km², iar referirile făcute în continuare sub denumirea de Munții Pădurea Craiului sunt atribuite numai acestei regiuni. Elementele morfologice și hidrogeologice dominante ale acesteia sunt conferite de larga dezvoltare a rocilor carbonatice mezozoice, roci care află pe o suprafață de cca 330 km² (Planșa 1).

Munții Pădurea Craiului au o altitudine medie de numai 550 m, însă, cu tot acest dezavantaj, ei se individualizează bine în relief datorită altitudinilor scăzute ale depresiunilor care îi înconjoară la nord și sud.

Marea varietate litologică și intensă tectonizare a depozitelor care participă la alcătuirea lor geologică, au condus la crearea unui mozaic de roci tradus morfologic prin prezența unui relief haotic, lipsit de o trăsătură generală unică. Relieful masiv și semeț modelat în gresii, conglomerate și roci eruptive, alternează cu cel coborât al depresiunilor de captare carstică și cu cel plat, caracteristic platourilor carstice împânzite cu doline.

Cursurile superficiale din Munții Pădurea Craiului aparțin bazinelor hidrografice ale râurilor Crișul Repede și Crișul Negru, cumpăna apelor superficiale dintre aceste râuri având o poziție bine precizată numai în jumătatea sud-estică a masivului. În partea de nord-vest, în zona platourilor carstice, poziționarea cumpenei este incertă datorită absenței unei scurgeri superficiale organizate.

Munții Pădurea Craiului prezintă o rețea hidrografică cu un înalt grad de dezorganizare ca urmare a intenselor procese de captare carstică care au condus la subteranizarea în mare parte a cursurilor superficiale. Singurele cursuri importante, permanent active, care străbat zonele carstice ale masivului sunt Iadul și Brățuța din bazinul Crișului Repede, Vida și Roșia cu afluenții ei Lazuri, Sohodol, Meziad și Strâmtura, din bazinul Crișului Negru.

Valea Vida este singura vale importantă care străbate în exclusivitate terenuri carstice.

Fenomenele carstice deosebit de dezvoltate din Munții Pădurea Craiului au atras de la începutul secolului XX atenția geografilor și speologilor, o contribuție deosebită la cunoașterea morfohidrografiei carstice fiind adusă de Th. Rusu. După anul 1979 a început cercetarea hidrogeologică sistematică a masivului muntos de către S.C. Prospekțiuni S.A., prin I. Orășeanu, cu participarea temporară a lui A. Iurkiewicz și H. Mitrofan, cercetare efectuată cu colaborarea lui E. Gașpar și T. Tudor (I.F.I.N.), I. Pop (I.I.S. Baia Mare), Gh. și Paraschiva Hoțoleanu, Virginia Preoteasa, Tatiana Nicolae (I.N.M.H.), Th. Rusu, I. Viehman, I. Povară, C. Marin, Maria Alb, V. Crăciun (I. S. Emil Racoviță).

1. Cadrul geologic și structural

Munții Pădurea Craiului sunt modelați în cea mai mare parte în depozite aparținând Autohtonului de Bihor. În partea sudică și sud-estică, pe suprafețe restrânse, apar și depozite atribuite Sistemului Pânzelor de Codru (Pânzele de Văhani, Ferice și Arieșeni) și roci eruptive ale Masivului de Vlădeasa.

Formațiunile sedimentare ale Autohtonului de Bihor schițează un vast monodiu cu fundament cristalin la zi în partea de est și sud-est, peste care se dispun spre nord-vest formațiuni tot mai noi, până la depozitele eocretacice din zona Băilor 1 Mai de lângă Oradea. Spre nord-est și sud-vest structura geologică a Munților Pădurea Craiului se afundă sub depozitele neogene ale depresiunilor Vad și Beiuș.

Cuvertura sedimentară a Autohtonului are o structură de tip german, puțin cutată și afectată de numeroase falii verticale sau puțin înclinate, care au generat mai multe compartimente ce cad în trepte spre vest (Planșa 1).

Diagramele microtectonice obținute pe baza măsurărilor efectuate în aflorimente și în lucrările subterane de explorare și exploatare a bauxitelor, au pus în evidență prezența a două direcții preferențiale de orientare a fisurilor care afectează depozitele carbonatice din Pădurea Craiului:

- un sistem de fisuri de forfecare orientat aproximativ NE-SV. Pe această direcție sunt orientate principalele falii transformante;

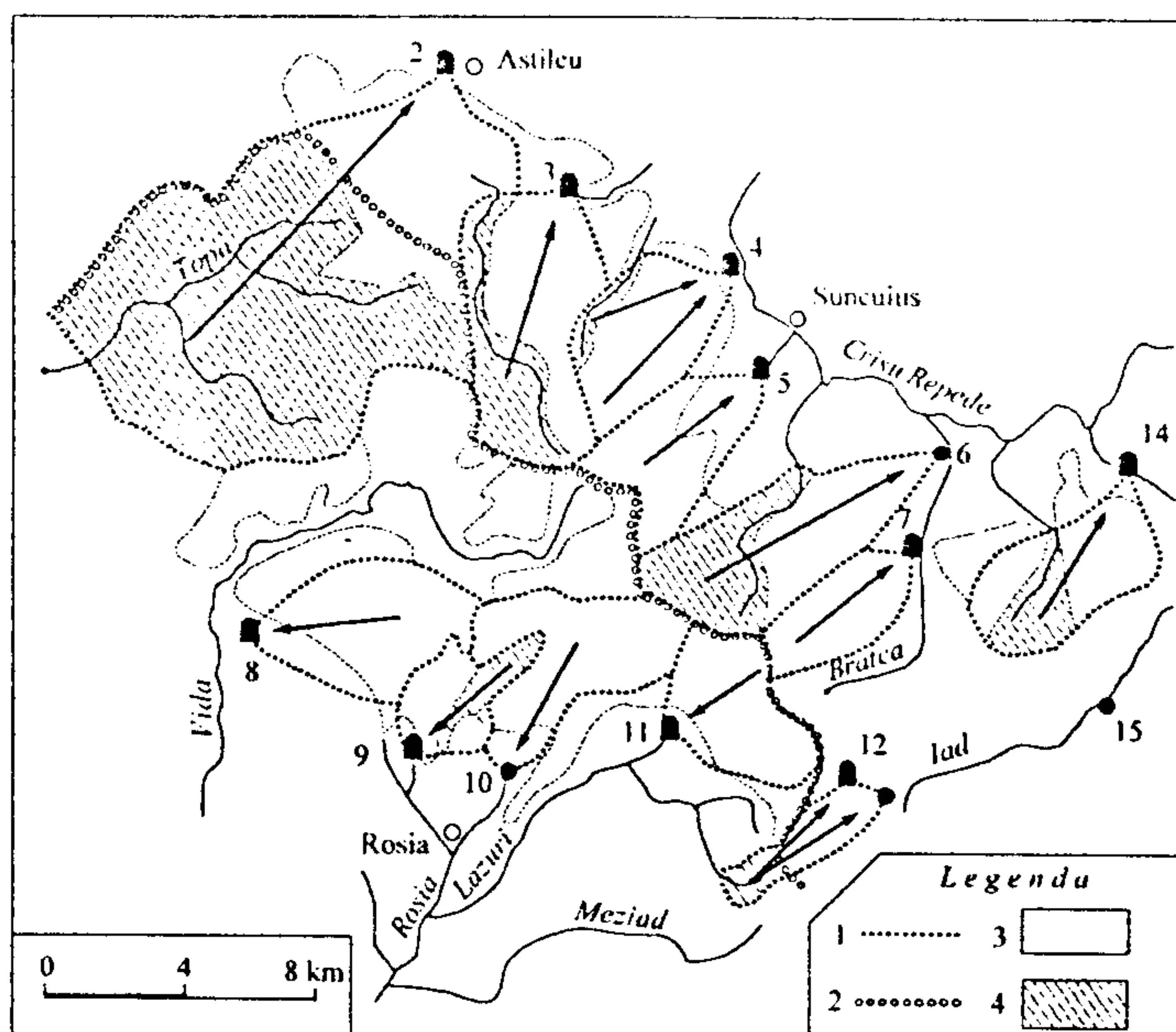


Fig. 1 – Distribuția principalelor sisteme carstice.

Legenda: 1. Limita principalelor sisteme carstice; 2. Cumpăna apelor subterane dintre Crișul Repede și Crișul Negru; 3. Zone endoreice; 4. Suprafețe de difluență.

- un sistem de fisuri de tensiune orientate aproximativ NV–SE, fisuri care au corespondență în falii de mai mică amploare, afectate de faliile primului sistem de fisuri.

Cele două direcții principale de fisurare a calcarelor au implicații adânci în stabilirea configurației drenajului carstic de suprafață și subteran din Munții Pădurea Craiului.

Serii carbonatice. În succesiunea formațiunilor sedimentare ale Autohtonului de Bihor, prezentată pe harta hidrogeologică (Planșa 1), se individualizează trei mari serii carbonatice cu importanță hidrogeologică deosebită:

- *seria carbonatică triasică*, groasă de până la 1500 m, constituită din calcare și dolomite anisiene și calcare ladinene și având în bază seria detritică permo-werfeniană;
- *seria carbonatică jurasică*, cu o grosime medie de 150–200 m, formată din calcare atribuite Jurasicului mediu și superior și separată de seria carbonatică triasică printr-o stivă de depozite predominant detritice, jurasic inferioare, cu o grosime maximă de 70 m;
- *seria carbonatică cretacică*, dispusă discordant peste seria carbonatică anterioară și formată în principal din două pachete de calcare Neocomian-Aptian inferior groase de 50–350 m, separate de o succesiune monotonă de marne cenușii groasă de 100–700 m (Stratele de Ecleja) și acoperită de un complex predominant detritic Aptian-Albian. Depozitele carbonatice ale Autohtonului de Bihor află în Munții Pădurea Craiului pe o suprafață de 304 km², din care 29 km² se dezvoltă în grabenul Remeți.

După diastrofismul mediteranean care a dus la punerea în loc a Pânzelor de Codru, sedimentarea depozitelor cretacice în Munții Pădurea Craiului a continuat cu depunerea formațiunilor senoniene, predominant detritice. Ele află în depresiunea Roșia, în grabenul Remeți și în alte câteva puncte menajate de eroziune.

Formațiunile atribuite Pânzelor de Codru în Munții Pădurea Craiului se dezvoltă pe areale restrânse și în consecință și raspândirea depozitelor carbonatice este limitată (17 km² în Pânza de Vălani, 9 km² în Pânza de Ferice și 0,2 km² în Pânza de Arieșeni).

În sud-vestul Munților Pădurea Craiului, transgresiv peste depozitele mai vechi, află pietrișuri, nisipuri și gresii cu intercalații de vulcanoclastite atribuite Sarmațianului, iar în partea nord-vestică află marne și argile cu intercalații de calcare și gresii de vârstă volhiniană, precum și nisipuri, pietrișuri, marne-nisipoase și nisipuri argiloase pannoniene.

Formațiunile cuaternare sunt reprezentate prin depozite periglaciare, deluvial-carstice (argile reziduale, uneori cu nisipuri), aluvionare (terase și lunci), proluviale și deluvii pleistocene și holocene (grohotișuri, conuri de dejecție). Dintre aceste depozite, caracteristice pentru zona de care ne ocupăm, sunt bolovănișurile de Oarzăna. Ele reprezintă acumulări periglaciare constituite din blocuri mari de conglomerate cuarțice werfeniene localizate pe culmile reliefului, menajate de eroziune. Au grosimea maximă în dealul Oarzăna, la sud-vest de Cornet, dar se întâlnesc și pe interfluviiile dintre văile Surducel–Vida și Vida–Albioara. Ele au fost transportate pe distanțe mari de la locul lor de afloriment prin solifluxiune pe un pat impermeabil de pergelisol într-una din perioadele glaciare (BLEAHU, 1964).

2. Scurgerea de suprafață, suprafețe de difluență și bilanț hidrologic

Procesele de captare carstică a rețelei hidrografice superficiale din Munții Pădurea Craiului au condus la crearea unei vaste zone endoreice, dezvoltată pe o suprafață de 224 km². Pe această suprafață disponibilă de apă, rezultat din precipitații după eliminarea fracțiunii evapotranspirate, se infiltrează în totalitate și reapare parțial la zi prin sursele periferice masivului muntos, o parte alimentând structuri hidrogeologice limitrofe.

Cercetările hidrogeologice efectuate în partea nordică a Munților Pădurea Craiului au pus în evidență prezența unor fenomene majore de captare carstică care conduc la dezorganizarea rețelei hidrografice epigee, în sensul abandonării scurgerii de suprafață în favoarea unei scurgeri subterane care dirijează apele spre surse situate în afara bazinului hidrografic propriu.

Pentru individualizarea din punctul de vedere hidrogeologic a suprafeței bazinului hidrogeologic situat amonte de sectorul de captare parțială, s-a propus denumirea de suprafață de difluență, iar pentru desemnarea fenomenului, conceptul de difluență carstică de bazin (ORĂȘEANU, LURKIEWICZ, 1982)

Difluența carstică de bazin reprezintă divizarea disponibilului de apă al unui bazin hidrografic, ca urmare a prezenței unei captări parțiale, între o fracțiune infiltrată care alimentează o scurgere subterană dirijată în afara bazinului hidrografic propriu și o fracțiune care își continuă, permanent sau temporar, scurgerea superficială în aval de captare.

Suprafețele de difluență fac parte integrantă din sistemul hidrogeologic carstic la a cărui alimentare participă prin fracțiunea infiltrată. Evaluarea volumelor de apă cu care acestea participă la alimentarea sistemului se face pe criterii hidrologice, iar debitul scurs în aval de sectorul de captare se consideră ca ieșire din sistem.

În cadrul sistemului hidrologic carstic sunt incluse atât terenurile carstice caracterizate în principal prin prezența unei scurgeri subterane de tip carstic, cât și terenurile necarstice a căror scurgere participă în totalitate sau parțial, prin fenomene de difluență de bazin, la alimentarea aceleiași unități de drenaj, pentru un interval de timp dat (ORĂȘEANU, 1985).

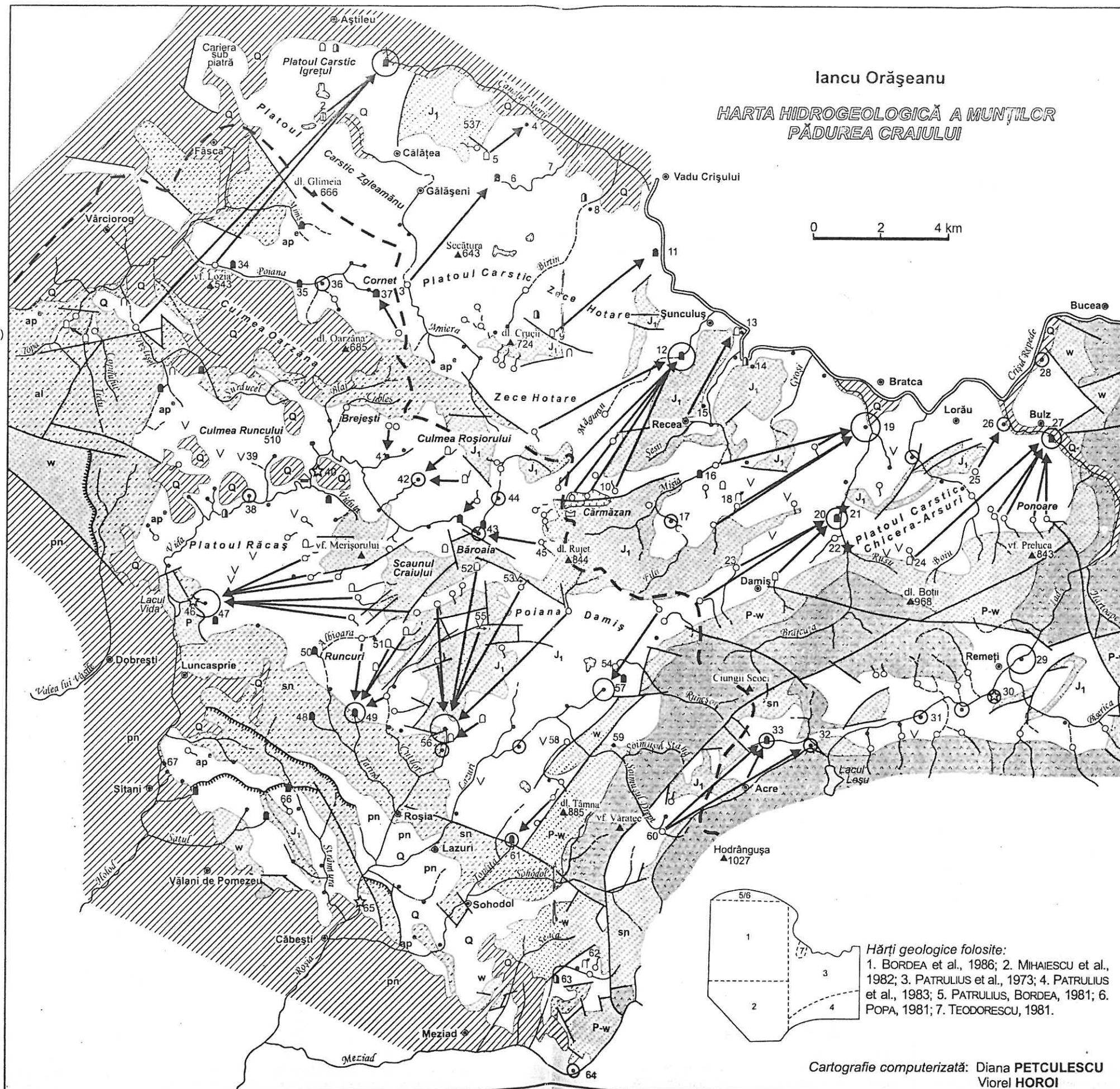
Denumirea punctelor numerotate
(în paranteze, altitudinea în metri)

Bazinul hidrografic al râului Crișul Repede

- 1 - Izbuluc de la Aștileu (250)
- 2 - Peștera Potriva (374)
- 3 - Prd p. Mniera de la Cornet (495-505)
- 4 - Izvorul din Groapa Moțului (295)
- 5 - Ponorul p. Deblei / Peștera Gălășeni (394)
- 6 - Izvorul Moara Jurjii / Moara Cornii (400)
- 7 - Izvorul Ciordiul (300)
- 8 - Izvorul din Fundătura Birtinului (425)
- 9 - Peștera Bătrânului (574)
- 10 - Ponoarele la Groapa Cărmăzanului
- 11 - Peștera de la Vadu Crișului (305)
- 12 - Izbuluc Izbândiș (370)
- 13 - Peștera Vântului (320) și izvorul din Poiana Fântâni (305)
- 14 - Peștera Ungurului (305) și Izvorul p. Tare (325)
- 15 - Pierderea p. Recea (600)
- 16 - Peștera Moanei (485)
- 17 - Izbuluc Filii (550)
- 18 - Ponoarele (615, 610) și Peștera din Ponorăș (604)
- 19 - Izbuluc Brăncanilor (345)
- 20 - Izbuluc Dămișenilor (420)
- 21 - Izvorul *La Sâlcii* (410)
- 22 - Izvorul cu Travertin (455)
- 23 - Ponorul Toala (675)
- 24 - Peștera Sâncuța (728)
- 25 - Groapa Rătii (583)
- 26 - Izvorul de la Moara Dedii / Ibanului (350)
- 27 - Peștera cu Apă de la Bulz (370)
- 28 - Izvorul Vidului (340)
- 29 - Izvorul Tăul fără Fund / Topleț (435)
- 30 - Izvorul Pancului (450)
- 31 - Izvorul Davellii (480)
- 32 - Izvorul de la Firez (545)
- 33 - Peștera cu Apă din Valea Leșului (650)

Bazinul hidrografic al râului Crișu Repede

- 34 - Peștera Osoi (400)
- 35 - Peștera din p. Gabor (445)
- 36 - Izvorul Vichii (440)
- 37 - Izvorul Tălharului (475) și Peștera Cioroaielor
Țârcului (490)
- 38 - Izvorul de sub Piciorul Benii (280)
- 39 - Avenul Jiloasa (430)
- 40 - Izvorul de lângă cantonul Vida (325)
- 41 - Izvorul din Valea Ruștiului (475)
- 42 - Izvoarele din p. Gura Ursului (450)
- 43 - Izvorul Groieșului (490) și izvorul de la confluența
p. Groieșul - V. Letii (470)
- 44 - Izvorul Apa de sub Stan (625)
- 45 - Ponorul din Prislop (666)
- 46 - Izvorul Cald Toplița (230)
- 47 - Izvucul Toplița de Vida (245)
- 48 - Peștera lui Onuț (300)
- 49 - Izbucul Toplița de Roșia (275)
- 50 - Ponorul v. Albioara (430)
- 51 - Peștera Ciur Ponor (480)
- 52 - Peștera Jurcanilor (545).
- 53 - Av. Sohodol (545) și pn. p. Botului (550)
- 54 - Pn. p. Runcșorul / *La întorsurii* (570)
- 55 - Ponorul p. Iezere (550) și avenul din Stanul
Focii (660)
- 56 - Izbucul Roșiei (290)
- 57 - Izbucul Toplicioara / Bulbuci (430)
- 58 - Avenul Poșiștăul Fanea Babii (600)
- 59 - Izvorul Oarzăna (475)
- 60 - Prd. din p. Șoimușul Drept (640-670)
- 61 - Izbucul Izbuneală (325)
- 62 - Peștera Meziad (435)
- 63 - Peștera Raii (350)
- 64 - Izbucul Sălătrucului (310)
- 65 - Izvorul Tăul Fierbinte (220)
- 66 - Peștera Strâmțura (325)
- 67 - Izvorul Condrești (170)



LEGENDA

Caracterizare hidrogeologică

Serii carbonatice mezozoice (calcare, dolomite), intens fracturate și carstificate, caracterizate printr-o infiltrație efectivă mare și o circulație intensă a apelor subterane. Sisteme carstice numeroase, cu resurse importante. Izvoare cu debite de până la 500 l/s.












Depozite predominant detritice permowerienene (Pw), și jurasic inf. (J_i), subordonat senoniene (sn), (gresii și conglomerate cu intercalaji de șisturi argiloase) cu permeabilități diferite. Curgerea apelor subterane este limitată în general la zonele fisurate. Acționează ca bariere pentru acviferele carstice și adesea formează patul și/sau acoperișul acestora

Metamorfită (a) și magmatită alpină (b—intrusive, c—vulcanice), cu permeabilitate de fisuri cu distribuție și intensitate diferită și extindere limitată. Acumulări acvifere reduse, cu importanță locală.















Depozite pannoniene și cuaternare (Q), (marne, șisturi argiloase, nisipuri, pietrișuri) cu acumulări acvifere discontinue, localizate în termenii permeabili.

Depozite marnoase și argiloase lipsite de o curgere a apelor subterane (ape și complexe de roci cu permeabilități variate (marne, șisturi argiloase, gresii, calcare), cu acumulări acvifere discontinui localizate în termenii mai permeabili (al, sn)

Explicația liniilor și simbolurilor

-  limită geologică
-  falie
-  pânză de șariaj
-  curs de apă permanent
-  curs de apă temporar
-  infiltrații difuze în patul cursurilor superficiale
-  cumpăna apelor superficiale Crișu Repede-Crișu Negru
-  izvor rece cu degajări de gaze
-  izvor cald cu degajări de gaze
-  depresiune carstică
-  direcția de curgere a apelor subterane stabilită prin marcări cu trasori

Regimul hidrologic al intrării cavităților carstice

Regimul hidro- logic al intrării cavității	Permanent		Temporar		Absent	
	Sursă	Ponor	Sursă	Ponor	Intercept. un curs subteran	Cavități fossilă
Cavități						
Peșteră						
Aven						
Nepenetrabilă						

Debitul mediu anual al izvoarelor (m^3/s)
(anul hidrologic X. 1983 - IX. 1984)

1-10	10-50	50-100	100-600
•	⊙	⊙	⊙

Hărți geologice folosite:
1. BORDEA et al., 1986; 2. MIHAIESCU et al., 1982; 3. PATRULIUS et al., 1973; 4. PATRULIUS et al., 1983; 5. PATRULIUS, BORDEA, 1981; 6. POPA, 1981; 7. TEODORESCU, 1981.

Cartografie computerizată: Diana PETCULESCU
Viorel HOROI

Suprafețele de difluentă din Munții Pădurea Craiului ocupă o suprafață de 107 km² (Fig. 1), iar prezența lor ridică probleme deosebite în întocmirea bilanțului hidrogeologic.

Valoarea ridicată a infiltrației pe suprafețele acoperite de depozite carbonatice atrage reducerea cantității de apă disponibilă pentru scurgere și evapotranspirație. Datorită neuniformității fisurației și gradului de carstificare diferit, determinarea valorii directe a infiltrației în zonele carstice este deosebit de dificilă, motiv pentru care evaluarea ei se face indirect, utilizând metode hidrologice pentru sectoare de râu și metoda bilanțului hidric pentru suprafețe.

Bilanțul hidrologic al apelor de suprafață și subterane s-a calculat pentru anul hidrologic X.1982–IX.1983, un an secetos care a solicitat rezervele de ape subterane. Spre exemplificare, în anul amintit, debitul mediu al Peșterii de la Vadu Crișului a reprezentat 83,7 % din debitul mediu multianual calculat pentru perioada 1957–1998. Colectarea și prelucrarea datelor hidrologice și meteorologice necesare întocmirii bilanțului hidrologic a fost realizată cu colaborarea cercetătorilor de la INMH, Gheorghe și Paraschiva, Hoțoleanu și Luminița Tîbacu. Bilanțul s-a întocmit pentru o suprafață de 525 km², cu o altitudine medie de 505 m, zonă din care ieșirile de ape prin cursurile superficiale și descărcările din subteran prin izvoare au fost riguros urmărite cu secțiuni hidrometrice (Fig. 2).

Debitul specific măsurat la ieșirea din suprafața de calcul a bilanțului este de 9,2 l/s/km², iar cel intrat pe această suprafață, provenit în exclusivitate din precipitații, determinat prin metode clasice și prin metoda bazinelor martor, este de 11 l/s/km², diferența de 1,8 l/s/km² formând pentru întreaga suprafață un debit excedentar de 945 l/s, flux care a fost evacuat prin subteran în structurile hidrogeologice limitrofe. Aportul bazinelor hidrografice și al sistemelor carstice la realizarea acestui debit ieșit prin subteran din suprafața de calcul este diferit, din analiza bilanțului hidrologic rezultând următoarele concluzii principale:

– pâraul Topa colectează apele din partea vestică a Munților Pădurea Craiului, de pe o suprafață apreciată la 143 km² la S. H. Hidișel. Pentru bazinul superior al văii Topa-Râu, amonte de stația hidrometrică Vârciorog, debitul specific măsurat este de 4,44 l/s/km², iar cel intrat este de 11 l/s/km², diferența de 6,56 l/s cumulând pe cei 72,5 km² ai bazinului un debit de 475 l/s. Infiltrațiile se produc cu deosebire în zonele captărilor carstice din bazinul afluenților Poiana și Surducel, captări prin care apele superficiale sunt dirijate subteran parțial spre izbulul de la Aștileu. Importante infiltrații de apă se înregistrează, de asemenea în talvegul văii Topa dintre confluentele cu valea Copilului și valea Măgura, sector complet uscat în

perioadele secetoase. Suprafața de difluentă din bazinul superior al pâraului Topa, situată amonte de confluența cu valea Măgurii, are o extindere de 66 km², suprafață care participă cu cca 60% din disponibilul de apă la alimentarea acumulărilor acvifere subterane;

– bilanțul bazinului hidrologic al izbulului de la Izbândiș arată că întreaga cantitate de apă infiltrată pe suprafața drenată de 20 km² (debit specific 17 l/s/km²), delimitată și prin marcări cu trasori, este regăsită în volumul de apă evacuat prin izbul;

– valea Mniera reprezintă cursul superficial permanent cu bazinul hidrografic situat la cea mai mare altitudine din zona carstică a masivului. Are o lungime de 15,5 km și o suprafață a bazinului de alimentare apreciată la 17,5 km², dezvoltată în principal între platourile carstice Igret și Zece Hotare, motiv pentru care trasarea exactă a limitei bazinului hidrografic în acest sector este deosebit de dificilă. În zona Cornet, situată în partea mediană a cursului de apă, acesta prezintă infiltrații masive în talveg, dovedite prin marcări cu trasori, a fi dirijate subteran spre izbulul de la Moara Jurjii. Din acest motiv, în perioadele secetoase scurgerea superficială încetează la stația hidrometrică Călătea, situată în aval;

– bilanțul întocmit pentru sursele: izbulul de la Aștileu, izbulul de la Moara Jurjii și izbulul din Peștera de la Vadu Crișului, primele două disputându-și suprafața de difluentă din bazinul superior al văii Mniera, indică un debit infiltrat în subteran și dirijat spre alte bazine din afara suprafeței de calcul a bilanțului de cca. 130 l/s;

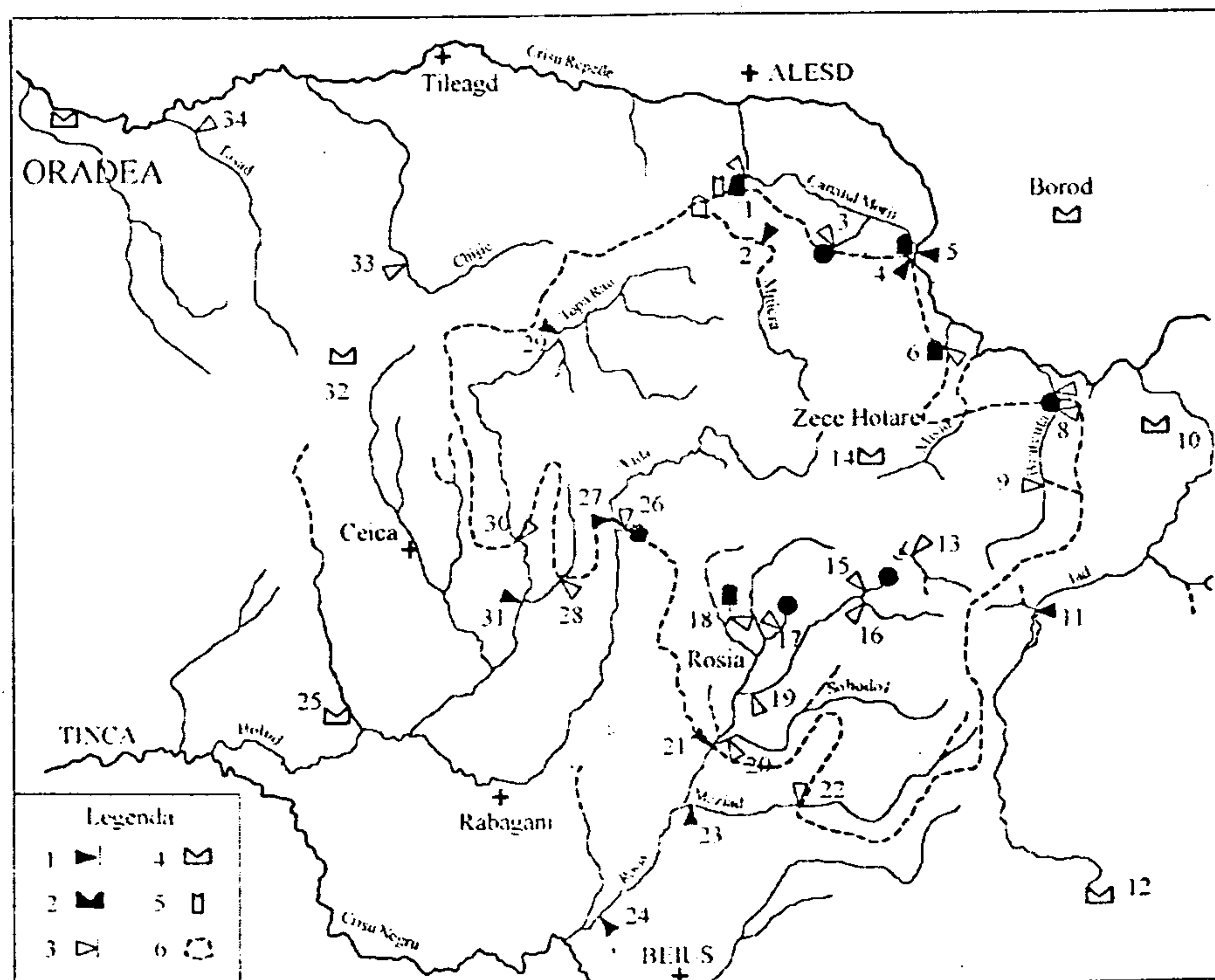


Fig. 2 – Rețeaua de observații și măsurători hidro-meteorologice exploatată în anul hidrologic X.1982–IX.1983

Legenda: 1. stație meteorologică permanentă (INMH); 2. secțiune hidrometrică permanentă cu pluviometru (INMH); 3. secțiune hidrometrică temporară; 4. stație meteorologică temporară; 5. pluviometru temporar; 6. suprafața pentru care a fost întocmit bilanțul hidrogeologic. Denumirea stațiilor: 1. izbulul Aștileu; 2. Călătea; 3. izbulul de la Moara Jurjii; 4. Peștera de la Vadu Crișului; 5. Vadu Crișului; 6. izbulul Izbândiș; 7. p. Brătcuța aval izbulul Brătcănilor; 8. p. Brătcuța amonte izbulul Brătcănilor; 9. p. Brătcuța amonte p. Rusului; 10. Ponoară; 11. Leșu baraj; 12. Stâna de Vale; 13. Runcșor; 14. Cărmăzan; 15. Toplicioara; 16. Șoimușuri; 17. izbulul Roșiei; 18. izbulul Toplița de Roșia; 19. Lazuri; 20. Sohodol; 21. p. Roșia la Căbești; 22. Meziad; 23. p. Maziad la Remetea; 24. p. Roșia la Poșola; 25. Holod; 26. izbulul Toplița de Vida; 27. p. Vida amonte lac; 28. Valea lui Vasile; 29. p. Topa la Vârciorog; 30. p. Topa la Topa de Sus; 31. p. Topa la Hidișel; 32. Tășad; 33. p. Chijic la Copăcel; 34. p. Tășad la Oșorhei.

Munții Pădurea Craiului

Tabelul 1. Lista drenajelor cunoscute din Munții Pădurea Craiului

Nr. mar.	Nr. dren	Insurgența	H(m)	Resurgența (n)	H (m)	L (m)	ΔH (m)	Trasor utilizat	Timp (ore)	Viteza (m/h)	Data marării	Autorii marării
1	1	P. Potrița	347	Izb. Aștileu	250	2620	107	FI	10	262.2	04.04.1966	T. Rusu
2	2	Prd. p. Poienii	390	Izb. Aștileu	250	8350	140	In-EDTA	768	11.3	15.10.1983	I. Orășeanu et al.
3	3	Pn. v. Pestișului	325	Izb. Aștileu	250	11550	75	In-EDTA	2040	5.6	04.06.1983	I. Orășeanu et al.
4	4	P. Țicului	373	P. de sub Stan	265	900	108	FI	45	20.2	22.07.1972	T. Rusu
5	5	Prd. p. Peșteranilor	520	Mina Aurica	475	300	45	I-131, NaCl	7	43.3	03.10.1980	I. Orășeanu et al.
6	6	Pn. Groapa Popii	555	Izv. Cioroaiete Tărcului	490	1270	65	I-131, NaCl	122	10.4	03.10.1980	I. Orășeanu et al.
	7			Mina Brusturi	460	180	95	I-131, NaCl	105	1.9	03.10.1980	I. Orășeanu et al.
7	8	P. Gălășeni	390	Izv. din Groapa Moșului	295	1750	95	FI	13	134.8	19.06.1969	T. Rusu
8	9	Prd. v. Miniera	500	Izv. Moara Jurjii	400	4350	100	Rhod. B	24	181.3	09.12.1982	I. Orășeanu
9	10	P. Bătrânului	574	P. Vadu Crișului	305	4250	269	FI	89	47.8	16.05.1962	T. Rusu
10	11	Pn. v. Tomii	639	Izb. Izbândiș	370	5400	269	In-EDTA	768	7.0	25.05.1983	I. Orășeanu et al.
11	12	Pn. Groapa Blidirești	729	Izb. Izbândiș	370	3400	359	FI	63	54.3	23.10.1964	T. Rusu
12	13	Pn. p. Brezului	645	Izb. Izbândiș	370	5650	275	FI	80	70.1	18.06.1970	T. Rusu
13	14	Pn. p. Ofului	635	Izb. Izbândiș	370	5320	265	FI	73	73.0	17.08.1971	T. Rusu
14	15	Pn. p. Birăului	600	Izb. Izbândiș	370	5100	230	FI	62	82.3	02.07.1974	T. Rusu
15	16	Prd. v. Recea	600	Izv. din Poiana Frânturii	305	3185	295	I-131	260	12.3	02.10.1980	I. Orășeanu et al.
16	17	Prd. v. Luncilor	470	Izb. Brătcenilor	345	4800	125	R, In-EDTA	114	42.2	19.09.1982	I. Orășeanu et al.
17	18	Pn. v. Mocra	583	P. Moanei	485	500	98	FI	45	11.3	08.06.1975	T. Rusu
18	19	Pn. din Ponorăș	604	Izb. Brătcenilor	345	4800	250	FI	35	137.3	10.10.1969	T. Rusu
19	20	Pn. v. Huji	620	Izb. Brătcenilor	345	5700	325	FI	27	211.2	19.06.1969	T. Rusu
20	21	Pn. din Secătura Brătcenilor	485	Izb. Brătcenilor	345	1700	140	FI	27	63.0	07.07.1970	T. Rusu
21	22	Pn. Toaia	675	Izb. Dămășenilor	420	3550	255	FI	90	39.5	12.07.1968	T. Rusu
22	23	Pn. Peșteruța	687	Izb. Dămășenilor	420	5060	267	Rhod. B	96	52.8	21.05.1983	I. Orășeanu et al.
23	24	P. Munău	705	Izb. Dămășenilor	420	2770	285	FI	12	230.9	06.07.1970	T. Rusu
24	25	Prd. din Groapa Rătii	583	Izv. Moara Dedii	350	1850	233	FI	168	11.1	07.1971	D. Grigorescu
25	26	Pn. Sâncuța	725	P. cu Apă de la Bulz	370	6000	355	Rhod. B	77	78.0	12.07.1981	I. Orășeanu, A. Iurkiewicz
26	27	Pn. v. Ponorului	625	P. cu Apă de la Bulz	370	2950	242	FI	38	77.9	11.10.1966	T. Rusu
27	28	Pn. v. Brădeștilor	640	P. cu Apă de la Bulz	370	3100	270	FI	29	106.9	15.05.1966	T. Rusu
28	29	Pn. din Șes	680	P. cu Apă de la Bulz	370	2750	310	FI	20	138.4	13.05.1966	T. Rusu
29	30	Pn. v. Stîpului	690	P. cu Apă de la Bulz	370	2550	320	FI	17	150.6	11.05.1966	T. Rusu
30	31	Pierderile din v. Iadului	450	Izv. Tăul fără Fund	435	600	15	FI	220	2.7	1964	E. Jekelius
31	32	Pierderile din v. Caprei	662	Izv. La Izvoară	540	700	122	FI	114	6.2	15.06.1962	T. Rusu
32	33	Prd. din v. Dișorului	562	P. Turii	470	500	92	FI	23	21.8	18.07.1972	T. Rusu
33	34	Prd. din Pârâul cu Soci	625	Izvoarele din Lunca Pizii	470	700	155	FI	68	10.3	16.08.1980	T. Rusu
34	35	Prd. din v. Izvorului	600	Izv. Davelii	480	900	120	FI	78	11.6	08.07.1972	T. Rusu
35	36	Pierderile din v. Rea	662	P. de la Fața Apei	480	700	182	FI	94	7.5	15.06.1972	T. Rusu
36	37	Pierderile din v. Daica	665	P. cu Apă din v. Daica	580	300	45	FI	12	25.0	09.07.1972	T. Rusu
37	38	Prd. din v. Strivinoasa	562	Izv. lui Dumiter	490	500	72	FI	50	10.0	15.06.1972	T. Rusu
38	39	Prd. din v. Sălătrucului	550	Izv. Ciuhandru	516	500	34	FI	25	22.0	30.10.1980	T. Rusu
39	40	Pn. din Acre	815	P. cu Apă din v. Leșu	650	1550	165	FI	102	15.2	14.06.1972	T. Rusu
	41			Izv. de la Firez	545	2250	300	FI	185	17.0	14.06.1972	T. Rusu
40	42	Pn. Fântânele	679	Izv. Toplicioara	430	3070	249	FI	220	3.6	26.05.1983	I. Orășeanu et al.
41	43	Pn. v. Runcșorului	570	Izv. Toplicioara	430	950	140	FI	11	86.4	10.07.1966	T. Rusu
42	44	Pn. din Hârtopul Bonchii	455	P. Gruieșului	320	1200	135	FI	22	54.6	19.09.1970	T. Rusu
43	45	Pierderile din v. Barc	615	Izb. Roșiei	290	5700	325	In-EDTA	624	9.1	25.05.1983	I. Orășeanu et al.
44	46	Pn. văii Botului	550	Izb. Roșiei	290	5050	260	FI	146	34.6	05.07.1966	T. Rusu
45	47	Pn. văii Iezere	550	Izb. Roșiei	290	3400	260	FI	350	9.7	13.06.1967	T. Rusu
46	48	P. Jurcanilor	545	Izb. Roșiei	290	5110	255	Rhod. B	168	30.4	26.05.1983	I. Orășeanu
47	49	Pn. văii Fiului	510	Izb. Roșiei	290	2100	220	FI	300	7.0	21.09.1970	T. Rusu
48	50	Prd. din v. Cușilor	360	Izb. Toplița de Roșia	275	1000	85	FI	17	59.0	20.09.1970	T. Rusu
49	51	Pn. V. Tinoasa	539	Izb. Toplița de Roșia	275	3000	264	FI	78	38.5	04.05.1968	T. Rusu
50	52	Pn. din Groapa Ciurului	480	Izb. Toplița de Roșia	275	2400	205	FI	93	25.8	05.07.1968	T. Rusu
51	53	Prd. din P. Ciur Iz buc	535	Izb. Toplița de Roșia	275	2800	260	FI	70	40.0	04.05.1968	T. Rusu
52	54	P. Dobog	467	Izb. Toplița de Roșia	275	1600	192	Rhod. B	22	72.8	04.08.1981	I. Orășeanu, A. Iurkiewicz
53	55	Pn. v. Albocara	430	Izb. Toplița de Roșia	275	2500	155	FI	89	28.1	20.07.1978	T. Rusu
54	56	Pn. Marchiș	510	Izb. Toplița de Vida	245	3400	265	FI	168	20.6	24.05.1982	I. Orășeanu et al.
55	57	Pn. Fântâna Rece	456	Izb. Toplița de Vida	245	3370	211	I-131	552	6.1	24.05.1982	I. Orășeanu et al.

Tabelul 1 (continuare)

Nr. mar.	Nr. dren	Insurgența	H (m)	Resurgența (n)	H (m)	L (m)	ΔH (m)	Trasor utilizat	Timp (ore)	Viteza (m/h)	Data marcării	Autorii marcării
56	58	Pn. Merisor	458	Izb. Toplița de Vida	245	4320	213	NaCl	276	15.5	21.05.1982	I. Orășeanu et al.
57	59	Pn. Bichi	458	Izb. Toplița de Vida	245	4600	213	In-EDTA	1224	3.9	06.08.1982	I. Orășeanu et al.
58	60	Pn. Baia Nitului	458	Izb. Toplița de Vida	245	4580	213	In-EDTA	1536	3.0	21.12.1983	I. Orășeanu et al.
59	61	Pn. din Poiana Prie	455	Izb. Toplița de Vida	245	6600	210	In-EDTA	48	141.7	21.05.1986	I. Orășeanu et al.
60	62	Ponoarele din Prislop	666	Izb. Groieșului	490	2300	176	Fi	120	19.2	26.08.1971	T. Rus
61	63	Pn. Fundătura Roșiorului	640	Izvoarele din Gura Ursului	450	1380	190	Fi	168	9.2	22.09.1983	I. Orășeanu et al.
62	64	Pn. Hârtoapele Hododii	620	Izvoarele din Gura Ursului	450	1200	130	Rhod. B	192	6.2	22.09.1983	I. Orășeanu et al.
63	65	Pn. v. Gropilor (Coș)	520	Izv. peșterii Meziad	405	600	115	Fi	42	14.3	06.02.1964	T. Rus
64	66	Pierderile din v. Peșterii	470	Izv. peșterii Meziad	405	400	65	Fi	25	16.0	29.02.1974	T. Rus
65	67	P. din Băroaia Bătrână	529	Izvor aval Izv. Groieșu	470	1300	59	Rhod. B	50	26.0	24.09.1983	I. Orășeanu et al.
66	68	Pn. Iacoboia	680	Izb. Izbândiș	370	5800	330	Fi	72	80.0	12.04.1986	C. Lascu, C. Diaconu
67	69	Pn. din Groapa Brăjești	615	Izv. din v. Ruștiului	475		130	Fi	210	4.3	12.04.1986	I. Povară, C. Lascu
68	70	Pn. din v. Tinoasa de Vida	574	P. cu Apă din v. Vida	458	820	116	Fi	39	21.0	12.04.1986	I. Povară, C. Lascu
69	71	Pn. Perje	485	Izb. Roșiei	290	4020	195	Fi			13.04.1986	I. Povară, C. Lascu
70	72	Pn. Fântâna cu Soci	400	P. din v. Strâmtura	325	450	75	Fi	40	11.2	20.07.1987	I. Orășeanu et al.
71	73	Pn. de la Cioroi	390	Izv. văii Cailii	320	360	70	In-EDTA	10	36.0	20.07.1987	I. Orășeanu et al.
	74			P. din v. Strâmtura	325	730	65	In-EDTA	20	36.5	20.07.1987	I. Orășeanu et al.
72	75	Pn. din Groapa Morăreștilor	715	Izb. Izbuneală	325	1950	390	Rhod. B	220	8.8	08.07.1987	I. Orășeanu, P. Brăjești
73	76	Pn. din Groapa Dealului	635	Izb. Izbuneală	325	840	310	Fi	50	16.8	08.07.1987	I. Orășeanu, P. Brăjești
74	77	Prd. din v. Șoimușul Drept	660	Izv. Peșt. cu Apă din v. Leșu	640	2100	20	In-EDTA	144	14.5	16.07.1987	I. Orășeanu, E. Gașpar
	78			Izv. de la Firez	545	2700	115	In-EDTA	168	16.1	16.07.1987	I. Orășeanu, E. Gașpar

H = Cota terenului; L = Distanța orizontală dintre insurgență și resurgență; ΔH = Diferența de nivel dintre insurgență și resurgență; T = Timpul primei sosiri a trasorului; V = Viteza aparentă; Izv. = Izvor; Izb. = Izbuc; P. = Peșteră; Pn. = Ponor; Prd. = Pierdere; Fi = Fluoresceină; Rhod = Rhodamină.

Notă: Marcările au fost efectuate de către autor în colaborare cu: E. Gașpar, Nicolle Orășeanu, I. Pop, T. Tănase (marcările 5, 6, 7, 11, 23, 42, 45, 63, 64, 72, 73, 74), A. Iurkiewicz, E. Gașpar, Nicolle Orășeanu, I. Pop (marcările 17, 56, 57, 58, 59), E. Gașpar și Nicolle Orășeanu (marcările 2, 3, 16, 60), E. Gașpar și I. Pop (marcarea 61).

– calculele efectuate pentru bazinul văii Vida, inclusiv izbucul Toplița de Vida, nu indică relații de alimentare-drenare cu alte bazine limitrofe, în limita de erori impusă de precizia de determinare a elementelor de bilanț (10%). Pe tronsonul superior al pârauului Vida, situat amonte de Peștera cu Apă din valea Letii, se înregistrează totuși pierderi constante de apă în talveg. În perioadele secetoase valoarea acestor pierderi ajunge la 10–15 l/s aval de izbucul Apa de sub Stan. Presupunem că apele infiltrate sunt drenate de către izbucul Izbândiș, generând astfel o suprafață de difluență de cca. 2,5 km²;

– pâraul Mișid, cunoscut în cursul superior sub numele de Valea Luncilor, prezintă pierderi parțiale de debit pe tronsonul situat amonte de izbucul Filii și pierderi temporare totale pe sectorul dintre peștera Moanei și confluența cu pâraul Bocoii. Prin marcări cu trasori s-a demonstrat că apele infiltrate sunt captate de către izbucul Brătcenilor, individualizându-se astfel o suprafață de difluență de 12,5 km². Aval de confluența cu pâraul Șesii, pâraul Mișid prezintă un regim temporar de curgere, datorat probabil drenării de către cursul subteran din Peștera Vântului;

– fenomene de captare carstică prezintă și pâraul Boiu, afluent al Crișului Repede la Lorău. Infiltrațiile din cursul superior generează o suprafață de difluență de 5 km², de remarcat fiind faptul că pe sub cursul superficial al pârauului trece cursul subteran al peșterii Sâncuta, aparținând de sistemul acvifer carstic al Peșterii cu Apă de la Bulz;

– valea Cuților, afluent al pârauului Roșia, prezintă pe tronsonul inferior, între izvoarele Cioroiu Vilii și Cioroiul, un caracter temporar al scurgerii datorită drenării lui de către izbucul Toplița de Roșia. Suprafața de difluență are o extindere de cca 4 km²;

– pâraul Șoimușul Drept, în sectorul amonte săpat în dolomitele și calcarele anisiene și ladinene, atribuite structural grabenului Remetii, prezintă o suprafață de difluență de 1,5 km². Marcările cu trasori efectuate indică

drenarea acestora de către izbucul de la Firez și Peștera cu Apă din valea Leșului, surse situate în bazinul hidrografic al pârauului Iad.

3. Marcări cu trasori

Până în prezent, în Munții Pădurea Craiului s-au efectuat 74 de marcări cu trasori, care au condus la stabilirea a 78 direcții de curgere a apelor subterane. Dintre aceste marcări, 40 au fost efectuate de către Rusu (Rusu, 1989), 28 de către Orășeanu, singur sau în colaborare, iar 6 de către alți autori (Tabelul 1). Viteza medie aparentă înregistrată în aceste marcări a fost de 46 m/oră, iar distanța maximă stabilită între insurgențe și resurgențe a fost de 11,55 km (drenajul p. Peștișelului–Izbucul de la Aștileu). Rezultate acestor marcări vor fi comentate în capitolul de prezentare a sistemelor carstice majore.

4. Sisteme carstice majore

4.a Date privind metodologia de interpretare a seriilor de debite

Pentru prelucrarea seriilor cronologice de date hidrogeologice și climatologice după metodele stabilite la Laboratorul Subteran al CNRS din Moulis, Franța, de către Alain Mangin, s-a realizat de către D.D. Hulst programul Stochastos pentru calculatoare IBM-PC, program folosit de către autor.

Parametrii care caracterizează perioada de recesiune a debitelor izvoarelor carstice sunt ilustrați în fig. 3 (MANGIN, 1974), iar semnificația simbolurilor folosite este:

- α – coeficient de secare $Q = Q_0 e^{-\alpha t}$;
- η – $\eta = 1/t_1[t^{-1}]$;
- ϵ – coeficient de heterogenitate $[t^{-1}]$;
- Q_0 – debitul scurgerii de bază la începutul recesiunii (valoarea epuizării pentru $t=0$);
- Q_0 – debitul măsurat la $t=0$;
- q_0 – debitul scurgerii rapide la începutul recesiunii (diferența între debitul măsurat pentru $t=0$ și Q_0);
- Q_{0est} – debitul calculat pentru $t=0$;

Tabelul 2. Clasificarea sistemelor carstice bazată pe rezultatele analizelor corelative și spectrale

Tipul sistemului	Efectul memorie ($r = 0,1-0,2$)	Bandă spectrală (frecvență de tăiere)	Timp de regularizare	Hidrograf unitar
ALLOU (bine drenat)	Redus (5 zile)	Foarte largă (0,30)	10-15 zile	
BAGET	Mic (10-15 zile)	Largă (0,20)	20-30 zile	
FONTESTORBES	Mare (50-60 zile)	Îngustă (0,10)	50 zile	
TORCAL (slab drenat)	Considerabil (70 zile)	Foarte îngustă (0,05)	70 zile	

- q_{oest} – debitul calculat al scăderii rapide a debitelor (diferența între debitul calculat pentru $t=0$ și Q_{i0});
- Q'_0 – debitul pentru t ;
- t_1 – durata scăderii rapide a debitelor;
- V_{dyn} – volumul dinamic plecând de la t_0 , $V_{dyn} = (Q'_0/\alpha) \times 86400$;
- V'_{dyn} – volumul dinamic plecând de la t_1 , $V'_{dyn} = (Q'_0/\alpha) \times 86400$;
- V_{inf} – volumul scurs în timpul scăderii rapide a debitelor;
- V_0 – volumul total inițial înmagazinat în acvifer ($V_{dyn} + V_{inf}$);

Clasificarea sistemelor carstice

Pentru diferențierea sistemelor carstice, Mangin a propus două modalități de clasificare: unul bazat pe interpretarea rezultatelor analizei corelative și spectrale și altul bazat pe datele furnizate de curbele de recesiune a debitelor izvoarelor.

1. Funcționarea sistemelor carstice este strâns legată de gradul lor de carstificare, reflectat în gradul de organizare a structurii lor. Prelucrarea și interpretarea seriilor temporale de debite și precipitații prin metoda analizei corelative și spectrale, oferă date cantitative în evaluarea gradului de organizare al acestor sisteme și furnizează criterii riguroase în separarea mai multor tipuri de sisteme carstice. Clasificarea propusă de Mangin în anul 1984, preia numele a patru sisteme carstice foarte bine studiate din punct de vedere hidrogeologic, primele trei dezvoltate în Pirinei, iar cel de al 4-lea, în sudul Spaniei.

Clasificarea se etalează între două extreme. Pe de o parte un sistem carstic cu un acvifer perfect drenat, neinerțial, fără memorie și fără rezerve, cu un efect memorie redus, o modificare nesemnificativă a impulsului ploaie și o durată scurtă a răspunsului impulsional (tipul „Aliou”). Hidrograful unitar este ascuțit și puțin etalat. Acest tip de acvifer este caracteristic sistemelor foarte carstificate, care dispun de o structură funcțională. Pe de altă parte,

la polul opus, se situează sistemele slab drenate și inerțiale (de tip „Torcal”), cu memorie (și rezerve) importante, bandă spectrală foarte îngustă, durată mare a răspunsului impulsional (timp de regularizare de 70 zile). Forma hidrografului unitar este rotunjită și etalată. Acest tip este caracteristic sistemelor fisurate și puțin carstificate. Între cele două extreme, au fost incluse două tipuri de sisteme carstice cu proprietăți intermediare (tipurile „Baget” și „Fontestorbes”), (Tabelul 2).

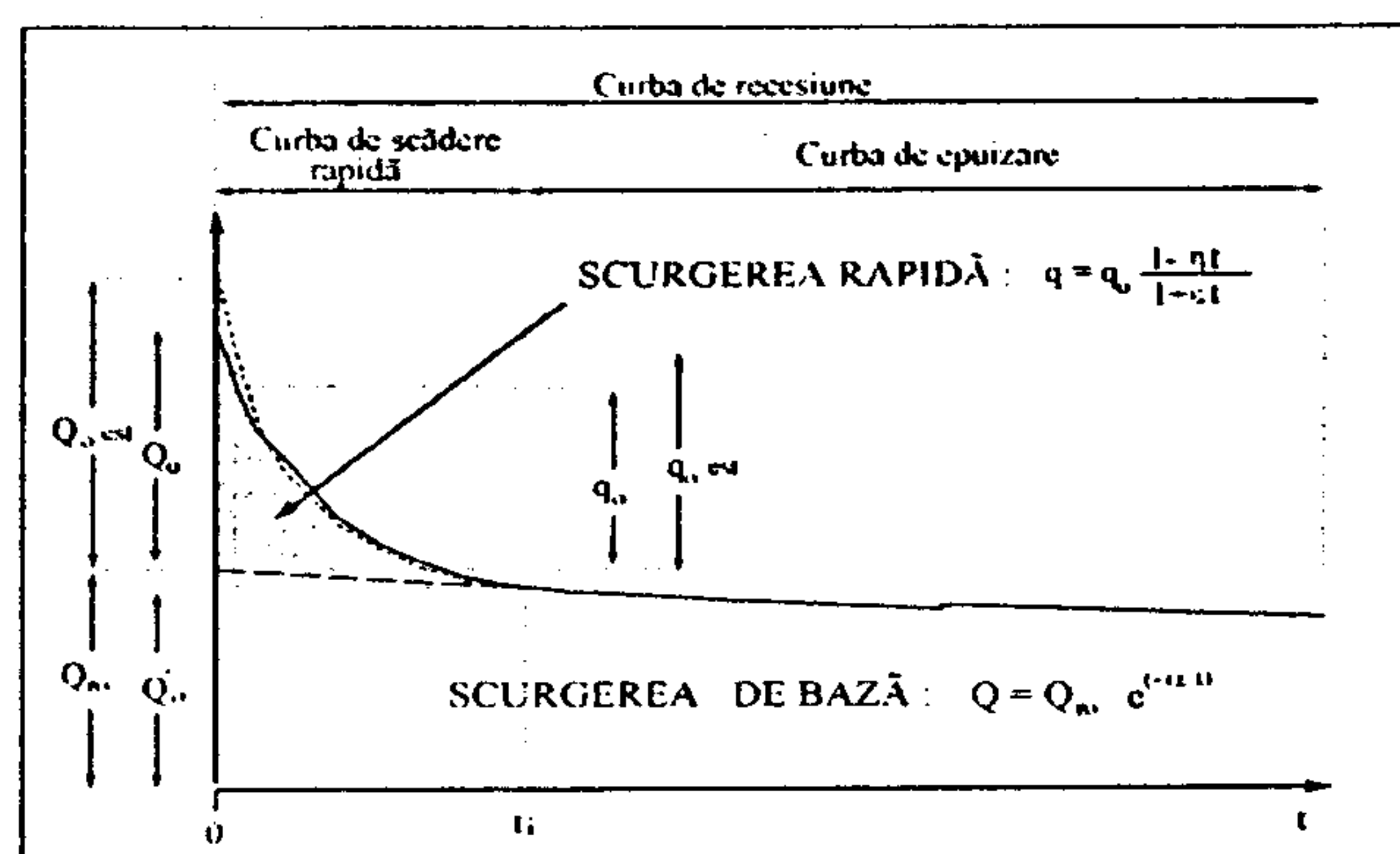


Fig. 3 – Curba de recesiune a debitelor

2. Bazat pe constatarea existenței unei legături strânse între funcționarea și constituția carstului, MANGIN (1975), a propus o definire a trăsăturilor constituente ale sistemelor carstice plecând de la analiza funcționării lor hidrodinamice. În această clasificare, acviferul este definit plecând de la două criterii: importanța carstului înecat și forma primei părți a curbei de recesiune, curba de scădere rapidă a debitelor. Clasificarea sistemelor carstice se face pe baza a două variabile, i și k .

Variabila i corespunde valorii funcției $y = (1 - \eta t) / (1 + \epsilon t)$ pentru $t=2$ zile. Curba y oferă o mai bună imagine a scăderii rapide a debitelor unei surse după viitură, iar avantajul ei rezidă că este cuprinsă între 0 și 1. Pentru $t=2$ zile obținem un interval suficient de larg pentru y (între 0 și 1) pentru a reprezenta toate cazurile posibile, fără ca punctele de intersecție a ordonatei $t=2$ cu curbele să se suprapună. Se utilizează deci această convenție.

Variabila k reprezintă o măsură a puterii reglatoare a acviferului, ce oferă informații asupra importanței carstului înecat.

k este raportul dintre volumul dinamic maximal obținut pentru cea mai lungă perioadă de observație și volumul de tranzit mediu anual obținut pentru aceeași perioadă. Acviferele din mediul poros au o putere reglatoare (k) ridicată, apropiată de 1.

Plecând de la reprezentarea în graficul $i-k$ a unor sisteme carstice studiate detaliat din punctul de vedere hidrogeologic și speologic, diferite ca funcționare hidrodinamică și constituție, Mangin a împărțit graficul menționat în mai multe domenii, reprezentând principalele tipuri de sisteme carstice, astfel:

Tabelul 3. Debiturile caracteristice ale principalelor izvoare din Munții Pădurea Craiului pentru anul hidrologic X.1982–IX.1983 (l/s)

Nr. crt	Sursa	Q med	Q min	Q max	n_v	B_i	Marcări cu trasori	
							V (m/oră)	D (km)
1	Izbucul de la Aștileu	356	74	3410	46.0	0.303	5.6-266	2.62-11.5
2	Izbucul de la Moara Jurjii	163	18	1070	59.0	0.387	181.3	4.35
3	Peștera de la Vadu Crișului	127	22	1270	58.0	0.213	47.8	4.25
4	Izbucul Izbândiș	346	49	3980	81.0	0.171	7-82.3	3.4-5.65
5	Izbucul Brăncanilor	305	68	2412	36.0	0.404	42.2-211	1.7-5.7
6	Izbucul Dămișenilor	83	28	519	19.0	0.361	39.5-230.9	2.77-5.06
7	Izbucul Ibanului	55	12	410	34.0	0.254	11.1	1.85
8	Peștera cu Apă de la Butz	136	20	1600	80	0.176	77.9-150.6	2.56-6.0
9	Izvorul Topileț	150	112	255	2.3	0.780	2.7	0.6
10	Izbucul Toplița de Vida	161	22	3150	143.0	0.174	3-141.7	3.37-6.8
11	Izbucul Toplița de Roșia	74	11	965	88.0	0.176	25.8-72.8	1-3
12	Izbucul Roșiei	522	78	14300	183.0	0.201	7-34.6	2.1-5.7
13	Izbucul Toplicioarei	299	66	3200	48.0	0.234	3.6-86.4	0.95-3.07

Tabelul 4. Parametrii hidrodinamici ai sistemelor carstice majore

	Sursa	Analiza curbelor de recesiune			i	k	Analiza corelatorie și spectrală			
		α	V_{dyn}	V_{anual}			EM	FT	FR	Model
		zi^{-1}	$10^6 m^3$	$10^6 m^3$			zile		zile	
1	Aștileu	0.007	1.35	11.16	0.21	0.12	46	0.120	32	B→F
2	Brâncani	0.037	0.50	9.61	0.31	0.05	20	0.162	24	A→B
3	Izbândiș	0.01	0.70	10.94	0.23	0.06	15	0.124	18	A→B
4	Toplița de Roșia	0.004	0.29	2.3	0.14	0.12	29	0.163	25	A
5	Toplița de Vida	0.0017	1.22	5.1	0.013	0.24	12	0.184	9	A
6	Roșia	0.008	1.23	16.27	0.08	0.07	13	0.20	10	A

(I) $k < 0,1$; $i < 0,25$ – sisteme foarte carstificate în aval, cu rețele speologice foarte dezvoltate;

(II) $0,1 < k < 0,5$; $i < 0,25$ – sisteme foarte carstificate în amonte, care debușează în aval într-un carst înecat larg dezvoltat (cazul sistemelor în evoluție);

(III) $k < 0,5$; $0,25 < i < 0,5$ – sisteme mai carstificate în amonte decât în aval cu întârzieri în alimentare, datorate fie terenurilor necarstice, fie unei cuverturi nivale importante;

(IV) $k < 0,5$; $i > 0,5$ – domeniul sistemelor complexe.

b Sisteme carstice majore

Datorită caracterului sezonier al precipitațiilor, cadrului geologic și structural și gradului avansat de carstificare a depozitelor carbonatice, debitele surselor importante din Munții Pădurea Craiului prezintă fluctuații mari, evidențiate de valorile ridicate ale indicilor de variabilitate, n_v și de valorile scăzute ale indicilor scurgerii de bază, B_i (Tabelul 3). În continuare, rezultatele furnizate de analiza curbelor de recesiune: volumul dinamic, coeficientul de recesiune α și factorii adimensionali i și k (MANGIN, 1994) și de prelucrarea șirurilor temporale de debite și precipitații prin metoda analizei corelatorii și spectrale, completează imaginea hidrodinamică a funcționării sistemelor carstice (Tabelul 4).

Coeficientul de recesiune α descrie descărcarea zonei înecate (Tabelul 4). Valorile mari ale acestui coeficient (0,01–0,037) indică în general o evacuare mai rapidă a rezervelor, pe când o descărcare mai lentă a acestora este acompaniată de valori mici pentru α (0,0017–0,007). Valorile lui α calculate pentru sisteme carstice binare trebuie analizate cu prudență, deoarece rezultate diferite, nespecifice pot fi induse de comportamentul zonei necarstice care participă la alimentarea sistemului carstic, cât și de prezența în subteran a unor goluri cu volume mari de apă, drenate lent de sursă. În prima excepție este inclus și cazul sistemului carstic Toplița de Roșia, alimentat de un curs superficial provenit de pe șisturi și gresii neojurasice, curs care în subteran parcurge până la resurgență o galerie lungă de câțiva km (Peștera Ciur Ponor).

Volumul dinamic al zonei înecate V_{dyn} (Tabelul 4), este remarcabil pentru unele sisteme carstice, cum sunt Aștileu, Roșia și Toplița de Vida, pentru alte sisteme însă valoarea acestui volum este foarte mică, remarcându-se sub acest aspect sistemul Toplița de Roșia, subliniind faptul menționat anterior, și anume că, declinul lent al debitului său este datorat alimentării preponderente de pe terenuri necarstice.

Diagrama i/k (Fig. 4) arată că sistemele din Munții Pădurea Craiului sunt puternic carstificate

și, în unele cazuri (nr. 1 – Aștileu și 5 – Toplița de Vida), au rețele importante de galerii inundate.

Parametrii majorității sistemelor carstice din Munții Pădurea Craiului, prezentați în tabelul 4 au valori, asemănătoare tipului Baget. Numai izbul Aștileu prezintă un răspuns de tip Aliou, dar alți parametri îl plasează într-o poziție intermediară,

între tipurile Baget și Fontestorbes. Izbul Aștileu este alimentat atât dintr-o arie vastă de captare, cât și din ponoare cu debite importante (Pârâul Mniera la peștera Potriva) în conexiune subterană rapidă cu izvorul (262 m³/oră).

Metoda analizei corelatorii și spectrale folosește seriile temporale de debite și ploi, iar cu cât aceste serii sunt mai lungi, cu atât rezultatele sunt mai bune. Din nefericire, pentru sursele studiate nu dispunem decât de un an de observații, însă și în aceste circumstanțe, informațiile obținute sunt utile.

În anul hidrologic X.1997–IX.1998 a fost instituită o rețea de observații și măsurători hidrometrice care a inclus izburile Aștileu, Toplița de Roșia, Toplița de Vida și Peștera de la Vadu Crișului. În tabelul 5 se prezintă caracteristicile recesiunii surselor înregistrate în anul hidrologic amintit.

Peștera de la Vadu Crișului este singura sursă carstică din Munții Pădurea Craiului inclusă în rețeaua națională a INMH, observațiile sistematice de debite începând în anul 1957. În perioada 1957–1999, cursul subteran a avut un debit mediu de 211 l/s, cu fluctuații între 9,4 și 7700 l/s. Prelucrarea prin metoda analizei corelatorii și spectrale a seriilor temporale de debite înregistrate în perioada 1976–1997, aduce date importante la descifrarea modului de funcționare a sistemului carstic:

– timpul de regularizare al sistemului are o valoare de 24 zile, interval după care orice impuls ploaie este complet șters de către sistem. Inerția sistemului este în jur de 10 zile;

– periodicitatea plurianuală a debitelor este de 357,1 zile, traducând influența distribuției sezoniere a

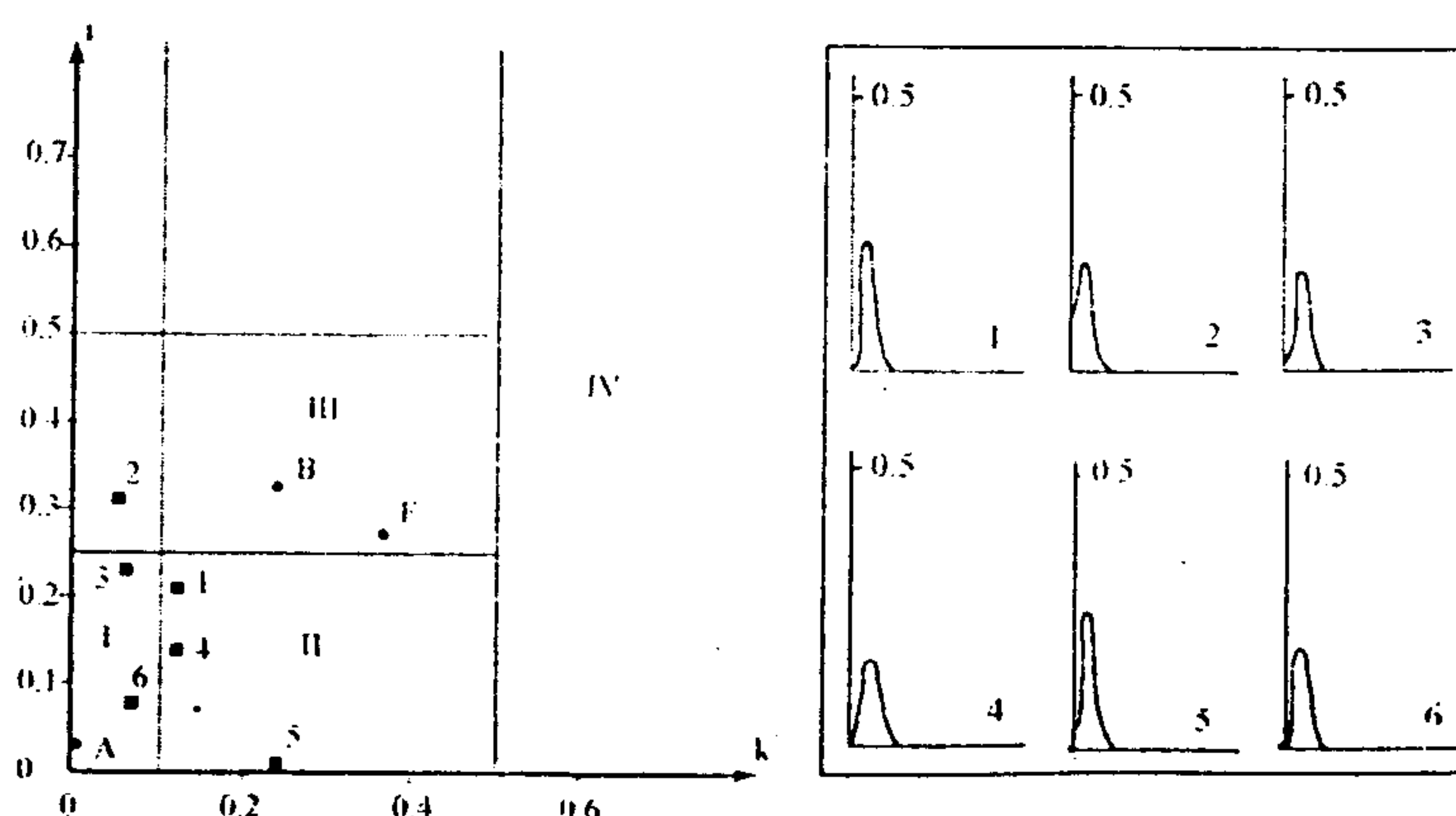


Fig. 4. Diagrama i/k ; Poziția sistemelor carstice majore din Munții Pădurea Craiului în clasificarea i/k propusă de Mangin (dreapta) și hidrografele unitare ale acestor sisteme (stânga). Modele: A- Aliou, B- Baget, F- Fontestorbes.

Munții Pădurea Craiului

Tabelul 5. Parametrii caracteristici recesiunii acviferelor

Sursa Parametri	Izbucul Aștileu	Peștera de la Vadu Crișului	Toplița de Roșia	Toplița de Vida
Perioada de recesiune	09.07-24.08. 1998	28.07-25.11. 1997	05.05-11.06. 1998	08.08-23.08. 1998
α	0,0421	0,0106	0,0375	0,0052
η	0,0667	0,0313	0,0833	0,0625
ε	1,510	0,165	0,386	0,018
Q_{ro} , l/s	710,7	268	106,7	83,853
Q_0 , l/s	2400,0	690	498,4	360,1
Q_0 , l/s	1685,3	422	391,7	276,237
Q_0 est. l/s	1685,3	422	391,7	276,237
Q_0 est. l/s	2400,0	690	498,4	360,100
Q'_{ro} , l/s	380,0	191	68,0	77,200
t_r , zile	15	32	12	16
V_{dyn} , m ³	1.470.000	2.180.000	246.000	1.400.000
V_{dyn} , m ³	780.000	1.550.000	156.000	1.290.000
V_{est} , m ³	220.000	260.000	97.000	170.000
V_0 , m ³	1.690.000	2.440.000	343.000	1.570.000
V_{dyn}/V_0 %	87	89	72	89
V_{est}/V_0 %	13	11	28	11

precipitațiilor. Un al doilea sezon ploios, cu o amplitudine mai redusă are o periodicitate de 156 zile;

– prezența simultană a unei scurgeri rapide cu durata scurtă și a unei scurgeri inerțiale cu durata lungă, fapte ce presupun că partea superioară a acviferului este intens carstificată, fără rezerve, foarte transmisivă și slab capacitivă. Partea profundă a acviferului are trăsături opuse și posedă rezerve importante;

– debitele prezintă o descreștere relativ rapidă, valoarea $r_k = 0,2$ pe corelograma simplă este atinsă după 17 zile, indicând un efect memorie modest al sistemului și implicit o valoare scăzută a rezervelor;

– corelograma încrucișată, realizată între șirul de precipitații măsurate la Zece Hotate și șirul de debite măsurate la Peștera de la Vadu Crișului, indică o relație rapidă, sub două zile, între impulsul ploaie și creșterea debitelor;

– debitul sistemului este puternic influențat de regimul precipitațiilor, iar coeficienții de epuizare au valori relativ mari (0,008–0,0125 zile⁻¹) trădând circulația și înmagazinarea apelor în principal pe conducte și goluri de alimentare relativ mari. Volumul de ape înmagazinate la debutul perioadelor de secare este relativ redus, de ordinul a 0,27–0,43.10⁶ m³.

Bibliografie

- Bordea S., Bordea Josefina, Mantea Gh., Costea C. (1986) Zece Hotate. *Harta geologică a României, scara 1:50.000*, IGR, București.
- Bordea S., Bordea Josefina, Mantea Gh., Marinescu F., Stefanescu M., Ionescu G., Popescu A. (1992) Meziad. *Harta geologică a României, scara 1:50.000*, IGG, București.
- Feșnic V. (1970) Unele aspecte privind relieful carstic din jurul localității Tășad (jud. Bihor). *Lucrări științifice. Inst. pedagogic Oradea, serie A*, pp. 217–223.
- Gașpar E., Orășeanu I. (1987) Natural and artificial tracers in the study of the hydrodynamics of the karst. *Theoretical and Applied Karstology* 3, pp. 31–107.
- Jurkiewicz A., Orășeanu I. (1995) Karstic terraines and major karstic system in Romania. *Karst Water Resources (Proc. of the Ankara-Antalya Symposium, July, 1995)* A.A. Balkema/ Rotterdam/Brookfield, pp. 471–478.
- Orășeanu I. (1985) Partial captures and diffuence surfaces. Examples from the northern karst area of Pădurea Craiului Mountains. *Theoretical and Applied Karstology* 2, pp. 211–216.
- Orășeanu I. (1991) Hydrogeological map of the Pădurea Craiului Mountains (Romania). *Theoretical and Applied Karstology* 4, pp. 97–127.
- Orășeanu I., Gașpar E. (1980–1981) Cercetări cu trasori radioactivi privind stabilirea zonei de alimentare a cursului subteran din Peștera Vântului (Munții Pădurea Craiului). *Nymphaea*, VIII–IX, pp. 379–386.
- Orășeanu I., Iurkiewicz A., Gașpar E., Pop I. (1984) Sur les conditions hydrogeologiques des accumulations de bauxite du plateau karstique Răcaș-Sclavul Pleș (Monts Pădurea Craiului). *Theoretical and Applied Karstology* 1, pp. 147–152.
- Orășeanu I., Iurkiewicz A. (1987) Hydrological karst system in Pădurea Craiului Mountains. *Theoretical and Applied Karstology* 3, pp. 215–222.
- Patrulius D., Popa Elena, Cîmpeanu Șt., Orășeanu Th. (1973) Remetși. *Harta geologică a României scara 1:50.000*, IGR, București.
- Rusu T. (1968) Cercetări de morfologie și hidrografie carstică în bazinul superior al văii Roșia (Munții Pădurea Craiului). *Lucr. Inst. Speol. E. Racoviță VII*, pp. 11–44.
- Rusu T. (1973) La genese et l'evolution du reseau hydrographique des Monts Pădurea Craiului. *Livre du cinquanteaire du l'Inst. Speol. E. Racoviță*, Ed. Acad, RSR, pp. 575–589.
- Rusu T. (1978) Considerations generales sur les depressions de capture karstique des Monts Pădurea Craiului. *Trav. Inst. Speol. "Emile Racovitza" XVII*, pp. 157–164.
- Rusu T. (1981) Les drainages souterraines de Monts Pădurea Craiului. *Trav. Inst. Speol. "Emile Racovitza" XX*, pp. 187–205.
- Rusu T. (1988) *Carstul din Munții Pădurea Craiului. Pe urmele apelor subterane*. Editura Dacia, Cluj-Napoca, 254 p.
- Vălenaș L., Iurkiewicz A. (1980–1981) Studiul complex al carstului din zona Suncuiș-Mișid (Munții Pădurea Craiului). *Nymphaea*, VIII–IX, pp. 311–378.