

MODALITĂȚI DE STABILIRE A INFLUENȚEI CANTITATIVE A CARSTULUI ASUPRA VARIAȚIEI SCURGERII DE SUPRAFAȚĂ ÎN BAZINUL REPREZENTATIV MONEASA

Dr. Pompiliu Miță*

Cercetător științific gradul I - I.N.H.G.A.

Dr. ing. Iancu Orășeanu

Hidrogeolog expert

Dr. ing. Ciprian Corbuș*

În lucrare sunt prezentate metodele cu ajutorul cărora s-a stabilit la modul cantitativ, influența pe care o exercită carstul asupra variației scurgerii de suprafață în cadrul bazinului reprezentativ Moneasa, constatată în cazul unor stații hidrometrice din acest bazin.

Aceste metode au fost: hidrologică, hidrometrică, chimică (marcările cu trasori) și cercetările privind geologia zonei.

Prin folosirea acestor metode s-au stabilit: zonele în care au loc infiltrații importante ale debitelor de apă și mărimea acestora, traseele subterane ale infiltrațiilor, locul de apariție și mărimea resurgențelor.

S-a obținut în final un bilanț al apei aproape perfect, care a condus și la concluzia că metodele folosite au fost cele mai adecvate pentru studiul propus.

This paper presents the methods that were used to quantitatively establish the influence that the karst had on the surface flow variation within the representative Moneasa basin, ascertained in the case of some hydrometrical stations in that basin.

Those methods were: hydrological, hydrometrical, chemical (tracer markings) and research concerning the geology of the area.

By using these methods it was established the areas in which important water discharge infiltration take place and their size, the underground layout of the infiltrations, the origins and size of the resurgences.

Finally, a nearly perfect water balance as obtained, which also lead to the conclusion that the used methods were most appropriate for the proposed study.

Cuvinte cheie: carst, scurgere de suprafață, scurgere subterană, bilanț hidric, resurgență, zona endoreică.

1. Introducere

Elaborarea studiului privind influența carstului asupra scurgerii de suprafață în cazul bazinului reprezentativ Moneasa și a zonelor imediat învecinate, s-a datorat în primul rând anomaliilor constatate în privința regimului scurgerii râurilor din această zonă, cauzate indiscutabil de prezența carstului.

Un alt motiv a fost existența unui fond

foarte bun de date hidrometeorologice, obținut la stațiile hidrometrice din cadrul acestui bazin, dar și măsurătorile cu caracter expediționar (marcări cu trasori, debite de apă) efectuate în spații caracteristice.

Un motiv important l-a constituit însă și interesul manifestat de unele unități economice de a cunoaște regimul scurgerii râurilor, cu precădere schimbul de ape suprafață-subteran ce are loc în cadrul acestui spațiu hidrografic.

Referent științific: **dr. ing. Ion Tecuci**

2. Prezentare generală a caracteristicilor factorilor cadrului natural din bazinul hidrografic Moneasa

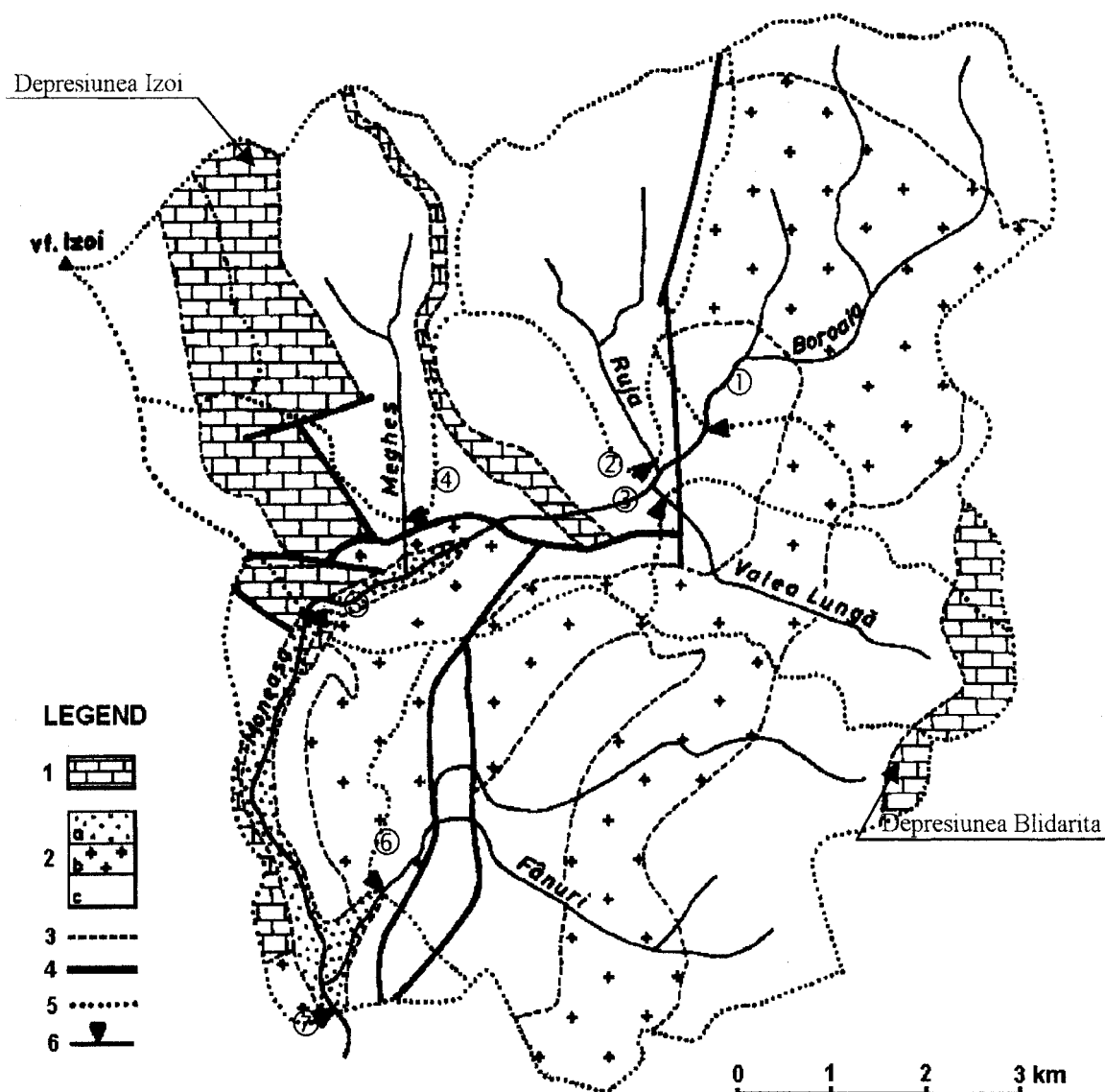
Bazinul hidrografic Moneasa, care face parte din bazinul hidrografic Crișul Alb, este situat în vestul țării, în zona munților Codru-Moma de joasă altitudine. Cel mai înalt vârf din acești munți, vârful Izoi, are doar 1097 m. Suprafața acestui bazin, la stația hidrometrică de închidere Rănușa este de 76,2 km² și îi corespunde o altitudine medie de 570 m.

Din punct de vedere geologic, în bazinul hidrografic Moneasa sunt dominante rocile vulcanice, marnele, argilele ca și nisipurile și pietrișurile. După cum se constată din harta prezentată în figura 1 [2], [8], rocile calcaroase ocupă doar o mică parte din suprafața bazinului

Moneasa. În estul bazinului acestea ocupă o zonă foarte restrânsă în partea superioară a pâraielor Valea Lungă, Fânuri și Boroaia. Calcarele din această zonă sunt slab carstificate și nu au efecte semnificative asupra scurgerii de suprafață.

Pe arii mai extinse zonele calcaroase sunt prezente în partea de nord-vest a bazinului Moneasa. O fâșie îngustă străbate partea de est a subbazinului Megheș și se continuă spre valea râului Moneasa pe care o și intersectează. Zona cea mai compactă există însă în partea de vest a bazinului Moneasa și în cadrul subbazinului Megheș (fig. 1).

Calcarele din aceste zone sunt cel mai puternic carstificate și ca urmare aici se produc și cele mai mari anomalii ale scurgerii de suprafață.



1. Roci carstificate; 2. Roci necarstice: a) nisipuri și pietrișuri; b) roci vulcanice; c) argile, marne, gresii, minerale calcaroase; 3. Limite geologice; 4. Fisuri; 5. Limite de bazin; 6. Stații hidrometrice:

1. Boroaia; 2. Ruja; 3. Păstrăvărie; 4. Sonda; 5. Moneasa; 6. Rănușa - Fânuri; 7. Rănușa - Moneasa

Fig. 1. Harta geologică a bazinului reprezentativ Moneasa (după Bleahu, 1965)

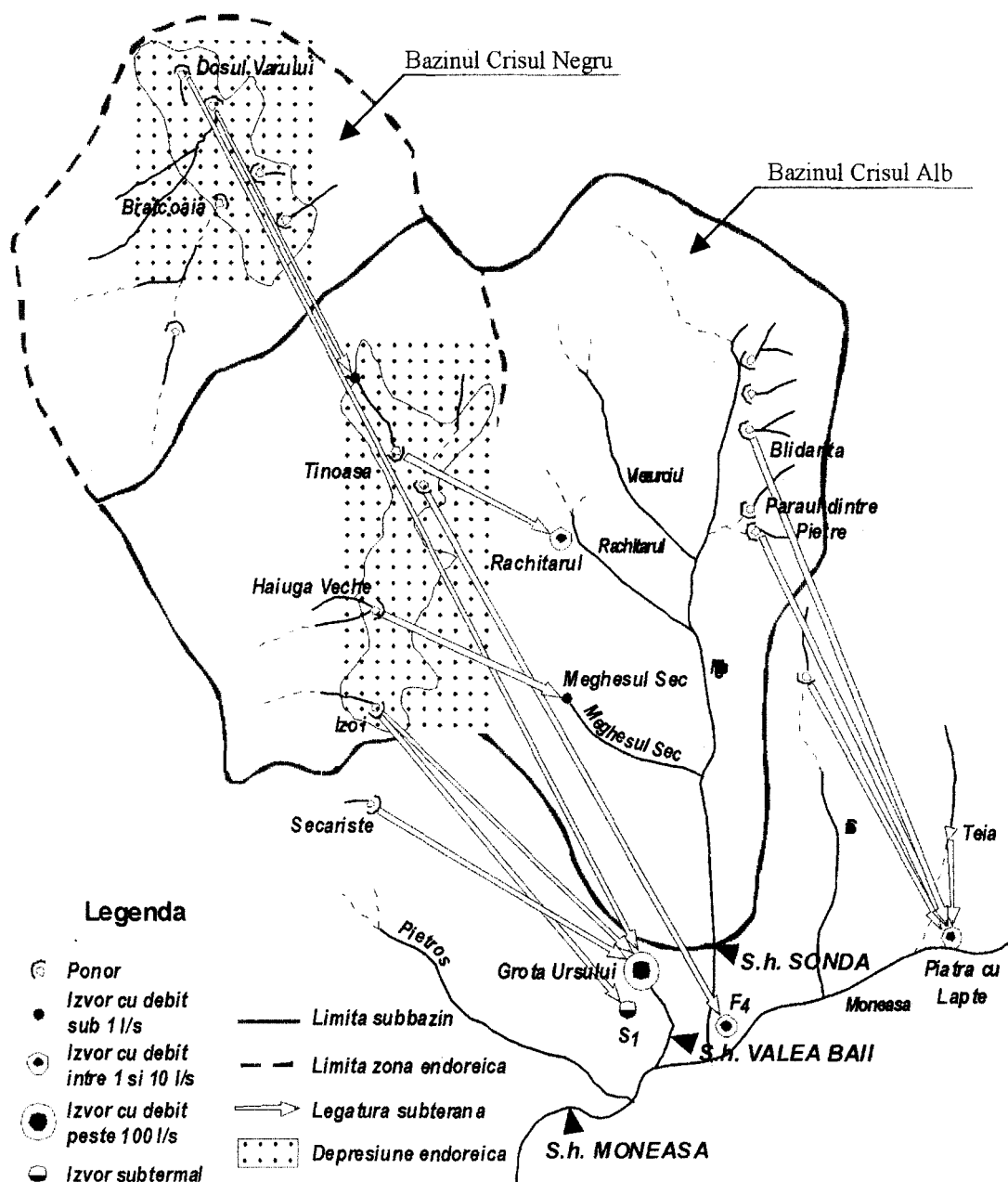


Fig. 2. Traseele subterane din zona hidrografică Megheș - Moneasa (Crișul Alb) - Brătcoia (Crișul Negru)

Asupra variației scurgerii de suprafață din bazinul Moneasa influențează însă, după cum se va constata, și zona carstică din afara acestui bazin aparținând bazinului hidrografic Crișul Negru (fig. 2).

3. Succintă prezentare a activității hidro-meteorologice din cadrul bazinului hidrografic Moneasa

În cadrul bazinului hidrografic Moneasa există 8 stații hidrometrice, ale căror subbazine au suprafețe cuprinse între 0,15 și 49,4 km² (fig. 1). Activitatea la 7 din cele 8 stații hidrometrice s-a desfășurat fără întrerupere începând din anul 1975. În acest bazin mai funcționează 5 posturi

pluviometrice, dintre care 4 dotate cu pluviografe.

Fondul bun de date acumulat în acest bazin a permis studiul mai multor probleme din domeniul hidrologiei bazinelor mici, cum au fost de exemplu: dependența elementelor undelor de viitură de caracteristicile ploilor și de ansamblul factorilor cadrului natural, dependența coeficienților de scurgere și a timpilor de concentrare a scurgerii maxime de factorii genetici și condiționali, compunerea undelor de viitură etc. [6].

În contextul rezultatelor bune obținute, bazinul reprezentativ Moneasa a fost propus și acceptat în anul 1993 în Rețeaua Europeană de Bazine reprezentative și experimentale (Euro-

pean Network of Experimental and Representative Basins - E.R.B.).

O problemă însă, de o deosebită importanță, nu a fost încă analizată și anume problema anomaliilor scurgerii de suprafață în cazul unor subbazine în care predomină carstul.

În acest fel, influența cantitativă a carstului asupra scurgerii de suprafață a constituit principalul obiectiv al acestei lucrări.

4. Metodele folosite pentru stabilirea influenței carstului asupra scurgerii de suprafață

- Folosirea relației $\bar{q} = f(\bar{H})$ dintre debitele medii multianuale specifice, $\bar{q}$ (l/s km²), și altitudinea medie bazinală, $\bar{H}$ (m), obținută în cazul zonei respective pe baza datelor de la stațiile hidrometrice neinfluențate de carst, pentru stabilirea abaterii $\bar{q}$ în cazul bazinelor/stațiilor hidrometrice influențate de carst [4], [7].

- Cercetările geologice pentru stabilirea zonelor de infiltrație și cu resurgențe din zona studiată.

- Marcările cu trasori pentru stabilirea traseelor subterane, în contextul determinării schimbului de apă prin subteran între diverse spații hidrografice [8], [9], [10].

- Măsurători de debite, efectuate concomitent la stațiile hidrometrice, la izvoare și în secțiunile de concentrare a apei din zonele /spațiile de infiltrație [3], [10].

Este de subliniat faptul că în cadrul lucrării analiza s-a efectuat pe baza debitelor medii multianuale, $\bar{Q}$ (l/s), de la stațiile hidrometrice, dar și de la izvoare. După cum se știe însă, la majoritatea izvoarelor nu există activitate permanentă pentru a putea determina statistic debitul mediu multianual, așa cum se determină la stațiile hidrometrice din bazin. Din acest motiv, debitul mediu multianual la izvor se determină cu relația:

$$\bar{Q}_{izv} = \bar{Q} \frac{Q}{Q_{izv}}$$

unde: Q (l/s) reprezintă debitul măsurat la stația hidrometrică din bazin, la aceeași dată când s-a măsurat debitul la izvor, Q_{izv} (l/s).

5. Diminuarea substanțială a debitului multianual în subbazinul Megheș

Investigația geologică indică faptul că în

cadrul subbazinului Megheș există o fâșie îngustă cu calcare carstificate în nord-estul subbazinului, extinsă pe o suprafață de numai 0,4 km² și o zonă mai extinsă, de 4,2 km², în nord-vestul subbazinului în care calcarele sunt cele mai carstificate, prezentând un puternic grad de fisurare prin care apa se infiltrează cu ușurință (fig. 1).

Este de subliniat că în ambele zone domină infiltrațiile în subteran, care reprezintă și singura cauză a diminuării scurgerii în subbazinul Megheș.

- Relația $\bar{q} = f(\bar{H})$, care după cum s-a menționat a fost obținută pe baza datelor de la stațiile hidrometrice neinfluențate de carst (fig. 3), scoate în evidență o valoare sensibil mai mică a debitului mediu multianual la stația hidrometrică Sonda, cu peste 55%, în comparație cu valorile corespunzătoare celorlalte stații hidrometrice ale căror bazine nu sunt influențate de carst.

Această abatere este pusă în evidență în primul rând de relația prezentată în figura 3. Relația indică faptul că fără influența carstului debitul mediu multianual $\bar{Q}$ (l/s) la stația hidrometrică Sonda ar fi fost de 192 l/s. Această valoare rezultă în cazul unui debit multianual specific $\bar{q} = 19,2$ l/s km² corespunzător altitudinii medii bazinale $\bar{H} = 681$ m și a unei suprafețe de 10 km².

- Din perioada de măsurători 1975 - 2000 s-a determinat însă un debit de numai 84 l/s, mai mic decât în condiții normale cu 108 l/s.

Principala cauză a micșorării debitului în subbazinul Megheș o reprezintă infiltrațiile care au loc în zona endoreică Izoi, din nord-vestul subbazinului Megheș (fig. 1).

Această zonă are o suprafață $F = 4,2$ km² și o altitudine, $\bar{H} = 800$ m. Prin folosirea relației $\bar{q} = f(\bar{H})$ reiese în cazul altitudinii respective, o valoare $\bar{q} = 24,5$ l/s și în consecință o valoare $\bar{Q} = 103$ l/s (fig. 3).

Din analiza efectuată a reieșit că cea mai mare parte din acest debit ajunge în afara subbazinului Megheș, iar la stația hidrometrică Sonda se constată lipsa acestui aport.

A doua cauză a micșorării debitului la stația hidrometrică Sonda o reprezintă infiltrațiile, de mai mică importanță însă, care au loc în depresiunea carstică Blidărița (fig. 2).

Această depresiune se caracterizează printr-

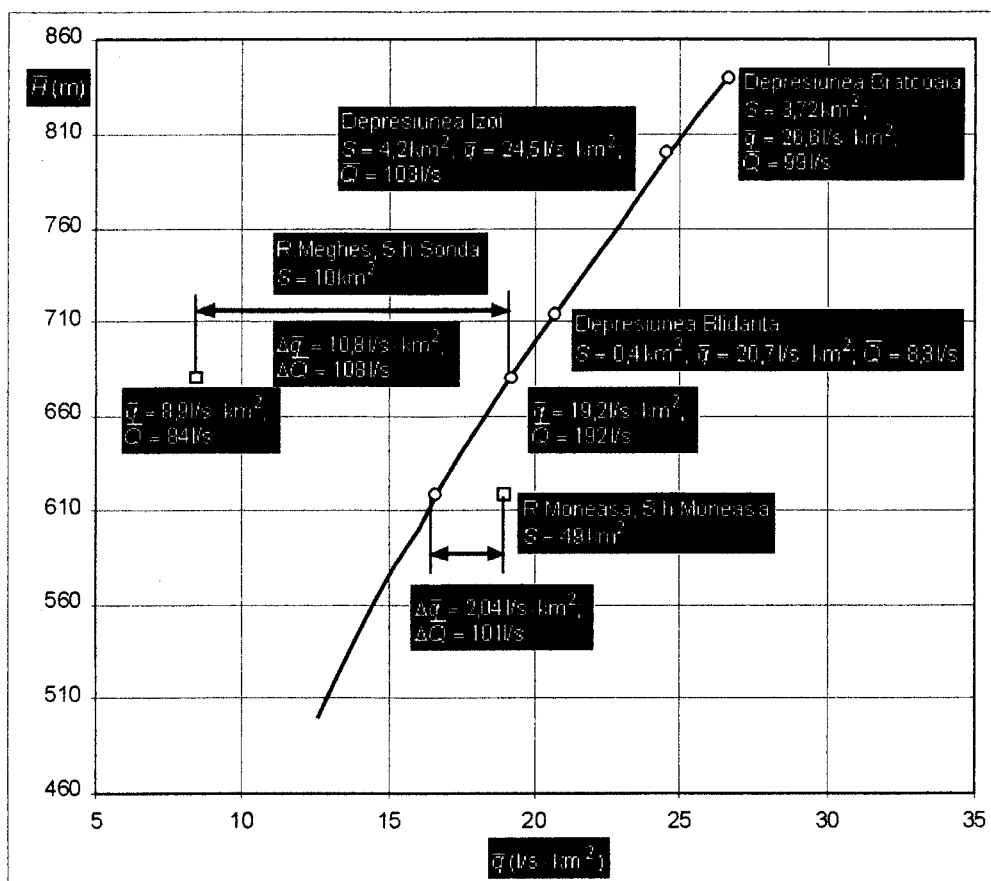


Fig. 3. Bilanțul apei în bazinul reprezentativ Moneasa folosind relația $\bar{q} = f(\bar{H})$

o suprafață, S , de 0,4 km² și o altitudine medie bazinală, $\bar{H}$, de 720 m.

În concordanță cu aceste caracteristici morfo-hidrografice relația $\bar{q} = f(\bar{H})$ indică o valoare $\bar{q} = 20,7$ l/s km² și implicit un debit $\bar{Q} = 8,3$ l/s.

• Marcările cu trasori (fluoresceină, rhodamină, etc.) [8], [9], [10] au indicat și traseele subterane ale acestor infiltrații (fig. 2).

În același timp măsurătorile de debit și calculele hidrologice au precizat și la modul cantitativ, valoarea resurgențelor, acolo unde apar „la zi” infiltrațiile semnalate.

Bilanțul pierderilor din depresiunea Izoi este (fig. 4):

$$QI = QGU + QSI + QR + QMS = 92 \text{ l/s} + 4 \text{ l/s} + 6 \text{ l/s} + 1 \text{ l/s} = 103 \text{ l/s}$$

unde: QI reprezintă debitul total al depresiunii Izoi (pierdut în totalitate); QGU - debitul care ajunge la Izvorul Grota Ursului prin Ponorul Izoi 1; QSI - debitul care ajunge la Izvorul subtermal 1 prin Ponorul Izoi 2; QR - debitul care ajunge la Izvorul Răchitarul prin Ponorul Tinoasa; QMS - debitul care ajunge la Izvorul Megheșul Sec prin Ponorul Haiuga Veche.

Bilanțul pierderilor din depresiunea Blidărița

este (fig. 4):

$$QB = QPL1 + QPL2 = 4 \text{ l/s} + 4 \text{ l/s} = 8 \text{ l/s}$$

unde: QB reprezintă debitul total al depresiunii Blidărița (pierdut în totalitate); $QPL1$ - debitul care ajunge la Izvorul Piatra cu Lapte 1 prin Ponorul Pârâul dintre Pietre; $QPL2$ - debitul care ajunge la Izvorul Piatra cu Lapte 2 prin Ponorul Blidărița.

La precizarea pierderilor globale de debit din subbazinul Megheș (QM) s-au luat în considerare, în mod normal numai infiltrațiile din depresiunile endoreice Izoi și Blidărița care ajung în afara acestui subbazin astfel:

$$QM = QGU + QSI + QPL1 + QPL2 = 92 \text{ l/s} + 4 \text{ l/s} + 4 \text{ l/s} + 4 \text{ l/s} = 104 \text{ l/s}$$

Această valoare (104 l/s) este apropiată de valoarea 108 l/s, cât a rezultat a fi valoarea debitului mediu multianual la stația hidrometrică Sonda.

Rămâne să se consemneze neînchiderea bilanțului cu 4 l/s, valoare nesemnificativă care poate fi trecută la pierderi din subbazinul Megheș încă neidentificate.

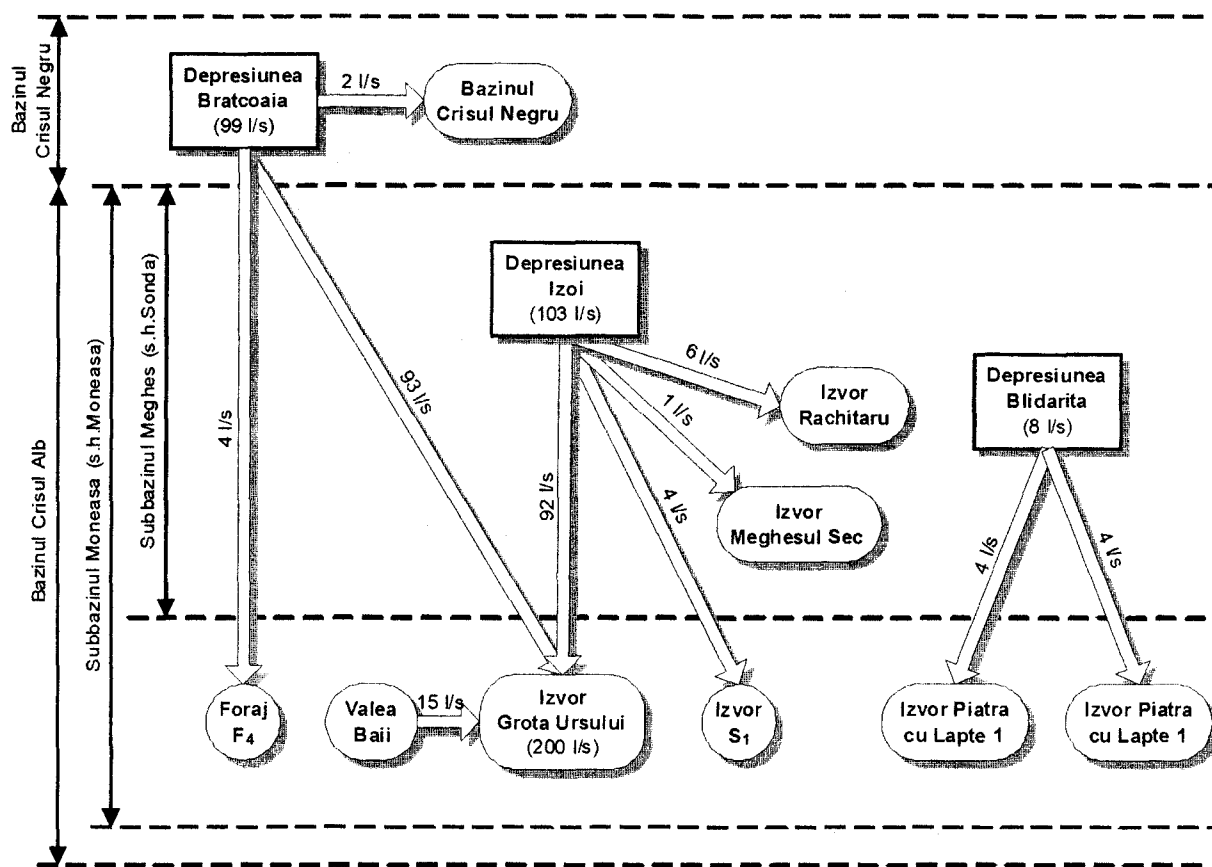


Fig. 4. Schița cu traseele subterane în zona hidrografică Crișul Negru - Crișul Alb (Bazinul Moneasa).
Bilanțul debitelor (pierderi, resurgențe)

6. Aportul suplimentar de debit la stația hidrometrică Moneasa, cauzat de infiltrațiile din Bazinul Crișul Negru

În cazul stației hidrometrice Moneasa, care controlează hidrometric o suprafață de 49,4 km² din cadrul bazinului Moneasa, studiul a arătat de această dată un aport suplimentar de debit, de 101 l/s.

Acest aport rezultă din diferența între valoarea debitului mediu multianual, 936 l/s, determinat din perioada de măsurători (1975 - 2000) și valoarea 835 l/s cât ar fi trebuit să existe în condițiile neinfluenței carstului, fiind determinat din relația $\bar{q} = f(\bar{H})$ obținută după cum s-a menționat pentru condiții normale de scurgere.

De subliniat că valoarea $\bar{Q} = 835$ l/s a fost obținută ținând seama de valoarea $\bar{q} = 16,9$ l/s, corespunzătoare altitudinii medii bazinale, $\bar{H} = 618$ m și în cazul unei suprafețe $S = 49,4$ km².

Nu trebuie trasă concluzia că acest aport provine din pierderile din subbazinul Megheș menționate anterior. Aceasta din simplul motiv că subbazinul Megheș face parte din Bazinul Moneasa și este situat amonte de stația hidro-

metrică Moneasa, iar pierderile din acest subbazin sunt captate în totalitate la stația hidrometrică Moneasa. În figura 2 se constată clar acest fapt.

În consecință, aportul de debit de la stația hidrometrică Moneasa provine din altă zonă.

Marcările cu trasori [8] au arătat că această zonă este Depresiunea Brătcoia (fig. 2).

Această depresiune de natură carstică aparține bazinului hidrografic Crișul Negru și este situată la NV de subbazinul Megheș. Ea are o suprafață $S = 3,72$ km² și o altitudine medie bazinală, $\bar{H} = 841$ m.

Pentru a stabili dacă aportul suplimentar de debit constatat la stația hidrometrică Moneasa ($\Delta Q = 101$ l/s) se datorează infiltrațiilor din Depresiunea Brătcoia, s-a calculat debitul mediu multianual și pentru această depresiune, de asemenea în condițiile neinfluenței carstului, folosindu-se din nou relația $\bar{q} = f(\bar{H})$ valabilă și pentru această zonă.

Corespunzător caracteristicilor morfohidrografice menționate ($\bar{H} = 841$ m și $S = 3,72$ km²) a rezultat o valoare $\bar{q} = 26,6$ l/s km², respectiv o

valoare $\bar{Q} = 99$ l/s.

Prin compararea acestui debit cu aportul suplimentar de 101 l/s, determinat la stația hidrometrică Moneasa [3] și de traseul trasorilor (fig. 2) [8] se poate considera că infiltrațiile din Depresiunea Brătcoia reprezintă principala sursă a acestui aport.

Calcululele care sunt prezentate în continuare au demonstrat faptul că din debitul de 99 l/s corespunzător acestei depresiuni ajung în bazinul Moneasa 97 l/s.

Cea mai mare parte din acest debit se regăsește la Izvorul Grota Ursului și anume 93 l/s, iar 4 l/s la forajul F4 cu apă termală din stațiunea Moneasa. Ceilalți 2 l/s rămân în cadrul bazinului Crișul Negru.

Dar și această valoare, 97 l/s, este comparabilă cu valoarea aportului de 101 l/s stabilit pentru stația hidrometrică Moneasa și justifică proveniența acestui aport.

Bilanțul pierderilor din depresiunea Brătcoia este (fig. 4):

$$QBR = QGU + QF4 + QCN = 93 \text{ l/s} + 4 \text{ l/s} + 2 \text{ l/s} = 99 \text{ l/s}$$

unde QBR reprezintă debitul total al depresiunii Brătcoia (pierdut în totalitate); QGU - debitul care ajunge la Izvorul Grota Ursului; $QF4$ - debitul care ajunge la forajul F4; QCN - debitul care rămâne în bazinul Crișul Negru. QGU și $QF4$ ajung în afara bazinului Crișul Negru și anume în bazinul Moneasa, iar QCN rămâne în bazinul Crișul Negru.

O altă verificare privind aportul suplimentar de debit la stația hidrometrică Moneasa s-a făcut prin analizarea debitului de la Izvorul Grota Ursului ce apare amonte de stația hidrometrică Moneasa și bineînțeles a provenienței acestuia.

Debitul mediu multianual al izvorului a rezultat a fi de 197 l/s (perioada 1982 - 2000). Este unul din cele mai mari izvoare din zona Munților Apuseni.

Acest debit nu poate proveni de pe Valea Băii care are o suprafață de numai 1,15 km² și al cărui debit mediu multianual a fost evaluat la 15 l/s. El provine desigur din alte surse. Acestea ar avea în total 182 l/s, valoare ce rezultă din scăderea celor 15 l/s (corespunzător Văii Băii) din debitul de 197 l/s al izvorului.

Analiza anterioară a arătat că din Depresiunea Izoi ajung la acest izvor, 92 l/s, iar din

Depresiunea Brătcoia, 93 l/s. În total 185 l/s, valoare comparabilă cu aceea determinată din măsurători (182 l/s).

Aceasta înseamnă că și proveniența debitelor a fost stabilită corect, deci implicit și a debitului provenit din Depresiunea Brătcoia, de 93 l/s.

Acest fapt este important în contextul în care numai acest debit este luat în considerare la stabilirea provenienței aportului suplimentar la stația hidrometrică Moneasa pentru că vine din afara bazinului Moneasa.

Dacă la acest debit de 93 l/s se adaugă debitul ce apare la forajul F4 tot din Depresiunea Brătcoia, se ajunge la valoarea de 97 l/s, valoare foarte apropiată de aceea a aportului suplimentar de debit de la stația hidrometrică Moneasa.

Bilanțul surselor la Izvorul Grota Ursului este (fig. 4):

$$QGU = QVB + QI + QBR - QN = 15 \text{ l/s} + 192 \text{ l/s} + 193 \text{ l/s} - 3 \text{ l/s} = 197 \text{ l/s}$$

unde QGU este debitul la Izvorul Grota Ursului determinat în perioada 1982 - 2000; QVB - debitul Văii Băii, în care este situat Izvorul Grota Ursului; QI - debitul care provine din Depresiunea Izoi; QBR - debitul care provine din Depresiunea Brătcoia; QN - debit încă neidentificat.

Pe ansamblul bazinului reprezentativ Moneasa, influența carstului asupra scurgerii de suprafață se manifestă astfel:

- în subbazinul Megheș, la stația hidrometrică Sonda, debitul mediu multianual este mai mic cu 108 l/s față de debitul care ar fi rezultat în condiții normale de scurgere, deci cu 56,2% mai mic, cauza fiind infiltrațiile care au loc în acest subbazin, care ajung în afara acestuia;

- în cadrul bazinului Moneasa, la stația hidrometrică Moneasa, pierderile de debit care s-au constatat în subbazinul Megheș situat amonte, nu afectează debitul de la stația hidrometrică Moneasa, pentru că acestea au resurgențele amonte de stația hidrometrică;

- în bazinul Moneasa, la stația hidrometrică Moneasa, s-a determinat însă un aport de debit provenit, după cum s-a demonstrat, din bazinul hidrografic Crișul Negru (Depresiunea Brătcoia).

Un simplu bilanț la stația hidrometrică

Moneasa s-ar sintetiza astfel:

$$\overline{Q}_{S. h. \text{ Moneasa (date directe)}} = \overline{Q}_{S. h. \text{ Moneasa (cât ar fi fost regimul normal)}} + \overline{Q}_{\text{aport Crișul Alb}} + \overline{Q}_{\text{aport din alte zone}} = 832 \text{ l/s} + 97 \text{ l/s} + 7 \text{ l/s} = 936 \text{ l/s}.$$

Concluzii

1. Prin rezultatele și argumentele prezentate în lucrare se aduce o clarificare certă în privința schimburilor de apă în zona bazinului Moneasa.

2. Rezultatele obținute demonstrează că o analiză corectă a bilanțului scurgerii în zone carstice nu se poate face decât prin abordarea în mod unitar a ansamblului de metode folosite în cadrul acestui studiu.

Bibliografie

- [1] Apostol, A., Eisenburgen, D., Romanescu D., Spînach, S., Vijdea, V., *Contribuții geofizice la elucidarea structurii hidrogeologice a fundamentului stațiunii balneoclimaterice Băile Moneasa*. Stud. The. Ec. Seria E nr. 2. I.E.G. București, 1975.
- [2] Bleahu, M., *Geological maps of Romania*, Scale 1:100.000, sheet Moneasa. Instit. Geol. Geofiz. București, 1965.
- [3] Miță, P., *Regimul hidrologic al râurilor din zone carstice*. Meteorology and Hydrology, nr. 2, București, 1971.

[4] Miță, P., *Precizare privind schimburile de apă în zona carstică a bazinului superior al Dâmboviței*. Hidrotehnica, vol. 24, nr. 10, București, 1979.

[5] Miță, P., Bulgăr, A., *Contribuții la studiul scurgerii apei pe râuri influențate de carst din zona hidrografică dintre Cerna și Gilort*. Hidrotehnica, vol. 16, nr. 9, București, 1971.

[6] Miță, P., Corbuș, C., *Model for determination of flood waves in small basins up to 100 km²*. Conference on Catchment Hydrological and Biochemical Processes in Changing Environment, 22-24 September, Liblice, Czech Republic, p. 83-85, 1998.

[7] Miță, P., Muscanu, M., *În problema activității hidrometrice în zone carstice*. Studii și Cercetări. Partea a II a. Hidrologie, vol XLIV. INMH, București, 1975.

[8] Orășeanu, I., *Considerations on the hydrology of Vașcău Plateau (Codru Moma Mountains)*. Theoretical and Applied Karstology. Institutul de Speologie "Emil Racoviță", București, 1985.

[9] Orășeanu, I., *Partial captures and difference surfaces. Examples from the northern Karst area of Pădurea Craiului Mountains*. Theoretical and Applied Karstology. Institutul de Speologie "Emil Racoviță", București, 1985.

[10] Orășeanu, I., *Hydrological study of Moneasa area (Codru Moma Mountains)*. Theoretical and Applied Karstology. Institutul de Speologie "Emil Racoviță", București, 1987.

Articolul a intrat în redacție în iunie 2005.