

B.I.G

INSTITUTUL DE GEOLOGIE ȘI GEOFIZICĂ
STUDII TEHNICE ȘI ECONOMICE

40
127010
SERIA E

Hydrogeologie

Nr. 13

STUDII DE HIDROGEOLOGIE



BUCUREŞTI
1978



Institutul Geologic al României

**Responsabilitatea asupra conținutului articolelor
revine în exclusivitate autorilor**



Institutul Geologic al României

**INSTITUTUL DE GEOLOGIE ȘI GEOFIZICĂ
STUDII TEHNICE ȘI ECONOMICE**

SERIA E

Hidrogeologie

Nr. 13

STUDII DE HIDROGEOLOGIE



BUCUREŞTI
1978



Institutul Geologic al României

CONTENU

(Résumés)

	Page
D. Slăvoacă, M. Feru, Veronica Geamănu, G. Simion, Natalia Golită, P. Lungu. Considérations hydrogéologiques sur les émergences naturelles d'eaux thermales de Roumanie	14
M. U. Feru. Eaux minérales d'Olănești	39
I. Orășeanu, E. Anghel, E. Gașpar, Lucreția Dinescu. Etudes expérimentales avec des traceurs radioactifs en vue de préciser les conditions hydrogéologiques des gisements de Ghelar et de Teliuc	52
M. Florea. Aspects expérimentaux de la capilarité dans les sables	60
M. Florea, Anca Stanciu, Gh. Popa. Étude de la suffusion dans les talus du nouveau lac de décantage de Deva	67
M. Florea. Tassemement par subsidence du à l'abaissement du niveau des eaux souterraines, exemple de calcul pour la Centrale Thermo-Elec- trique de Rovinari	76



CUPRINS

	<u>Pag.</u>
D. Slăvoacă, M. Feru, Veronica Geamănu, G. Simion, Natalia Golită, P. Lungu. Considerații hidrogeologice asupra ivirilor naturale de ape termale din România	5
M. U. Feru. Apele minerale de la Olănești	17
I. Orășeanu, E. Anghel, E. Gașpar, Lucreția Dinescu. Studii experimentale cu trăsori radioactivi pentru precizarea condițiilor hidro- geologice ale zăcămintelor Ghelar și 'Teliuc	43
M. Florea. Aspecte experimentale ale capilarității în nisipuri	53
M. Florea, Anca Stanciu, Gh. Popa. Studiul sufoziunii pe taluzele iazului nou de decantare Deva	61
M. Florea. Tasarea prin subsidență, în urma coborârii nivelului apei sub- terane, cu exemplu de calcul pentru C.T.E. Rovinari	69
Recenzie	77





Institutul Geologic al României

CONSIDERAȚII HIDROGEOLOGICE ASUPRA IVIRILOR
NATURALE DE APE TERMALĂ DIN ROMÂNIA¹

DE

DAN SLĂVOACĂ, MIRCEA FERU, VERONICA GEAMĂNU,
GEORGEL SIMION, NATALIA GOLIȚĂ, PETRU LUNGU²

Abstract

Hydrogeological Considerations on Natural Occurrences of Thermal Waters in Romania. Starting from the statement that the natural occurrences of thermal waters in Romania are located in zones showing ruptural accidents associated with major fractures of the earth crust to which are also linked the Neogene magmatic phenomena up to the Quaternary, the authors consider that the thermalization of waters along the new eruptive formations from the East Carpathians and along the ones from the Apuseni Mountains is to be assigned to the occurrence of some geothermal areas determined by recent and subactual magmatic and volcanic phenomena. The heating of waters in these zones is performed either by convective transport of caloric energy, through fractures up to the aquifer reservoirs of some fluids (hot vapours occasionally also accompanied by gases), proceeded from the contact zones of the magma chambers with surrounding rocks, or even directly from magmas, or as a result of a conductive transfer of caloric energy from magmatic chambers in the above located sedimentary rocks. It is likewise estimated that the accumulations of thermal waters, localized in zones wherein no volcanic phenomena were recognized, reach their thermal character also owing to some deep-seated hot magmatic masses, which release caloric energy transmitted through thermic conduction in their roof, volatalizing the physically connected waters. The resulted vapours migrate along fractures to the surface discharging in the aquiferous accumulations located in their caprocks.

Cercetarea apelor termale pentru folosirea lor în scopuri balneare și eventual ca surse de energie, reprezintă o problemă de mare actualitate.

¹ Lucrare primită la 26 februarie 1977, acceptată pentru publicare la 24 mai 1977, comunicată în ședința din 20 decembrie 1976.

² I.G.P.S.M.S., str. Caransebeș nr. 1, București, 32.



Date cu caracter științific asupra existenței acestui tip de ape pe teritoriul țării noastre, au fost oferite de lucrările geologice executate de-a lungul anilor în zonele de apariție a acestora, însă cercetarea hidrogeologică sistematică a început numai după 1960 și a avut ca principal obiect de studiu depresiunea pannonică.

Rezultatele cercetărilor hidrogeologice ale apelor termale întreprinse în decursul anilor, au fost materializate într-un număr mare de lucrări aparținând, între alții, următorilor cercetători: Paucă (1958), Papiu (1960), Constantinescu, Croitoru (1965), Pasca (1965), Feru (1971), Slăvoacă (1971), Pricăjan (1972), Paraschiv et al. (1975), Vasilescu, Opran (1975), Bandrabur, Crăciun (1975), Airinei, Pricăjan (1975, 1976), Preda (1975), Crăciun, Bandrabur (1976).

În cadrul secției de prospecțiuni hidrogeologice din I.G.P.S.M.S., lucrări nepublicate privind cercetarea apelor termale au fost executate de geologii: Constantinescu, Croitoru (1965), Slăvoacă (1956, 1961, 1962, 1968, 1970), Feru (1961, 1965, 1970, 1973), Golită (1972, 1974), Geamănu, Geamănu (1968, 1969, 1973, 1975), Simion (1974, 1975), Popa (1974), Orășeanu (1970, 1973, 1974). La unele dintre acestea au mai participat Rodica Serban și Eugen Angel.

În anul 1973, răspunzînd prevederilor noilor legiferări privind dezvoltarea bazei energetice, s-a trecut la un program de cercetare sistematică a apelor termale de pe întreg teritoriul țării. În executarea acestui program au fost antrenate diverse organisme specializate, între care și secția de prospecțiuni hidrogeologice din Întreprinderea geologică de prospecțiuni pentru substanțe minerale solide, care în anii 1974 și 1975 a inventariat toate ivirile naturale de ape termale din lungul arcului Carpathic și din Munții Apuseni. Cu această ocazie au fost obținute date noi privind condițiile hidrogeologice de zăcămînt și au fost evidențiate zonele cu perspective de valorificare a apelor termale.

Fără pretenția de a rezolva toate problemele care se pun în legătură cu geneza, căile de circulație și toți ceilalți parametri caracteristici apelor termale, lucrarea de față are intenția numai de a prezenta principalele concluzii la care am ajuns privind zonele cu iviri naturale de ape termale din țară.

O primă concluzie se referă la faptul că acestea sunt legate de unele dintre mariile unități geologice care intră în alcătuirea teritoriului țării noastre, și anume numai de acelea care datorită particularităților lor tectonice și litologice prezintă în același timp condiții de formare, de înmagazinare și de descărcare ale apelor termale.

Principalele zone cu iviri de ape termale, în sensul celor arătate mai sus, sunt situate în Munții Apuseni, pe rama vestică a lor și în bazinele intramontane din cuprinsul acestora, în culoarul Mureșului și bazinul Streiului, în sinclinoriul Reșița — Moldova Nouă, în grabenul Cernei, pe flancul nordic și nord-vestic al Depresiunii Getice, pe aria de dezvoltare a vulcanitelor neogene și cuaternare și în unitatea de Tarcău

din Carpații Orientali, pe marginea de vest a masivului central dobrogean și în partea estică a platformei sud-dobrogene. Forajele hidrogeologice (I.F.L.G.S.) și cercetările de termometrie (I.G.G.) executate în cuprinsul acestor unități au conturat anomalii geotermice importante. Trebuie remarcat că, deși în depresiunea panonică și depresiunea valahă nu sînt cîtate iviri de ape termale, forajele executate au pus în evidență asemenea ape în diverse zone ale acestora (Liteanu et al. 1965; Vasilescu et al., 1968, 1970, 1975; Paraschiv et al. 1975). O situație similară a fost întîlnită în forajele executate în unele zone de pe teritoriul depresiunii transilvaniei (Paraschiv et al. 1975; Vasilescu, Opran, 1975). Notăm lipsa ivirilor de ape termale în cuprinsul podișului moldovenesc ca și a oricărora indicații de anomalii termice în forajele executate pe această unitate.

În cele ce urmează vom prezenta pe scurt condițiile de apariție la zi a apelor termale. Menționăm că în această lucrare nu vom lua în discuție apele termale asociate acumulărilor de hidrocarburi, întrucît acestea sunt localizate în structuri închise din punct de vedere hidrogeologic, termalizarea lor fiind efectul unor fenomene fizice specifice. Obiectul lucrării îl formează numai zonele cu apariții naturale de ape termale, și anume acele zone în care apele sunt „active“ din punct de vedere dinamic, adică au o alimentare și o descărcare permanentă. În asemenea zone am ținut seama și de datele forajelor hidrogeologice existente.

Ivirile de ape termale din cuprinsul Munților Apuseni, de pe rama vestică și din bazinele intramontane ale acestora, reprezintă desărcări, în general legate de accidente tectonice, ale unor acvifere acumulate în formațiuni carbonatice aparținînd ca vîrstă Triasicului, Jurasicului și Cretacicului sau în zonele permeabile ale sedimentarului și eruptivului neogen.

Ivirile naturale de ape termale în această unitate apar în următoarele zone :

Băile Felix—Băile 1 Mai în care apele termale ale ivirilor naturale au temperaturi cuprinse între 20° — 35° . În forajele executate în această zonă temperaturile cele mai ridicate ($49,5^{\circ}$) au fost întîlnite între adîncimile de 40—100 m ;

Lunca Sprie—Răbăgani din bazinul Beiușului, cu temperaturi ale apelor termale cuprinse între 15° — 25° ;

Cărand—Buteni, din bazinul Zarandului în care temperatura apelor variază între $18,5^{\circ}$ — 25° , iar debitele ivirilor sunt cuprinse între 5—10 l/s ;

Moneasa, unde au fost măsurate temperaturi de 24° — 33° și debite de 1—20 l/s ;

Băile Vața cu ape termale ale căror temperaturi oscilează în jurul valorii de 38° — 39° iar debitele sunt de 1 l/s.



Din punct de vedere chimic au fost întâlnite mai ales ape carbonatate calcice cu mineralizații sub 1 g/l și mai rar ape sulfatare, clorosodice, sulfuroase, cu mineralizații de 1—2 g/l.

În culoarul Mureșului și bazinul Streiului, apele termale acumulate în calcarele insulei cristaline a Rapoltului și în dolomitele de Hunedoara se descarcă în lungul unor accidente tectonice, fie pe aria de afloare a rocilor cristaline, fie pe cea a formațiunilor cretacice, neogene și cuaternare care acoperă cristalinul.

Izvoarele termale din culoarul Mureșului apar pe o zonă cuprinsă între Bampotoc și Geoagiu. Debitele lor variază între 1,5—15 l/s, iar temperaturile sănt cuprinse între 17°—32°C.

În bazinul Streiului, izvoarele termale de la Călan apar în lunca Streiului cu temperaturi cuprinse între 19°—23° și debite între 0,5—1,5 l/s.

Caracterul chimic al apelor din aceste zone, este carbonatat calcic, sau calcic magnezian, mineralizațiile depășind puțin 1 g/l.

Apele termale din zona sinclinalului Reșița—Moldova Nouă, reprezintă manifestări la zi ale unor acumulări acvifere dezvoltate în roci carbonatice, ale căror puncte de descărcare sănt situate pe ali-niamentele fracturilor longitudinale care flanchează sinclinalul, sau pe falii care vin în contact cu acestea.

Ele prezintă temperaturi cuprinse între 18°—30° și debite între 1—5 l/s. Din punct de vedere chimic avem de-a face cu ape carbonatate, cu mineralizații în general sub 1 g/l.

Apele termale din zona grabenului Cernei sănt localizate în depozite carbonatice jurasice și în granitul de Cerna și se manifestă la zi pe traseul fracturilor care fragmentează transversal această structură. Debitul mediu însumat al tuturor surselor de ape termale din această zonă este de aproximativ 300 l/s, temperaturile fiind cuprinse între 18—53°C. Din punct de vedere chimic avem de-a face cu ape clorurate sodice, bromiodurate, sulfuroase și ape carbonatate calcice cu concentrații mici sau foarte mici, care în zona Băile Herculane variază între 0,5—8,3 g/l. Prin foraje au fost puse în evidență ape cu temperaturi maxime de 62°C și o mineralizație maximă de 10 g/l.

Amplasarea ivirilor de ape termale de pe rama nordică și nord-vestică a depresiunii getice, urmărește direcția unui sistem de fracturi profunde cu orientare aproxiimativ est-vest, evidențiate geofizic imediat la exteriorul Carpaților Meridionali. Ele reprezintă descărcarea unor acvifere dezvoltate în roci arenitice, de vîrstă cretacic-superioară și eocen-inferioară (la Căciulata) și tortonian-sarmătiană (în zona Bala și Schela Cladovei). Nu este exclus ca în zona Căciulata să existe o acumulare acviferă termală și în calcarele jurasice (de tipul celor din Culmea Vînlurarița), transgredate de către depozitele de vîrstă cretacic-superioară. Apele termale din această zonă sănt clorosodice, bromiodurate, sulfuroase, cu mineralizații totale cuprinse între 2,4—18,2 g/l. Temperaturile sănt cuprinse între 23°—35°. Debitele furnizate de izvoare și foraje sănt cuprinse între 0,4—7 l/s.



În Carpații Orientali apele termale apar exclusiv pe aria de dezvoltare a vulcanitelor neogene sau în imediata apropiere a acestora (cu excepția celor de la Băile Sireu care se manifestă la zi din depozitele permeabile ale unității de Tarcău). Emergențele respective evidențiază existența unor ape termale localizate în roci carbonatice preneogene și neogene, în depozitele formațiunii vulcanogen-sedimentare și în andezite, care se descarcă pe un sistem de fracturi cu direcție generală nord-vest — sud-est. Ivirile de ape termale se dezvoltă într-o zonă cuprinsă între Baia Mare și Băile Sireu.

În zona Baia Mare ape termale, cu temperaturi cuprinse între 19° — 45° , au fost întâlnite în iviri naturale, foraje și lucrări miniere.

Apele termale din zona masivelor Gurghiu-Harghita încadrează linia craterelor lanțului eruptiv și se eșalonează de-a lungul a trei aliniamente importante :

1. Aliniamentul estic marcat de emergențele termale de la Toplița, pîrîul Heviz, Dănești, Mădăraș, Miercurea Ciuc, Jigodin, Sîncrăieni, Tușnad.
2. Aliniamentul vestic, pe care sănt eșalonate apele termale de la Lunca Bradului, pîrîul Sălard, Praid, Vlăhița, pîrîul Holoșag și pîrîul Bodvai.
3. Aliniamentul sudic pe care sănt distribuite ivirile de la Tălișoara, Biborțeni, pîrîul Bodvai și Tușnad.

Debitele sănt cuprinse între $0,02$ — 25 l/s, iar temperaturile apelor prezintă valori cuprinse între 16° și 29°C .

Cea mai sudică zonă cu ape termale din cuprinsul Carpaților Orientali este cea de la Băile Sireu, în care apele au temperaturi cuprinse între 25° — 34° și debit de $0,1$ — 1 l/s. Un foraj executat în apropierea ivirilor naturale a întâlnit ape cu temperatură de 59°C și debit de 3 l/s.

Din punct de vedere chimic, ivirile naturale de ape termale care apar în Carpații Orientali prezintă de regulă un caracter carbonat calcic sau sodic, cu mineralizații în general sub 1 g/l. La acestea se adaugă și ape clorosodice (Tușnad, Biborțeni) cu mineralizații cuprinse între 1 și 5 g/l sau sulfatare sodice în cazul apelor termale care apar în lucrări miniere. Prin foraje au fost întâlnite ape precumpănitor clorosodice, bromoiodurate, cu mineralizații de pînă la 21 — 25 g/l.

Aparițiile de ape termale situate în vestul masivului central dobrogean și în estul platformei sud dobrogene, reprezintă ape care se descarcă în lungul unor fracturi din roci carbonatice jurasice, în malul drept al Dunării între Capidava și Hîrșova și din roci sarmațiene în zona Mangalia.

Temperaturile variază între 19° — 37° . Din punct de vedere chimic, ele sănt clorosodice, bromoiodurate sau carbonatare, clorosodice, cu mineralizații cuprinse între 1 — 3 g/l. Menționăm că în foraje au fost detectate și ape cu temperaturi în jur de 50° .



Tinind seama de faptul că din punct de vedere economic interesează mai puțin fenomenele termogenetice primare, ci mai ales căile de acces și acumulările de ape termale situate în partea superioară a scoarței terestre, accesibile mijloacelor tehnice actuale, în cele ce urmează ne vom referi în special la acest din urmă aspect.

Din analiza condițiilor geologice-tectonice, precum și din repartizarea spațială a ivirilor de ape termale pe teritoriul țării, se desprinde concluzia că zonele de apariție ale acestora sunt distribuite în general pe aliniamentul fracturilor majore ale scoarței (P a r a s c h i v et al., 1975 ; V a s i l e s c u, O p r a n, 1975 ; A i r i n e i, P r i c ă j a n, 1975). Manifestarea la zi a apelor se produce în zonele de existență a unor accidente tectonice rupturale asociate acestor fracturi. Interesant de remarcat este faptul că principalele direcții ale accidentelor tectonice pe care debușează la suprafață apele termale din țara noastră sunt orientate NW-SE.

În interpretarea tectonică actuală, în care la baza alcătuirii edificiului structural al teritoriului țării noastre stă evoluția plăcilor lito-sferice (Rădulescu, Săndulescu, 1973 ; Rădulescu, 1976), fracturile menționate, ca și fenomenele magmatice care s-au desfășurat pînă la începutul și chiar în timpul Cuaternarului reprezintă efectul confruntării dintre aceste plăci. Tot ca urmare a acestor fenomene s-au format și asociații de roci plutonice staționate la anumite nivele ale scoarței în curs de migrare spre suprafață, situate sub arcurile vulcanice sau în afara lor. Diversele aspecte care privesc distribuția și geneza apelor termale de pe teritoriul României trebuie plasate în acest context.

Termalizarea apelor, distribuite relativ de-a lungul fracturilor profunde ce străbat fundamentul teritoriului României, nu poate fi pusă decît pe seama apariției unor arii geotermale determinate de fenomenele magmatice și vulcanice recente și subactuale. Este vorba despre ivirile situate de-a lungul eruptivului nou din Carpații Orientali și a celui din Munții Apuseni.

Aparițiile de ape termale și în zone în care nu se cunosc la zi produsele unui magmatism recent sau subactual, dar situate pe aliniamentele unor fracturi profunde conduc la concluzia admiterii existenței unor fenomene magmatice în stadii incipiente.

Intrucît aparițiile de ape termale sunt fie punctiforme, fie eșalonate pe aliniamente scurte săntem de părere că nu este vorba despre arii geotermale regionale (poate numai cu excepția depresiunii panonice).

Din analiza condițiilor hidrogeologice-hidrochimice ale zonelor cu iviri de ape termale mai rezultă următoarele constatări :

Ivirile de ape termale de pe teritoriul României prezintă valori de debit foarte diferite (de la 0,01 l/s pînă la aproximativ 20 l/s), fără ca să existe în ansamblu o legătură directă între valoarea debitului de apă termală și temperatură.



Din punct de vedere chimic, ivirile naturale de ape termale prezintă caracteristici foarte diverse și mineralizații cu valori dintre cele mai variate. Totuși se pot recunoaște două tipuri principale: ape bicarbonatace, calcice cu mineralizații sub 1 g/l și ape clorosodice, bromoiodurate de tipul apelor de zăcămînt cu mineralizații de peste 5 g/l, cu toată gama de caracteristici chimice intermediare, determinată de amestecul dintre acestea.

Dintre principalele apariții de ape bicarbonatace amintim pe cele de la Băile Felix—Băile 1 Mai, Moneasa, culoarul Mureșului și sinclinalor Reșița—Moldova Nouă, iar dintre cele cu un pronunțat caracter de ape de zăcămînt vom menționa pe cele de la Băile Herculane, Bala, Căciulata și Siriu.

Observația că în frecvențe cazuri (Băile Felix, Băile Herculane, Căciulata, Moneasa etc.) apele cu temperaturile cele mai ridicate sunt și cele mai puțin mineralizate ne conduce la concluzia că factorul termalizant este altul decât cel mineralizator și nu se influențează reciproc.

Analiza conținutului în elemente radioactive conduce la constatărea că nu se observă o legătură directă nici între valoarea temperaturilor și radioactivitate; prezența elementelor radioactive este determinată de natura petrografică a rocilor prin care circulă.

Ca o remarcă generală pentru aparițiiile de ape termale bicarbonatace cu mineralizație redusă este faptul că acestea sunt însoțite de emisiuni de gaze libere în a căror compoziție predomină azotul, spre deosebire de cele clorosodice în care ponderea o dețin hidrocarburile gazoase. Cantitățile mari de hidrocarburi gazoase care însoțesc apele clorosodice se asociază întotdeauna cu caracterul chimic de ape de zăcămînt.

Aceste constatări cu caracter general ne conduc la concluzia că acviferele termale reprezintă de fapt acvifere obișnuite care sunt încălzite în urma unor fenomene din afara cadrului lor hidrogeologic.

În ce ne privește, considerăm că în situația concretă a teritoriului României termalizarea acumulărilor acvifere dezvoltate în rocile din partea superioară a scărăiei se realizează diferențiat în funcție de condițiile particulare ale zonelor de apariție.

Termalizarea apelor situate în zonele cu vulcanite neogene și cauterare existente în Carpații Orientali și în Munții Apuseni poate fi realizată printr-un transport convectiv de energie calorică prin pătrunderea pe fracturi, pînă în culcușul zăcămintelor acvifere, a unor fluide (vapori fierbinți însoțiti uneori și de gaze) provenite din zonele de contact ale vîtrelor magmatice fierbinți, existente sub structurile vulcanice recente, cu rocile înconjurătoare sau direct din magme.

Menționăm că pînă în prezent nu există nici un argument în favoarea unui aport de apă juvenilă, fie datorită absenței totale a acestuia, fie procentului înfim de apă juvenilă existent în amestec.

Acumulațiile de ape termale localizate în zone în care nu sunt cunoscute fenomene vulcanice își cîștigă termalitatea tot datorită unor mase magmatice fierbinți, situate în profunzime, din care au loc dega-



jări de energie calorică. Această energie transmisă prin conduction termică în rocile situate în acoperișul acestora, volatilizează apa legată fizic. Vaporii fierbinți rezultați migrează spre suprafață pe fracturi, ajungind să debuzeze în acumulările acvifere situate în rocile permeabile din zona superficială.

Pentru a ne face o idee despre fenomenul fizic care are loc în momentul contactului vaporilor cu apele reci, este suficient să amintim că 1 kg de vapori de apă care se condensează la adâncimea de 200 m sub o presiune de 20 atmosfere, eliberează 457,9 kal și formează apă de condensare având temperatură de 211°C.

În zonele cu vulcanite neogene și cuaternare termalizarea apelor se poate produce și numai din cauza unui transfer conductiv de energie calorică din vatrele magmatice în rocile sedimentare acvifere situate deasupra.

Considerăm că în aceste cazuri cantitatea de energie termică ce poate fi folosită este relativ redusă deoarece este condiționată de fluxul caloric și de suprafața de cedare, care sunt limitate.

Un exemplu tipic în acest sens îl constituie zona băilor Tușnad, unde la adâncimea de 650 m au fost măsurate temperaturi de 56°C în rocă uscată (strate de Sinaia), zonă care se suprapune peste cea mai recentă structură vulcanică din România.

Datele prezentate evidențiază caracterul foarte complex al factorilor care concurred la apariția zăcămintelor de ape termale, relevând în același timp existența unor particularități legate direct de condițiile geologice-tectonice și hidrogeologice locale.

Pornind de la aceste constatări, considerăm că pentru orientarea judecătoarească a viitoarelor lucrări de valorificare a energiei geotermice și de exploatare rațională a apelor termale se impune cunoașterea perfectă a particularităților hidrogeologice și geologice-tectonice specifice fiecarui zăcămînt cu astfel de ape.

BIBLIOGRAFIE

- Airinei St., Pricăjan A., Bandrabur T. (1975) Conceptual pattern concerning the study of geothermalism and the thermalization process of underground waters in Romania. 3^o Convegno internazionale sulle acque sotterranee. Palermo.
- Pricăjan A., Bandrabur T. (1976) The significance of the Neogene Volcanism in Romania in thermal water springs. International Congress on thermal waters, geothermal energy and vulcanism of the mediterranean area. Athena.
- Atanasiu S. Gh. (1927) Radioactivité de quelques sources minérales, thermales et d'eau douce de Transylvanie, de Crișana et de Banat. *An. Inst. Geol. Rom.* XII, București.
- Aubignat A. (1975) Les sources thermominérales : leur hydrogéologie, leur captage. *Annales des mines*. X. Octobre, Paris.



- Bandrabur T., Crăciun P.** (1975) Considerations sur la composition chimique et gaseuse des eaux thermales de la partie E de la depression pannonienne (Roumanie). *Symposium Nr. 33 Thermal and Chemical problems of thermal waters*. Grenoble.
- Bottinga Y., Courtillat V.** (1976) Le transfert d'énergie thermique à travers l'écorce terrestre. *Industrie minérale*. 58/7, Juillet. Saint-Etienne.
- Ciocârdel R., Socolescu M.** (1969) L'évolution de l'écorce terrestre, en Roumanie. *Rev. roum. de Géol. Géophys. et Geogr. série de Géophysique* no. 1, Tome 13 Bucarest.
- Constantinescu V., Croitoru M.** (1968) Cercetări hidrogeologice pentru apă termominerale în zona Hirșova-Vadu Oii. *Com. Geol. D. S. LIII/3*. Bucureşti.
- Crăciun P., Bandrabur T.** (1976) Quelques aspects geothermaux des systèmes aquifères profonds de la dépression géotique (Roumanie). *International Congress on thermal waters, geothermal energy and vulcanism of the mediterranean area*. Athena.
- Dumitrescu I., Sandulescu M.** (1963) Problèmes structuraux fondamentaux des Carpates roumaines et de leur avant-pays. *Inst. geol. An. Com. Geol. XXXVI*, Bucureşti.
- Feru M. U.** (1971) Apele termominerale din partea de vest a Dobrogei centrale și posibilitățile de valorificare ale acestora. *Inst. geol. St. tehn. econ. seria E*, 9, Bucureşti.
- Gavăt I., Airinei St., Botezatu I., Socolescu M., Stoenescu S., Vencov I.** (1963) Structura geologică profundă a teritoriului R.P.R. după datele geofizice actuale (gravimétriques și magnetiques). *Acad. R.P.R. St. cerc. geof. An 1*, nr. 1, Bucureşti.
- Ghenea C., Niculescu M.** (1968) Aperçu général sur les eaux minérales et thermales de Roumanie. *Lucr. celui de al XIII-lea Congres geologic international*. Praga.
- Liteanu E., Vasilescu Gh., Avramescu N.** (1967) Despre existența apelor termale în zona stațiunii balneare Căciulata. *Hidrotehnica și gosp. apelor, meteorologia* 12/4, Bucureşti.
- Papiu C. V.** (1960) Asupra originii mineralizației apelor termale de la Băile Herculane. *Acad. R.S.R. St. cerc. geol.*, V/1 Bucureşti.
- Paraschiv C., Ghenea C., Vasilescu Gh., Opran C., Pricăjan A., Golitiă N.** (1975) The research stage of thermal waters in Roumania and possibilities to evidence new aquifers. *Inst. Geol. St. tehn. econ. Seria E*, 12, Bucureşti.
- Pascu M.** (1965) Considerations sur l'origine des eaux thermales du territoire de la Roumanie. *Carpatho-Balkan Geological Association. VII Congres. Reports*, part. V. Sofia.
- Paucă M.** (1958) Izvoarele termale de la vest de Munții Apuseni. *Natura*, X/2, Bucureşti.
- Preda I.** (1975) Hypothèses sur la genèse des eaux thermales de Băile Herculane. *Inst. Geol. St. tehn. econ. Seria E*, 12, Bucureşti.
- Pricăjan A.** (1972) Apele minerale și termale din România. Ed. Tehnică, Bucureşti.
- Rădulescu D.** (1976) Vulcanii, astăzi și în trecutul geologic. Ed. tehnică. Bucureşti.
- Slăvoacă D.** (1971) Geneza apelor minerale de la Tușnad. *Inst. Geol. St. tehn. econ. Seria E*, 9, Bucureşti.
- Szabó A., Soo A.** (1956) Radioactivitatea unor izvoare de apă termală din regiunile Oradea și Hunedoara. *Bul. St. Acad. R.P.R., S. mat.-fiz.*, VII, 1, Bucureşti.
- **Andriescu E., Margocsy N., Tătaru S., Feraru H., Câmpaan V.** (1967) Investigations in the abundance of naturally occurring radioisotopes in the mineral waters of the Banat region. *Acad. R. S. Romania. I.F.A.-I.S.-48* Bucureşti.
- Vasilescu Gh., Opran C.** (1975) Remarque concernant les structures a eaux thermales en Roumanie. *Inst. Geol. St. tehn. econ. Seria E*, 12, Bucureşti.

CONSIDÉRATION HYDROGÉOLOGIQUES SUR LES ÉMERGENCES NATURELLES D'EAUX THERMALES DE ROUMANIE

(Résumé)

L'examen des conditions géologiques-tectoniques et de la distribution spatiale des émergences naturelles hydrothermales sur le territoire de la Roumanie portent à conclure que les zones d'apparitions naturelles d'eaux thermales sont généralement réparties le long des fractures majeures de l'écorce. Les apparitions d'eaux thermales ont lieu dans des zones où des accidents rupturaux accompagnent ces fractures.

Selon l'interprétation tectonique actuelles les fractures mentionnées autant que les phénomènes magmatiques néogènes, déroulés jusqu'au début voire même durant le Quaternaire, représentent l'effet de la confrontation entre les plaques lithosphériques. Ces phénomènes ont également engendré des associations de roches plutoniques, localisées à des niveaux donnés de l'écorce, ou en train de migrer vers la surface, situées soit en dessous des arcs volcaniques soit à leur extérieur.

La thermalisation des eaux situées le long de la chaîne éruptive récente des Carpates Orientales et de celle des Monts Apuseni a été mise, par les auteurs de cette étude, sur le compte de quelques aires géothermales déterminées par les phénomènes magmatiques et volcaniques récents et subactuels.

Les apparitions naturelles d'eaux thermales dans les zones où n'affleurent pas des produits du magmatisme récent ou subactuel, mais situées le long de quelques fractures profondes, portent à admettre l'existence de certains magmas qui pendant leur montée vers la surface sont restés quelque part en profondeur, ou de certains phénomènes magmatiques initiaux.

Si l'on tient compte aussi des conditions hydrogéologiques-hydrochimiques des zones avec des apparitions naturelles d'eaux thermales on est porté à considérer, au moins en ce qui concerne le territoire de la Roumanie, que la thermalisation des accumulations aquifères développées dans les roches localisées à la partie supérieure de l'écorce a eu lieu de manières différentes en fonction des conditions particulières de ces zones.

Dans les zones à volcanites néogènes et quaternaires des Carpates Orientales et des Monts Apuseni la thermalisation des eaux a eu lieu grâce à un transfert convectif d'énergie calorique, notamment par l'insinuation le long des fractures jusque dans le mur du gisement aquifère de certains fluides, vapeurs à températures très élevées, voire gaz, provenant des zones de contact entre les âtres magmatiques chauds et les roches environnantes, voire directement des magmas.

Dans ces zones la thermalisation des eaux peut avoir lieu aussi seulement à la suite d'un transfert d'énergie calorique depuis les âtres magmatiques vers les roches sédimentaires surjacentes (cas de l'établissement balnéaire de Tușnad, emplacé sur la plus récente structure volcanique de Roumanie; où à 650 m de profondeur on a mesuré la température de 56°C dans la roche sèche).

Les accumulations d'eaux thermales localisées dans les zones où des phénomènes volcaniques ne sont pas connus acquièrent elles-aussi leur thermalité des masses magmatiques chaudes situées en profondeur qui dégagent de l'énergie calo-



rique. Cette énergie transmise par conduction thermique dans les roches situées dans le toit des masses magmatiques volatilise l'eau liée physiquement. Les vapeurs résultés montent vers la surface le long des fractures débouchant sur les accumulations aquifères des roches perméables surjacentes.

On n'a pas mis en discussion les eaux thermales associées aux accumulations d'hydrocarbures dont la thermalisation est le résultat de phénomènes physique spécifiques.

EXPLICATION DE LA PLANCHE

Carte schématique des apparitions naturelles d'eaux thermales et des fractures majeures en Roumanie (schéma des fractures majeures selon R. Ciocârdel et M. Socolescu).

1, apparitions d'eaux thermales ; 2, fractures majeures de II^e ordre ; 3, fractures majeures de I^e ordre ; 4, volcanites néogènes et quaternaires.

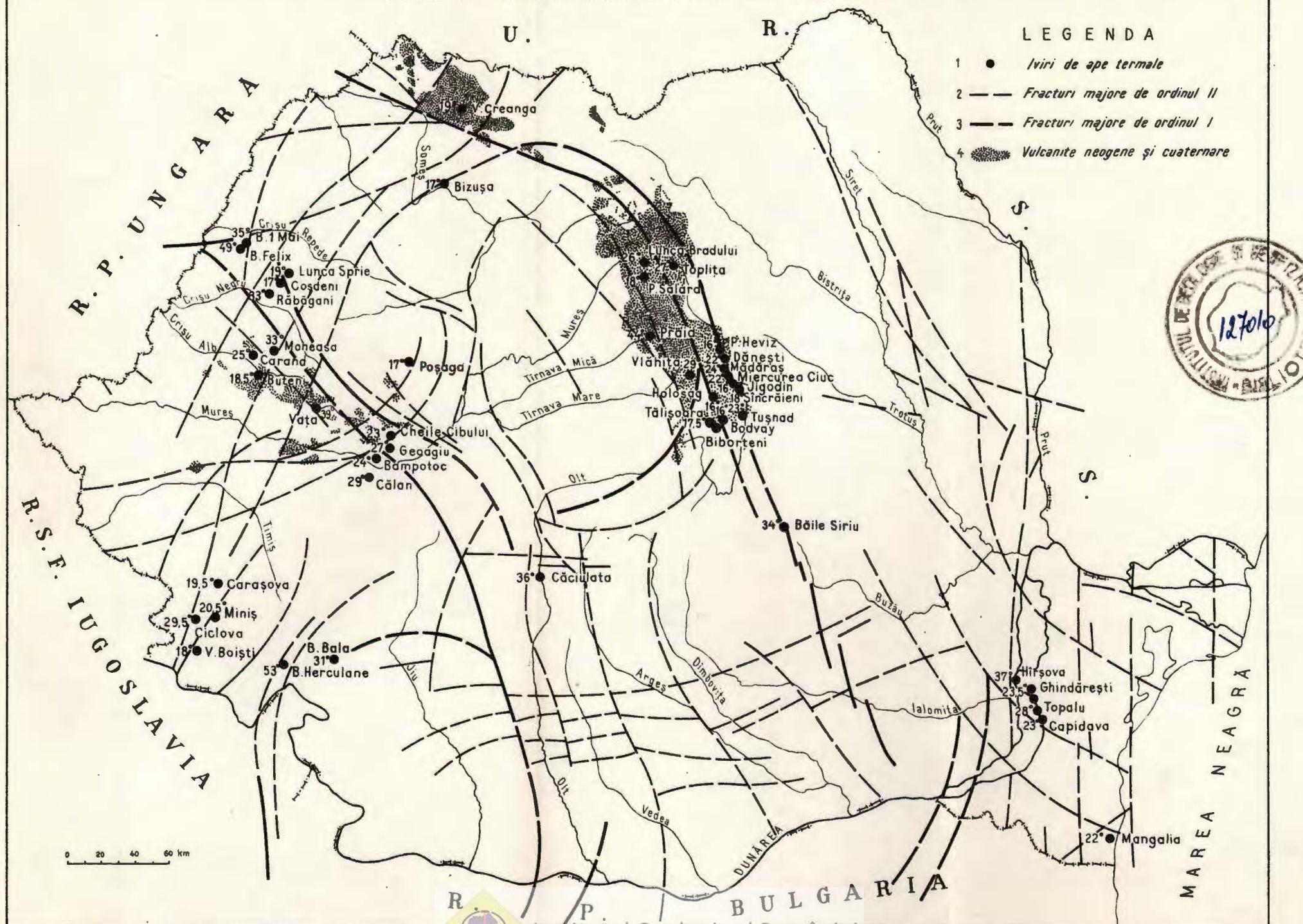




Institutul Geologic al României

HARTA SCHEMATICĂ A IVIRILOR NATURALE DE APE TERMALĂ SI A FRACTURIILOR MAJORE DIN ROMÂNIA

SCHEMA FRACTURIILOR MAJORE DUPĂ R.CIOCÎRDEL ȘI M.SOCOLESCU



APELE MINERALE DE LA OLĂNEȘTI¹

DE

MIRCEA ULPIU FERU²

Abstract

Mineral Waters from the Olănești Zone. After having presented the genesis and the type of circulation of mineral waters from the Olănești area, considered as being mixture of strongly mineralized waters connected with oil-bearing structures, proceeding from depth, with very low mineralized waters accumulated in a horizon of Eocene conglomerates ,the author gives a detailed description of the 30 springs and 3 boreholes discharging mineral waters situated in this resort. Concomitantly for each mineral water source the result of the chemical analysis, occasionally in comparison with the previous ones, is given. Finally a series of problems connected with a rational exploitation of mineral waters are raised, and also recommendations in this sense are suggested.

Apele minerale de la Olănești, sunt atestate documentar din 1760, iar în 1873 sunt menționate în prima lucrare de balneologie apărută la noi, în care li se indică și aplicațiile terapeutice.

În anul 1873 acestea participă la o expoziție internațională, unde au fost premiate cu medalia de aur, iar prin publicarea în 1880 a tezei de doctorat a dr. Strehaianu la Montpellier ele devin tot mai cunoscute pe plan european.

Primele analize chimice au fost executate în 1830 de către dr. C. Siller, acestora urmându-le apoi cele ale dr. Episcopescu (1837), P. Poenaru și Al. Mannu (1853) și dr. A. Bernard-Lendway (1869) care analizează 28 de izvoare.

¹ Lucrare primită la 5 septembrie 1975, acceptată pentru publicare la 4 martie 1977, comunicată la al II-lea simpozion pentru protecția și exploatarea rațională a apelor minerale, Băile Herculane 30 septembrie — 2 octombrie 1971.

² Întreprinderea geologică de prospecții pentru substanțe minerale solide, str. Caransebeș nr. 1, București 32.



Cel dintii studiu hidrogeologic al apelor minerale din regiune poate fi considerat cel întreprins de Grigore Cobâlcescu (1887) care deși nu se ocupă în mod special de zona Olănești, remarcă existența unui zăcămînt hidromineral unitar, de care sînt legate atît apele minerale de la Călimănești-Căciulata, cît și cele de la Olănești.

Stațiunea se afla în plină dezvoltare cînd, în luna mai 1895, în urma unei ploi torrentiale care a provocat o inundație catastrofală, au fost distruse toate instalațiile.

Decolmatarea izvoarelor începe doi ani mai tîrziu, cînd prof. Ştefan Minovici reface cîteva analize chimice, iar în anul 1902 chimistul G. Pfeiffer reia analizarea apelor minerale și înlocuiește vechile denumiri ale izvoarelor prin numere (de la 1 la 23), rămase, în linii mari, pînă în prezent.

Primele operații de refacere a captărilor datează din anii 1907—1908, însă lucrări sistematice nu se întreprind decît abia în anii 1919—1923, cînd, sub conducerea dr. Knott, firma Rumpell din Viena execută operații de captare ale izvoarelor, unele funcționînd și în prezent.

Astfel, pe malul stîng al văii Tisa a fost amenajată o linie de buvete unde, alături de izvoarele captate pe loc (7, 8, 9, 10) este adusă și apa izvoarelor 11 și 12 situate pe malul opus. Apa acestor izvoare era colectată împreună cu cea a izvoarelor 13—20 și 30 și condusă la pavilionul de băi. Cu timpul conducta colectoare s-a deteriorat și a fost abandonată, ca și cea care a înlocuit-o un timp.

În ultimii ani s-a manifestat interes pentru captări de noi izvoare și pentru refacerea celor deteriorate, pe această linie înscriindu-se captarea izvorului 5 (1947) și a izvorului 3 (1955), reamenajarea izvorului 24 (1963) și săparea a trei foraje (1955—1959). De asemenea P. Petrescu (1949) publică prinile analize chimice complete ale apelor minerale, toate cele executate anterior, în rîndul căror se înscriu și cele ale lui V. Crasu și V. Manole (1941), nefiind decît analize sumare calitative.

Totuși multe din vechile captări au continuat să se degradeze. Astfel, debitul izvorului 7 s-a diminuat mult, izvorul 9 a încetat să debiteze, iar izvoarele 13, 15—18 și 30 au fost abandonate. La unele din acestea nu se mai cunoaște nici măcar amplasamentul sau chimisul apelor.

Față de cele arătate, la care se adaugă distrugerile provocate de inundația catastrofală din iunie 1969, care a afectat din nou izvoarele minerale de pe valea Tisei, se impun măsuri urgente, atît pentru reamenajarea tuturor izvoarelor de pe această vale, cît și pentru o exploatare rațională a tuturor resurselor de care dispune stațiunea.

Geneza și circulația apelor minerale

Din punct de vedere geologic zona Olănești este constituită din depozite de vîrstă eocenă, dispuse discordant peste Cretacicul superior. Aceste depozite, a căror grosime totală atinge 2.000 m sînt alcătuite din



trei orizonturi litologice și anume : două orizonturi de conglomerate, separate de unul marnos (Popescu, 1954).

Apele minerale sunt legate fără excepție de orizontul conglomeratic inferior (fig. 1) cu o grosime de 800—1 000 m, alcătuit din conglomerate cu ciment calcaros, ale căror elemente prezintă o mare variație a mărimii și a compozitiei petrografice (micașisturi, amfibolite, gnais, cuarțite, calcar, marnocalcare și gresii). Conglomeratele cu elemente mari alternează cu microconglomerate și gresii grosiere mari, iar uneori apar și intercalații subțiri de marne nisipoase. Spre partea superioară a orizontului se constată o micșorare a diametrului elementelor constitutive, iar cimentul este mai slab, fapt ce face ca acțiunea de dezagregare să fie mai marcată.

Izvoarele de apă minerală apar de regulă la partea superioară a orizontului conglomeratic descris, în apropierea limitei cu orizontul marnos și anume în talvegul sau la baza versanților văilor din vecinătatea acestui contact.

Majoritatea geologilor care au cercetat regiunea au adoptat punctul de vedere emis încă din 1887 de către Gr. Cobâlcescu, potrivit căruia, apele minerale din zona Călimănești-Olănești ar reprezenta ape infiltrate în conglomeratele eocene, iar mineralizația ar rezulta din procese chimice de dezagregare, produse exclusiv în interiorul masei de conglomerate.

Trebuie să observăm însă, că acceptarea unui atare punct de vedere a fost posibilă făcîndu-se abstracție de chimismul apelor minerale și căutîndu-se doar explicații care să justifice prezența hidrogenului sulfurat.

Cercetările întreprinse de noi asupra genezei apelor minerale de la Olănești (Feru, 1972) demonstrează însă justitia unor opinii exprimate anterior de chimistii P. Petrescu (1950) și Eugenia Costin-Deleanu (1957).

Într-adevăr, studiul chimismului apelor minerale și al gazelor libere care le însotesc, precum și cercetarea relațiilor dintre chimismul, debitul și termalitatea apelor minerale ne-au condus la o serie de constatări, dintre care reținem următoarele :

1. Caracterul chimic al apelor minerale (ape clorosodice, bromo-iodurate, cu un conținut redus de sulfati, dar în care este prezent amoniul și care conțin cantități apreciabile de acid boric) este specific apelor de zăcămînt.

2. Apele minerale sunt însotite de gaze libere, alcătuite în proporție de 70—97% din metan și omologii superiori ai acestuia, care prezintă caracterele gazelor petroliere și care favorizează ascensiunea apelor de zăcămînt spre suprafață.

Totodată acestor ape le este caracteristic hidrogenul sulfurat, rezultat în urma reducerii sulfatilor din ape de către unele microorganisme anaerobe, în prezența carbonului organic al hidrocarburilor, care joacă rol de agent reducător.



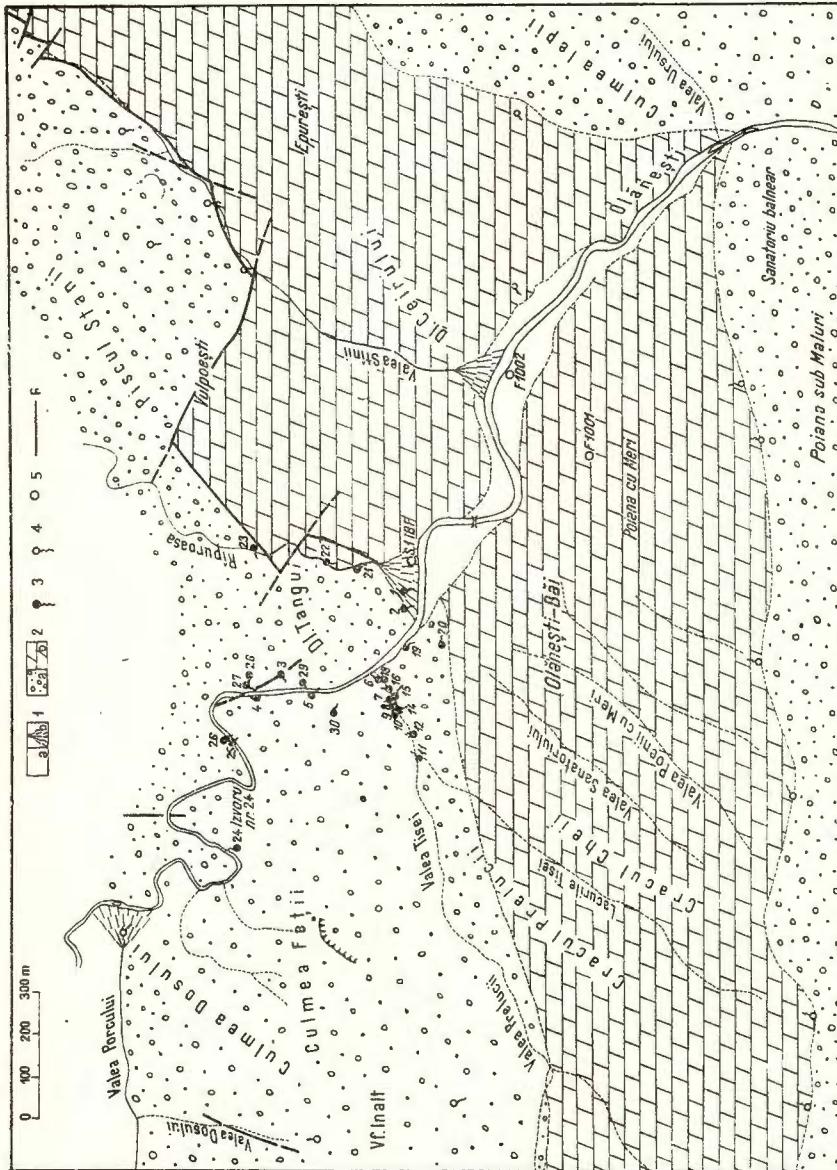


Fig. 1. — Harta hidrogeologică a zonei Olănești Bai. 1, Holocen; a, depozite aluvionare de luncă; b, conuri de dejetie; 2, Eocen; a, conglomerate, microconglomerate, gresii; b, marne; 3, izvoare minerale (cifrele indică numerele izvoarelor); 4, izvoare de apă dulce; 5, foraje în exploatare pentru cură exterñă; 6, falii.
Carte hydrogéologique de la zone d'Olănești Bai. 1, Holocène; a, dépôts alluviaux de plaine alluviale; b, cônes de déjection; 2, Eocène; a, conglomérats, microconglomérats, grès; b, marnes; 3, sources à eaux minérales (les chiffres indiquent le numéro de la source); 4, sources à eaux douces; 5, forage en exploitation pour des traitements externes; 6, failles.

127010

3. În drumul lor aceste ape vin în contact cu complexul acvifer slab mineralizat, acumulat în orizontul conglomeratic inferior, rezultînd un amestec al cărui grad de diluare crește pe măsură ce ne apropiem de suprafață și care apare evident din raportul ce există între mineralizația totală a apelor minerale și cota la care apar sau de la care sînt captate.

4. Apele minerale, separate de noi în șase grupe chimice, reprezintă stadii succesive de diluare a tipului primar de apă, interceptat numai prin foraje, fenomen pus în evidență și de strînsul raport ce există între gradul de mineralizare și termalitate.

5. Debitul izvoarelor în care predomină apele de adîncime nu depinde de regimul de precipitații (a cărui influență se resimte numai asupra apelor cu mineralizație scăzută), ci este determinat de neregularitatea fluxului cu care apar la zi gazele libere ce antrenează apele de zăcămînt. Acest fapt este ilustrat între altele și de variația halogenilor din ape, care este în concordanță cu variația debitului, și de raportul existent între mineralizarea apelor, temperatură și cantitatea de gaze ce le însoresc.

6. Circulația apelor minerale este însesnită de rețeaua de falii, fisuri și crăpături ce afectează depozitele conglomeratice, eocene, ușor de străbătut mai ales pentru ape aflate sub presiune.

7. Apele minerale de la Olănești își au originea mai spre sud, direcție în care înclină stratele, circulația acestora spre suprafață făcîndu-se pe sub orizontul marnos care constituie un ecran impermeabil.

Această presupunere este confirmată de rezultatele forajelor amplasate pe orizontul marnos, în care, la interceptarea orizontului conglomeratic inferior, apele minerale s-au manifestat artezian, cu debite de 0,5—2,0 l/s, apele fiind însorite și de cantități apreciabile de gaze libere. În felul acesta se explică și apartenența apelor minerale exclusiv la orizontul conglomeratic inferior, deși constituția petrografică a celor două orizonturi este identică.

Descrierea surselor de ape minerale

Izvoarele minerale de la Olănești se găsesc înșirate de-a lungul văilor Tisa și Rîpuroasa și pe ambii versanți ai văii Olănești, în amonte de pavilionul pentru băi, în vecinătatea căruia se găsește limita dintre orizontul conglomeratic inferior și orizontul marnos.

Din datele bibliografice rezultă că, pe valea Tisei se exploatau spre sfîrșitul secolului trecut șapte izvoare: Vulcan-C. Lahliu, Aesculap, Etna-Anicuța, Brătianu, Petre Munteanu, Lelia și Masinca Munteanu. Pe malul drept al văii Olănești, în amonte și în aval de confluența cu valea Tisei se aflau izvoarele: Hipocrat, Higeea, 30 August, Diana, Carol Davilla și Ana Davilla, iar pe malul stîng și pe valea Rîpuroasa alte șase izvoare.

G. Pfeiffer, care în anul 1902 reinventariază apele minerale ale stațiunii, schimbă vechile denumiri ale izvoarelor prin cifre de la 1 la 23. Această numerotare „s-a început pe malul stîng al izvorului cel mare“



și s-a urmat „pe malul stîng în susul văii Olănești“. După ce a trecut pe malul drept „s-a urmat valea în jos pînă în dreptul văii Tisei“, pe care, după cum arată autorul, a „urmat-o pe malul stîng în sus pînă la izvorul feruginos (nr. 12)³, apoi a coborât, numerotînd toate izvoarele, atît cele ce se află pe malul drept al Tisei, cît și pe acelea din mijlocul văii ; în continuare a urmat valea Olănești pe malul drept al riului și a terminat pe valea Buduroiului, cu numerele 22 și 23.

În anul 1969 , din cele 23 de izvoare, la care s-au mai adăugat ulterior încă șapte, erau cunoscute doar 16 și anume izvoarele : 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 19, 20, 24, 30. În urma cercetărilor întreprinse de noi au mai fost identificate izvoarele 6, 13, 15, 16, 17, 18 și în plus alte opt pe valea Olănești și pe valea Rîpuroasa, astfel încît se poate vorbi în total tot despre 30 de izvoare.

Comparînd actuala numerotare cu cea a lui Pfeiffer, constătam însă numeroase nepotriviri, datorită faptului că, la captările executate ulterior, în lipsa unei evidențe clare a izvoarelor, numerele au fost date la întîmplare, fără a se respecta ordinea stabilită inițial. Astfel actualul izvor nr. 3, figurează pe harta lui Pfeiffer drept izvorul nr. 4, vechiul izvor nr. 3, necapitat, aflîndu-se în realitate mai în aval, vis-a-vis de izvorul nr. 5 (izvorul nr. 29 din numerotarea noastră).

Pe valea Tisei apar de asemenea neconcordanțe : aici se găseau izvoarele numerotate de la 6 la 19 inclusiv, pe cînd în prezent este cunoscut ca izvorul 19 cel situat în versantul drept al riului Olănești, în aval de confluența cu valea Tisei, pe locul izvorului 21 din numerotarea lui Pfeiffer. Pe de altă parte, în urma amenajării văii Buduroiului, cunoscută acum sub denumirea de pîrîul Sanatoriului, prin pavarea talvegului și taluzarea pereților, izvoarele 22 și 23 au fost acoperite.

Din cele arătate reiese că stațiunea nu dispune de o evidență clară a tuturor surselor de ape minerale, iar în numerotarea actuală apar go-luri (nu se cunosc izvoarele 21—23 și 25—29), astfel încît se impune o reinventariere a acestora, prin includerea în sistemul de numerotare și a izvoarelor identificate de noi, aceasta cu atît mai mult cu cît, dată fiind geneza și modul de circulație al apelor minerale, obținerea de debite sporite pentru cura internă, specifică stațiunii, nu este posibilă decît prin recaptarea izvoarelor degradate sau prin captări de izvoare noi, cunoscînd că, prin foraje nu vor putea fi obținute decît ape puternic mineralizate, indicate exclusiv în cura externă, care pentru Olănești nu constituie decît un tratament auxiliar.

În reinventarierea izvoarelor (fig. 1) am păstrat cifra totală de 30 ; în majoritatea cazurilor se păstrează chiar numerotarea lui Pfeiffer. Pe de altă parte însă a trebuit să ținem seama de schimbările survenite ulterior, care incetătenindu-se nu mai puteau fi modificate (cazul izvoarelor 3, 4, 11, 19, etc.), deși prin aceasta se afectează sensul logic al numerotării. Numerele izvoarelor dispărute între timp,

³ Actualul izvor nr. 11

TABEL

SURSA HIDRO-MINERALĂ	ANUL	Compoziția chimică a apelor minerale de la Olănești																									Durată totală germane	pH																					
		ANIONI												CATIONI																																			
		Cl ⁻			Br			I ⁻			SO ₄ ²⁻			HCO ₃ ⁻			Na ⁺			K ⁺			Li ⁺			NH ₄ ⁺			Ca ⁺⁺			Mg ⁺⁺			Fe ⁺⁺														
		mg/l	m.e.	%	mg/l	m.e.	%	mg/l	m.e.	%	mg/l	m.e.	%	mg/l	m.e.	%	mg/l	m.e.	%	mg/l	m.e.	%	mg/l	m.e.	%	mg/l	m.e.	%	mg/l	m.e.	%	H ₂ SiO ₃ mg/l	HBO ₃ mg/l	C ₆ H ₅ COO ⁻ liber mg/l	H ₂ S liber mg/l	Mineralizare totală mg/l													
Izvorul 2	1960	2730,4	77	44,7	3,0	0,0375	—	0,1	0,0007	—	148,4	3,088	1,8	366	6,0	3,5	1586,5	68,98	40,1	40,5	1,0358	0,6	1,9	—	—	1,5	0,0831	—	192,3	9,6	5,6	77,8	6,4	3,7	0,7	0,0273	—	18,1	24,3	41,0	16,2	5249,6	45	7					
Izvorul 3	1960	4580,7	132,0	47,9	8,0	0,1001	—	0,3	0,0015	—	97,9	2,0381	0,7	244,0	4,0	1,4	2709,8	117,82	42,7	58,0	1,483	0,5	1,7	—	—	5,0	0,2771	0,1	212,4	10,59	3,8	96,7	7,95	2,9	0,2	0,0072	—	14,1	76,9	68	19,6	8234,0	51,9	7,1					
Izvorul 4	1960	5319,0	148,4	7,0	0,087	—	0,3	0,0023	—	70,2	1,659	0,5	183,0	3,0	1,1	2980,6	129,6	42	63,5	1,624	0,5	0,1	—	—	2,0	0,11	—	272,5	13,8	4,4	119,1	9,8	3,1	0,2	0,0072	—	18,1	40,5	41,0	9,7	9139,1	65	6						
Izvorul 5	1960	4500,0	121,1	48,15	21	0,283	0,104	2,8	0,025	0,01	2,8	0,064	0,026	261	4,278	1,803	2465,5	107,19	42,6	51,4	1,314	0,522	8,0	0,863	0,2	0,011	0,004	205,4	10,249	4,075	73,8	6,125	2,435	—	—	15,3	—	—	17,6	7484,3	—	—							
Izvorul 6	1960	2785,8	78,0	45,9	4,5	0,056	—	0,8	0,0015	—	67,2	1,390	0,8	341,6	5,6	3,3	1034	71,05	41,4	30,5	0,78	1,0	—	4,0	0,2217	0,1	164,3	8,19	5,8	47,9	0,1	0,0036	—	15,1	—	—	12,9	5164,2	36,3	—									
Izvorul 7	1950	5014,7	141,4	48,49	20,3	0,254	0,00	1,2	0,03	0,004	3,1	0,956	0,02	248,1	4,05	1,304	2817,9	322,9	32	37,4	0,95	0,32	9,3	—	—	urne	—	—	276	13,79	3,205	88,8	7,28	2,5	—	—	18,4	44,1	13,8	13,1	8810,7	—	—						
Pralugări	1960	4096,9	113	47,7	5,0	0,062	—	0,4	0,0032	—	59,9	1,280	0,5	288,4	4,4	1,8	2832,2	102,9	43,4	39,5	1,83	0,4	1,7	—	—	7,0	0,888	0,1	172,3	8,8	3,6	72,0	6,0	2,5	—	—	20,7	264	6,8	10,1	7059,7	40,8	6,8						
Izvorul 8	1960	1909,0	46,8	43,5	1,0	0,0126	—	urne	—	81,3	1,27	1,2	356,8	5,8	5,8	997,5	45,37	40,3	21,5	0,84	0,5	5,6	—	—	3,0	0,168	0,1	120,2	4,6	3,8	8,5	0,1	0,0036	—	23,3	24,3	17,6	14,6	3349,4	27,4	7,5								
Izvorul 9	1960	937,4	27	38,5	2,0	0,0251	—	0,8	0,0008	—	98,0	1,63	2,7	378,2	6,2	8,8	585,8	25,45	30,6	13,0	0,3325	0,4	1,0	—	—	3,0	0,168	0,2	100,2	5,0	7,1	51,0	4,2	5,9	0,1	0,0036	—	18,1	10,1	17,6	9,5	2339,8	25,7	8					
Izvorul 10	1950	3748,1	105,58	47,42	0,8	0,01	0,005	1,8	0,01	0,005	35,1	0,731	0,328	305	5,0	4,58	2283,7	98,42	43,20	28,8	0,73	6,33	1,0	0,142	0,63	—	—	154	7,72	3,46	82,2	4,29	1,89	—	—	—	9,4	31,5	11,4	13,7	6655,8	—	—						
Izvorul 11	1950	337,0	8,50	26,98	—	—	—	—	—	—	38,4	0,8	2,27	445,9	7,309	20,74	288,6	1,540	38,18	29,0	0,074	0,210	0,1	0,014	0,040	—	2,0	0,11	0,4	46,4	2,3	6,57	21,4	1,76	4,89	—	—	14,5	4,3	—	20,7	1220,3	—	—					
Izvorul 12	1960	47,5	1,33	6,66	—	—	—	—	—	—	166	3,45	17,96	294	4,81	25,07	72,1	3,1	19,3	3,1	0,08	0,416	1,1	0,159	0,167	—	—	—	—	—	80,6	3,03	15,76	38,3	3,15	16,38	1,6	0,057	0,297	15,6	2,5	—	1,4	703,6	—	—			
Izvorul 13	1960	56,7	1,6	7,7	—	—	—	—	—	—	164,3	3,42	16,4	329,4	5,4	25,9	43,4	4,9	13,5	0,6	—	—	—	—	—	84,1	4,2	20,2	51,0	4,2	20,2	0,2	0,0072	—	15,2	—	17,6	8,0	965,3	17,3	7,8								
Izvorul 14	1960	971,5	27,4	37,7	1,0	0,017	—	urne	—	—	57,6	1,19	1,5	475,8	7,8	10,7	770,2	33,49	45,1	6,5	0,16	0,2	1,0	—	—	3,0	0,16	0,2	28,0	1,39	1,9	14,5	1,19	1,6	0,1	0,0036	—	14,1	20,2	—	16,9	2379,9	7,2	7,1					
Izvorul 15	1960	1486,3	41,88	43,17	0,8	0,01	0,01	0,7	0,006	0,0006	1,5	0,031	0,039	400,7	6,56	6,77	1015	44,134	45,51	24,5	0,62	0,64	0,14	0,020	0,021	0,02	0,01	0,002	58,4	2,92	3,01	8,4	0,89	0,89	1,67	1,8	18,0	1,48	1,6	0,5	0,017	—	18,5	6,1	32,7	13,7	3068,4	—	—
Izvorul 16	1960	4255,2	120	47,9	11	0,137	—	1,2	0,0094	—	65,2	1,35	0,5	244	4,0	1,6	2468	107,3	42,8	41,5	1,05	0,4	—	—	—	2,0	0,11	—	200,4	10	4	85,1	6,99	2,8	0,8	0,02	—	12,9	60,7	—	4,7	7452,7	47,6	7					
Izvorul 17	1960	4042,0	114	47,1	5	0,06	—	—	0,2	0,0015	—	69,1	1,43	0,6	244	5,6	2,3	2387	103,8	42,9	41,5	1,06	0,4	0,8	—	—	4,0	0,22	—	188	9,39	3,9	80,2	6,90	2,8	0,3	0,01	—	15,5	81,0	8,8	11,4	7277,8	44,7	6,8				
Izvorul 18	1960	758,6	21,4	41,1	2	0,02	—	—	0,1	0,0007	—	76,8	1,59	3,1	183	3,0	5,8	480,4	20,01	38,5	10,7	0,27	0,5	—	—	—	—	—	70,5	3,51	6,8	28,7	2,19	4,2	0,5	0,017	—	5,1	14,1	8,8	0,8	1618,3	15,9	7					
Izvoarele 16, 17, 18	1960	1852,0	46,6	43,8	1,0	0,0126	—	urne	—	—	100,9	2,1	1,9	280	4,6	4,3	1044,4	45,4	42,7	19,4	0,49	0,4	—	—	—	—	—	88,1	4,4	4,1	36,4	3,0	2,8	0,2	0,007	—	15,5	40,5	17,6	3,4	3300,4	20,7	7						
Izvorul 19	1960	5314,5	155,34	48,4	19,2	0,24	0,07	38	0,03	0,009	20,2	0,58	0,9	252,5	6,14	1,29	2988	129,8	40,48	81,9	2,1	0,66	1,7	0,246	0,08	1,1	0,081	0,02	366,8	18,34	5,71	118,7	9,76	3,04	—	—	26,4	20	34,1	947,1	—	—							
Izvorul 20	1960	5141,7	145	47,7	7	0,067	—	0,4	0,0031	—	69,3	1,44	0,5	341,6	5,5	1,8	2978	129,4	42,6	72	1,84	0,6	—	—	—	2,0	0,11	—	240,4	12	3,9	106,5	6,17	3,2	0,2	0,0072	—	23,3	56,7	—	35,2	84,8	8,8	—					
Izvorul 20 aval	1960	4585,0	137	46,7	8	0,037	—	0,3	0,0023	—	155,6	2,19	1,4	256	4,2	2,7	1468,4	63,84	41,7	22,7	0,58	0,4	—	—	—	3	0,16	0,1	109	5,4	3,6	77,8	6,39	4,2	0,8	0,01	—	7,7	30,3	—	6,1	4572,6	35,1	7,2					
Izvorul 20 amonte	1960	7446,6	210	47,7	8	0,075	—	0,9	0,007	—	266	4,70	1,6	305	5	1,7	2655	115,3	39,3	90,5	2,31	0,8	1,6	—	—	5	0,27	0,1	348,7	17,4	5,9	138,6	11,4	3,9	0,1	0,003	—	23,3	60,7	35,2	2,7	8751,5	80,6	8					
Izvorul 21	1960	2482,2	70	45,9	3	0,037	—	0,3	0,0023	—	134,6	2,8	18,8	280	4,6	27,8	73,3	3,18	19,2	4,4	0,11	0,7	0,3	—	—	36	1,8	10,8	38,9	3,2	19,8	urme	—	—	15,5	—	8,8	51,1	629,4	14,0	7								
Izvorul 22	1960	31,9	0,9	5,4	—	—	—	—	—	—	134,6	2,8	18,8	280	4,6	27,8	73,3	3,18	19,2	4,4	0,11	0,7	0,3	—	—	2	0,11	—	260	13	4,5	115,7	9,52	3,3	0,2	0,0072	—	18,1	48,6	17,6	18,7	8548,0	63,0	7					
Izvorul 23	1960	280,1	79	45,4	8	0,1	—	—	0,1	0,0007	—	71,4	1,47	0,8	402,6	6,6	3,8	1734	75,4	43,2	32,5	0,83	0,5	1,2	—	—	6,0	0,33	0,2	136,2	6,79	3,9	46,2	3,79	2,2	0,3	0,01	—	15,5	80,7	8,8	23,3	5348,1	29,6	7,2				
Sonda 1 IBF	1960	7092,0	200	49,1	7,0	0,087	—	0,4	0,0031	—	83,1	1,73	2	0,5	3837	168,85	40,9	89,5	2,28	0,6	14,8	—	—	2,0	0,11	—	371,1	18,52	4,5	194,5	16,0	4,9	1,2	0,04	—	12,9	73,9	44,0	36,1	11980,8	96,0	6							
Forsaj 1001	1960	10921,8	308	48,5	4,0	0,05	—	0,2	0,0018	—	107,4	4,109	0,6	6043,4	262,7	41,4	143	3,65																															

sau a căror denumire nu s-a păstrat, au fost redistribuite unor izvoare ce nu figurează în numerotarea cunoscută. Astfel, în locul izvoarelor de pe valea Buduroiu au fost incluse cele de pe valea Râpuroasa, unde înainte se aflau izvoarele Semiramiza și Libertatea (izvoarele 21, 22 și 23), iar cu numerele 25—29 au fost denumite cele situate de-a lungul râului Olănești între izvoarele 24 și 30.

Menționăm că deși în unele indicații bibliografice se consemnează existența, la Olănești, a 40 de izvoare, nu am considerat utilă încărcarea listei acestora cu încă 10, deoarece acestea nu reprezintă izvoare propriu-zise, ci simple prelingeri neînsemnate de ape sulfuroase, fără nici o valoare practică.

Pentru a se dispune de date cât mai complete, au fost refăcute analizele chimice la toate izvoarele cunoscute și s-au executat pentru prima dată analize la principalele izvoare nou introduse în numerotare.

În continuare este prezentată o descriere a tuturor izvoarelor din stațiune, cuprindând atât principalele elemente hidrogeologice ale acestora, cât și rezultatele analizelor chimice, precum și descrierea celor trei sonde care debitează o apă mai mineralizată decât cea a izvoarelor, utilizată exclusiv în cura externă.

Izvorul nr. 1. Situat pe fundul bazinului colector de apă minerală din spatele pavilionului pentru băi, izvorul se află în colțul din aval, înspre clădire, chiar sub platforma pe care este montată instalația de pompare.

Spre acest bazin este condusă în prezent și apa izvoarelor 2, 19, 20, precum și cea din sonda 1 I.B.F. și 1002 I.S.E.M.

Deoarece nu este accesibil observațiilor, nu a putut fi analizat. Apa este însotită de importante emanații de gaze libere care se pot observa pe fundul întregului bazin, săpat pînă la roca de bază (conglomeratele orizontului inferior).

Debitul maxim citat în literatură este de 0,82 l/s (71.000 1/24 ore).

Izvorul nr. 2. La cca 50 m amonte de izvorul 1 se află izvorul 2, amplasat tot în spatele pavilionului de băi. Din literatura existentă rezultă că ar fi captat într-un puț cu o adîncime de 6 m, din care apa este condusă printr-o conductă metalică în bazinul colector pentru băi, unde curge în colțul din amonte, aflat înspre versant (pl. I, fig. 1).

Debitul actual este de aproximativ 0,03 l/s, iar apa are o temperatură de 15°C. Compoziția chimică a apei este prezentată în tabel împreună cu cea a tuturor surselor accesibile din stațiune.

Izvorul nr. 3. Aflat tot pe versantul stîng al rîului Olănești, acest izvor a fost captat în anul 1955. Avînd punctul de distribuție la 1 m deasupra cotei de captare se produc presiuni în rezervorul captării, care au determinat apariția unor prelingeri de ape minerale atît în fața captării, cât și în aval.



În prezent⁴ izvorul 3 are un debit de 0,023 l/s și o temperatură de 13,1°C.

La cca 40 m în aval de acest izvor, pe o fisură aflată chiar la marginea șoselei, apare un alt izvor sulfuros cu un debit de 0,006 l/s, care datorită debitului mic nu a fost însă inclus în numerotare.

Izvorul nr. 4. Situat la cca 100 m amonte de izvorul 3, însă pe malul drept, imediat în aval de podețul peste rîul Olănești, izvorul 4 apare dintr-o intercalătie de gresii grosiere cu elemente conglomeratice, prinse în conglomerate și are un caracter ascensional (pl. I, fig. 2). Apa vine pe o fisură orientată NNE—SSW și este însotită de viituri intermitente de gaze libere.

Debitul este de 0,044 l/s, iar temperatura de 13°C.

Izvorul nr. 5. Tot pe versantul drept al văii Olănești, aproximativ în dreptul viley turn, se află și izvorul 5, care este captat (1947) din conglomerate, la cca 3,5 m deasupra albiei pîriului Olănești (pl. I, fig. 3). Prezintă pierderi în urma construcției șoselei noi.

Debitul este de 0,018 l/s, iar temperatura de 13,6°C.

În tabel prezentăm analiza probei de apă recoltată de noi, alături de cea citată de Petrescu.

Izvoarele de pe valea Tisei. Cel mai important grup de izvoare al stațiunii se află pe valea Tisei, unde se găsesc aproape jumătate (13 din totalul de 30) din izvoarele stațiunii.

Aceste izvoare sint situate astfel : 6, 7, 8, 9, 10, 13 și 14 pe versantul stîng sau în zona planșeului de beton de pe acest mal, izvoarele 11 și 12 pe versantul drept, iar 15, 16, 17 și 18, chiar în talvegul văii Tisa.

Încă în anul 1968 organele de control geologic — minier constatau că sursele 7, 8, 9, 10, 11 și 12 funcționează în captări cu un foarte avansat grad de uzură, datorită primului rînd agresivității hidrogenului sulfurat și a clorurii de sodiu asupra betoanelor și a părților metalice din instalațiile de captare.

Fenomenul de îmbătrînire a captărilor, ce începuse să se resimtă în urmă cu 6—7 ani prin măcinarea betoanelor, a avut ca rezultat dispariția totală, în vara anului 1966, a apei minerale de la izvorul nr. 9.

Întrucît toate aceste izvoare au avut, mai mult sau mai puțin, de suferit în urma calamităților naturale din anul 1969, considerăm utilă o prezentare a fenomenului petrecut.

Valea Tisei are caracterul unui torrent tipic, cu profilul transversal în forma unui V asimetric : versantul drept cu o pantă de 80—85°, uneori în surplombă, așa cum este pe porțiunea dintre izvoarele 11 și 12 (pl. II, fig. 1), iar versantul stîng cu o pantă de 60—70°.

⁴ Toate datele din lucrare se referă la situația din 1971.

Pe versanți, dar mai ales pe cel stâng s-a format o pătură groasă de material deluvial constituit din galeți și blocuri de conglomerate de mărimi foarte variate, prinse într-o masă nisipoasă, slab argiloasă.

Natura acestui material favorizează existența alunecărilor de teren, foarte frecvente pe valea Tisei, dar datorită prezenței unei vegetații arborescente, majoritatea acestora sunt în mare parte fixate.

Una dintre alunecările de mari proporții se găsește la numai 80 m amonte de izvorul 11. Această alunecare, care pornește imediat de sub culme și afectează întreg versantul stâng al văii pe o lungime de peste 500 m parea în ultima perioadă de timp consolidată.

În urma ploilor abundente din primăvara anului 1969 s-au infiltrat însă cantități mari de apă, care au dus pe de o parte la o mărire de sarcină a depozitelor deluviale, și pe de alta la o micșorare de consistență, fenomene care favorizau reactivarea alunecărilor.

Echilibrul a fost rupt în urma unei ploi torențiale ce a avut loc în ziua de 14 iunie 1969, între orele 18,15 și 19,15, cind a fost reactivată o fișie situată aproximativ în centrul alunecărilor. Această fișie, cu o lățime maximă de numai 10—20 m, avea în schimb o lungime de aproximativ 300 m, fiind situată pe o porțiune în care diferența de nivel este de 80 m.

Datorită profilului foarte ascuțit al văii, deși deplasarea s-a făcut pe numai cîțiva metri, aceasta a fost totuși suficientă pentru a creia un baraj natural de mai mulți metri înălțime, în spatele căruia s-a format repede un lac de acumulare.

În momentul în care barajul a cedat, s-a format un șuviu care a antrenat bolovanii, nisip și trunchiuri de copaci.

Datorită profilului transversal al văii în zona izvoarelor și a cotului făcut de aceasta în zona izvorului 12, debitul solid nu a putut fi transportat pînă în valea Olănești ci s-a depus imediat în aval unde materialul transportat a depășit 3 m grosime și a acoperit în întregime izvoarele minerale (pl. II, fig. 2).

Menționăm că producerea acestui fenomen a fost favorizată de îngustarea artificială excesivă a văii, tocmai în dreptul izvoarelor, prin planșeul de beton turnat cu ocazia amenajărilor anterioare. Trebuie consemnat faptul că înaintea amenajării valea își avea cursul de-a lungul versantului stâng și anume între izvorul 14 și actualul zid pe care au fost instalate bavetele. Pe lîngă devierea cursului de apă la baza versantului opus, valea a fost redusă la un canal înalt și îngust de numai 1—1,5 m. În condițiile în care pe vale au fost antrenați bolovani ce depășeau uneori 0,5 m diametru, aceasta a fost colmatată într-un timp foarte scurt și atingind nivelul planșeului, valea și-a reluat vechiul curs spre stînga, deasupra acestuia.

Existența unei suprafețe plane cu o lățime mare în dreptul izvorului 14 dar care se îngustează brusc în aval de izvorul 8, a determinat depunerea debitului solid tocmai pe acest sector, acoperind toate capătările și a închis posibilitatea de drenare a apelor minerale.



În urma îndepărtării complete a materialului aluvionar s-a constat că prin viitură s-au distrus numai suprastructurile izvoarelor 9 și 14 și bazinul de captare a izvorului 12. De asemenea a avut de suferit coloana de aducțiiune a apei izvorului 14, iar buveta acesteia a fost distrusă complet.

Prezentăm în continuare izvoarele situate pe valea Tisei.

Izvorul nr. 6. Acest izvor este situat chiar sub piciorul podului de peste valea Tisei, pe șoseaua ce urmărește malul drept al văii Olănești; a fost captat într-un mic bazin acoperit, prevăzut cu o țeavă de scurgere. Izvorul apărea din conglomerate ce au în bază gresii microconglomeratice.

În prezent nu mai curge, dar alături de vechea captare, apar slabe infiltrări de apă sulfuroasă. După mărimea captării se poate conchide că debitul acestui izvor era foarte redus. Nu există nici o indicație asupra chimismului apei.

Izvorul nr. 7. Datorită proprietăților sale terapeutice este unul din cele mai solicitate izvoare ale stațiunii, dar în același timp este și unul dintre izvoarele cu debitele cele mai scăzute. Buveta se găsește imediat în amonte de podețul pentru pietoni peste valea Tisei, fără a se cunoaște însă exact punctul de captare, ce se presupune a fi în apropierea bavetei.

Debitul actual este de 0,0047 l/s, dar probabil că acesta este mai redus decât cel inițial, datorită unor pierderi la captare. De altfel, dintr-o spărtură a planșeuilui, situată aproximativ în fața bavetei izvorului 7, curge o apă sulfuroasă cu un debit de 0,016 l/s, care probabil că reprezintă pierderile izvorului 7 (pl. III, fig. 1) diluate cu ape de infiltratie, care circulă sub planșeu, aşa cum rezultă și din chimismul acestei ape, pe care îl prezentăm în comparație cu cel al izvorului 7.

Temperatura apei izvorului 7 este la buvetă de 14°C.

Izvorul nr. 8. Acest izvor este captat într-un bazin descoperit, situat într-o nișă a galeriei de control din spatele zidului pe care este instalată baveta.

Izvorul apare pe o fisură în peretele de NW, aproape de colțul vestic, care străbate un orizont de macroconglomerate situat deasupra unor microconglomerate, imediat deasupra bazinului de captare, apa izvorind acestea din urmă (fig. 2). Slabe prelingerii de ape sulfuroase apar și pe microconglomeratele din peretele de NE.

Apa minerală, care este însoțită de viituri de gaze libere, are o temperatură în bazin de 13,7°C și un debit de 0,02 l/s.

Izvorul nr. 9. Încetând să debiteze încă din anul 1966, în prezent nu se mai știe despre acest izvor decât că avea un debit de 0,02—0,05 l/s și o mineralizare totală de 6.655,8 mg/l (analiza chimică, aşa cum a fost prezentată de P. Petrescu, figurată în tabel).

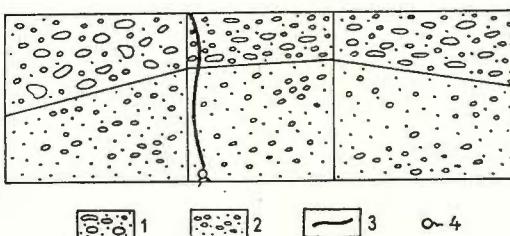


Fig. 2. — Schiță desfășurată a nișei în care apare izvorul nr. 8 (scara 1 : 50). 1, conglomerat ; 2, microconglomerat ; 3, fisură, 4, izvor. Schéma géologique de la niche où émerge la source no 8 (échelle 1/50e). 1, conglomérat ; 2, microconglomérat ; 3, fissure ; 4, source.

Nu se cunoaște nici locul exact al captării și nici felul în care aceasta a fost executată. Se presupune doar că ar fi situată în fața buvetei, deci în zona planșeului de beton și că izvorul ar fi fost captat printr-un puț amplasat în aval de izvorul 14.

În căminul de vizitare al conductei de scurgere din fața izvorului 8, în colțul dinspre buveta izvorului 9, apare o iescurgere de apă cu un debit de 0,045 l/s ce se credea a fi cea a izvorului dispărut, dar analiza chimică a acestei ape arată că e vorba de un izvor cu apă dulce ce nu are nimic comun cu izvorul nr. 9.

Izvorul nr. 10. Este captat ca și izvorul 8 într-un bazin amplasat într-o nișă din spatele galeriei de vizitare. Bazinul este acoperit, dar prevăzut cu un orificiu pentru aerisire.

Debitul izvorului este de 0,07 l/s, iar temperatura la buvetă de 12,8°C.

Izvorul nr. 11. Situat imediat în amonte de confluența văii Tisa cu valea Lacurile Tisei, izvorul 11 apare în talvegul văii pe o fisură transversală ce străbate un pachet de gresii cu elemente conglomeratice.

A fost captat în anii 1954—1955 într-un bazin acoperit amplasat pe versantul drept, restul fisurii din talveg și din malul stîng fiind astupată cu plumb (pl. III, fig. 2).

Apa era condusă printr-o conductă pe malul stîng al văii la buveta instalată pe același zid cu buvetele izvoarelor citate anterior. Această conductă a fost distrusă cu ocazia inundației din anul 1969, în prezent fiind improvizată o altă conductă, neprotejată.

Debitul izvorului este de 0,015 l/s și are o temperatură de 11,5°C.

Izvorul nr. 12. Situat ca și izvorul 11 pe malul drept al văii Tisa, a fost captat concomitent cu acesta și adus printr-o conductă ce traversează valea la buveta instalată pe același zid, la cîțiva metri amonte de cea a izvorului 11.

Izvorul apare din conglomerate situate ca poziție stratigrafică deasupra gresiilor din care se ivește izvorul 11, deși este situat la o cotă inferioară. În frontul de captare apar numeroase fisuri ce străbat conglomeratele și din care se prelungă și ape dulci.

Captarea a fost distrusă complet de viiturile din luna iunie 1969, ulterior improvizându-se o captare rudimentară, care permite aducția unei pe malul stâng printr-o conductă necorespunzătoare (pl. IV, fig. 1).

Debitul izvorului este de 0,015 l/s, iar temperatura este 12,2°C.

Izvorul nr. 13. La căminul de vizitare situat în amonte de izvorul 14 apare o conductă cu apă minerală provenind de la izvorul 13, care vine dinspre centrul planșeului.

Din săpăturile efectuate pentru identificarea punctului de captare, rezultă că acesta se găsește sub planșeu, imediat în amonte de izvorul 14 și că probabil, ca și acesta este tot un puț a cărui adâncime însă nu se cunoaște.

Debitul actual al izvorului este de 0,04 l/s, iar temperatura este 14,5°C.

Analiza chimică a apei indică un chimism aproape identic cu cel al izvorului 14.

Izvorul nr. 14. Se găsește în zona centrală a planșeului de beton aflat în fața zidului, pe care se găsesc buvetele izvoarelor 7—12 și este captat printr-un puț ce debitează artezian și a cărui adâncime se presupune a fi de 17 m (pl. II, fig. 2).

Are cel mai mare debit dintre toate izvoarele de pe valea Tisei și anume 0,4 l/s, acesta fiind probabil fostul izvor Etna-Anicuța, citat în literatură ca fiind cel mai puternic.

Viiturile de aluvioni din 14 iunie 1969 au distrus buveta și acoperișul amenajat deasupra.

Temperatura apei este de 17,5°C.

Izvorul nr. 15. Este situat în talvegul văii Tisa, chiar în dreptul izvorului 7, la baza versantului drept, ambele izvoare părind a fi plăcate pe aceeași falie.

Captarea executată sub forma unui bazin plasat sub talvegul văii este în prezent deteriorată mult de viiturile de aluvioni (pl. IV, fig. 2).

Apa, al cărui chimism este aproape identic cu cel al izvorului 7, era condusă în trecut împreună cu apa celorlalte izvoare din talvegul văii Tisa (16, 17 și 18), la pavilionul de băi pentru cură externă.

Izvorul nr. 16. Situat chiar lîngă podețul pentru pietoni de pe valea Tisei, și acest izvor a fost captat sub talvegul văii, într-un bazin care în prezent este deteriorat (pl. V, fig. 1).

Izvorul principal apare pe o falie prinsă în partea dinspre amonte a bazinului, dar apar prelingerii sulfuroase și deasupra izvorului, în versant.

Apa, care este însoțită de apreciabile viituri de gaze libere, are o temperatură de 16°C și un chimism aproape identic cu cel al izvorului 7.

Datorită situației actuale a izvorului nu se pot face măsurători exacte ale debitului; în orice caz acesta este mult superior celui al izvorului nr. 7.

Izvorul nr. 17. Între podul mare și podețul pentru pietoni de peste valea Tisa, se găsește tot în talvegul văii, captarea izvorului 17 situată la baza versantului drept.

Izvorul ce vine pe o fisură, care se continuă și în versant, era captat într-un bazin, astăzi deteriorat.

Se pare că aici era adusă și apă izvoarelor 15 și 16.

Izvorul nr. 18. Imediat în aval de izvorul 17 se găsește un bazin colector în care, alături de apa izvoarelor 15, 16 și 17, care erau utilizate numai în cură externă, era adusă și apă izvoarelor de pe stînga văii, utilizate în cură internă (7—12 și 14), precum și cea a izvorului 13. De la acest bazin colector o conductă ducea toate apele minerale la pavilionul de băi.

Izvorul 18 se găsește în dreptul bazinului menționat, apă curgind în el printr-o țeavă metalică aflată în peretele de conglomerate.

Deoarece la data executării studiului nu au fost posibile măsurători de debit pentru fiecare izvor din talveg în parte, s-a măsurat debitul global la bazinul colector din dreptul izvorului 18, unde se vărsau izvoarele 18, 17, 16 și probabil și 15.

În tabelul centralizator alături de chimismul apei izvorului 18, este dat și rezultatul unei analize chimice a unei probe globale, din toate izvoarele minerale din talvegul văii Tisa.

Izvoarele minerale 19—30 se găsesc atât pe versanții rîului Olănești, cât și pe valea Rîpuroasa. Între acestea o parte sunt cunoscute mai de mult (19, 20, 24 și 30), iar celelalte, despre care nu se mai știa nimic, au fost renumerotate de noi cu cifrele rămase disponibile. Astfel, numerotate 21—23 au fost date izvoarelor de pe valea Rîpuroasa, iar 25—29 celor din versanții rîului Olănești, situate între izvorul 24 și izvorul 30.

Izvorul nr. 19. Este situat în aval de confluența văii Tisa cu rîul Olănești, pe malul drept al acestuia, între șosea și talvegul văii, la cca 4 m sub nivelul șoselei. Apare din conglomerate și este captat într-un bazin închis.

Debitul izvorului este de 0,04 l/s, iar temperatura la buvetă este de 12,3°C.

Izvorul nr. 20. La cca 25 m în aval de izvorul 19 se găsește un cămin de vizitare din care pornește o galerie spre pavilionul 20 S.M.B., la capătul căreia, aproape de colțul pavilionului s-ar găsi izvorul 20. Pe traseul galeriei, în apropiere de taluzul ce urcă la pavilionul 20, mai

există un alt cămin situat deasupra unui puț. Nu este exclus ca acesta să constituie însăși captarea izvorului. Apa este condusă împreună cu cea a izvorului 19 printr-o conductă deteriorată la pavilionul de băi, unde se amestecă cu apa provenită de la sondele 1 I.B.F. și 1002-I.S.E.M. Înainte acest izvor era folosit separat pentru băi de iod.

Temperatura apei, în căminul de vizitare din aval este de 13°C, iar debitul de 0,08 l/s.

Pentru stabilirea compoziției chimice a apelor acestui izvor au fost recoltate și analizate două probe și anume: una din căminul de vizitare din aval, acolo unde curge și apa izvorului 19, și una din căminul din amonte. Rezultatele analizelor sunt diferite: proba de apă recoltată în aval are o mineralizație mai scăzută, asemănătoare celei a izvorului nr. 19, pe cind cea din amonte are o mineralizație ridicată, mai mare chiar decât a apei provenită din sonda 1 I.B.F. Menționăm că este apa cu cel mai ridicat conținut de iod din stațiune.

Deosebirile de mineralizație între probele recoltate din izvorul nr. 20 se pot explica prin existența pe traseul dintre cele două puncte de recoltare a unor infiltrații de apă dulce, care o diluează.

Izvorul nr. 21. La cca 20 m amonte de vila Crăciun, în firul văii Răpuroasa, apare un izvor sulfuros care a fost numerotat de noi cu nr. 21. Izvorul fiind acoperit de apă văii nu s-au putut face măsurători de debit și nu s-a recoltat probă de apă pentru analiză chimică.

Izvorul nr. 22. Tot pe valea Răpuroasa, la cca 80 m amonte de vila Crăciun, apare un alt izvor de-a lungul unei fisuri transversale pe firul văii, care prezintă depuneri sulfuroase.

Debitul izvorului ce poate fi văzut de o parte și de jalta a văii este de aproximativ 0,01 l/s, dar emergența principală fiind situată chiar în talweg, nu poate fi măsurată.

Izvorul nr. 23. Ultimul izvor de pe valea Răpuroasa i-a fost atribuit de noi nr. 23. Este situat la baza versantului stâng, la cca 300 m amonte de vila Crăciun și imediat amonte de poiana de pe partea dreaptă unde se găsește uzina de apă.

În acest punct, de-a lungul albiei văii pe o distanță de 15 m, apare o linie continuă de iviri de ape minerale sulfuroase. La capătul din aval a acestei linii se găsește un izvor captat, ce are un debit de 0,004 l/s.

Captarea este într-un mic bazin de ciment, închis.

Izvorul nr. 24. Este cel mai îndepărtat izvor, situat la cca 1 km amonte de stațiune, pe versantul drept al râului Olănești. A fost descoperit în timp ce se lucra la șoseaua ce duce de la stațiune la actualul sanatoriu de copii (fostă vila Tătărescu) și a fost captat în anul 1921 din fisuri ce străbat depozitele eocene inferioare. Aceste depozite sunt bine deschise în spatele captării, unde pe o înălțime, ce depășește 100 m, apar conglomerate cu intercalații de gresii grosiere și microconglomerate (pl. V, fig. 2).



Debitul inițial al izvorului era de aproximativ 0,5 l/s, dar ulterior debitul a scăzut la 0,06 l/s. Paralel cu scăderea debitului au apărut mai multe emergențe, la 3,6 m sub buveta captării, din cauză că aceasta a fost instalată deasupra nivelului la care fusese captat izvorul.

Actuala captare datează din anul 1963, apa fiind distribuită la două buvete cu un debit total de 0,3 l/s.

Temperatura este de 11,4°C, iar compoziția chimică este cea prezentată în tabel.

Mentionăm că au mai fost identificate de noi depuneri sulfuroase și în amonte de izvorul 24 și anume chiar sub podețul de peste valea Porcului, unde acestea apar în trei puncte. Apa minerală este amestecată însă cu apele freatiche din aluviunile văii și acoperite uneori de ape superficiale, așa că nu se pot face aprecieri asupra debitului și chimismului acesteia.

Izvoarele nr. 25 și nr. 26. La cca 500 m în aval de izvorul 24, însă pe malul stîng apar două izvoare sulfuroase apropiate. Primul, numerotat de noi 25, se găsește la cca 1,5 m deasupra albiei rîului Olănești și are un debit de cca 0,01 l/s. Cel de al doilea, nr. 26, cu un debit mult mai redus, este la cca 10 m în aval, chiar în marginea șoselei forestiere de pe versantul stîng al rîului.

Izvorul nr. 27. În apropierea podețului peste rîul Olănești de lîngă locul unde se găsea străndul stațiunii (în amonte de izvorul nr. 3), la cca 8 m de podeț, la marginea șoselei forestiere și chiar sub izvorul de apă dulce cunoscut sub denumirea de „izvorul 3 a“, apare un izvor mineral, sulfuros, cu gust sărat și cu un debit de 0,01 l/s, care a fost denumit de noi izvorul 27.

Apa este însoțită de emanații de gaze libere.

Izvorul nr. 28. A fost denumit astfel izvor situat tot pe malul stîng al rîului, în dreptul izvorului nr. 4, imediat în aval de podețul menționat, unde de-a lungul unei crăpături cu o lățime de cca 10 cm în conglomerate, apar prelingerii de ape sulfuroase, aproape la nivelul rîului.

Ca și în cazul celorlalte izvoare minerale se pot observa și viituri de gaze libere.

Izvorul nr. 29. Se găsește tot pe malul stîng al rîului Olănești, la cca 50 m în aval de izvorul 3 și puțin amonte de izvorul nr. 5 situat pe versantul opus (pl. VI, fig. 1).

Acest izvor apare pe versantul abrupt dintre rîu și șoseaua forestieră, la aproximativ 8 m deasupra nivelului văii, dintr-o fisură paralelă cu fețele de strat ce străbate conglomeratele.

Are un debit de 0,025 l/s și o temperatură de 13°C.

Rezultatul analizei chimice a probei de apă recoltată din acest izvor indică o mare asemănare a chimismului acestei ape cu cel al izvoarelor 3 și 19.

Izvorul nr. 30. Captat încă de firma Rumpell în perioada cînd au fost executate și lucrările de captare de pe valea Tisei (1921—1923), acest izvor cu un debit de 0,13 l/s este lăsat în prezent să se irosească.

Captarea, situată în apropierea „vilei turn“, este făcută într-un bazin deschis ce se află la capătul unei galerii de cca 7—8 m lungime (pl. VI, fig. 2), iar apa este dusă pînă la șosea pe o conductă de cca 30 m lungime.

În spatele captării, la cca 10 m apare un perete de cca 10 m înălțime, constituit din conglomerate, cu o intercalătie de microconglomerate spre partea superioară. În deschidere apare foarte clar o falie aproape verticală, la baza căreia se găsește de fapt izvorul mineral. Microconglomeratele citate se găsesc numai pe flancul sudic al faliei.

Temperatura apei, la capătul conductei de la șosea, este de 13,7°C.

Apa, care prezintă un chimism foarte apropiat de cel al izvoarelor 5 și 2 era dusă înainte la pavilionul de băi printr-o conductă ce în prezent este distrusă.

În afara de izvoarele enumerate, în stațiune au mai fost săpate trei foraje cu adincimi variind între 130—756 m și anume: unul de către Institutul de Balneologie și Fizioterapie (I.B.F.), iar celelalte două de către Întreprinderea de stat pentru explorări miniere (I.S.E.M. — actuala I.F.L.G.S.) care exploatează ape provenind tot din orizontul conglomeratic inferior, dar mai puțin diluate și deci cu o mineralizație mai mare.

Sonda 1 I.B.F. Amplasată în lunca rîului Olănești, pe malul stîng al acestuia, imediat în aval de confluența cu pîrîul Rîpuroasa, această sondă executată în anul 1955 exploatează două orizonturi acvifere: primul la adîncimea de 80 m, iar cel de al doilea la 130 m.

Initial cele două orizonturi erau captate separat: prin captarea A se exploata orizontul de la adîncimea de 80 m, ce avea un debit de 0,15 l/s, iar prin captarea B se exploata orizontul de la 130 m adîncime, ce avea un debit de 0,8 l/s.

În prezent tubingul inferior prin care era captat orizontul A este corodat și apele se amestecă, fiind exploatați împreună. Debitul actual al sondei este de cca 0,5 l/s.

Apa, care este însoțită de cantități apreciabile de gaze libere și are o temperatură de 20,5°C, este dusă printr-o conductă metalică deteriorată la pavilionul de băi, unde este lăsată să curgă în bazinul colector (pl. I, fig. 1).

Forajul 1001-I.S.E.M. Impropriu denumit în prezent în stațiune „sonda 1002“, acest foraj a fost executat în anul 1959 lîngă sera de flori a Consiliului popular (cota 453,40 m); are o adîncime de 402,60 m și un debit de aproximativ 0,5 l/s, fiind în folosință exclusivă a Sanatoriului 1 Mai. Forajul tubat cu coloană de 5 3/4“, șiștuită pe intervalul cuprins între 250,0—400,0 m, depășește cerințele sanatoriului și mai mult de jumătate din debitul furnizat se irosește.

Acest foraj are apa cu cea mai mare concentrație din stațiune (tabelul).

Forajul 1002-I.S.E.M. Cunoscut în stațiune greșit drept „sonda 1003“, forajul a fost executat în același an cu F. 1001 pe malul drept al râului Olănești, în spatele oficiului P.T.T.R., lîngă piață. Are o adîncime de 756 m și a fost tubat cu coloană de 12 3/4" pînă la adîncimea de 107,40 m, cimentată în spate, și cu coloană Ø 5 3/4" de la 0,0 m la 752,70 m, sălițuită pe intervalul 414,26—752,26 m și cimentată în spate de la 50 m la 390 m.

Debitează intermitent, din cauza puternicelor viituri de gaze, o emulsie de apă și gaze libere, cu un debit de aproximativ 2 l/s. De la sondă apa este condusă la un mic bazin situat tot pe versantul drept al râului Olănești, în fața pavilionului de băi, de unde apoi este trecută prin sifonare în bazinul colector din spatele băilor.

Datorită faptului că forajul este amplasat la o cotă inferioară bazinului de captare cu peste 10 m, debitul la bazin este mai redus și din această cauză se preconizează amenajarea a încă unui bazin la sondă și a unei stații de pompare.

Apa are o temperatură de 30°C și o compoziție chimică asemănătoare celei din forajul 1001.

Probleme legate de exploatarea rațională a zăcămîntului de ape minerale

Din datele prezентate se poate constata că stațiunea Olănești dispune de surse de ape minerale al căror debit total este de aproximativ 5,4 l/s (cca 460.000 l/24 ore), din care cca 3,9 l/s se pot utiliza exclusiv în cură externă (apa minerală provenită din cele trei sonde, care are o mineralizare totală ridicată și cea din izvoarele 1, 2 și 20, care, datorită amplasării lor și a felului în care au fost captate, nu pot fi folosite altfel) și cca 1,5 l/s atât în cură internă cât și în cură externă.

În prezent situația întrebuințării apelor minerale se prezintă astfel :

	l/s	%
cură internă :	0,9	(17)
cură externă :	3,6	(66)
nefolosite :	0,9	(17%)
Total :	5,4	

În tabelul de mai sus figurează și forajul 1001 cu cei 0,5 l/s ai săi, din care 0,2 l/s au fost considerați ca folosiți în cură externă, iar 0,3 l/s neutralizați.

Observăm deci, că aproape 20% din resursele de ape minerale rămîn neîntrebuințate. Dacă ținem seama că, dintre acestea mai mult de jumătate pot fi folosite și în cură internă și că debitul apelor mine-



rale pentru această cură ar putea ajunge la aproximativ 1,5 l/s față de 0,9 l/s cît se întrebunează acum, rezultă că stațiunea dispune de suficiente resurse pentru creșterea utilizării acestor ape cu cca 40%.

De asemenea, prin colectarea apelor minerale rămase nefolosite de la unele izvoare pentru cură internă (7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18), a apelor izvorului 30, ca și, prin exploatarea rațională a forajului 1001, debitul apelor pentru cură externă s-ar putea mări cu aproape 1,5 l/s (129.000 1/24 ore), ceea ce ar reprezenta o creștere cu aproape 30% a apelor minerale pentru băi.

În afară de problema utilizării integrale a rezervei de apă minerală de la Olănești, o problemă cel puțin la fel de importantă este cea a modului în care este transportată și colectată apa pentru cură externă (nu ne vom referi aici și la starea actuală a unor captări de ape minerale folosite în cură internă, cum ar fi cazul izvoarelor 8, 10, 11 și 12 de pe valea Tisei care urmează a fi recaptate).

Într-adevăr, examinind felul în care este exploataată apa minerală pentru băi, constatăm că se ignorează necesitatea ca apele minerale să-și păstreze proprietățile fizico-chimice constante și că pentru aceasta este absolut necesar ca instalațiile de captare și transport să fie astfel construite încît apa minerală să ajungă pînă la locul de consum păstrîndu-și neschimbate calitățile cu care s-a ivit la sursă. Aceste calități ale apelor minerale depind de echilibrul chimic, care poate fi menținut numai prin păstrarea nealterată a temperaturii și a presiunii în canalul aductor⁴.

În cazul apelor minerale de la Olănești, printre principalii factori terapeutici se numără gazele libere sau dizolvate din ape și anume :

⁴ În perioada scursă între data prezentării acestei comunicări (1971) și data intrării ei la tipar, în stațiunea Olănești a fost inițiat un amplu program vizînd recaptarea și reamenajarea izvoarelor, precum și o mai rațională exploatare a resurselor hidrominerale, majoritatea acestora înscriindu-se în măsurile recomandate de noi.

În acest sens vom menționa recaptarea izvorului 3, în urma căreia au fost eliminate prelingerile de ape minerale din fața captării, reamenajarea izvorului 30, care în prezent curge într-o buvetă situată deasupra şoselei, precum și reamenajarea completă a zonei de izvoare de pe valea Tisei, acțiune în urma căreia în afară de recaptarea sau reamenajarea izvoarelor utilizate în trecut în tratament balnear (izvoarele 7 și 14), au fost recaptate și izvoarele 15 și 16 a căror apă va fi condusă în imediata vecinătate a izvorului 19, unde li se vor amenaja buvete separate și unde va fi condusă de altfel și apa izvorului 7, urmărindu-se ca prin coborîrea cotei buvetei să crească debitul, care în ultima perioadă era foarte redus.

La cele menționate se mai pot adăuga amenajările hidrotehnice de pe valea Tisei (baraje și largirea albiei văii în dreptul zonei izvoarelor) în urma cărora pericolul producerii unor viituri de felul celei din anul 1969 va fi diminuat, precum și măsurile privind o mai judicioasă exploatare a apelor minerale utilizate pentru băi, cum este de exemplu acoperirea bazinului colector din spatele pavilionului de băi.

hidrogenul sulfurat, metanul, heliul, argonul, azotul și hidrogenul, precum și radioactivitatea.

Ori, este cunoscut faptul că gazele se degajă foarte repede în atmosferă, chiar lîngă sursă, din cauza schimbărilor de temperatură și presiune a apei minerale și că aerarea este tocmai un mijloc de a îndepărta hidrogenul sulfurat din ape.

Date fiind cele arătate, să analizăm cum sunt folosite apele minerale pentru cură externă.

În primul rînd, toate apele minerale pentru pavilionul de băi sunt strînse într-un bazin colector, descoperit, cu o adâncime de aproape 10 m și o suprafață mare (pl. I, fig. 1).

Apa de la sonda 1 I.B.F. curge în acest bazin de la o înălțime de peste 5 m, creindu-i-se astfel posibilități optime pentru aerare. În condiții oarecum similare ajunge în bazin și apa de la forajul 1002.

Din acest bazin descoperit apa este pompată într-un alt bazin mai mic, situat la o cotă superioară, fiind astfel vînturată pentru a doua oară. După un nou stagiu de aşteptare și tot într-un bazin descoperit, apa este repompată într-un al treilea bazin, de unde în sfîrșit intră în instalația de încălzire și este distribuită apoi la pavilionul pentru băi.

În urma repetatelor pompări și vînturări nu numai că apele își pierd gazele libere sau dizolvate, dar este afectat însuși echilibrul chimic al apei, fapt care duce la precipitarea unor săruri și astfel la modificarea chimismului apei.

În aceste condiții apa care ajunge la căzi nu mai păstrează proprietățile terapeutice inițiale.

Menționăm că, pentru forajul 1002, principala sursă de apă pentru cură externă, se preconizează executarea unui al patrulea bazin chiar lîngă foraj și a încă unei stații de pompăre, care în condițiile actuale n-ar face decît să strice și mai mult lucrurile.

Executarea acestei stații de pompăre trebuie să fie condiționată de posibilitatea ca apele minerale să fie împinsă direct la stația de încălzire și să se asigure o perfectă etanșeitate.

În viitorul apropiat, un prim pas în vederea exploatarii raționale a apelor minerale din stațiune îl va constitui reamenajarea văii Tisa, care trebuie să aibă drept obiective imediate, pe de o parte, evitarea pentru viitor a unor calamități naturale de felul celor din anii 1895 și 1969, iar pe de altă parte, recaptarea și utilizarea corespunzătoare a tuturor izvoarelor minerale de pe această vale.

Într-un viitor mai îndepărtat, s-ar putea prevedea captarea unor noi izvoare minerale cum ar fi de exemplu izvorul 29, care printr-o conductă bine protejată, ar putea fi adus lîngă actuala buvetă a izvorului nr. 5, izvoarele de pe valea Rîpuroasa etc.

În ce privește lucrările ce urmează a fi executate pe valea Tisei, este necesar să se țină seama de o serie de considerente de ordin hidrogeologic.



Astfel, referitor la operațiile de reamenajare a văii Tisa observăm că pentru o primă etapă au fost propuse (Tr. Dinculescu, M. Florin, V. Dragos, 1969)⁵:

— executarea unui baraj de sprijin pe valea Tisei în amonte de captarea izvorului 11, încastrat adînc în roca de bază și cu o înălțime de 5—6 m și a unui al doilea baraj, pe valea Lacurile Tisei, imediat în amonte de confluența cu valea Tisei;

— executarea unui zid de sprijin pe versantul stîng al văii Tisa, de la captarea izvorului 11 în aval (un versant artificial), pentru ca aluviunile aduse să fie dirijate în albia de scurgere și nu spre izvoarele minerale, aşa cum se face în prezent;

— creierea unei albii corespunzătoare în partea inferioară a văii Tisa, pe o lungime de 200 m.

Considerăm judicioase și binevenite primele două propuneri. În legătură cu cea de a treia însă avem de făcut cîteva observații și recomandări, ținind seama de faptul că, pentru creierea albiei corespunzătoare în partea inferioară se preconizează, pe de o parte umplerea surplombei dintre izvoarele 11 și 12, iar pe de alta, corectarea și îndreptarea versantului drept, urmate de placarea talvegului și a versanților cu dale de beton.

În legătură cu aceasta menționăm că, ținînd seama de cele expuse la prezentarea izvoarelor, și accentuînd la rîndul nostru asupra neceșității stringente a lărgirii albiei văii în zona izvoarelor și a umplerii surplombei dintre izvoarele 11 și 12, observăm că această lărgire va trebui făcută nu atît prin „corectarea versantului drept“ la baza căruia se găsesc izvoarele 15, 16, 17 și 18, a căror refacere — date fiind caracterele chimice și debitele însemnate — va trebui să constituie un obiectiv de prim ordin în cadrul operațiilor de recaptare a izvoarelor, cît prin reducerea suprafeței planșeului de beton de pe malul stîng, care a fost artificial și excesiv împins către versantul drept.

În acest sens mai precizăm că în zona izvoarelor 15—18 nu se va putea acționa asupra versantului drept decît atît cît o va cere recaptarea acestor izvoare și că, în zona cotului pe care îl face valea, între izvoarele 7 și 8 lucrările vor trebui să conste dimpotrivă, în consolidarea versantului drept și corectarea planșeului de pe versantul stîng, eventual rotunjindu-se și colțul pe care îl face zidul de sprijin imediat în aval de buveta izvorului 8.

Singurul sector în care este admisă și chiar indicată corectarea versantului drept este cea în zona cotului pe care îl face valea între izvoarele 12—15 și anume în dreptul izvorului 14.

Menționăm că, pentru a se păstra o suprafață suficient de mare de acces spre izvoare și promenadă, în anumite sectoare planșeul de beton, care ar putea fi eventual acoperit, poate fi construit în consolă.

Privitor la recaptarea izvoarelor amplasate pe valea Tisei, atragem atenția că în cadrul lucrărilor ce vor fi proiectate să se țină seama de următoarele elemente:

⁵ Arh. Inst. Balneologie și Fizioterapie. București.

1. În afară de actualele izvoare folosite în cura internă și anume : 7, 8, 10, 11, 12 și 14, va trebui căutat și recaptat izvorul 9, care a început de cîțiva ani să mai debiteze. De asemenea, izvoarele 13, 15, 16, 17 și 18 vor trebui să fie la rîndul lor recaptate și utilizate atît în cură externă cît și internă. Acest lucru ar fi posibil prin amplasarea buvettelor acestor izvoare la nivelul și eventual alături de cea a izvorului 19.

Insistăm în special asupra necesității recaptării izvoarelor 15 și 16, care datorită chimismului aproape identic cu cel al izvorului 7, vor putea rezolva lipsa apei minerale de acest tip (izvorul nr. 7 are un debit de numai 0,0047 l/s, respectiv de 16 l/oră). Cele două izvoare ar putea fi captate eventual împreună.

2. Instalațiile de captare vor trebui să fie bine încastrate în rocă vie. Zona de încastrare trebuie ferită de variațiile de temperatură și împotriva apelor de infiltratie.

În acest sens menționăm necesitatea izolării infiltrărilor de ape dulci din vecinătatea izvorului 12, al cărui bazin de captare va trebui să fie mult mai mic decît al celui distrus. Aceiași atenție trebuie acordată și infiltrărilor ce apar în zona planșeului de beton în sectorul izvoarelor 7—10, care ar putea dilua apele minerale. În același timp se va avea grijă ca nici să nu rămînă iviri de ape minerale legate de un anume izvor, în afara captărilor.

3. Alegerea tipului de ciment utilizat la prepararea betoanelor, precum și a materialului pentru conducte, ținîndu-se seama de chimismul apelor minerale (ape clorosodice, sulfuroase) și de cel al gazelor libere ce le însoțesc (în special hidrocarburi și hidrogen sulfurat).

4. Să nu fie posibil contactul apei minerale cu aerul atmosferic. În acest scop va trebui asigurată curgerea prin conducte sub presiune pe tot parcursul, începînd de la punctul de captare pînă la punctul de consum.

5. Să se evite variațiile de temperatură atît la locul de captare cît și pe tot parcursul conductei de transport.

6. Să se evite infectarea apelor minerale.

7. În cazul izvoarelor ce apar în versanți va trebui ca în bazinul de captare și pe parcursul dintre acesta și buvete nivelul apei să nu urce deasupra cotei la care apar ivirile de ape minerale.

În această ordine de idei menționăm că scăderea debitului la vechea captare a izvorului 24 și infiltrăriile de apă minerală ce se observă la actuala captare a izvorului 3, au fost posibile tocmai din cauza nerespectării acestor prevederi, iar prin amplasarea punctelor de distribuire a apelor deasupra cotei de captare s-au creiat presiuni, care au determinat ca apa minerală să-și caute căi noi de acces la suprafață.

8. În vederea asigurării unei cît mai raționale exploatarii a apelor minerale va trebui ca la buvete apele să nu curgă în permanență, așa cum se face acum și aceasta din două motive : pe de o 'parte 'să existe posibilitatea acumulării unor rezerve de apă minerală în perioadele cînd izvoarele nu sint exploataate, iar pe altă parte, să se creieze posibili-

tatea ca apa ce depășește această rezervă să fie dirijată la pavilionul de băi (exceptând izvoarele 10, 11 și 12 care nu sunt indicate decât în cură internă).

Acest deziderat va putea fi realizat prin instalarea la toate buvețele izvoarelor ce urmează a fi exploataate în cură externă, a unor robinete cu închidere automată (de tipul celor instalate la Borsec și la izvorul nr. 6 de la Sîngiorz Băi).

În acest sens vor trebui refăcute atit captările izvoarelor 7, 8, 9, 14, 15, 16, 17 de pe valea Tisei cît și a izvoarelor 5 și 19 de pe valea Olănești. De asemenea considerăm oportună utilizarea apei izvorului 30, fie numai în cură externă, asigurîndu-se însă etanșeitatea între captare și băi, fie și în cură internă, cu respectarea recomandărilor făcute anterior. În sfîrșit, în cazul izvorului 20 ar trebui să se studieze oportunitatea utilizării acestuia pentru băi de iod, așa cum se făcea în trecut, sau să fie amestecat cu celelalte ape, așa cum se face acum, în orice caz respectîndu-se indicațiile date de noi la punctele precedente.

Paralel cu lucrările ce se vor executa pe valea Tisei, va trebui avută în vedere schimbarea radicală a condițiilor în care se face în prezent cură externă, ținînd seama de observațiile făcute de noi anterior și de necesitatea ca apa minerală să-și păstreze nealterate calitățile cu care s-a ivit la sursă, pînă la locul de consum, deci la căzi. În acest sens este obligatorie acoperirea ermetică a bazinelor de acumulare, reducerea la minimum a vînturării apelor prin pompări succesive și cădereea lor liberă de la înălțime, montarea unui nou cap de erupție și o nouă conductă de aducțiune la sonda 1-I.B.F. etc.

În sfîrșit este necesar ca după terminarea lucrărilor de recaptare și reamenajare a izvoarelor de pe valea Tisei, să se ia măsuri pentru respectarea restricțiilor de circulație a vehicolelor, atit pe valea Tisei cît și pe drumul de pe versantul drept al rîului Olănești, asigurîndu-se pe acesta circulația exclusivă a pietonilor.

Înînd seama de geneza și circulația apelor minerale de la Olănești considerăm că principala concluzie ce se poate desprinde este aceea că, în zona Olănești nu vor putea fi obținute prin foraje decit ape puternic mineralizate utilizabile exclusiv pentru cură externă.

Avîndu-se în vedere însă, că specificul stațiunii îl constituie tocmai varietatea de ape cu o concentrație mică și foarte mică (mineralizație sub 10 g/l) utilizate în cură internă, rezultă că dezvoltarea pe viitor a stațiunii se va putea face numai printr-o exploatare rațională a izvoarelor minerale existente în conformitate cu recomandările făcute.



BIBLIOGRAFIE

- Bianu V. (1924) La radioactivité des eaux de Olănești. *Bull. Acad. Roum.* IX-e année, 3—4, București.
- Cobâlcescu Gr. (1887) Despre sorgințele minerale de la Călimănești și Căciulata. *Bul. Soc. Med. și Natur.*, 1, Iași.
- Costin-Deleanu Elena (1957) Apele minerale de la Olănești. *Stud. și Cercet. de Balneologie și Climat.* Ed. Medicală, București.
- Crasu V., Cociașiu E., Manole V. (1943) Apele minerale din România. I. Tinutul Bucegi. *Inst. Geol. Rom., Stud. tehn. econ.* (B) 15, 1941, București.
- Feru M. (1972) Geneza apelor minerale de la Olănești. *Inst. Geol. St. tehn. econ. seria E*, 10, București.
- Grozescu H. (1950) Contribuțiuni la studiul geologic al surselor de ape minerale. *Cercet. de balneo-climatologie*, I, București.
- Maxim I., Pleșa C. (1965) Cîteva considerații asupra originii radioactivității apelor izvoarelor minerale de la Olănești. *Studia Univ. Babeș-Bolyai. Ser. Geol.-Geogr.*, Fasc. 1, Cluj.
- Murgoci G. (1901) Apele minerale din Vilcea. *Bul. Soc. de științe din Buc.* X, București.
- (1907) Terțiul din Oltenia. Ape minerale și hidrocarburi în zona flișului. *An. Inst. Geol.*, I (1907), București.
 - (1930) Raport geologic asupra regiunii Olănești. *Rev. de hidrologie medicală și climatologie*. IX, 1—2, București.
- Petrescu P et al (1950) Compoziția chimică a apelor terapeutice de la Olănești. *Cercet. de balneo-climatologie*, vol. 1, București.
- (1950) Prospecții chimice la Olănești, Slănicul Moldovei și Băile Herculanе. *Cercet. de balneo-climatologie*, I, București.
- Pfeiffer Gr. (1904) Analiza sumară a apelor minerale din Olănești. București.
- Popescu-Zorileanu N. (1882) Apele minerale de la Olănești. București.
- Popescu Gr. (1954) Cercetări geologice în regiunea Govora-Rîmnicul Vilcea-Olănești (Depresiunea Getică). *D. S. Com. Geol.*, XXXVIII, București.
- Strehăianu (1880) Les eaux minérales des Olănești-Vilcea. *Teză la facultatea de medicină de la Montpellier*.

EAUX MINÉRALES D'OLĂNEȘTI

(Résumé)

Après un aperçu sur l'historique de cet établissement balnéaire, dont l'existence est attestée dans des documents datant depuis 1760, on a examiné la genèse et la circulation des eaux minérales envisagées de nouveaux points de vue.

A cet égard on montre qu'au point de vue géologique la zone d'Olănești est constituée de dépôts d'âge éocène, reposant en discordance sur le Crétacé supérieur. À la constitution de ces dépôts, dont l'épaisseur totalise 2000 m, participent trois horizons lithologiques, notamment : deux horizons conglomeratiques, séparés par un horizon marneux.



La présence des trois horizons, à caractères lithologiques différents, confère à cette zone quelques caractéristiques hydrogéologiques particulières : l'horizon marneux joue le rôle d'un écran imperméable entre les deux complexes aquifères localisés dans les horizons conglomératiques, où la circulation et l'accumulation des eaux sont assurées par un réseau de failles et de fissures et par la propriété des eaux de s'infiltrer à travers les secteurs moins cimentés des surfaces des couches.

Les eaux de ces complexes aquifères présentent une faible minéralisation, comprise entre 0,5 et 1,0 g/l ; elles sont bicarbonatées calciques ou calciques-magnésiennes.

Les eaux minérales fournies par 30 sources et 3 sondages se rattachent sans exception à l'horizon conglomératique inférieur, épais de 800—1000 m et constitué de conglomérats à ciment calcaire, dont les éléments constitutifs présentent une remarquable variété en ce qui concerne les dimensions et la composition pétrographique (micaschistes, amphibolites, gneiss, quartzites, calcaires, marnocalcaires et grès).

Les sources à eaux minéralisées surgissent généralement de la partie supérieure de l'horizon conglomératique décrit, notamment du voisinage de sa limite avec l'horizon marneux.

La plupart des géologues qui ont fait des investigations dans cette région ont adopté le point de vue émis dès 1887 par Gr. Cobălcescu, conformément auquel les eaux minérales de la zone de Călimănești-Olănești représenteraient des eaux d'infiltration dans des conglomérats éocènes, et la minéralisation résulterait des processus chimiques survenus exclusivement à l'intérieur de la masse des conglomérats.

Néanmoins nos investigations sur la genèse des eaux minérales d'Olănești (Feru, 1971) révèlent la justesse de quelques points de vue exprimés ces derniers temps par les chimistes : Petrescu (1950) et Eugenia Costin-Dellea (1957).

Réellement l'étude du chimisme des eaux minérales et des fibres qui les accompagnent, autant que les relations existantes entre le chimisme, le débit et la thermalité nous ont porté aux conclusions suivantes :

1. Le caractère chimique des eaux minérales (eaux chlorosodiques, bromo-iodurés, sulfureuses, faiblement radioactives, avec une teneur réduite en sulfates, mais comportant de l'amonium et des quantités appréciables d'acide borique) est celui spécifique aux eaux de gisement.

2. Les eaux minérales y sont accompagnées de gaz libres, constitués en proportion de 70—79% de méthane et ses homologues supérieurs, qui présentent les caractères des gaz pétroliers et qui favorisent l'ascension des eaux de gisement vers la surface.

3. Ce type d'eau primaire, fortement minéralisée, interceptée uniquement par forage, montant vers la surface prend contact avec le complexe aquifère faiblement minéralisée accumulé dans l'horizon conglomératique inférieur. Il en résulte un mélange d'eaux dont la minéralisation décroît à mesure que l'on approche de la surface. Ce phénomène est nettement illustré par le rapport entre la minéralisation totale des eaux minérales et la cote dont elles émergent, ou à laquelle elles sont captées.

Il y a également lieu de signaler l'étroite liaison qui existe entre le degré de minéralisation et la thermalité.

Nous sommes portés aux mêmes conclusions si nous examinons la distribution des différents ions caractéristiques. Ainsi le caractère chlorosodique bromo-ioduré imprimé par les eaux de gisement profondes, diminue à mesure que ces eaux se diluent, phénomène observable aussi dans le cas de l'amonium, alors que les sulfates se comportent inversement.

4. Ces eaux se caractérisent également par la présence de l'hydrogène sulfuré considéré par les dévanciers un élément fourni par les sulfures, notamment les pyrites des congolomérats éocènes.

Cette supposition ne saurait expliquer cependant ni les nombreuses non-concordances qui apparaissent entre la teneur en H_2S et la minéralisation, ou entre la quantité d'hydrogène sulfuré et les débits, ni la provenance exclusive des eaux sulfureuses de l'horizon conglomératique inférieur, bien que l'horizon supérieur ait une composition pétrographique identique.

Tenant compte que nous sommes en présence d'eaux de gisement qui sont constamment accompagnées d'hydrocarbures gazeux, il est nécessaire d'admettre l'origine organique de l'hydrogène sulfuré résulté de la réduction des sulfates par les microorganismes anaérobies spécifiques en présence du carbone organique des hydrocarbures.

5. Les débits des sources où prédominent les eaux venues des profondeurs ne dépendent pas du régime des précipitations (dont l'influence est resentie seulement par les eaux à minéralisation réduite) mais sont déterminés par les irrégularités du flux des gaz libres qui montent vers la surface en entraînant aussi les eaux de gisement, fait illustré, entre autres, tant par la variation des halogènes dans l'eau, qui sont en concordance avec la variation du débit, que par le rapport entre la minéralisation des eaux, la température et la quantité de gaz qui les accompagnent.

6. Les eaux de gisement et les gaz libres, qui confèrent leurs caractéristiques aux eaux minérales de la zone, prennent leur origine quelque part vers le sud, en direction du pendage des couches. Leur montée vers la surface a lieu en dessous de l'horizon marneux qui joue le rôle d'écran imperméable.

La conclusion ci-dessus est également confirmée par les données obtenues par les forages emplacés sur l'horizon marneux, qui, là où ils interceptent l'horizon conglomératique inférieur, commencent à déverser des eaux à caractère artésien, à débit de 0,5—2 l/s, de beaucoup plus minéralisées que la plupart des eaux des émergences naturelles. Elles sont identiques aux eaux de gisement fournies par les sondages de la zone de Govora et sont accompagnées aussi de quantités appréciables d'hydrocarbures gazeux.

Le chapitre sur les sources d'eaux minérales traite aussi de la manière du captage, des débits, des températures et de la composition chimique de chaque source.

A la fin de cette étude on fait des recommandations sur l'exploitation rationnelle du gisement à eaux minérales et sur la manière du recaptage des sources minérales de la vallée de la Tisa, endommagées par l'inondation catastrophique de 1969.





Institutul Geologic al României

STUDII EXPERIMENTALE CU TRASORI RADIOACTIVI PENTRU
PRECIZAREA CONDIȚIILOR HIDROGEOLOGICE ALE ZĂCĂMINTE-
LOR GHELAR ȘI TELIUC¹

DE

IANCU ORAȘEANU², EUGEN ANGHEL³, EMILIAN GAȘPAR⁴, LUCREȚIA
DINESCU⁵

Abstract

Experimental Studies by Means of Radioactive Tracers in View to Establish more Precisely the Hydrogeological Conditions of the Ghelar and Teliuc Ore Deposits. This paper emphasizes the efficiency of utilizing the radioactive tracers when studying the mining hydrogeology. Through marking the surface waters by a radioactive tracer their connection with the underground waters from mine is proved. Concomitantly valuable data regarding the velocity and the circulation way of waters may be obtained. The tests have proved that in the East Teliuc mine the surface waters penetrate into underground works through two ways, the one crossed in 6.5 days, and the other in 32 days.

1. Considerații hidrogeologice. Zăcămintele de fier Ghelar și Teliuc sunt situate în partea centrală-estică a masivului Poiana Ruscă, în apropierea orașului Hunedoara. Mineralizația este reprezentată printr-o serie de lentile de siderită, magnetită și hematită prinse concordant în masa șisturilor cristaline. În partea de nord a regiunii șisturile cristaline iau contact cu masivul dolomitelor de Hunedoara printr-o zonă de îndințare și mai rar prin falii. Efectele tectonicii plicative sinmetamorfice sunt materializate în două structuri plicative majore: anticlinalul Teliuc-Ghelar și sinclinalul dolomitelor de Hunedoara. Întreaga structură este compartimentată de falii direcționale, transversale și oblice.

¹ Lucrare primită la 29 martie 1975, acceptată pentru publicare la 21 aprilie 1975, comunicată în ședința din 9 mai 1975.

², ³ Intreprinderea geologică de prospecțiuni pentru substanțe minerale solide, București.

⁴, ⁵ Institutul de fizică atomică, București, 32.



Dolomitele de Hunedoara reprezintă un gigantic colector de apă alimentat din precipitații pe toată zona de aflorare a lor și din cursurile superficiale de apă care le străbat (Retișoara, Govăjdia, Cerna, etc.). Apa acestui complex acvifer se deplasează lent spre ENE în direcția zonelor de descărcare (izvoarele Boș). Sisturile cristaline au cantități reduse de apă care circulă pe falii, zone de zdrobire, fisuri și fețe de strat.

La orizonturile inferioare ale minelor Ghelar-Est și Teliuc-Est apă produce mari greutăți în avansarea lucrărilor miniere datorită viiturilor neașteptate și debitelor ridicate. În urma studiilor hidrogeologice în zonă s-a emis ipoteza existenței unor legături între cursurile de apă de la suprafață care trec prin apropierea celor două perimetre miniere și viiturile de apă din lucrările subterane. Pentru verificarea acestei ipoteze s-au efectuat încercări experimentale cu trăsori radioactivi. Încercările au fost precedate de determinări de debite, pe mai multe secțiuni ale râului Cerna, în zona cîmpului minier Teliuc.

2. Metodele de studiu. Dacă cercetarea geologică pune în evidență existența zonelor formate din roci permeabile, zone străbătute adesea de cursuri de apă, măsurarea debitelor acestor cursuri în două secțiuni poate da indicații asupra relațiilor de alimentare-drenare dintre cursurile superficiale și acviferul localizat în rocile înconjurătoare. În mod practic însă, în regiunile de munte, utilizarea metodelor clasice de măsurare a debitelor întâmpină dificultăți. În afară de aceasta, în zonele de munte

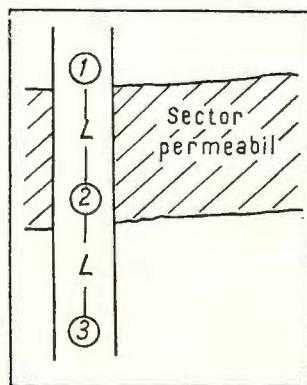


Fig. 1. — Secțiunile de măsurare a debitului (hașurat, sector permeabil).
Secteurs où l'on a mesuré le débit (hachuré, secteurs perméable).

precipitațiile sunt frecvente iar în intervalul dintre ele apa acumulată în rocile permeabile va alimenta rîurile respective cu o cantitate de apă ce nu poate fi inclusă în bilanț și deci compararea debitelor din cele două secțiuni studiate s-ar putea să fie neconcludentă. Problema poate fi soluționată cu ajutorul trăsorilor radioactivi. Astfel dacă în secțiunea 1 a cursului de apă (fig. 1) se injecteză o cantitate de trăsor având activitatea Λ , atunci debitul se poate calcula cu ajutorul relației :

$$Q = S \frac{\Lambda}{N}$$

în care S este sensibilitatea detectorului iar N numărul total de pulsuri dat de trisor în punctul de măsurare, la trecerea sa prin fața detectorului. Dacă în intervalul de timp cît are loc determinarea, regimul de curgere este permanent, în secțiunea 2 se va măsura același număr de pulsuri N, dacă pe traseu nu există pierderi de apă (și implicit de trisor), indiferent dacă rîul este alimentat prin maluri cu un debit suplimentar ΔQ sau nu. Dacă apa marcată are pierderi în subteran atunci în secțiunea 2 se va măsura un număr de pulsuri N_1 astfel încit $N_1 < N$. Injectînd o nouă cantitate de trisor în secțiunea 2 și măsurînd-o în secțiunea 3 se va determina debitul :

$$Q_2 = S \frac{\Lambda}{N_2}$$

și deci cantitatea pierdută în subteran va fi :

$$\Delta Q = S \frac{N_2 - N}{NN_2}$$

Cînd nu se dispune de activități precis determinate, se poate face o calibrare pe teren, iar debitul va fi dat de relația :

$$Q = - \frac{\delta SR}{N}$$

în care δ este factorul de corecție pentru geometria de măsurare utilizată, iar R viteza de numărare din vasul de calibrare.

Precizînd calitativ și cantitativ zona prin care se pierde apă în subteran și injectînd în această zonă un trisor convenabil, există multe șanse ca acesta să fie detectat în galeriile din subteran, dacă într-adevăr există o legătură între apă de suprafață și cea infiltrată în mină.

3. Determinarea debitelor cu trasori radioactivi. Pentru măsurarea debitului pîrîului Cerna au fost stabilite trei secțiuni, urmărind variațiile acestuia pe tronsonul în care străbate dolomitele de Hunedoara (secțiunile 1 și 2) și pe cel din raza comunei Teliucul inferior (secțiunile 2 și 3 din schița geologică). Măsurarea debitului în secțiunile stabilite s-a făcut utilizînd ca trisor Br 82 , sub formă de NH_4Br , care are o durată de înjumătățire de 36 ore. Relația de calcul utilizată a fost :

$$Q = 1,66 \cdot 10^3 \delta \frac{R}{N}$$

Factorul de corecție geometric δ ține cont că geometria de măsurare în rîu este diferită de cea din vasul de calibrare. Coeficientul δ se ia din



graficul din fig. 2 și reprezintă raportul dintre viteza de numărare corespunzătoare unui diametru al volumului de măsurare (200 cm) și viteza de numărare corespunzătoare diametrului vasului de calibrare (25 cm). Pentru cunoașterea variațiilor debitului pe pîrul Govăjdia determinările s-au făcut în secțiunea 4. Injectarea traserului se poate face instantaneu sau continuu. Am preferat a doua variantă deoarece poate furniza informații care să precizeze dacă determinările se fac în regim perma-

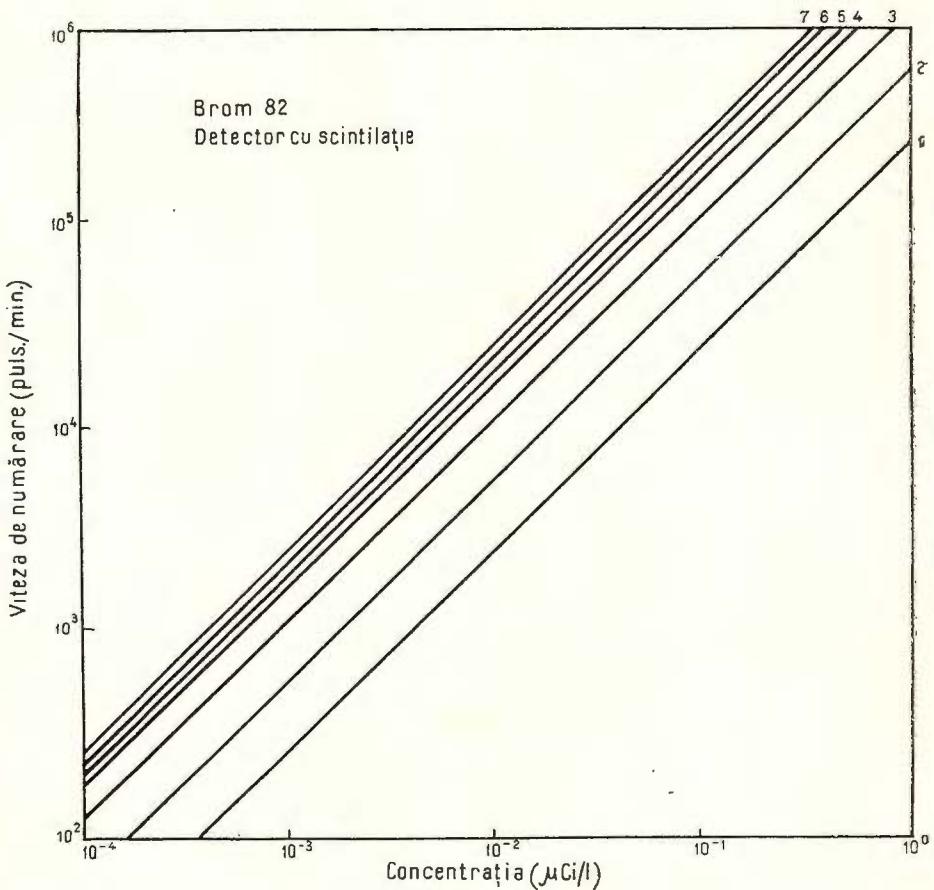


Fig. 2. — Graficul coeficientului δ (traser : brom 82 ; detector cu scintilație) ; viteza de numărare (pulsuri/minut ; 10^2 — 10^6) ; concentrația ($\mu\text{ Ci/l}$; 10^{-4} — 10^0) ; 1 = 10 cm ; 2 = 20 cm ; 3 = 50 cm ; 4 = 75 cm ; 5 = 100 cm ; 6 = 150 cm ; 7 = 200 cm.

Diagramme du coefficient δ (traceur : brome 82 ; détecteur à scintillement) ; vitesse du dénombrement (impulsions/minute ; 10^2 — 10^6) ; concentration ($\mu\text{ Ci/l}$; 10^{-4} — 10^0) ; 1 = 10 cm ; 2 = 20 cm ; 3 = 50 cm ; 4 = 75 cm ; 5 = 100 cm ; 6 = 150 cm ; 7 = 200 cm.

nent sau nepermanent. În fig. 3 se prezintă determinările efectuate în secțiunea 4. Diagrama $R(t)$ prezintă un palier care arată clar că în timpul determinărilor curgerea a fost staționară și deci relațiile de calcul pot fi utilizate. Diagrama $N(t)$ furnizează numărul total de pulsuri incluzând și pulsurile date de fond. Rezultatele acestei determinări sunt :

- numărul total de pulsuri dat de trisor $N(t) = 14.344$ puls.
- viteza de numărare medie în vas $R = 7.000$ puls/min.
- coeficientul $\delta = 3,5$
- debitul pîriului Govăjdia $Q = 2,48 \text{ m}^3/\text{s}$.

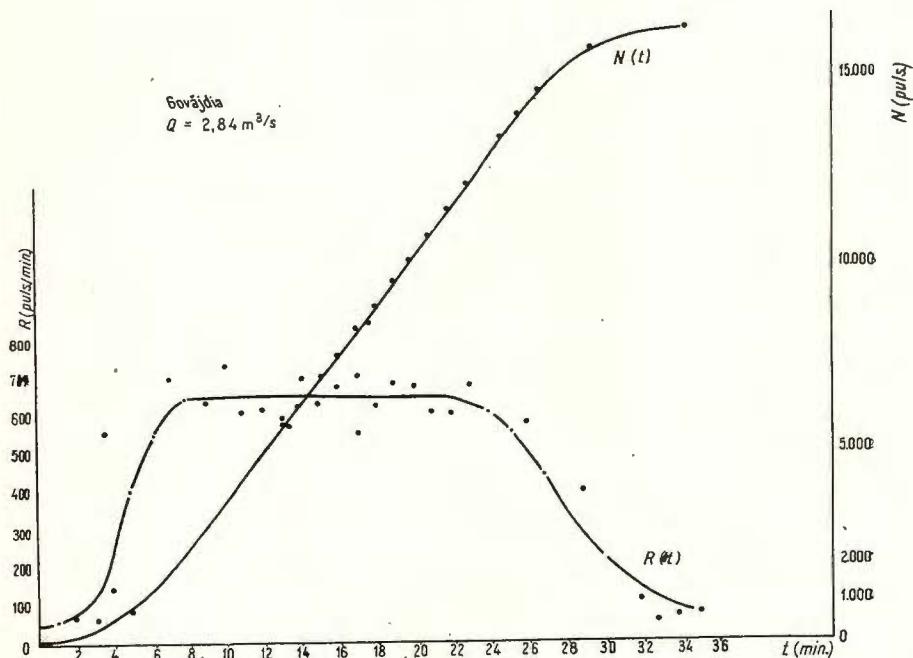


Fig. 3. -- Diagramme $R(t)$ et $N(t)$ pour le ruisseau Govăjdia.

4. Stabilirea legăturii dintre apele superficiale și apele subterane din lucrările miniere. În vederea stabilirii existenței unei legături între apele superficiale care trec prin apropierea perimetrelor miniere ale zăcămintelor de fier Teliuc Est (valea Cernei) și Ghelar Est (pîriul Retișoara și pîriul Govăjdia) și apele care produc viiturile de la orizonturile inferioare ale celor două exploatari, s-a efectuat o injectare cu tritium în pîriul Retișoara la data de 13.08.1974. Punctul de injectare este situat la cca 600 m aval de stația de captare a apelor de pe Retișoara.

Trasorul, purtat de apele pîrîului Retișoara, a ajuns în pîrîul Govăjdia iar de aici în rîul Cerna, realizîndu-se în acest mod marcarea apelor superficiale pentru ambele perimetre miniere. Concentrația traserului a scăzut din amonte spre aval datorită creșterii debitului apelor purtătoare prin aportul afluenților. Anterior injectării traserului radioactiv a fost stabilit un program de prelevare a probelor de apă de la orizonturile —50 m și —100 m ale exploatarii Teliuc Est și XII al minei Ghelar Est. Probele s-au prelucrat și s-au măsurat cu un spectometru TRICARB iar rezultatele măsurătorilor se prezintă în tabele și grafice.

4. 1. Zona Ghelar. Probele de apă prelevate zilnic din rigola de la orizontul XII al minei Ghelar Est în perioada 15.08.1974—28.09.1974 au fost toate activate (vezi tabelul).

TABEL

Rezultatele măsurătorilor tritiului la orizontul XII

Nr. probă	R(puls./min.)	Nr. probă	R(puls./min.)	Nr. probă	R(puls./min.)
1	2.256	12	2.815	23	5.960
2	1.900	13	4.516	24	1.010
3	3.323	14	2.739	25	2.247
4	3.893	15	3.700	26	2.663
5	5.222	16	6.705	27	2.650
6	3.900	17	6.430	28	2.103
7	6.475	18	230	29	2.670
8	4.381	19	74	30	1.560
9	4.444	20	2.865	31	3.030
10	6.335	21	1.985	32	410
11	2.807	22	4.592		

Notă : Probele prelevate la Ghelar nu au fost dateate astfel încît numerotarea din tabel nu corespunde ordinii cronologice.

Deoarece probele nu au fost numerotate în ordinea prelevării nu s-a putut trasa curba concentrație-timp necesară aprecierii timpului și modului de sosire a traserului. Totuși, faptul că izotopul radioactiv a fost identificat în apele de la orizontul XII al minei Ghelar Est demonstrează existența unei legături între acestea și apele pîrîurilor Retișoara și Govăjdia ale căror cursuri sunt săpate în dolomitele de Hunedoara.

Legătura hidrogeologică dintre complexul acvifer carstic localizat în dolomitele de Hunedoara și orizontul zăcămintelor de fier se realizează atât pe sistemul de falii transversale care afectează întreaga serie vulcanogenă bazică și se continuă spre N ajungînd pînă la dolomitele de Hunedoara cît și direct, în zona situată la W de falia Șesuri, zonă în care



orizontul zăcămintelor de fier este adus în contact direct cu ramificațiile sudice ale dolomitelor de Hunedoara, de-a lungul faliei Alun-Nădrag (fig. 4).

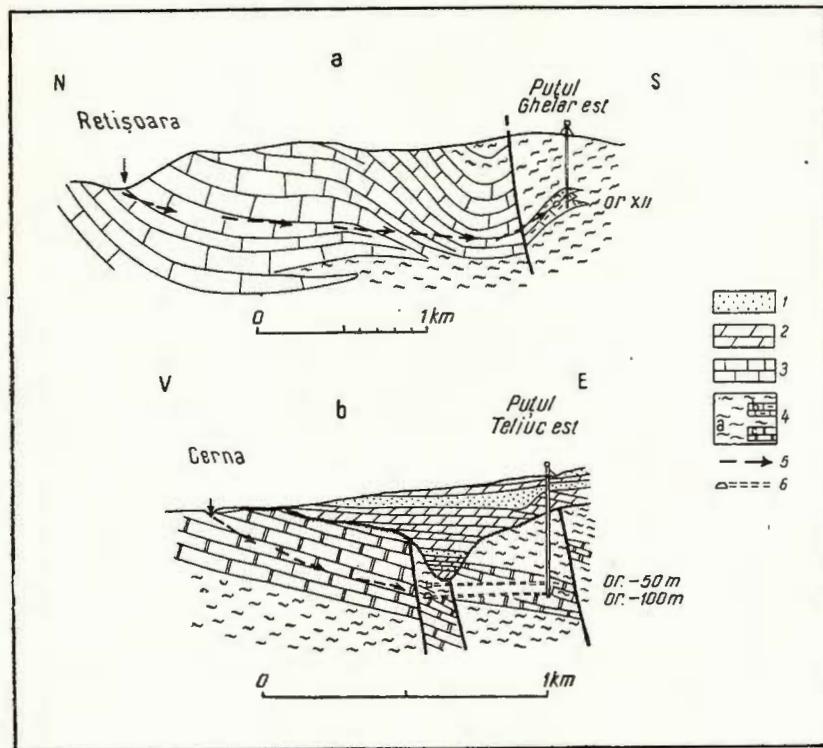


Fig. 4. — Secțiuni geologice în zona Ghelar-Teliuc. 1, nisipuri ; 2, marne ; 3, dolomite de Hunedoara ; 4, a, sisturi cristaline ; b, dolomitul de zăcămînt ; c, dolomitu inferior zăcămîntelor ; 5, direcția de deplasare a apelor subterane ; 6, lucrări miniere.

Coupes géologiques dans la zone de Ghelar-Teliuc. 1, sables ; 2, marnes ; 3, dolomie de Hunedcara ; 4. a, schistes cristallins ; b dolomie à minéralisation de fer ; c, dolomie de la partie basale des gisements ; 5, direction du déplacement des eaux souterraines ; 6, exploitations minières.

4.2. Zona Teliuc. Din apele subterane care apar în lucrările miniere de la orizonturile -50 m și -100 m ale minei Teliuc Est, au fost recolțate probe timp de 69 de zile, începînd cu 15.08.1974. Probele au fost recolțate din rigolele de evacuare a apelor din cele două orizonturi, înainte de deversarea lor în jompul puțului. Curbele concentrație-timp $C(t)$ au o formă identică pentru cele două orizonturi, indicînd că de circulație comune pentru apele care se descarcă în acestea (fig. 5, 6). Curbele prezintă două maxime. Pentru primul maxim din cele două

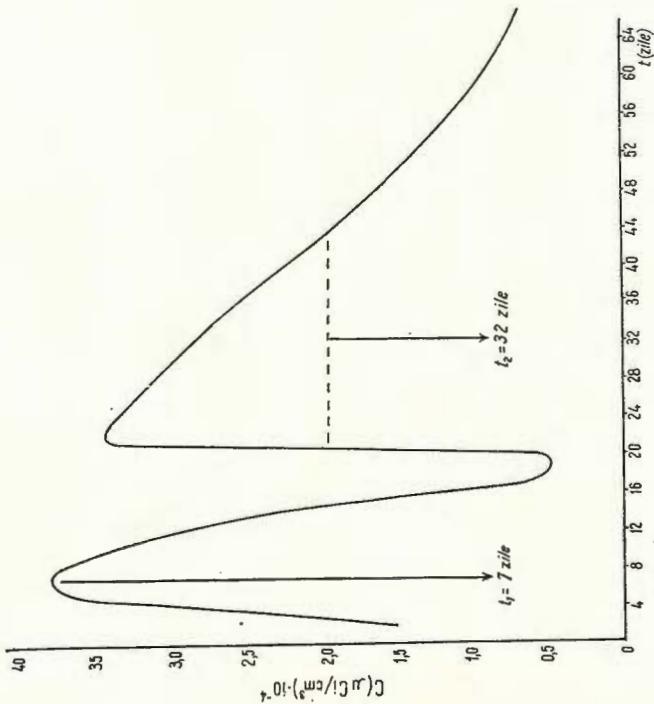


Fig. 5. — Curba de variație a concentrației în timp, mina Teliuc-Est, orizontul —50 m ; trisor tritiu ; C.M.A. = $3 \cdot 10^{-3} \mu \text{ Ci/cm}^3$; $t_1 = 7$ zile ; $t_2 = 32$ zile.
Courbe de la variation de la concentration en temps, exploitation minière de Teliuc-Est, horizon —50 m ; traceur tritium ; C.M.A. = $3 \cdot 10^{-3} \mu \text{ Ci/cm}^3$; $t_1 = 7$ jours ; $t_2 = 32$ jours.

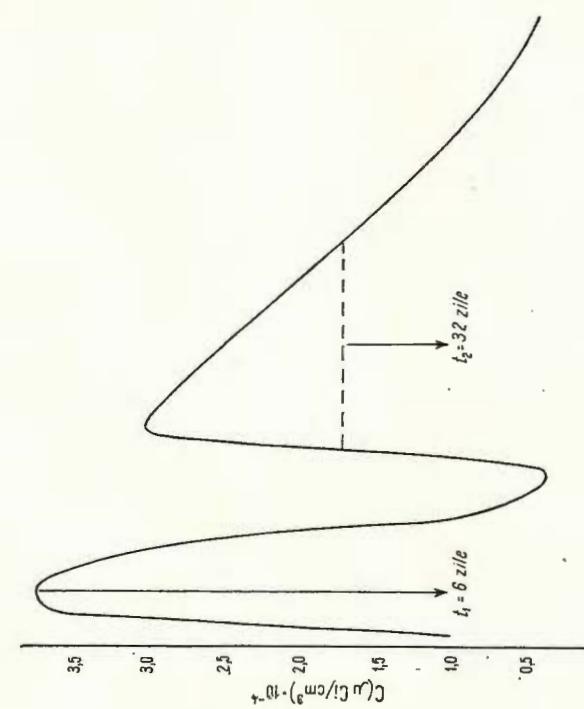


Fig. 6. — Curba de variație a concentrației în timp, mina Teliuc-Est, orizontul —100 ; trisor Tritiu ; C.M.A. = $3 \cdot 10^{-3} \mu \text{ Ci/cm}^3$; $t_1 = 6$ zile ; $t_2 = 32$ zile.
Courbe de la variation de la concentration en temps, exploitation minière de Teliuc-Est, horizon —100 ; traceur tritium ; C.M.A. = $3 \cdot 10^{-3} \mu \text{ Ci/cm}^3$; $t_1 = 6$ jours ; $t_2 = 32$ jours.

curbe rezultă $t_1 = 6,5 \pm 0,5$ zile. Pentru cel de al doilea maxim s-a considerat timpul corespunzător semiinălțimii picului rezultând $t_2 = 32$ zile. Peste 60 de zile concentrația tinde către concentrația minimă detectabilă, indicind trecerea trisorului de punctele de recoltare. Menționăm că, concentrația maximă măsurată ($5 \cdot 10^{-4} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$) a fost mai mică decât concentrația maximă admisă în apă potabilă pentru tritium ($\text{CMA} = 3 \cdot 10^{-3} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$).

Prezența a două maxime pe curbele $C(t)$ indică existența a două căi de legătură între apele Cernei și apele subterane. Prima cale de legătură, mai directă, parcursă de apă în cca 6,5 zile și caracterizată printr-o trecere efectivă și relativ rapidă a trisorului, o considerăm a fi realizată prin dolomitul inferior zăcămintelor. Aceste roci intens carstificate care aflorează în versanții râului Cerna și se afundă spre E sub lunca acestuia și în continuare sub formațiunile tortoniene pînă în zona zăcămintului Teliuc Est, constituie o cale de circulație directă și imediată a apelor râului Cerna și ale stratului freatic din lunca acestuia, spre lucrările miniere de la orizonturile —50 m și —100 m. Circulația este ușurată de sistemul de fali transversale care pun în legătură directă dolomitul inferior zăcămintelor cu dolomitu de zăcăminț.

Cea de a doua cale de legătură, parcursă de apele de infiltrare din Cerna în cca 32 de zile, caracterizată printr-o trecere a trisorului într-un interval mare de timp, considerăm că este formată într-o parte de gurile carstice ale dolomitelor de Hunedoara și în continuare de zonele de zdrobire care însotesc faliile transversale pe întreaga structură.

5. Concluzii. Lucrările cu tratori radioactivi efectuate în zona Teliuc-Ghelar au confirmat ipotezele emise privind căile de circulație ale apelor subterane din zona perimetrelor miniere respective și au condus la următoarele concluzii :

— Condițiile hidrogeologice ale minei Ghelar Est sunt influențate direct de apele complexului acvifer carstic localizat în dolomitele de Hunedoara, complex alimentat din precipitații și cursurile de apă superficiale (Retișoara și Govăjdia).

— Încercările experimentale cu tratori radioactivi au stabilit legătura directă dintre apele superficiale din zona dolomitelor de Hunedoara și apele de la orizontul XII al minei Ghelar Est.

— Apele care apar în lucrările miniere de la orizonturile —50 m și —100 m ale minei Teliuc Est sunt alimentate în parte din apele râului Cerna, legătura dintre acestea realizîndu-se pe două căi : o cale mai rapidă parcursă de apă în cca 6,5 zile situată în dolomitul inferior zăcămintelor de fier și faliile transversale pe structură, care le pun în legătură directă cu dolomitu de zăcăminț și o cale mai lungă, parcursă de apă în cca 32 zile, formată din gurile carstice ale dolomitelor de Hunedoara și faliile transversale pe structură.



BIBLIOGRAFIE

Găspăr E., Onicescu M. (1972) Radioactive tracers in Hydrology, Elsevier Publishing Company, Amsterdam.

Maier O., Kräutner H., Kräutner Florentina, Mureşan Georgeta, Mureşan M. (1968) Stratigrafia și structura formațiunilor epimetamorfice din zona mediană a masivului Poiana Ruscă. An. Com. Geol. XXXVII, Bucureşti.

ÉTUDES EXPÉRIMENTALES AVEC DES TRACEURS RADIOACTIFS EN VUE DE PRÉCISER LES CONDITIONS HYDROGÉOLOGIQUES DES GISMENTS DE GHELAR ET DE TELIUC

(Résumé)

Aux exploitations minières de Ghelar et de Teliuc, le travail dans les horizons inférieurs est entravé par les grandes crues d'eau. Pour établir si ces crues sont en rapport avec les eaux de surface on a effectué des marcages avec des traceurs radioactifs. Le marquage a été effectué en vue de poursuivre le débit des eaux superficielles et de dépister leur apparition dans les horizons profonds des exploitations minières. À l'exploitation minière de Ghelar on a démontré que les eaux superficielles sont en liaison avec celles de la mine car l'izotope apparaît dans tous les échantillons analysés. Il en est de même de l'exploitation de Teliuc où on a pu identifier deux voies, l'une plus courte parcourue par l'izotope en approximativement 6,5 jours et une autre plus longue parcourue en 32 jours.

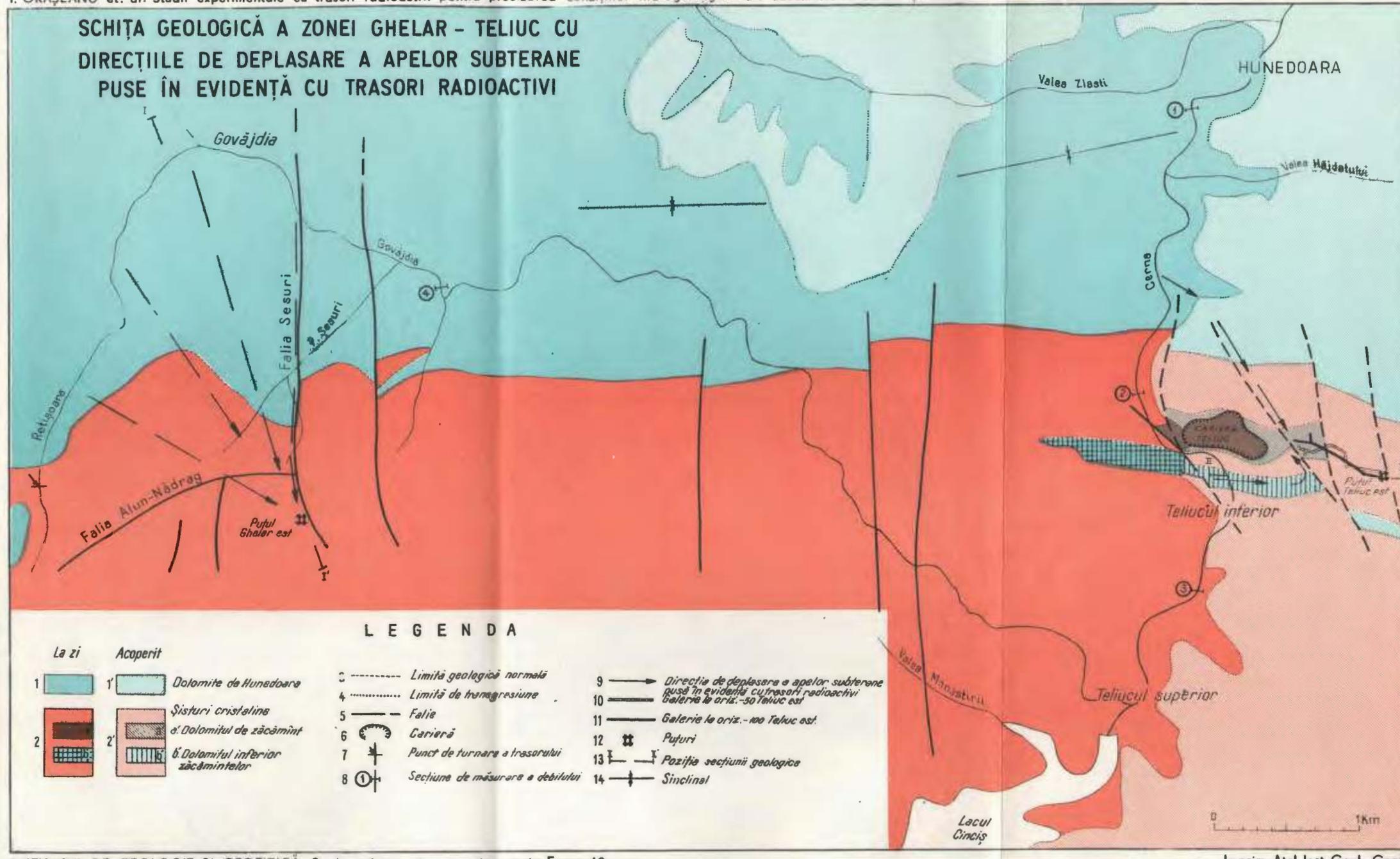
EXPLICATION DE LA PLANCHE

Schéma géologique de la zone de Ghelar-Teliuc avec les directions du déplacement des eaux souterraines mises en évidence par des traceurs radioactifs.

En affleurement et couvert : 1 et 1', dolomies de Hunedoara ; 2 et 2', schistes cristallins ; a et a', dolomie à minéralisation de fer ; b et b', dolomie de la partie inférieure des gisements ; 3, limite géologique normale ; 4, limite de transgression 5, faille ; 6, carrière ; 7, lieu où l'on introduit le traceur ; 8, secteur où l'on mesure le débit ; 9, direction du déplacement des eaux souterraines mise en évidence par des traceurs radioactifs ; 10, galerie dans l'horizon -50 m Teliuc-Est ; 11, galerie dans l'horizon -100 m Teliuc-Est ; 12, puits ; 13, position des coupes géologiques ; 14, synclinal.



I. ORĂȘEANU et. al. Studii experimentale cu trăsori radioactivi pentru precizarea condițiilor hidrogeologice ale zăcămintelor Ghelar și Teliuc



INSTITUTUL DE GEOLOGIE ȘI GEOFIZICĂ. Studii tehnice și economice seria E. nr. 13

Imprim. Atel. Inst. Geol., Geof.



Institutul Geologic al României

ASPECTE EXPERIMENTALE ALE CAPILARITĂȚII ÎN NISIPURI¹

DE

MIRCEA FLOREA²

Experimental Aspects of Capillarity in Sands. This paper deals with the results of some laboratory tests relating to the rise of water in sands through capillarity on purpose to determine the final capillary height. First there was followed the rise of water through capillarity in a medium grain-size sand, and subsequently this sand has been granulometrically separated (from the viewpoint of its granulometric composition) into its component parts; medium grain-size sand, fine sand and a mealy sand, the tests being continued on each fraction separately. In order to obtain data concerning the rise of water through capillarity, each type of sand has been kept under observation during a time interval ranging from 300 to 500 h, as a rule, until the final capillary height has been obtained. As a function of the grain-size of sand the final capillary height varies between 30 and 90 cm. From the standpoint of its capillarity the most active is the mealy sand. When following the migration of water through capillarity it may be stated that the former rises concomitantly with grain-sizesand, the difference of velocity in granulometrically various sands being higher during the first part of the capillary migration process. The tests are confirming the validity of the Kozeny's equation for the calculation of the capillary height. When dealing with the finegrained sand the Kozeny's equation gives both academically and practically exact result which coincides with the experimental one for the constant A value = 0.5 cm².

1. Prezentarea problemei

În lucrarea de față sînt cuprinse o serie de observații experimentale, de laborator, asupra înălțimii de ridicare a apei prin capilaritate, în nisipuri. Capilaritatea, alături de alte proprietăți, cum ar fi permeabilitatea,

¹ Lucrare primită la 20 ianuarie 1975, acceptată pentru publicare la 30 ianuarie 1975, comunicată în ședința din 7 februarie 1975.

² Facultatea de geologie și geografie, Universitatea București, 32.



litatea, sufoziunea, autocolmatarea și capacitatea de cedare a apei, este o direcție principală spre care trebuie să orientăm studiile de laborator și teren, pentru a contribui la exprimarea în termeni geotehnici a proprietăților acvifere ale nisipurilor. Cunoașterea proprietăților acvifere ale nisipurilor este o problemă de mare actualitate pentru iazurile de decantare din industria minieră și pentru depozitele de cenușă și zgură, depuse pe cale hidromecanică, ale termocentralelor. Având în vedere dezvoltarea în perspectivă a industriei miniere și energetice, studierea proprietăților acvifere ale nisipurilor sedimentate pe cale naturală, cît și a celor ce rezultă din sfârșirea rocilor în uzinele de preparare sau prin alte procese tehnologice, este o problemă care merită mai multă preocupare, în vederea fundamentării cantitative a analizelor de stabilitate a iazurilor de decantare și a depozitelor de cenușă și zgură.

Experiențele pe care le prezintă în această lucrare s-au desfășurat pe o perioadă mare de timp, observațiile asupra înălțimii de ridicare a apei prin capilaritate fiind de ordinul a 300—500 ore, pentru fiecare experiență. Ridicarea apei prin capilaritate s-a măsurat în tuburi de sticlă, verticale, cu diametrul interior de 27 mm, în care au fost introduse nisipurile.

2. Prezentarea rezultatelor experiențelor

S-a luat un nisip fin-mijlociu care are următoarea alcătuire granulometrică :

	%
nisip mare ($d > 0,6$ mm)	4
nisip mijlociu ($d = 0,6—0,25$ mm)	34
nisip fin ($d = 0,25—0,1$ mm)	50
nisip făinos ($d < 0,1$ mm)	12
Total :	100

Prima experiență s-a făcut pe nisipul fin-mijlociu având compoziția granulometrică globală, de mai sus. Pentru celelalte experiențe s-au folosit trei din cele patru fracțiuni de nisip, nisipul mare fiind slab reprezentat în compoziția inițială (4%) nu s-a experimentat. Utilizând cantități mai mari de nisip, din nisipul fin-mijlociu inițial s-au separat nisipul făinos (exp. 2), nisipul fin (exp. 3) și nisipul mijlociu (exp. 3), pe care s-au continuat observațiile pentru determinarea înălțimii capilare finale. La fiecare experiență, înălțimea capilară a fost măsurată, de mai multe ori, pe aceeași scară a timpului, exprimată în : minute, ore, zeci de ore și sute de ore. Înregistrarea înălțimii capilare, în timp, pentru toate experiențele, este redată în tabelul 1, începînd cu nisipul fin-mijlociu inițial și continuînd cu cele trei fracțiuni nisipoase, în ordinea crescătoare a diametrelor granulelor : nisipul făinos, fin și mijlociu.



TABEЛUЛ 1

		Nisip fin-mijlociu												Nisip răinos												
Exp. 1	h_0	t min. ore	1'	2'	3'	5'	10'	15'	30'	1h	2	10	16	26	41,5	50	67	88	100	125	453	573				
			6,5	9	11,5	14	20	23	27,5	33	37,5	43	47	49,5	51,5	52,8	53,5	54,5	55	57,5	62	63				
Exp. 2	h_0	t	1'	3'	18'	33'	1h	2	12	17	44	66	68	92	100	120	149	191	216	240	406	525				
			5	8,3	10,2	22,7	30	41	57	61	63,5	69,5	72,5	73	75	75,4	76,4	78	79,3	80,2	81	85	86,6			
		Nisip fin												Nisip mijlociu												
Exp. 3	h_0 <th>t</th> <td>1'</td> <td>2'</td> <td>3'</td> <td>4'</td> <td>5'</td> <td>6'</td> <td>7'</td> <td>1h</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>10</td> <td>17</td> <td>22</td> <td>28</td> <td>45</td> <td>66</td> <td>90</td> <td>100</td> <td>114</td> <td>138</td> <td>162</td> <td>191</td> <td>330</td>	t	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	1h	2	4	10	17	22	28	45	66	90	100	114	138	162	191	330	
			8	12	15	17	18	19	19,5	32	35	37	38	39,8	42	43,5	43	43,5	44	45	45,5	46	46,5	47	47,5	50,5
Exp. 4	h_0	t	5'	10'	15'	30'	1h	3,5	10	71	98	100	140	140	282	306										
			13	16	18	18,5	21	23	23,5	27,5	28	28,0	29	30	30,5											

t = timpul, cumulat, de ridicare a apelor prin capilaritate (minute, ore)

h_0 = înălțimea capilară (cm).



Reprezentind grafic datele de observație din tabelul 1, pe o bază semilogaritmică, care are în abscisă timpul, la scară logaritmică, iar în ordonată înălțimea capilară, la scară normală, s-au obținut curbelor din fig. 1. Timpul a fost pus la scară logaritmică, pentru a putea evidenția înălțimea capilară din primele minute de observație. Privind alura curbelor din fig. 1, reprezentând variația înălțimii capilare în timp se poate vedea că la nisipul fin-mijlociu (curba 1) și la cel mijlociu (4), ultimele citiri ale înălțimii capilare au atins mărimea înălțimii capilare finale, cele două curbe putând fi considerate asymptote la axa timpului. Dimpotrivă, la nisipul făinos (2) și mai ales la cel fin (3), alura curbelor nu pune în evidență stabilizarea înălțimii capilare. La aceste tipuri de nisip observațiile trebuiau continuante pe un interval mai mare de timp. Din rezultatele obținute reiese că înălțimea capilară este în funcție de diametrul granulelor de nisip. Privind în ordine crescătoare înălțimile capilare, acestea sunt: 30,5 cm (nisipul mijlociu), 50,5 cm (nisipul fin) și 86,6 cm (nisipul făinos). Pe nisipul fin-mijlociu s-a obținut o înălțime capilară de 63 cm, ce se înscrie, între valoarea înălțimii capilare a nisipului fin și cea a nisipului făinos, ceea ce pune în evidență faptul că fracțiunea de nisip fin este cea mai activă din punct de vedere capilar. Înălțimea capilară crește deci cu gradul de finețe a granulelor.

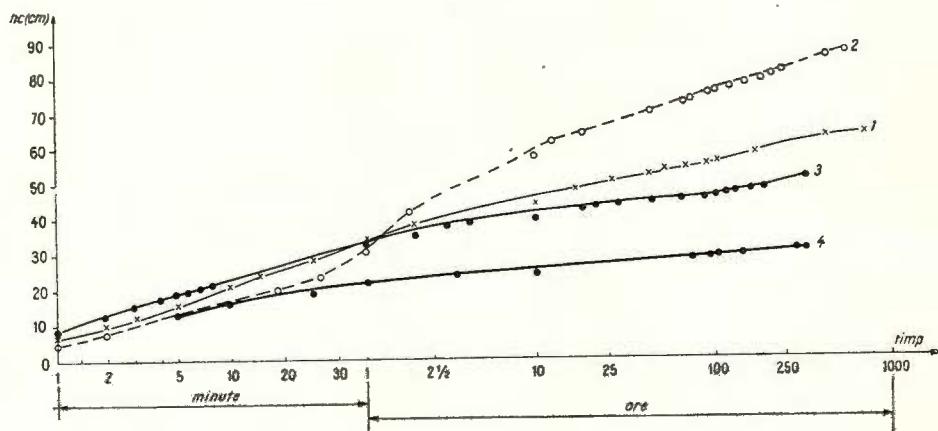


Fig. 1. — Variația înălțimii capilare în funcție de timp. 1, nisip fin-mijlociu ; 2, nisip făinos ($d < 0,1$ mm) ; 3, nisip fin ($d = 0,1-0,25$ mm) ; 4, nisip mijlociu ($d = 0,25-0,6$ mm) ; nisipurile 2-4 sunt fracțiuni ale nisipului global (1).
Variation de la hauteur capillaire en fonction du temps. 1, sable fin-moyen ; 2, sable poussiéreux ($d < 0,1$ mm) ; 3, sable fin ($d = 0,1-0,25$ mm) ; 4, sable moyen ($d = 0,25-0,6$ mm) ; les sables 2-4 sont des fractions du sable global (1).

Cu privire la evoluția înălțimii capilare în timp, din examinarea diagramelor $h_c = f(t)$, fig. 1, se constată că fascicoul de curbe în prima parte a procesului de migrație a apei prin capilaritate (pe un interval de aproximativ o oră) se menține relativ grupat, independent

de tipul de nisip. Deosebiri mari între înălțimile capilare ale nisipurilor apar după primele ore ale procesului de migrație capilară, cînd fiecare curbă are creșteri diferențiate, în funcție de gradul de finețe a granulelor de nisip. În final, înălțimea capilară a nisipului făinos ($h_e = 86,6$ cm) este de cca trei ori mai mare decît cea a nisipului mijlociu ($h_e = 30,5$ cm).

3. Variația procentuală a înălțimii capilare în timp

Încercind să detaliem mai mult procesul de capilaritate am selectat diagramele 1 și 4 din fig. 1, pentru care putem considera că înălțimea capilară obținută este cea finală, stabilizată. Pentru aceste două tipuri de nisip ne propunem să determinăm variația procentuală a înălțimii capilare, în funcție de timp, folosind datele de observație din tabelul 1, pentru experiențele 1 și 4. Alegîndu-se cîteva intervale de timp, am calculat de fiecare dată, cît reprezintă, procentual, la un timp dat, înălțimea capilară față de înălțimea capilară finală. Rezultatele acestui calcul sunt înscrise în tabelul 2.

TABELUL 2

Timpul în ore	Nisip mijlociu (exp. 4)		Nisip fin-mijlociu (exp. 1)	
	h_e (cm)	η (%)	h_e (cm)	η (%)
1	21	68,8	33	52,4
10	23,5	77	43	68
100	28,05	93,5	55	87
300	30,2	99	—	—
500	—	—	68,4	99

η = procente din înălțimea capilară finală

h_e = înălțimea capilară

Luînd un exemplu (exp. 4), la timpul de 1 oră, înălțimea capilară este $h_e = 21$ cm, ceea ce reprezintă $\eta = \frac{21}{30,5} \cdot 100 = 68,8\%$, față de

înălțimea capilară finală, stabilizată (30,5 cm). În acest mod s-au exprimat procentual toate înălțimile capilare, corespunzătoare intervalelor de timp din tabelul 2. Pentru reprezentarea grafică a rezultatelor s-a ales tot o bază semilogaritmică, în ordonată trecîndu-se înălțimea capilară procentuală, la scară normală, iar în abscisă timpul, la scară logaritmică, fig. 2. Punctele calculate sunt practic coliniare, la fiecare tip de nisip. Trasînd cele două drepte observăm că cea pentru nisipul mijlociu se situează deasupra celei pentru nisipul fin-mijlociu. De fapt, examinînd și înălțimea capilară procentuală, tabelul 2, pentru toate intervalele de timp alese, se vede că ea este mai mare pentru nisipul mijlociu în comparație cu cea a nisipului fin-mijlociu. Deci, pe măsura descreșterii dimensiunii granulelor, la un timp dat, se realizează o înălțime capilară



procentuală, în raport cu înălțimea capilară finală, mai mică, ceea ce evidențiază că procesul de capilaritate este mai lent în nisipurile fine în comparație cu nisipurile mijlocii.

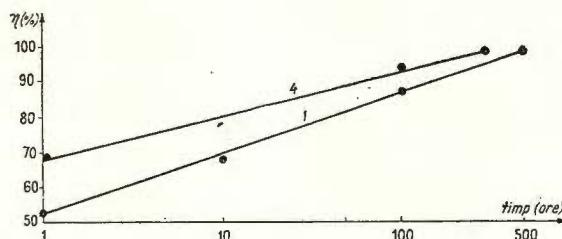


Fig. 2. — Variația procentuală a înălțimii capilare în funcție de timp. η , procente din înălțimea capilară finală ; 1, nisip fin-mijlociu ; 4, nisip mijlociu.

Variation calculée en pour-cent de la hauteur capillaire en fonction du temps. η , pour-cent de la hauteur capillaire finale ; 1, sable fin-moyen ; 4, sable moyen.

4. Determinarea constantei lui J. Kozeny

Înălțimea capilară poate fi determinată și prin calcul pe baza ecuației lui J. Kozeny, care are expresia :

$$h_c = A \cdot \frac{1}{e \cdot d_e}, \text{ în care :}$$

h_c = înălțimea capilară, exprimată în cm ; A = o constantă, $A = 0,446 \text{ cm}^2$; e = indicele de porozitate al rocii ; d_e = diametrul efectiv al rocii, cm.

Date de calcul, pentru nisipul fin-mijlociu (1) :

$$A = 0,446 \text{ cm}^2, e = 0,85, d_e = 0,0095 \text{ mm}.$$

Folosind aceste date, obținute prin determinări de laborator, înălțimea capilară, calculată are valoarea :

$$h_c = 0,446 \cdot \frac{1}{0,85 \cdot 0,0095} = 55 \text{ cm}$$

Experimental, pentru același tip de nisip, s-a obținut că înălțimea capilară calculată reprezintă numai $87\% \left(\frac{55}{63} \cdot 100 = 87 \right)$ din cea stabilită pe cale experimentală. Observând toți factorii ce intervin în formula lui J. Kozeny, putem determina, în cazul studiat, o nouă mărime a constan-

tei Kozeny, caracteristică pentru nisipurile fine-mijlocii, folosind pentru înălțimea capilară, valoarea determinată experimental:

$$A = h_e \cdot e \cdot d_e = 63 \cdot 0,85 \cdot 0,0095 \simeq 0,5 \text{ cm}^2$$

Din încercarea de determinare a constantei lui Kozeny, pentru nisipurile fine-mijlocii, trebuie să reținem că valoarea obținută, $A = 0,5 \text{ cm}^2$, este foarte apropiată de cea recomandată de autor, $A = 0,446 \text{ cm}^2$.

5. Concluzii

Cercetarea experimentală a înălțimii capilare, efectuată pe un nisip fin-mijlociu și pe componentele sale granulometrice principale, nisipul făinos, n. fin și n. mijlociu, are următoarele rezultate:

a). Fracțiunea granulometrică cea mai activă din punct de vedere capilar, este nisipul făinos. Din această cauză curba de variație a înălțimii capilare în timp, la nisipul fin-mijlociu, se situează între cea pentru nisipul fin și cea a nisipului făinos, deși fracțiunea de nisip făinos este slab reprezentată (12%) în compoziția granulometrică a nisipului fin-făinos.

b) Curbele de variație a înălțimii capilare, în timp, în prima fază a migrației capilare (pe un interval de cca o oră) se mențin relativ grupate, după care diferențierea înălțimii capilare în funcție de finețea granulelor, este foarte accentuată.

c) Viteza de migrație a apei prin capilaritate, pentru atingerea înălțimii capilare finale, crește odată cu dimensiunea granulelor, diferența dintre viteze, în nisipuri diferite din punct de vedere granulometric, fiind mai mare în prima parte a procesului de migrație capilară.

d) Experiențele confirmă, în cazul general al nisipurilor, valabilitatea ecuației lui Kozeny, recomandată pentru determinarea prin calcul a înălțimii capilare. Pentru nisipurile fine-mijlocii, studiate, având porozitatea $n = 46\%$ și diametrul efectiv $d_e = 0,0095 \text{ mm}$, pe baza înălțimii capilare determinată în laborator, constanta lui Kozeny are valoarea $A = 0,50 \text{ cm}^2$.

BIBLIOGRAFIE

- Cedergren, Harry R. (1967) Seepage, drainage and flow nets. Wiley New-York.
 Völlner E. (1967) Encyclopaedia of hydraulics, soil and foundation engineering.
 Elsevier Pub. Co, New-York.



ASPECTS EXPÉIMENTAUX DE LA CAPILARITÉ DANS LES SABLES.

(Résumé)

Cette étude présente les résultats de quelques expériences effectuées au laboratoire concernant la montée des eaux par capilarité dans les sables. En fonction de la granulométrie des sables la montée de l'eau dans les capillaires varie de 30 à 90 cm, le plus actif étant le sable farineux. La vitesse de migration des eaux par capilarité augmente avec les dimensions des grains de sable; la différence entre les vitesses, dans des sables à granulométries différentes, est plus grande dans la première partie du processus de migration capillaire.



Institutul Geologic al României

STUDIUL SUFOZIUNII PE TALUZELE IAZULUI NOU DE DECANTARE DEVA¹

DE

MIRCEA FLOREA², ANCA STANCIU², GHEORGHE POPA³

Abstract

Study of Suffosion on Slopes of the New Tailings Dam of Deva. In the first part of this paper there are rendered quite a number of tests *in situ* on purpose to determine the unit weight in natural and dry state of humidity, porosity and saturation degree. In the second part there are presented the results of some laboratory experiences regarding the suffosion process. The critical gradient and the coefficients of filtration in the suffosion process are determined.

1. Prezentarea problemei

Iazurile de decantare din industria minieră, precum și depozitele de cenușă și zgură din termoenergetică, constituie o categorie de lucrări hidrotehnice puțin studiate la noi în țară, din punct de vedere geologic tehnic și hidrogeologic, factori determinanți în asigurarea stabilității generale a acestui gen de construcții. În prezent proiectarea iazurilor de decantare se execută de către Trustul de construcții și montaje miniere, T.C.M.M., iar studiile geologice tehnice și hidrogeologice, în acest scop, se efectuează de către Intreprinderea geologică de prospecții pentru substanțe minerale solide, I.G.P.S.M.S. Creșterea sarcinilor de plan din industria minieră este însotită de o preocupare sporită pentru studiile geologice tehnice și hidrogeologice, deoarece nevoile de depozitare a sterilului, pe cale hidraulică, în spații de regulă restrînse, duce la o creștere a înălțimii iazurilor de decantare, fie prin supra-

¹ Lucrare primită la 8 februarie 1975, acceptată pentru publicare la 3 martie 1975, comunicată în ședința din 4 aprilie 1975.

² Facultatea de geologie și geografie, Universitatea București, 32.

³ Exploatarea minieră Fundu Moldovei.



înălțarea unor iazuri vechi, fie prin proiectarea de noi iazuri, lîngă cele existente, cu înălțimi din ce în ce mai mari.

În prezent cel mai mare iaz de decantare de la noi din țară a atins înălțimea de 58—60 m (Teliuc-Hunedoara), iar în proiectare se concep iazuri de decantare cu înălțimea de 100 m.

Comisia de expertiză a studiilor geologice tehnice și hidrogeologice, la nivelul M.M.P.G., care a funcționat în anii 1972—1973, alcătuită din prof. ing. Ion Stănculescu, conf. dr. ing. Gheorghe Alexandru, ing. Costică Constantinescu și unul dintre noi, a semnalat, printre altele, necesitatea determinării proprietăților fizico-mecanice, prin încercări „*in situ*“ pe corpul iazului de decantare. De asemenea s-a constatat oportunitatea studierii atente a proprietăților acvifere ale depunerilor din iazuri și a fenomenului de sufoziune. Însușindu-ne această orientare, în lucrarea de față prezentăm rezultatele încercărilor „*in situ*“ efectuate pe corpul iazului nou de decantare Deva, precum și rezultatele unor experiențe de laborator privind procesul de sufoziune ce poate afecta taluzele iazului de decantare.

2. Determinări „*in situ*“ ale unor indici fizici

Pe teren, folosind o ștanță cu volumul de cca 60 cm³, s-a recoltat o serie de probe de nisip, din corpul iazului de decantare, probe cu structură nederanjată, pe care am determinat greutățile volumetrice în stare naturală și uscată, umiditatea, porozitatea, indicele de porozitate și gradul de saturatie, rezultatele fiind trecute în tabelul 1. Preluarea probelor direct din corpul iazului de decantare și identificarea valorilor parametrilor fizici plecind de la măsurarea volumelor probelor cu structură nederanjată, reprezintă o metodologie de cercetare necesară a fi generalizată în toate studiile de geologie inginerească și hidrogeologică se întocmesc pentru iažurile de decantare, deoarece probele prin transport își deranjează structura, iar valorile obținute pentru indicii fizici sănt diferite față de cele *in situ*.

Greutățile volumetrice în stare naturală și uscată și umiditatea au fost determinate direct, iar pe baza lor, folosind ecuația generală a greutății volumetrice în stare naturală și ecuația gradului de saturatie sau aflat prin calcul porozitatea, indicele de porozitate și gradul de saturatie, rezultatele fiind sintetizate în tabelul 1.

Examinând greutatea volumetrică, aceasta variază între $\gamma_a = 1,40$ și $1,90 \text{ t/m}^3$, majoritatea valorilor fiind între $\gamma_a = 1,40$ și $1,50 \text{ t/m}^3$. Umiditatea fiind în general ridicată, în medie $W = 15\text{--}25\%$, mai semnificative din punct de vedere geomecanic sănt valorile greutății volumetrice în stare uscată, la care se constată o grupare foarte bună a valorilor individuale în jurul mediei. Aici valorile individuale variază între $\gamma_d = 1,25$ și $1,50 \text{ t/m}^3$, ceea ce reprezintă un domeniu de dispersie de două ori mai restrîns față de cel al greutății volumetrice în stare naturală. Cele mai frecvente valori ale greutății volumetrice în stare uscată se grupează în domeniul $\gamma_a = 1,30\text{--}1,40 \text{ t/m}^3$. Observăm deci că greutățile volumetrice

TABELUL 1

Indici fizici

Proba nr.	G (g)	G ₁ (g)	γ_a (g/cm ³)	γ_d (g/cm ³)	W (%)	n (%)	e	S
1	101,80	79,80	1,71	1,34	27,6	49,5	0,98	0,75
2	103,85	82,20	1,74	1,38	26,4	48	0,92	0,76
3	105,10	83,20	1,77	1,39	26,3	47,6	0,91	0,77
4	101,10	83,30	1,70	1,40	21,4	47,3	0,90	0,63
5	83,80	74,90	1,41	1,26	11,9	52,5	1,10	0,29
6	88,70	77,60	1,49	1,30	14,3	51	1,04	0,37
7	89,60	80,90	1,50	1,36	10,7	48,8	0,95	0,30
8	91,80	82,40	1,54	1,38	11,4	48	0,92	0,32
9	83,30	73,80	1,40	1,24	12,8	53,2	1,13	0,30
10	110,30	89,40	1,87	1,50	23,4	42,5	0,77	0,81
11	97,80	85,50	1,64	1,43	14,4	46,1	0,85	0,45

G = greutatea probei umede, în stare naturală, exprimată în grame (g)

G₁ = greutatea probei, după uscare în etuvă, gV = volumul probei; V = 59,43 cm³ γ_a = greutatea volumetrică în stare naturală, g/cm³ γ_d = greutatea volumetrică în stare uscată, g/cm³

n = porozitatea probei, %

e = indicele de porozitate

S = gradul de saturatie

au valori în general mici, procesul de consolidare a nisipurilor sedimentate fiind în curs de desfășurare. Menționăm că probele de nisip au fost prelevate de pe plajă, din diferite puncte situate între taluzul exterior al barajului de închidere a văii și oglinda apei din iazul de decantare. Din punctul de vedere al saturației, nisipurile se află într-o stare umedă sau foarte umedă. Permeabilitatea acestor nisipuri fiind ridicată, deși procesul de depunere este actual și continuu, totuși starea de saturatie nu a fost întâlnită în rezultatele pe care le prezentăm, deoarece neverosarea în iaz are loc alternativ în diferite porțiuni. Cu privire la porozitate, determinările *in situ* pun în evidență valori ridicate, $n \approx 50\%$.

3. Evoluția coeficientului de filtrare în procesul sufoziunii

Identificarea gradientului hidraulic critic de antrenare a nisipului, care duce la apariția procesului de sufoziune, precum și evoluția coeficientului de filtrare atât în faza inițială cît și în procesul sufoziunii, au fost realizate prin experiențe de laborator, efectuate cu ajutorul unui aparat denumit sufozimetru (Florea, 1967), pe nisipuri prelevate din taluzele iazului de decantare. De fiecare dată experiențele au fost făcute la gradienți hidraulici mici $i = 0,5$, în filtrarea indirectă, nisipul fiind protejat cu un filtru având diametrul ochiurilor $\emptyset = 4,5$ cm, după care s-a trecut la gradientul hidraulic $i = 1$, menținându-se filtrul. Apoi, după îndepărțarea filtrului, s-a continuat determinarea coeficientului de



filtrare, pentru gradienți hidraulici crescători, $i = 0,5$, $i = 1$, $i = 2$, supraveghindu-se atent procesul de filtrare pentru marcarea momentului în care nisipul începe să fie antrenat și pentru observarea formelor de realizare a antrenării.

Rezultatele experiențelor sunt trecute în tabelele 2 și 3. Urmărind datele înscrise în tabelul 2 (experiența 1), se observă că la fiecare gradient hidraulic, coeficientul de filtrare a fost determinat la anumite intervale de timp, cumulate de la începerea experienței, atât în filtrarea directă cât și în cea indirectă. Spre exemplu, în filtrarea indirectă, la

TABELUL 2
Determinarea coeficientului de filtrare (experiența 1)

Tipul de filtrare	Gradientul hidraulic	Timpul de filtrare, cumulat de la începerea experienței t_1 (ore)	Timpul de colectare t (minute)	Volumul de apă filtrată $V(\text{cm}^3)$	$K = \frac{V}{i \cdot s \cdot t}$ cm/s.
Filtrare indirectă (cu filtru)	0,5	1	6	52	$2,9 \cdot 10^{-3}$
		1 h 50'	6	48	$2,7 \cdot 10^{-3}$
		2 h 10'	4	50	$2,1 \cdot 10^{-3}$
		2 h 50'	4	50	$2,1 \cdot 10^{-3}$
	1	3 h 10'	6	40	$2,2 \cdot 10^{-3}$
		4 x	6	42	$2,33 \cdot 10^{-3}$
		4 h 50' xx	6	42	$2,4 \cdot 10^{-3}$
		6	6	37	$2,05 \cdot 10^{-3}$
Filtrare directă(fără filtru)	0,5	6 h 50'	9	65	$2,4 \cdot 10^{-3}$
		7 h 10'	4	38	$1,58 \cdot 10^{-3}$
		8	4	48	$2,0 \cdot 10^{-3}$
		9	5	57	$1,9 \cdot 10^{-3}$
		9 h 50'	5	60	$2,0 \cdot 10^{-3}$
		10 h 10' +	2	55	$1,52 \cdot 10^{-3}$
	1				

K = Coeficientul de filtrare, exprimat în cm/s

s = secțiunea medie de filtrare; $s = 100 \text{ cm}^2$; timpul s-a introdus în secunde

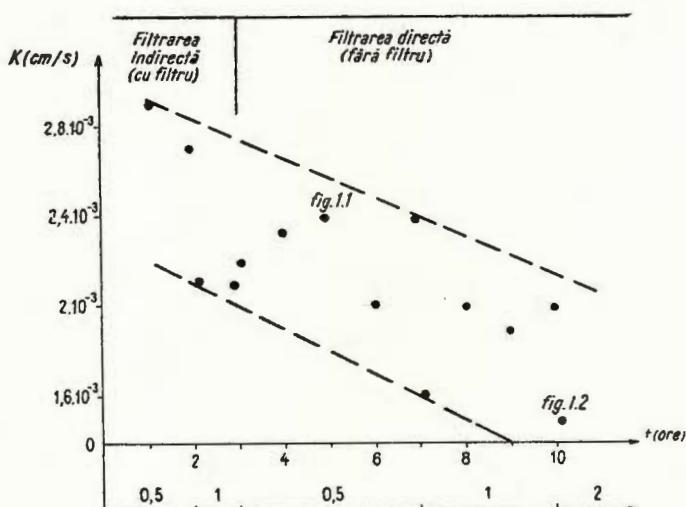
x = în colțul din dreapta jos al secțiunii de filtrare s-a format un gol, pe 0,5 cm adâncime

xx = În jumătatea inferioară, stînga, apare o rupere, pe 7 cm lungime, pl. I, fig. 1.

+ Antrenarea masivă a nisipului a dus la formarea unui gol, pl I, fig. 2.



gradientul $i = 0,5$, s-au determinat doi coeficienți de filtrare, primul la $t_1 = 1$ oră, iar cel de al doilea la $t_1 = 1 h 50'$ de la începerea experienței; continuând filtrarea la gradienți hidraulici cuprinși în domeniul $i = 0,5-2$, ultimul coeficient de filtrare a fost determinat la $t_1 = 10 h 10'$. Pentru determinarea coeficientului de filtrare s-a recoltat un volum de apă filtrată $V \simeq 50 \text{ cm}^3$, într-un timp $t \simeq 4-6'$. Coeficienții de filtrare determinați variază între $K = 1,5 \cdot 10^{-3}-2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$. Reprezentind grafic coeficienții de filtrare, în funcție de timp, gradientul hidraulic și tipul de filtrare (vezi figura) se conturează un domeniu de variație care pune în evidență tendința generală de descreștere a coeficientului de filtrare, independent de tipul de filtrare.



Variația coeficientului de filtrare în funcție de timp, de gradientul hidraulic și de tipul de filtrare.

Variation du coefficient de filtration en fonction du temps, du gradient hydraulique et du type de filtration.

În timpul filtrării, după cca 4 ore de la începerea experienței, printr-o antrenare hidrodinamică de suprafață, în colțul din dreapta, de la partea inferioară a secțiunii de filtrare, s-a format, în filtrarea directă, la gradientul $i = 0,5$, un gol în nisip, pe cca 0,5 cm adâncime. În aceeași zonă după aproximativ o oră de filtrare apare o rupere pe 7 cm lungime, (pl. I, fig. 1), care evoluând, duce la o antrenare în valuri, cu formarea unui gol de sufoziune, în jumătatea superioară a secțiunii de filtrare (pl. I, fig. 2). Pentru a reține stadiul procesului de antrenare hidrodinamică de suprafață precum și formarea golului prin sufoziune, pe figură au fost fixate pozițiile din pl. I, fig. 1, 2, reprezentind imagini foto luate în timpul filtrării directe.

Efectuind a doua experiență, pe o altă probă din același nisip, în condiții asemănătoare, la gradienții hidraulici $i = 0,5 - 1$, succesiv în filtrarea indirectă, apoi în cea directă, menținind chiar și volumul de apă filtrată la 50 cm^3 , s-au obținut rezultatele înscrise în tabelul 3; coeficientul de filtrare rămîne la același ordin de mărime $K = n \cdot 10^{-3} \text{ cm/s}$, cu variații cuprinse în intervalul $K = 1,2 \cdot 10^{-3} - 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ cm/s}$. Aici

TABELUL 3
Determinarea coeficientului de filtrare (experiență 2)

Tipul de filtrare	Gradientul hidraulic i	Timpul de filtrare, cumulat, de la începerea experienței t_1 (ore)	Timpul de colectare t (minute)	Volumul de apă filtrată V (cm^3)	$K = \frac{V}{i \cdot s \cdot t}$ cm/s
Filtrare indirectă (cu filtru)	0,5	30'	8	43	$1,2 \cdot 10^{-3}$
		1 h 30' x	8	40	$1,67 \cdot 10^{-3}$
	1	1 h 40'	7	50	$1,19 \cdot 10^{-3}$
		2 h 20' xx	6	56	$1,55 \cdot 10^{-3}$
Filtrarea directă (fără filtru)	0,5	2 h 30'	9	49	$1,82 \cdot 10^{-3}$
		3 h	6	48	$2,66 \cdot 10^{-3}$
	1	4 h	8	54	$2,25 \cdot 10^{-3}$
		++			

K = coeficientul de filtrare, exprimat în cm/s

s = secțiunea medie de filtrare, $s = 100 \text{ cm}^2$

x = Începe antrenarea nisipului prin filtru

xx = Procesul de antrenare se accentuează

$+$ = Surpare hidrodinamică, la partea superioară a secțiunii de filtrare, pe $3,5 \text{ cm}$ adâncime pl. II, fig. 1.

$++$ = După cca două minute de filtrare s-a produs antrenarea masivă a nisipului, pl. II, fig. 2.

evoluția antrenării hidrodinamice și a sufoziunii s-a produs mai rapid, în numai patru ore de la începerea filtrării. Astfel, la gradientul $i = 0,5$, în filtrarea indirectă, după o oră și $30'$ de la începerea experienței a început antrenarea nisipului prin filtru, iar după două ore și $20'$, în același tip de filtrare, sub gradientul $i = 1$, procesul de antrenare se accentuează.

Trecind la filtrarea directă și reluind scara acelorași gradienți hidraulici, la $i = 0,5$, după două ore și $30'$ de la începerea experienței are loc o surpare hidrodinamică la partea superioară a secțiunii de filtrare, pe $3,5 \text{ cm}$ adâncime, fenomen ce poate fi observat în pl. II, fig. 1. Continuind filtrarea și trecind la gradientul $i = 1$, ultimul coeficient de filtrare $K = 2,25 \cdot 10^{-3} \text{ cm/s}$ a putut fi determinat la 4 ore de la înce-



perea experienței, după care, procesul de sufoziune combinat cu antrenarea hidrodinamică de suprafață a afectat toată zona de contact dintre proba de nisip și peretele aparatului (pl. II, fig. 2).

4. Concluzii

Cercetînd procesul de sufoziune pe taluzele iazului nou de decantare Deva, în lucrare se dă un model practic de determinare a unor indici fizici pe corporile iazurilor de decantare, prin încercări *in situ*, ce trebuie generalizat în toate studiile de geologie inginerească, geotehnică și hidrogeologie ce se efectuează pentru iazurile de decantare. Au fost determinate greutățile volumetrice în stare naturală și uscată, umiditatea, porozitatea și gradul de saturatie.

Antrenarea hidrodinamică și sufoziunea au fost cercetate pe nisipuri din taluzele iazului de decantare, la gradienți hidraulici $i = 0,5-1$, ce corespund domeniului real de gradienți din iazurile de decantare. Gradienți hidraulici mici au fost întâlniți la mai multe iazuri de decantare, spre exemplu Tarnița-Ostra, Rovina-Gura Barza, Bălan, etc. La orice iaz însă gradientul hidraulic are valori mai mari în zonele de deversare, ajungînd sau chiar depășind valoarea 1.

Cercetarea procesului de sufoziune fiind încă în fașă la noi în țară, este necesar, ca el să fie cunoscut în primul rînd de către inginerii geologi și geologii ce lucrează în domeniul iazurilor de decantare. Introducerea sufoziunii, ca parte componentă a studiilor de geologie inginerească, geotehnică și hidrogeologie, pentru iazurile de decantare, bazată pe cercetarea detaliată a acestui proces în laborator și pe teren, este în prezent o necesitate evidentă.

BIBLIOGRAFIE

- Desio A. (1959) Geologia applicata all'ingeneria.
 Florea M. (1967) Procesul de sufozie în rocile nisipoase. *Inst. Geol. St. tehn. econ.*, 7, București.

ETUDE DE LA SUFFOSION DANS LES TALUS DU NOUVEAU LAC DE DÉCANTAGE DE DEVA

(Résumé)

Dans la première partie de cette étude on donne un modèle pratique de déterminations *in situ* sur le corps du lac de décantage afin d'identifier les valeurs



de quelques indices physiques (poids volumétrique à l'état naturel ou sec, humidité, porosité et degré de saturation). Dans la seconde partie on présente les résultats de certaines expériences effectuées au laboratoire concernant le processus de suffusion. On a identifié le gradient critique, on a déterminé le coefficient de filtration et on a suivi son évolution le long du processus de suffusion. Le gradient critique pour le sable est $i = 0,5$ et les coefficients de filtration sont de l'ordre de grandeur $K = n \cdot 10^{-3}$ cm/s.



**TASAREA PRIN SUBSIDENȚĂ, ÎN URMA COBORÎRII
NIVELULUI APEI SUBTERANE, CU EXEMPLU DE CALCUL
PENTRU C.T.E. ROVINARI¹**

DE
MIRCEA FLOREA²

Abstract

Settlement through Subsidence as a Result of Lowering of Groundwater with a Numerical Example for the Rovinari Electrical Thermal Station. Due to the lowering of groundwater a supplementary geological load, an „induced effort”, occurs generating the settlement process through subsidence. In Romania this problem is a present-day one, especially in Oltenia within quarries of coal exploitation. It deals with all the quarries where coal was exploited for thermal stations of the Ișalnița, Rovinari, and in perspective the Turceni localities. The settlement through subsidence is a new problem for Romania both theoretically and practically; it was raised by the emplacement of the Rovinari electrical thermal station. In this paper are rendered the estimation of the settlement through subsidence as well as a numerical example for the Rovinari C.T.E. As a result of lowering of the groundwater within the quarry zone in view to exploit coals, on the emplacement of the thermal station has been so far recorded a groundwater lowering of 12—14 m, which generated the subsidence settlement phenomenon.

1. Prezentarea problemei

Tasarea prin subsidență, cunoscută în aria de răspândire a limbii engleze sub termenii de „ground subsidence” sau „land subsidence”, este un proces geologic și fizico-mecanic puțin cunoscut în literatura de specialitate. Subsidență la care ne referim, apare în urma exploatarii apelor subterane sau a zăcămintelor de petrol. Acest gen de subsidență se pare că a fost pus în evidență de O. E. Meinzer, Legget (1962), în

¹ Lucrare primită la 25 ianuarie 1975, acceptată pentru publicare la 3 februarie 1975, comunicată în ședința din 7 februarie 1975.

² Facultatea de geologie și geografie Universitatea București, 32.



legătură cu exploatarea apelor subterane din Dakota (USA) și în bazinul petrolifer Goose Creek. Sunt cunoscute în lume tasările prin subsidență din Mexico City, care apar în urma exploatării apei subterane din subsolul orașului. Exemple de tasări prin subsidență sunt cunoscute de regulă în legătură cu exploatările de petrol, în mai multe zone din California și Texas. Vom da un singur exemplu, care, la știința noastră, a atins o valoare impresionantă. Este vorba de subsidență din orașul Long Beach (California), unde s-a exploatat începând din 1936 un mare zăcămînt de petrol. Subsidență, care s-a declanșat la scurt timp după începerea exploatării, a atins 3,5 m în 1950, 5,5 m în 1952 și 8,5 m în 1959 (valoarea finală stabilizată). Este interesant de semnalat că în 1952 s-a făcut o prognoză asupra evoluției procesului de subsidență în Long Beach, apreiciindu-se că valoarea finală va fi de cca 8 m, ceea ce s-a confirmat.

Este cunoscut că C.T.E. Rovinari se află pe un zăcămînt de cărbune, situat sub nivelul apei subterane, un strat acvifer sub presiune, care înaintea începerii exploatării cărbunilor în carierele din jurul termocentralăi, avea caracter artezian. Exploatarea cărbunilor folosiți în termocentrală se face deci în urma coborîrii nivelului apei subterane, ceea ce atrage după sine fenomenul de tasare prin subsidență. În această lucrare ne vom ocupa numai de tasarea prin subsidență, din amplasamentul termocentralăi, urmînd ca într-o etapă viitoare să examinăm subsidență regională din zona carierelor Rovinari.

2. Estimarea sarcinii geologice generatoare a procesului de subsidență

Pentru întocmirea exemplului de calcul vom prezenta coloana litologică tip, fig. 1, din amplasamentul C.T.E. Rovinari-extindere.

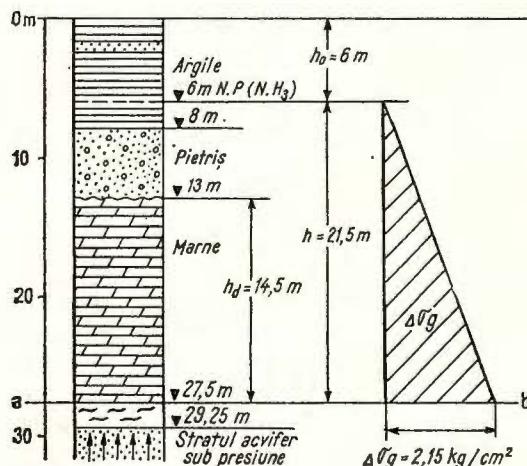


Fig. 1. — Epura sarcinii geologice generatoare a procesului de subsidență.

Epure de la charge géologique génératrice du processus de subsidence.

Este vorba de un depozit de terasă a rîului Jiu, în grosime de cca 13,0 m, situat pe roca de bază, alcătuită din marne pliocene (14,5 m gro-

sime), ce stau pe un strat de cărbune, sub care se află stratul acvifer sub presiune. Nivelul piezometric la data începerii lucrărilor la termocentrală era la 6 m adâncime de la suprafața terenului, cotă la care se afla și nivelul hidrostatic al stratului freatic din depozitul de terasă.

Coborîrea apei subterane duce la o modificare a stării de eforturi existente în teren, de la o sarcină geologică mai mică înaintea reducerii nivelului apei subterane, la o sarcină geologică mai mare. Dată fiind această creștere a sarcinii geologice, stratele din cuprinsul zonei asecate se tasează, rezultînd o subsidență a suprafeței terenului.

Considerînd planul *ab*, fig. 1, situat la adâncimea $h_0 + h$, sarcina geologică ce solicită acest plan, înainte de coborîrea nivelului piezometric este :

$$\sigma_{g(1)} = \gamma_a h_0 + \gamma_i h \quad (1), \text{ unde :}$$

γ_a = greutatea volumetrică, în stare naturală, a argilelor de terasă, pe grosimea h_0 ; γ_i = greutatea volumetrică, în stare inundată, pe grosimea h .

Prin coborîrea nivelului piezometric, pe adâncimea h , greutatea volumetrică în stare inundată devine greutate volumetrică în stare saturată (γ_{st}). În noile condiții sarcina geologică pe planul *ab* are expresia :

$$\sigma_{g(2)} = \gamma_a h_0 + \gamma_{st} h. \quad (2)$$

Greutatea volumetrică în stare saturată fiind mai mare decît cea în stare inundată, după coborîrea nivelului piezometric pe planul *ab* apare o creștere a sarcinii geologice :

$$\Delta\sigma_g = \sigma_{g(2)} - \sigma_{g(1)} = \gamma_a h_0 + \gamma_{st} h - \gamma_a h_0 - \gamma_i h = (\gamma_{st} - \gamma_i)h$$

$$\Delta\sigma_g = (\gamma_{st} - \gamma_i)h. \quad (3), \text{ în care :}$$

$\Delta\sigma_g$ = sarcina geologică generatoare a procesului de subsidență.

Sarcina geologică generatoare a procesului de subsidență, depinde deci de greutatea volumetrică în stare saturată, de greutatea volumetrică în stare inundată și de grosimea zonei asecate. Cele două greutăți volumetrice au următoarele expresii :

$$\gamma_{st} = \gamma_s(1-n) + n \gamma_w \quad (4)$$

$$\gamma_i = (\gamma_s - \gamma_w)(1 - n) \quad (5), \text{ unde :}$$

γ_s = greutatea specifică a rocii asecate; γ_w = greutatea volumetrică a apei; n = porozitatea rocii asecate.



Calculind greutățile volumetrice, pe baza datelor de laborator medii ($\gamma_s = 2,7 \text{ t/m}^3$, $n = 40\%$) se obțin următoarele rezultate :

$$\gamma_{st} = 2,7(1 - 0,4) + 0,4 \cdot 1 \approx 2 \quad \gamma_{st} = 2 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_i = (2,7 - 1)(1 - 0,4) \approx 1 \quad \gamma_i = 1 \text{ t/m}^3$$

Cunoscind aceste date și grosimea zonei asecate, $h = 21,5 \text{ m}$, pe care introducindu-le în relația (3) se obține :

$$\Delta\sigma_g = (2 - 1) \cdot 21,5 \text{ t/m}^2 = 2,15 \text{ kg/cm}^2; \quad \Delta\sigma_g = 2,15 \text{ kg/cm}^2$$

La adâncimea $h_0(h = 0)$, $\Delta\sigma_g = 0$, iar la $h = 21,5 \text{ m}$ se atinge valoarea maximă $\Delta\sigma_g$. Epura sarcinii geologice generatoare a procesului de sub sidență este redată în fig. 1.

3. Estimarea modulului de compresibilitate al marnelor

Zona asecată având $h = 21,5 \text{ m}$ grosime, modulul de compresibilitate (E) îl vom determina la mijlocul ei :

$$\sigma_{g(a)} = \frac{1}{10} \gamma_a h_0 + \frac{1}{10} \gamma_i \frac{h}{2} \quad (6)$$

$$\sigma_{g(b)} = \frac{1}{10} \gamma_a h_0 + \frac{1}{10} \gamma_{st} \cdot \frac{h}{2} \quad (7), \text{ în care :}$$

$\sigma_{g(a)}$ = sarcina geologică, la mijlocul zonei asecate, înainte de coborîrea nivelului piezometric; $\sigma_{g(b)}$ = sarcina geologică, la mijlocul zonei asecate, după coborîrea nivelului piezometric.

Pentru datele de mai jos : $\gamma_a = 1,8 \text{ t/m}^3$, $h_0 = 6 \text{ m}$, $\gamma_{st} = 2 \text{ t/m}^3$, $\gamma_i = 1 \text{ t/m}^3$ și $h = 21,5 \text{ m}$, se obțin următoarele rezultate :

$$\sigma_{g(a)} = \frac{1}{10} \cdot 1,8 \cdot 6 + \frac{1}{10} \cdot 1 \cdot 10,75 = 2,15; \quad \sigma_{g(a)} = 2,15 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{g(b)} = \frac{1}{10} \cdot 1,8 \cdot 6 + \frac{1}{10} \cdot 2 \cdot 10,75 = 3,25; \quad \sigma_{g(b)} = 3,25 \text{ kg/cm}^2$$

Avînd sarcinile geologice la mijlocul zonei asecate și curba statistică de compresiune → tasare, fig. 2, Florea et al. (1973), pentru marnele din amplasamentul C.T.E. Rovinari, putem estima modulul de compresibilitate, care are expresia :

$$E = \frac{\sigma_{g(b)} - \sigma_{g(a)}}{\frac{\Delta h}{h} \frac{\sigma_{g(b)}}{\sigma_{g(a)}}} = \frac{3,25 - 2,15}{0,03 - 0,019} = 100; \quad E = 100 \text{ kg/cm}^2$$



Modulul de compresibilitate (edometric) rezultat din calcule este subestimat pentru depozitele pliocene. În acord cu valorile folosite deja

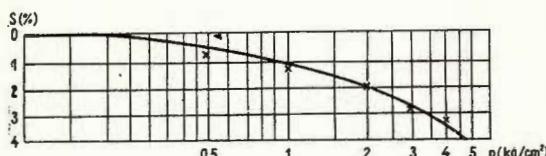


Fig. 2. — Curba statistică de compresiune-tasare C.T.E. Rovinari.

Courbe statistique de compression-tassement pour la Centrale Thermo-Electrique de Rovinari.

în calculul tasărilor terenului de fundare, pentru tasarea prin subsidență vom utiliza o gamă mai largă de valori : $E = 100$, $E = 250$ și $E = 500$ kg/cm².

4. Tasarea prin subsidență

Pentru calculul tasării prin subsidență vom folosi ecuația lui Karl Terzaghi, indicată pentru tasarea prin consolidare, care are expresia :

$$s = \frac{p_1 + p_2}{2} \cdot \frac{h}{E}, \quad (8), \text{ unde :}$$

s = tasarea prin consolidare, cm ; p_1 = presiunea de consolidare pe față superioară a stratului deformabil, kg/cm² ; p_2 = presiunea de consolidare pe față inferioară a stratului deformabil, kg/cm² ; h = grosimea stratului deformabil, cm ; E = modulul de compresibilitate, kg/cm².

Vom examina pe rînd, termenii din expresia (8), în ideea pe care o urmărim, tasarea prin subsidență. Cu privire la primii doi termeni (p_1 și p_2), observind valorile sarcinii geologice generatoare a procesului de subsidență, fig. 1, $p_1 = \Delta\sigma_g = 0$ (pentru $h = 0$) și $p_2 = \Delta\sigma_g = (\gamma_{st} - \gamma_i)h$ (pentru $h = 21,5$ m). Grosimea stratului deformabil (h) poate fi echivalentă fie numai cu stratele tasabile (argiloase), fie cu toată grosimea zonei asecate (în care intră de regulă stratele de nisipuri). Subsidență din regiunile petrolifere și cea semnalată la exploatarea apelor subterane ne îndreptățesc să includem în mărimea h întreaga zonă asecată. Cu privire la modulul de compresibilitate, el trebuie luat ca o medie ponderată a tuturor stratelor din zona asecată. Înăind seama de aceste observații, calculul tasării prin subsidență îl întocmim cu relația :

$$s = \frac{\Delta\sigma_g}{2} \cdot \frac{h}{E} \quad (9), \text{ în care :}$$

s = tasarea prin subsidență, cm ; $\Delta\sigma_g$ = sarcina geologică generatoare de subsidență, calculată cu formula (3), la baza zonei asecate, kg/cm² ; h : se va considera succesiv, grosimea stratelor deformabile (h_d) din cu-

prinsul zonei asecate, respectiv grosimea totală a zonei asecate, cm; E = modulul de compresibilitate, ponderat, al stratelor din cuprinsul zonei asecate, kg/cm^2 .

Considerind drept mărime h , numai grosimea marnelor $h = h_d = 14,5$ m, s-a intocmit, în tabelul 1, calculul tasării prin subsidență, pentru diferiți moduli de compresibilitate, obținindu-se tasări ce variază între $s = 3 - 15$ cm.

TABELUL 1

Tasarea prin subsidență a strateelor de marnă

E kg/cm^2	$s = \frac{\Delta\sigma_g}{2} \cdot \frac{h_d}{E}$ cm	$\Delta\sigma_g = 2,15 \text{ kg}/\text{cm}^2$
100	15,5	$h_d = 14,5 \text{ m} = 1400 \text{ cm}$
250	6,25	
500	3,1	

Tasarea întregii zone asecate, $h = 21,5$ m, tabelul 2, pentru aceleasi valori ale modulului de compresibilitate, are valori mai mari, $s = 5 - 23$ cm.

TABELUL 2

Tasarea prin subsidență pe totă grosimea zonei asecate

E kg/cm^2	$s = \frac{\Delta\sigma_g}{2} \cdot \frac{h}{E}$ cm	$\Delta\sigma_g = 2,15 \text{ kg}/\text{cm}^2$
100	23	$h = 21,5 \text{ m} = 2150 \text{ cm}$
250	9,2	
500	4,6	

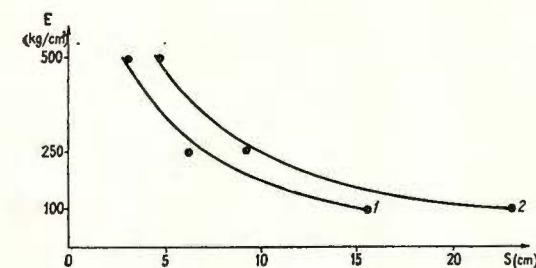


Fig. 3. — Variația tasării prin subsidență. 1, tasarea marnelor ($h_d = 14,5$ m); 2, tasarea întregii zone asecate ($h_d = 21,5$ m).

Variation du tassement par subsidence. 1, tassement des marnes ($h_d = 14,5$ m); 2, tassement de la zone asséchée dans son ensemble ($h_d = 21,5$ m).



Reprezentînd grafic valorile tasărilor prin subsidență, calculate în tabelele 1 și 2, în funcție de modulul de compresibilitate, fig. 3, separat pentru marne și pentru întreaga zonă asecată, putem desprinde mai ușor valoarea probabilă a tasării prin subsidență, pe care o apreciem, pentru amplasamentul termocentralei, la mărimea $s = 6-8$ cm.

BIBLIOGRAFIE

- Florea M. N., Popovici Alina, Sandu Aurelia (1973) Tasarea diferențială prin interferență. *Buletinul Institutului de petrol, gaze și geologie*, vol. XX, *Geologie Tehnică*, București.
- Legget Robert F. (1962) Geology and Engineering. Second edition. McGraw-Hill book Company, Inc. New York.

TASSEMENT PAR SUBSIDENCE Dû À L'ABAISSEMENT DU NIVEAU DES EAUX SOUTERRAINES, EXEMPLE DE CALCULE POUR LA CENTRALE THERMO-ÉLECTRIQUE DE ROVINARI

(Résumé)

L'ouvrage présente le calcul du tassement de la surface du terrain, dû à la subsidence, phénomène qui apparaît à la suite de l'abaissement du niveau des eaux souterraines. On a pris pour exemple de calculer l'emplacement de la thermocentrale de Rovinari où jusqu'à présent le niveau des eaux souterraines a baissé de 12 à 14 m, fait imputable aux exploitations effectuées dans les carrières de charbon.

ÎNTREBĂRI

Gh. Mărgărit: Să se facă o deosebire între subsidență, ca noțiune de ordin tectonic, și tasarea cauzată de scăderea nivelului hidrostatic.

Răspuns: Față de propunerea de a se găsi un alt termen pentru tasarea prin subsidență, consider că termenul folosit corespunde celui din limba engleză de „ground subsidence“ care are o largă răspîndire. Poate fi folosită și o altă denumire, dar deocamdată nu o avem în limba română.





Institutul Geologic al României

RECENZIE

ONDREJ FRANCO, STANISLAV GAZDA, MIROSLAV MICHALIČEC : *Geneza și clasificarea apelor minerale din Carpații vestici*. Institutul Geologic Dionýza Stúra. (*Tvorba a Klasifikácia minerálnych vôd Karpát. Geologický Ústav Dionýza Stúra*). Bratislava 1975, 230 pag., 16 fig., 29 tabele.

Această carte este scrisă în limba cehă, însățită de un substanțial rezumat în limba engleză de 34 pagini.

Așa după cum reiese din titlu, autorii se ocupă în această lucrare de geneza și clasificarea apelor minerale din Carpații vestici situați pe teritoriile Republicii Socialiste Slovace și părții estice a Moraviei.

Experiența acumulată de autori în ultimii 15 ani, ca urmare a cercetărilor sistematice întreprinse de ei și a valorificării literaturii existente, le-a permis să abordeze cu competență o serie de probleme în legătură cu condițiile geologice, chimismul și geneza apelor minerale din teritoriile menționate.

Lucrarea constă din patru părți: în prima parte, se prezintă originea posibilă a apelor minerale — vadoasă, marină și juvenilă —, ponderea cea mai mare în natură având-o bineînțeles apele minerale de origine vadoasă și marină. După conținutul în săruri, gaze și temperatură, autorii împart apele minerale în ape minerale s.s., ape termale și ape mineralizate, caracterizându-le detaliat pe fiecare în parte.

În cea de a doua parte autorii se ocupă de condițiile mai puțin cunoscute ale genezei apelor minerale, insistând mai întâi asupra condițiilor tectono-geologice și asupra tipurilor de structuri hidrogeologice (deschise, semideschise și închise); o atenție deosebită acordă apoi autorii asupra chimismului apelor minerale petrogenetice, care în condițiile geologice ale Carpaților vestici este determinat de următoarele procese chimice de bază: dizolvarea carbonaților, gipsului sau halitului, descompunerea hidrolitică a silicaților, oxidarea sulfurilor, procesele de schimb de ioni și reacții biochimice. Potrivit modului de formare a chimismului apelor autorii separă în Carpații vestici următoarele tipuri de ape: carbonatare, sulfate, silicatice, sulfuroase, halogenice, hidrosilicatice, tipuri intermediare, ape poligene și mixte. Toate aceste tipuri hidrochimice sunt amănunțit descrise, indicindu-se totodată aria lor de răspindire.

În continuare autorii prezintă gazele dizolvate în apele minerale (azotul, oxigenul, argonul, heliul, metanul, hidrogenul sulfurat și bioxidul de carbon), originea lor (atmosferică, biochimică și chimică), tipurile de ape formate cu aceste gaze (azotice, metanice, carbogazoase și sulfuroase), precum și regimul gazelor dizolvate.



În partea a treia a lucrării autorii sugerează o clasificare a apelor minerale din Carpații vestici, prezentată în tabele, după următoarele criterii: tipul structurii hidrogeologice, debit, temperatură, chimism, mineralizație (acide sau neacide).

Ultima parte a lucrării — a patra — este rezervată prezentării unui număr de 82 analize chimice complete de ape minerale și termale caracteristice, provenind din localitățile cele mai importante ale Carpaților vestici.

Lucrarea are 230 pagini, ilustrată cu 16 figuri (profile și diagrame), 29 tabele și o hartă hidrogeologică la sc. 1 : 1.000.000, care evidențiază răspândirea principalelor tipuri de ape minerale și termale în regiunea Carpaților vestici; de asemenea, lucrarea este însorită de o bogată bibliografie constând din 198 titluri.

Prin modul de prezentare sintetic al unui volum impresionant de date expuse metodic, cartea „Geneza și clasificarea apelor minerale din Carpații vestici” redactată de Franko, Gazda și Michaliček, reprezintă o lucrare deosebit de utilă specialiștilor care se ocupă cu probleme referitoare la ape minerale și termale.

T. Bandrabur



Institutul Geologic al României

Redactor : LIGIA FOTE

Traduceri : MARIANA SAULEA, MARGARETA HARJEU

Ilustrația : V. NIȚU, CONstanța BURLACU

Dat la cules : martie 1978. Bun de tipar : mai 1978.
Tiraj : 750 ex. Hirtie de scris I A. Format 70×100/49 g.
Coli de tipar : 5. Comanda 1596. Pentru biblioteci
indicele de clasificare 55(058).

Tiparul executat la Întreprinderea poligrafică „Informația”,
str. Brezoianu nr. 23—25, București, Republica Socialistă
România.



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României

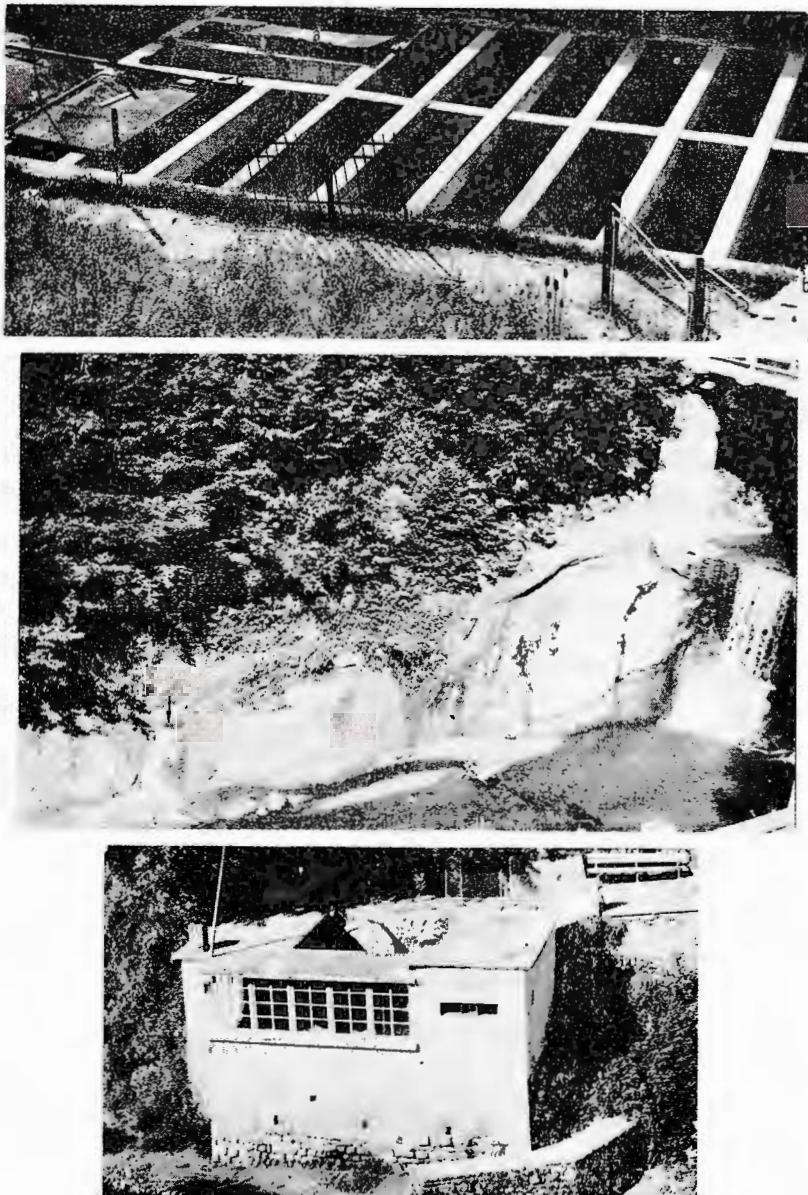
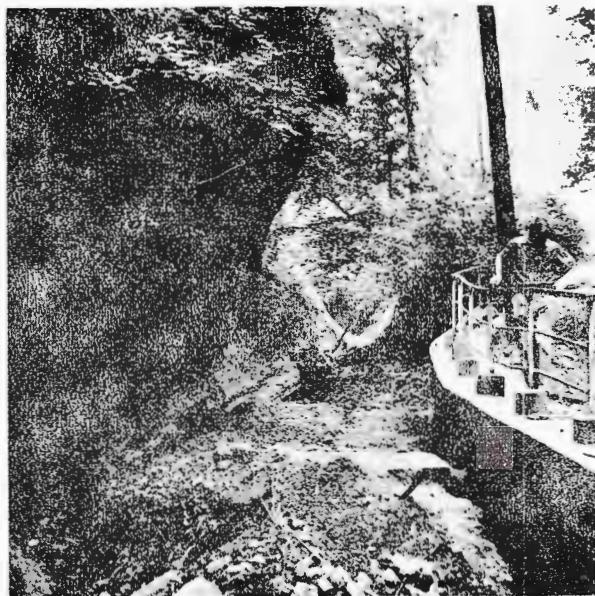


Fig. 1. — Bazinul colector al apelor minerale pentru cură externă. a, izvorul nr. 1 ; b, punct de aducție a apei de la izvorul nr. 2 , c, conductă de aducție a apei de la sonda 1. Bassin collecteur des eaux minérales pour des traitements externes. a, source no, 1 ; b, lieu d'adduction des eaux de la source no 2 ; c, conduite d'adduction de l'eau du sondage 1. Fig. 2. — Izvorul nr. 4. Sursa no. 4. Fig. 3. — Izvorul nr. 5. Sursa no 5.





1

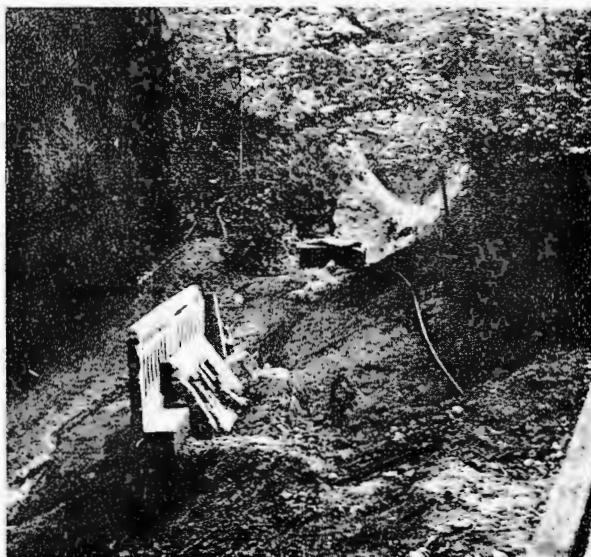


2

Fig. 1. — Valea Tisei în aval de izvorul 11. 1, izvorul nr. 11. Vallée de la Tisa en aval de la source 11. 1, source no 11. Fig. 2. — Zona izvorului nr. 14 după degajarea șluviunilor (septembrie 1969). Zone de la source no 14 après l'enlèvement des alluvions (septembre 1969).

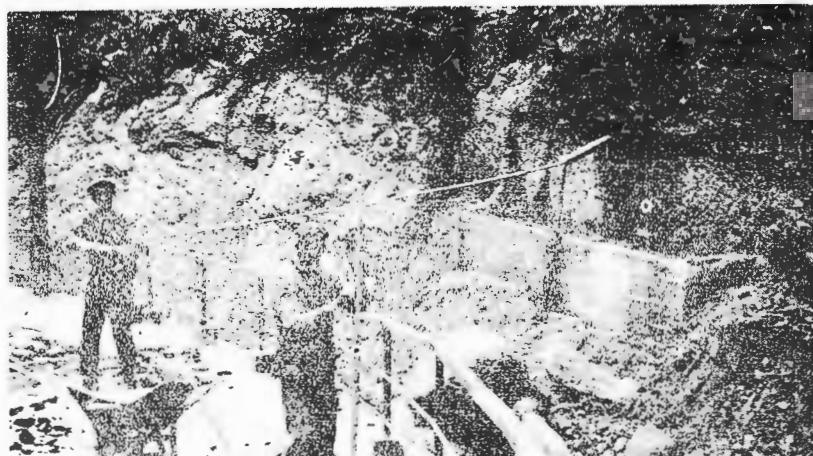


1



2

Fig. 1. — Valea Tisei în dreptul izvorului nr. 7. 1, izvorul nr. 7 ; 2, prelignerile apă minerală. Vallée de la Tisa au droit de la source no 7. 1, source no 7 ; 2, suintements d'eau minérale. Fig. 2. — Bazinul de captare al izvorului nr. 11. Bassin de captage de la source 11.



1



2

Fig. 1. — Vechea captare a izvorului 12, după distrugerile suferite în 1969. Ancien captage de la source 12, après les dégâts survenus en 1969. Fig. 2. — Bazinul de captare al izvorului nr. 15, în timpul lucrărilor de decolmatare (1969). Bassin de captage de la la source no 15, au cours des travaux de décolmatage (1969).

M. U. FERU. Apele minerale de la Olănești.

Pl. V.

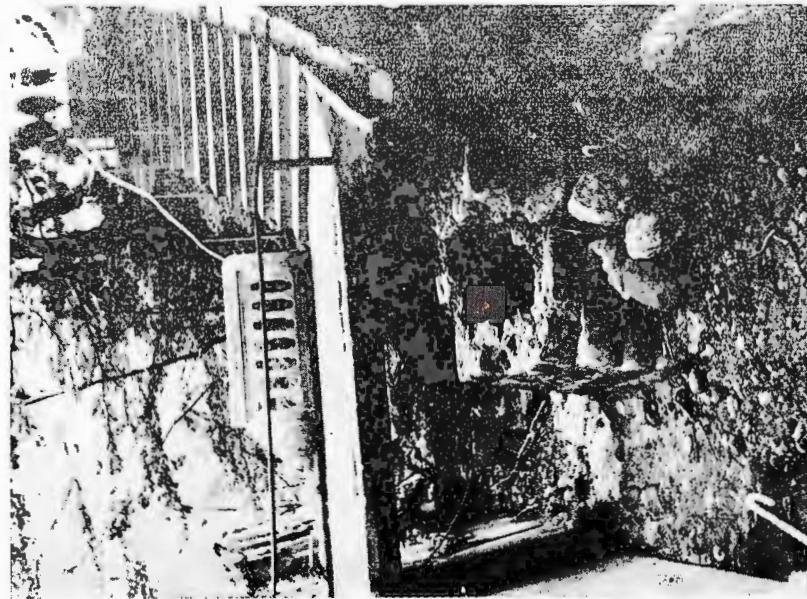
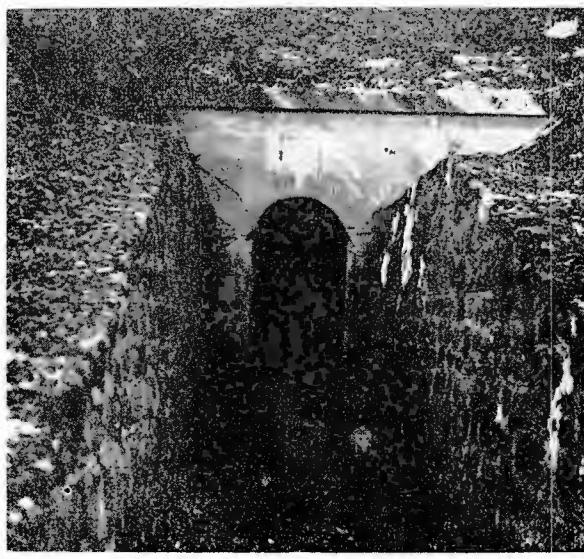


Fig. 1. — Bazinul de captare al izvorului nr. 16, după distrugerile suferite în iunie 1969. Bassin de captage de la source no 16, après les dégâts survenus en juin 1969. Fig. 2. — Captarea izvorului nr. 24. Captage de la source no 24.



1



2

Fig. 1. — Rîul Olănești în zona izvoarelor 5 și 29. 1, izvorul nr. 5 ; 2, izvorul nr. 29. Rivière d'Olănești dans la zone des sources no 5 et 29. 1, source no 5 ; 2, source no 29. Fig. 2. — Galeria în care este captat izvorul nr. 30. Galerie où est captée la source no 30.

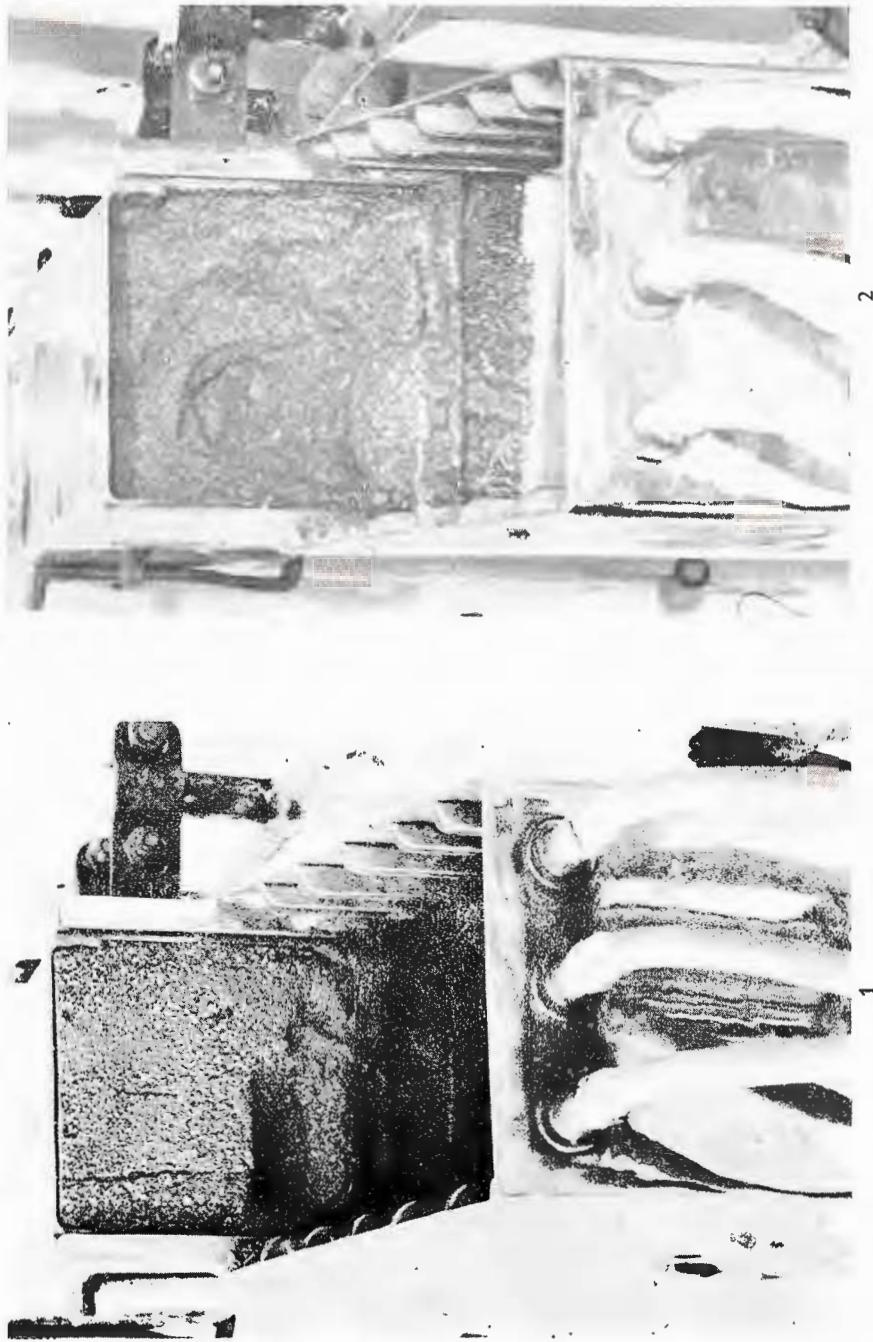
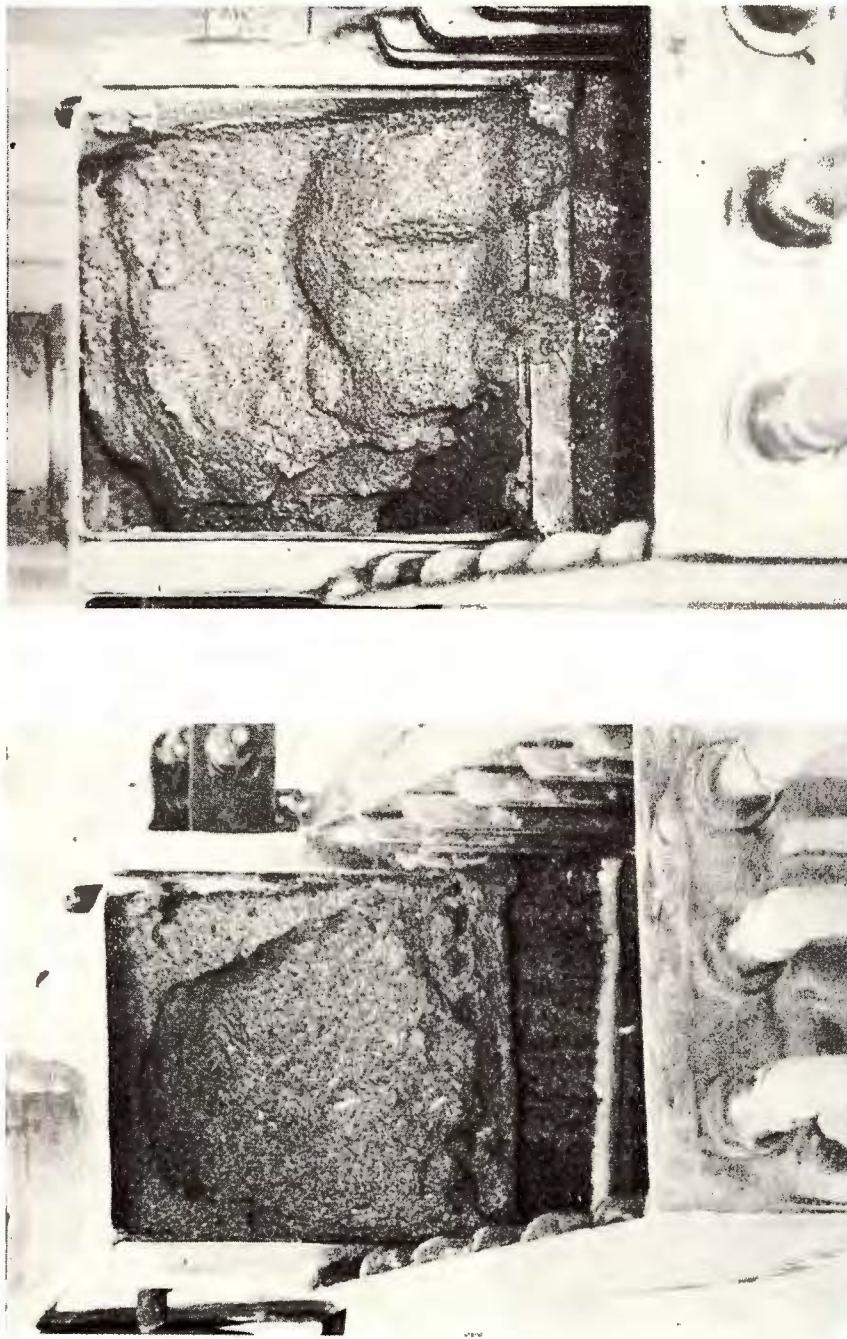


Fig. 1. — Surpare hidrodinamică. Effondrement hidrodynamique.
Fig. 2. — Gol format prin sufoziune și antrenare hidrodinamică în valuri. Cavité formée par suffusion et entraînement hidrodynamique en vagues.



2

Fig. 1. — Surpare hidrodinamica. Effondrement hydrodynamique.

Fig. 2. — Gol format prin antrenare hidrodinamică. Cavité formée par entraînement hydrodynamique.

Studii tehnice și economice, seriile de la A la J,
au fost publicate în decursul timpului de către
următoarele instituții :

Les "Etudes techniques et économiques", série
A—J, ont été publiées le long des années par les
suivantes institutions :

INSTITUTUL GEOLOGIC AL ROMÂNIEI ;
COMITETUL GEOLOGIC ;
COMITETUL DE STAT AL GEOLOGIEI ;
INSTITUTUL GEOLOGIC ;
INSTITUTUL DE GEOLOGIE ȘI GEOFIZICĂ



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României