SISTEMUL HIDROGEOTERMAL ORADEA—FELIX

de

IOAN COHUT

Introducere

Ipoteza unei legături hidrodinamice între perimetrele geotermale Oradea și Felix — 1 Mai avansată în 1983 de G. Paál și I. Cohut, (pe baza unei prezumții emise de G. Paál în 1975 privind posibilele căi de alimentare a acviferului cretacic de la Felix—1 Mai), a părut multor specialiști drept „fantezistă", întrucît nu se putea concepe cuprinderea în aceeași unitate hidrodinamică a unui acvifer de 80—100°C, dispus la 2 300—2 800 m adîncime în formațiuni carbonatate triasice și un alt acvifer, distanțat de primul la circa 7 km, care produce din calcare cretacice, apă de 40—50°C de la adîncimea de 50—350 m.

Elaborarea unui studiu privind această legătură hidrodinamică, (Cohut, Paál, 1985), a făcut posibilă cunoașterea mecanismului de funcționare a sistemului hidrogeotermal Oradea—Felix și a fundamentat decizia privind modalitatea de exploatare a celor două perimetre, prin raționalizarea extracției în prima etapă și apoi prin trecerea la exploatarea cu reinjectarea apei geotermale uzate termic (la Oradea) în etapa a doua.

Scopul acestui articol este prezentarea exhaustivă a datelor de cunoaștere geologică, hidrogeologică, hidrochimică și hidrodinamică, precum și a celor rezultate din exploatarea celor două perimetre geotermale, interpretarea unitară a acestora permițînd tragerea unor concluzii ferme și propunerea căilor de urmat pentru asigurarea în timp atît a debitului necesar Băilor Felix—1 Mai (în faza lor finală de dezvoltare), cît mai ales, intensificarea extracției în scopuri energetice din zăcămîntul Oradea.

Geologia și hidrogeologia zonei Oradea—Felix

Fundamentul stivei sedimentare este format din depozite paleo-alpine (depuse pe o platformă cristalină labilă, cu facies de shelf) și a jucat rolul de autohton pentru sistemul pînzelor de Codru, aria subsidentă Ora-

https://biblioteca-digitala.ro

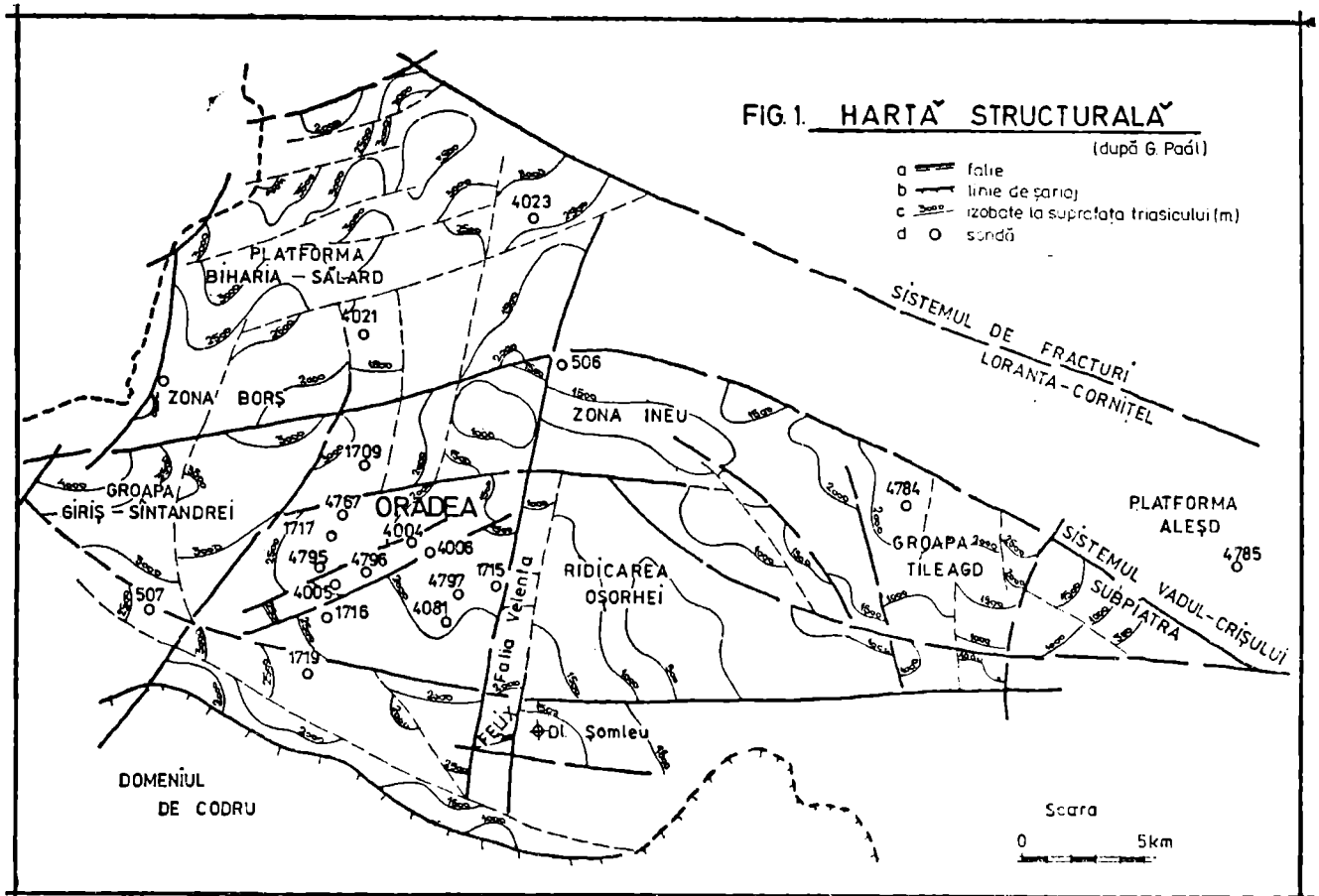

Fig. 1. Harta structurală a părții nord-vestice a Autohtonului de Bihor:
a — falie; *b* — linie de șariaj; *c* — izobate la suprafața triasicului (m); *d* — sonde de cercetare.

https://biblioteca-digitala.ro

dea—Butan funcționînd în mezozoic ca zonă de acumulări masive, cu falii active, care au creat mai multe blocuri structurale. Acest autohton se găsește astăzi la suprafață, în cadrul edificiului muntos al Pădurii Craiului și în subsolul Depresiunii Panonice și a Borodului, acoperit de formațiuni mai tinere, afectate și ele de accidente tectonice, confirmate geofizic sau interpretate pe date de foraj (fig. 1).

Formațiunile din zona acviferelor Felix—1 Mai și Oradea au evoluat diferențiat în fazele sedimentogenezei alpine. Rocile zonei Felix—1 Mai aparțin în esență autohtonului de Bihor, la suprafață remarcîndu-se contactul tectonic dintre blocul calcaros al Dealului Șomleu (cea mai vestică apariție la zi a Apusenilor) și cuvertura neogenă din jur, mezozoicul scufundîndu-se spre vest și nord-vest, astfel încît la Oradea este întîlnit sub adîncimea de 1 000 m (fig. 2). La Felix cretacicul inferior, în exclusivitate calcaros, este foarte gros (1 200—1 400 m), jurasicul este relativ subțire (180 m), iar triasicul a fost străbătut pe 1 270 m fără a i se atinge baza, deși sonda 4768 Felix are talpa la 3 200 m.

La Oradea, formațiunile paleoalpine sînt identice cu cele de la Felix, diferența apărînd în prezența — și mai ales în grosimea — sedimentelor depuse în faza neoalpină (cînd zona a fost antrenată în scufundările areale tipice Depresiunii Panonice), reprezentate prin senonian, miocen și panonian. Nici la Oradea sondele nu au traversat integral triasicul, grosimile acestuia fiind de 700—1 000 m.

Acviferele descoperite prin sondele executate în zona Felix—1 Mai sînt sisteme fisurale dezvoltate în roci carbonatate, cu grad foarte variabil de fisurare, generate de condițiile cu totul specifice acestei zone, unde doar pe 20 km^2 întîlnim un număr impresionant de falii, datorate interacțiunii multiplelor elemente tectonice de la contactul Apusenilor cu Depresiunea Panonică, amplificate de separarea și scufundarea bazinelor intramontane Borod și Beiuș. Sistemele fisurale prin care circulă apa geotermală au o puternică dezvoltare doar în partea superficială a calcarelor, dimensiunile foarte mari ale fisurilor sugerînd chiar o origine hidrotermală a acestora.

Complexul I este principalul acvifer termal al zonei Felix—1 Mai, capabil să furnizeze cantități importante de apă — în funcție de condițiile piezometrice locale — fiind localizat în fisurile și canalele subterane ale calcarelor, la adîncimi cuprinse între 43 — și 174 m. Majoritatea forajelor au interceptat cîte o fisură productivă imediat după intrarea în calcare (fig. 3), pe care s-au produs erupții masive și greu de controlat (Balint — 196 l/s; 4 012—195 l/s; 4 003—121 l/s și F2 Rontău — 200 l/s). Pe compartimentul structural 1 Mai, grație poziției ridicate a complexului colector și a prezenței faliilor majore, s-au creat condițiile necesare formării unor puternice izvoare termale, în punctele unde eroziunea a îndepărtat cuvertura cuaternară. De la Ochiul Mare (izvorul sublacustru al pîrîului Peța) spre amonte, puterea izvoarelor este tot mai redusă, dar datele istorice atestă atît izvoare mai numeroase, cît — mai ales — mult mai puternice, reducerea în timp și spațiu datorîndu-se coborîrii nivelului piezometric general. Cu toată poziția ridicată a calcarelor din blocul structural 1 Mai, inclusiv a vastelor aflorimente din Dealul Șomleu, pre-

https://biblioteca-digitala.ro

FIG. 2. PROFIL GEOLOGIC ORADEA-FELIX

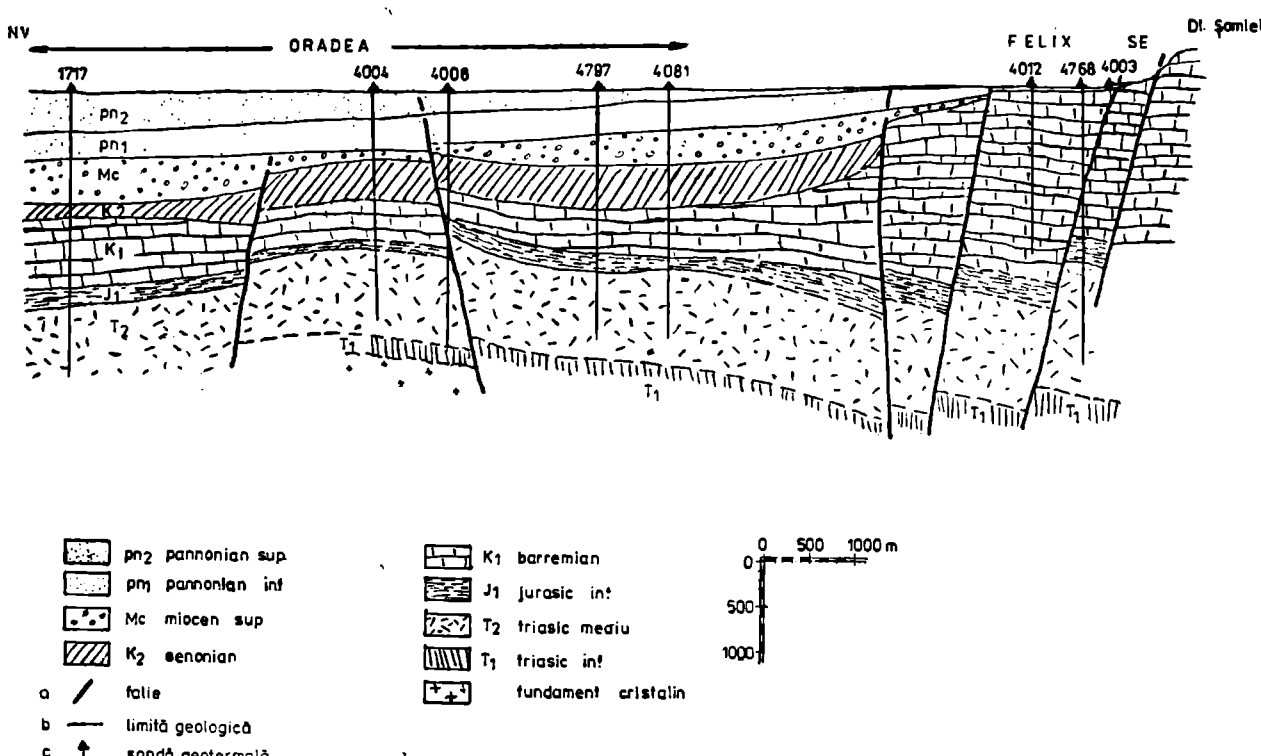

Fig. 2. Profil geologic Oradea — Felix:
a — falie; *b* — limită geologică; *c* — sondă geotermală.

https://biblioteca-digitala.ro

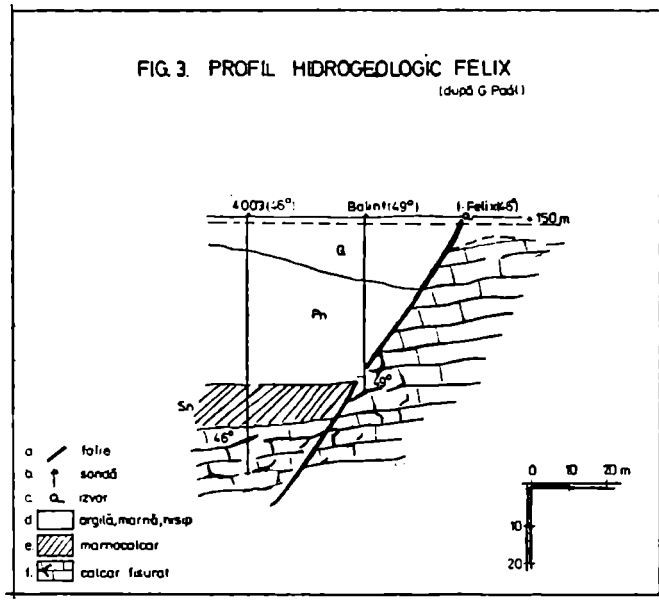

Fig. 3. Profil hidrogeologic Felix:
a — falie; *b* — sondă; *c* — izvor; *d* — nisipuri, argile, marne; *e* — marnocalcare; *f* — calcare fisurate.

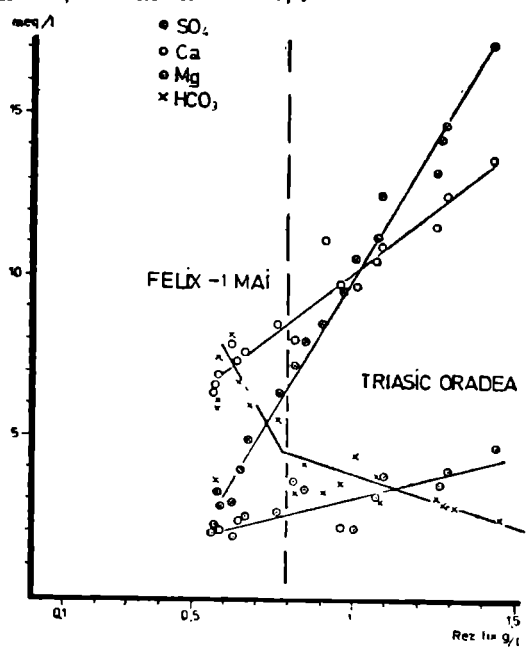

Fig. 4. Corelarea hidrochimică între acviferele Oradea şi Felix — 1 Mai.

https://biblioteca-digitala.ro

cipitațiile nu au decît o influență indirectă asupra acviferului complexului I prin compresiunea mai mare asupra izvoarelor și asupra maselor de apă subterană rece din amonte, ceea ce contribuie la reducerea debitelor emergențelor și implicit la creșterea afluxului în sonde. Constanța temperaturilor și a chimismului precum și lipsa tritiului exclude orice influență directă de alimentare din precipitații mai tinere de 30 de ani, covîrșitoarea majoritate a apelor termale provenind din profunzime, pe falii. Testul de interferență realizat în 1979 pentru determinarea rezervelor exploatabile ale complexului I a stabilit (Paál, 1979) o rată a realimentării de 300—350 l/s și o interdependență între sonde pe de o parte și între sonde și izvoare pe de altă parte. În același timp s-a sesizat rolul negativ al sondei F2 Rontău în dezechilibrarea hidrodinamică a complexului I, deci atingerea capacității maxime de debitare, de atunci încoace instalîndu-se un regim foarte sensibil între fluxul alimentării și volumul extras.

Chimismul apelor termale din zona emergențelor a avut o evoluție lentă în timp geologic și istoric, de la tipul mai concentrat (în special în bicarbonați — dovadă tufurile calcaroase din zonele cu alterare hidrotermală de pe dealul Șomleu și din subsolul văii Peța —), spre cel puțin mineralizat de azi. În ultimul secol nu se constată modificări semnificative a tipului apei în nici o sursă, compoziția chimică prezentînd o evidentă înrudire cu cea a apelor din triasicul de la Oradea, valorile principalilor ioni situîndu-se pe drepte comune, (fig. 4), fapt confirmat și de rezultatul analizelor spectrale și prin activare neutronică efectuate asupra elementelor minore (La, Cs, Hf); elementele străine tipului comun de apă (Br, Rb, Ba), sînt preluate probabil din seriile sedimentare neogene, de pe traseul ascendent al apelor, înainte de a ajunge la Felix (Moț, Paál, 1979).

Radioactivitatea apelor (Ra, U, Rn) este relativ constantă în ultimii 50 de ani la Felix, fiind de același ordin de mărime cu a apelor din Oradea (dar mai scăzută în Felix, datorită diluției).

Analizarea izotopilor de mediu stabili și radioactivi (tritiu, deuteriu și oxigen 18) a indicat o vîrstă medie de 20 300 ani, față de 26 000 de ani pentru Oradea și — cel mai important — originea pluvială, vadoasă a apelor geotermale, deci existența și funcționarea în timp a zonelor de realimentare (Tenu, 1981).

Complexul I poate fi interpretat ca aureola hidrogeotermală formată și condiționată de puternicele izvoare naturale, dar și condiționată tectonic, fapt dovedit de creșterile de temperatură și apariția de noi izvoare după cutremurul din 15 octombrie 1834. Izvoarele și sondele acviferului se comportă unitar din punct de vedere hidrodinamic, cu efecte rapide de interferență. Debitul sondelor nu depinde de grosimea intervalului deschis, ci doar de capacitatea hidraulică a fisurii interceptate și de denivelarea posibilă în locul respectiv.

Complexul II a fost interceptat de sondele mai adînci, sub formă de rețele de fisuri mai fine, dezvoltate în calcare (cu excepția sondei F2 în care s-a interceptat o fisură). Limitele pe verticală ale complexului II sînt date de dispariția fisurației (exemplul tipic forajul 4012), iar extinderea areală a complexului este în curs de cercetare prin cele trei sonde recent

https://biblioteca-digitala.ro

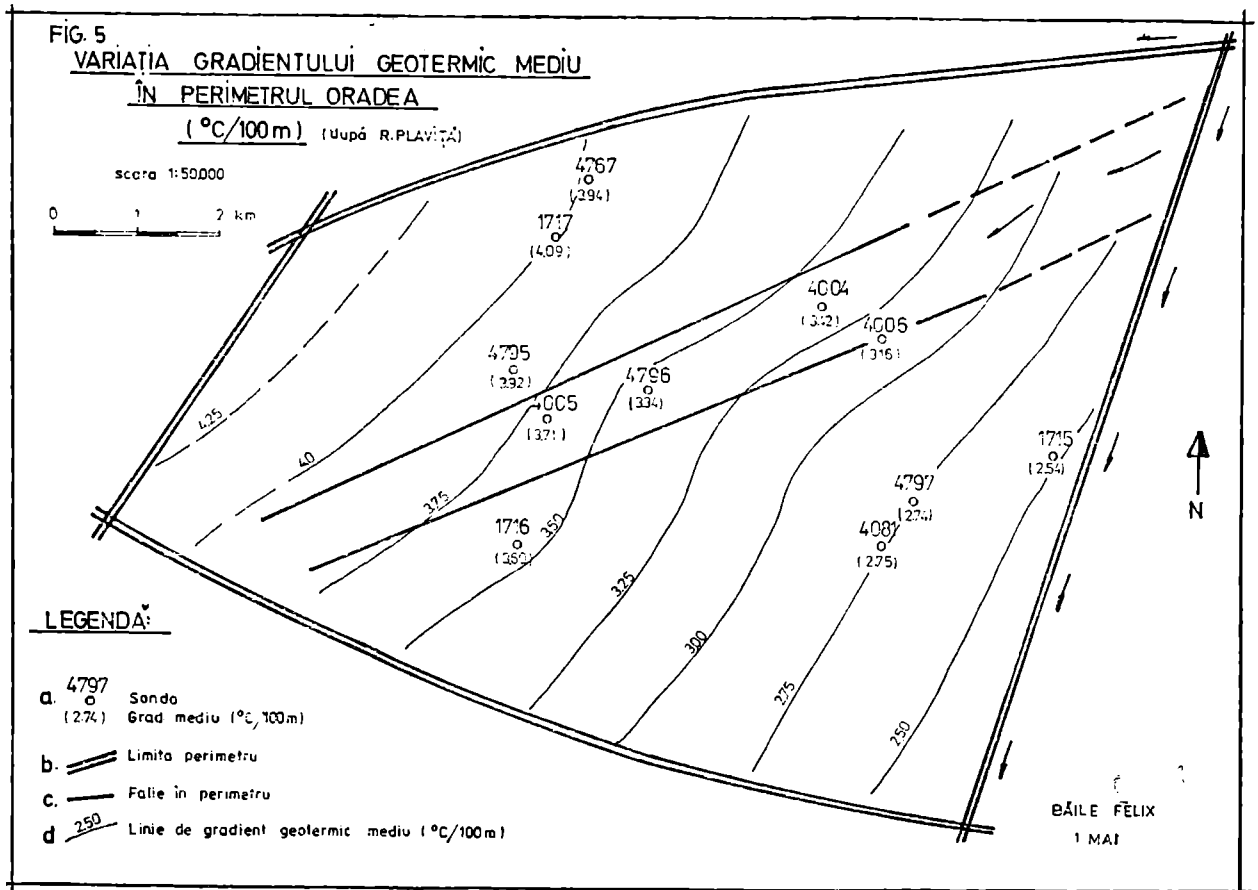

Fig. 5. Variația gradientului geotermic mediu în perimetrul Oradea:
a — sondă cu specificarea valorii gradientului (°C/100 m); *b* — limită perimetrului; *c* — falie în perimetru; *d* — izolinie de gradient.

https://biblioteca-digitala.ro

avizate (și care, în caz de reușită, vor putea contribui la echilibrarea bilanțului material al surselor de apă termală necesar celor două băi).

Acviferul triasic a fost cercetat prin forajul 4768 din care s-a obținut prin pompare doar 2,5 l/s apă de 46°C pentru un nivel static de —10,2 m (de la o adîncime de 2 204—3 170 m). Din păcate sonda a fost abandonată fără a se încerca stimularea afluxului și fără a se redeschide la un orizont superior, în prezent practic ea nu mai există, fiind acoperită de noile construcții.

Acviferul hipertermal triasic Oradea, descoperit în 1963—1964 cu sondele 4005 și 4006 este cantonat în roci carbonatate divers fisurate, fiind în prezent exploatat prin 11 sonde, cu debite eruptive cuprinse între 3 și 30 l/s și cu temperaturi de 70—105°C care cresc de la est spre vest (fig. 5). Mineralizația totală este foarte scăzută (în raport cu adîncimea), fiind cuprinsă între 0,9 și 1,5 grame/litru apele fiind de tipul sulfatato-bicarbonatate, calcice-magneziene, iar radioactivitatea lor — mai mare decît a rocii magazin — sugerează un traseu anterior prin roci bogate în asemenea elemente, traseu comun cu al apelor ce se descarcă în zona Felix—1 Mai.

Tectonizarea avansată a zonei presupune existența sistemelor ample de fisuri — atît de forfecare, cît și de tensiune — care se sprijină pe falii și intersectează suprafețele de strat, constituind căi preferențiale de circulație a importantelor volume de apă drenate din sistem.

Modelul hidrogeologic al sistemului convectiv Oradea—Felix

Elucidarea problemei realimentării zonei Felix—1 Mai a fost posibilă datorită cercetărilor hidrogeologice (Paál, 1975), hidrochimice (Tenu, 1975; 1981) și geotermice (Veliciu, 1979), prin care s-a dovedit că acviferul cretacic este condiționat structural — realimentarea laterală fiind astfel exclusă — și că apa geotermală intră în sistem pe căi de acces din profunzime, de-a lungul unei linii structurale puternice, dispusă în partea de vest a perimetrului.

Posibilitatea legăturii hidrodinamice între zona băilor și zona Oradea este susținută de argumente structurale, (sisteme de falii și macrofisuri, care constituie căi preferențiale de circulație, inclusiv de condiționarea tectonică a acestora), de indicații hidrogeologice (evoluția în timp a emergențelor, lipsa practică a acviferului triasic în zona Felix, evoluția debitului și a temperaturii, etc.), de indicații hidrochimice și izotopice.

Analiza evoluției în timp a parametrilor exploatării pe cele două perimetre (Cohut, Paál, 1985), coroborată cu argumentele mai sus amintite permite elaborarea unui model hidrogeologic al sistemului geotermal convectiv Oradea—Felix, ca parte integrantă a hidrostructurii regionale mezozoice a munților Pădurea Craiului.

Izvoarele naturale din zona băilor și sondele executate în aureola lor reprezintă punctul de descărcare — decalat spațial, pe verticală și orizontală — a acviferului triasic. Întrucît funcționarea emergențelor naturale a devenit posibilă abia după realizarea condițiilor tectonice și hidrogeologice generatoare și că a putut fi urmărită în tot timpul cuaternarului, este de presupus că întregul sistem hidrogeotermal Oradea—Felix,

https://biblioteca-digitala.ro

împreună cu căile de alimentare precursoare, a avut o îndelungată evoluţie în timpul terţiarului, după următorul scenariu:

— ruperea şi scufundarea părţii de nord-vest a autohtonului, care deja avea o porozitate fisurală avansată;

— carstificarea zonelor rămase la suprafaţă, consecutiv organizării reţelelor de curgere superficială şi subterană;

— îngroparea progresivă a mezozoicului scufundat, încălzirea apelor cantonate şi creşterea progresivă a tensiunii în urma dilatării termice;

— formarea punctelor de descărcare la marginea bazinului, în punctele de minimă rezistenţă, generate de intersectări favorabile de falii şi de acţiune a eroziunii; detensionarea reţelelor fisurale din adîncime prin aceste descărcări; crearea unui bun drenaj subteran datorită lărgirii prin dizolvare a căilor preferenţiale de curgere şi descărcarea apelor mai concentrate, saturate în bicarbonaţi;

— captarea succesivă a căilor actuale de alimentare şi transport subteran, pe măsura reducerii nivelului eroziunii de bază;

— organizarea sistemului convectiv drenant actual şi echilibrarea bilanţului material (descărcările naturale şi artificiale funcţie de aportul alimentării.)

Trebuie subliniat faptul că toate sondele din perimetrul Oradea au ape puţin mineralizate, indicînd participarea întregului masiv triasic (dispus sub adîncimea de 2 000 m), la acest circuit activ de transport, încălzire şi descărcare. Spre deosebire de acest perimetru, sondele care produc din triasicul zonelor vestice adiacente (Borş, Toboliu) au ape puternic mineralizate, bromo-iodurate, de tip stagnant, datorită neparticipării la un circuit activ, ecranările tectonice nepermiţînd nici descărcări naturale nici reîncărcarea cu ape noi.

Particularităţile hidrodinamice ale acviferului de la Oradea, puse în evidenţă de testul de interferenţă 1984 (Plaviţă, 1985), alături de modul de amorsare a termoliftajului, de regimul termic al acviferului şi de structura sistemului colector, presupun un mecanism hidrotermodinamic circumscris sistemului natural de încălzire şi descărcare Oradea—Felix. Menţinerea în timp geologic a acestui sistem presupune compensarea volumului descărcat, deci o alimentare activă, într-un sistem de colectare şi vehiculare a apelor (care nu poate fi decît fisural: litoclaze de diverse naturi şi suprafeţe de stratificaţie, toate lărgite prin dizolvare), pe căi de curgere cu permeabilitate foarte mare. În conexiune cu acest sistem principal, există o reţea secundară, de fisuri mai fine, capilare, cu rol predominant de înmagazinare, care înglobează întreaga stivă carbonatată a triasicului.

Sistemul convectiv de încălzire din zona Oradea este alimentat dinspre est, în principal pe sistemele de fracturi care delimitează bazinul Borodului, inclusiv prin porţiunea mai permeabilă a contactului dintre baza triasicului şi fundamentul cristalin, curentul de alimentare cu ape mai reci avansînd spre vest, în zone cu regim termic mai ridicat, permiţînd amorsarea termoconvecţiei, deci curenţi ascendenţi, conţinînd ape încălzite, (fig. 6).

https://biblioteca-digitala.ro

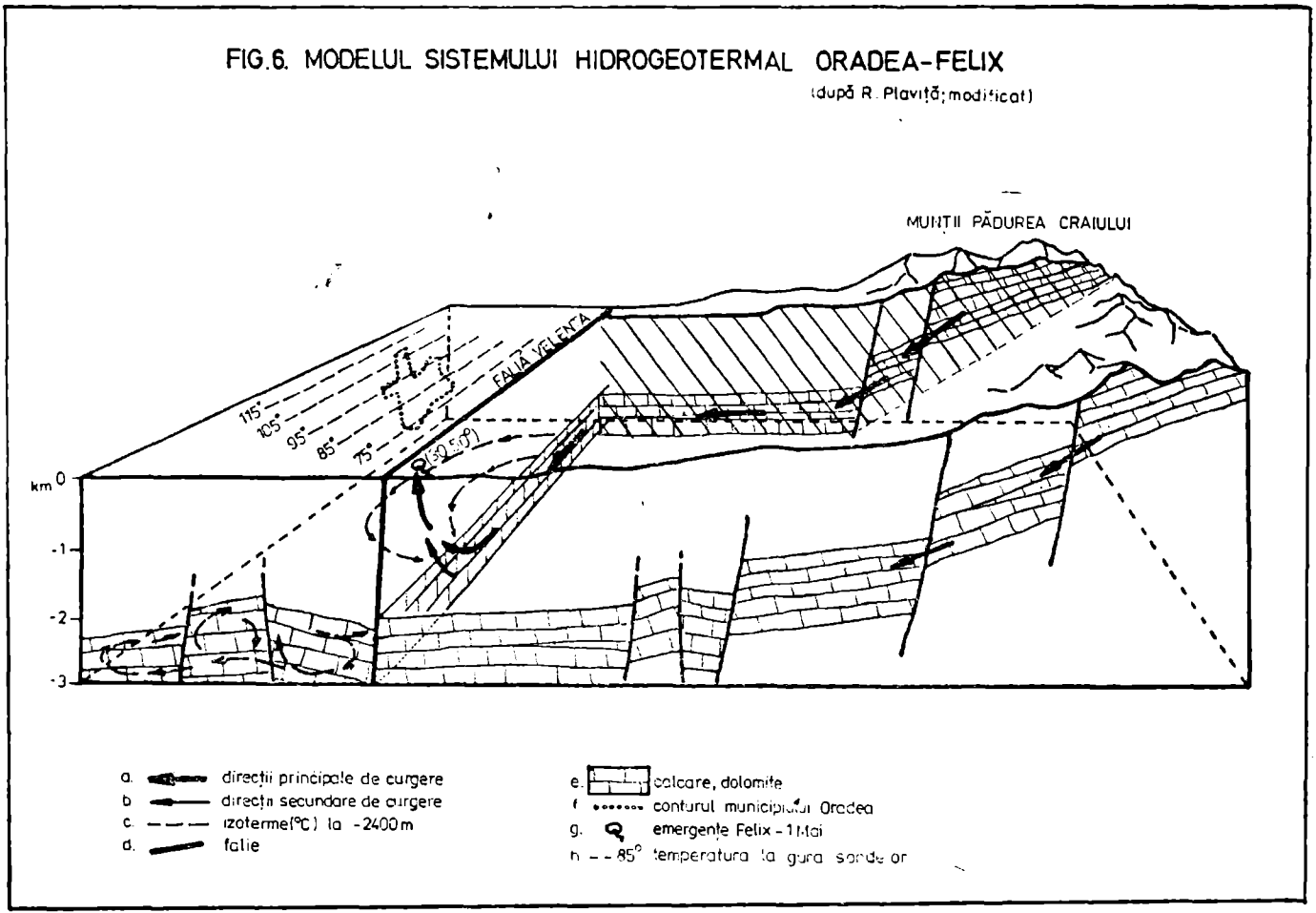

Fig. 6. Modelul sistemului hidrogeotermal Oradea — Felix:
a — direcții principale de curgere; *b* — direcții secundare de curgere; *c* — izoterme (°C) la —2 400 m; *d* — falie; *e* — calcare și dolomite; *f* — conturul municipiului Oradea; *g* emergențe Felix.

https://biblioteca-digitala.ro

Caracteristicile termice ale colectorului triasic denotă o circulație rapidă pe căi cu permeabilitate ridicată, realizabilă în principal pe fracturi verticale. Variația gradientului termic mediu de la 2,3 grade/ 100 m în est, la 4,5 grade C/100 m în vest (pe o distanță de 10 km), în condițiile unui flux geotermic relativ constant, nu poate fi decît consecința convecției produse de circulația apelor mai reci, venite dinspre est, prin intermediul unei rețele de fracturi majore, sintetizate sub numele de falia Velența (care reprezintă — după opinia noastră — limita estică convențională a Depresiunii Panonice) și care — la nivelul colectorului — are o săritură de 300—400 m. Sondele săpate în apropierea acestui sistem de fracturi au — la adîncimea izobatică de 2 400 m — temperaturi statice stabilizate de 74—78°C, pe cînd sondele din vestul perimetrului Oradea au — la aceeași adîncime — temperaturi de 105—111°C. Pentru o răcire atît de pronunțată și localizată, a fost necesar un timp îndelungat și vehicularea unor mase importante de apă mai rece. Pentru comparație menționăm că doar la 6 km nord-vest de perimetrul Oradea, se află — în exploatare — perimetrul geotermal Borș, care la aceeași adîncime izobatică și avînd aceleași roci triasice drept colector, are o temperatură de peste 130°C și o mineralizație de 14 grade/litru, (Plaviță, Cohut, 1985).

Sistemul hidrogeotermal Oradea—Felix face parte din hidrostructura regională mezozoică a Pădurii Craiului, a cărei arie principală de alimentare a fost cercetată în 1982—1983 de Întreprinderea de Prospecțiuni Geologice și Geofizice București, cînd s-a constatat un însemnat deficit al bilanțului hidrologic: un debit de 945 l/s apă de suprafață este captat în subteran și se dirijează spre sisteme hidrogeologice care nu se descarcă la suprafață în cadrul ariei endoreice luate în studiu (525 km^2). Circa 300 l/s din acest deficit aparține fîșiei de nord a Pădurii Craiului (spre bazinul Borodului). Nivelul de bază al curgerii îl formează contactul dintre fundamentul cristalin și stiva de roci carbonatate mezozoice care, prin compartimentele sale tectonice coboară în trepte spre vest, pînă în zona Oradea.

Concluzii

Acviferele geotermale Oradea și Felix—1 Mai, deși separate spațial, sînt interdependente hidrodinamic, ele constituind un sistem hidrogeotermal unitar, ca parte finală a hidrostructurii regionale mezozoice Pădurea Craiului.

Precipitațiile căzute în zonele endoreice din Pădurea Craiului se infiltrează prin formațiunile carbonatate mezozoice ale bazinului Borodului — pe căi preferențiale de curgere — spre vest, pînă în zona Oradea, unde, datorită ecranărilor tectonice marginale ale structurii și a regimului termic anomal, apele subterane se încălzesc și circulă — într-un regim convectiv favorizat de structura colectorului — ca apoi să se descarce prin emergențele naturale de la 1 Mai și prin sondele celor două perimetre.

https://biblioteca-digitala.ro

Asigurarea volumelor de apă termală necesare funcţionării băilor Felix—1 Mai se va putea face doar printr-o judicioasă extracţie din cele două perimetre, concomitent cu realizarea unei exploatări cu reinjecţie pe perimetrul Oradea, proces care va permite o creştere substanţială a energiei geotermice utilizabile în municipiul Oradea.

BIBLIOGRAFIE

Cohut, I., Paál, G., 1985, Raport, Arhiva I.F.L.G.S. Bucureşti.

Moţ, O., Paál, G., 1979, Raport, Arhiva I.I.S. Oradea.

Paál, G., 1975, *Contribuţii la hidrogeologia zăcămîntului de ape termale din zona Oradea — Felix*, Nymphaea — Muzeul Ţării Crişurilor Oradea, vol. III, p. 5—38.

Plaviţă, R., 1985, *Modelul de zăcămînt al perimetrului hidrogeotermal Oradea dedus pe baza datelor geologice, chimice şi termometrice*, Studii tehnice şi economice, I.G.G. Bucureşti (sub tipar).

Plaviţă, R., Cohut, I., 1985, *Parametrii hidrodinamici ai unor sisteme hidrogeotermale din Cîmpia de Vest a României*, Studii tehnice şi economice, Inst. de geologie şi geofizică Bucureşti (sub tipar).

Tenu, A., 1981, *Zăcămintele de ape hipertermale din nord-vestul României*, Ed. Acad. Bucureşti.

THE HYDRO-GEOTHERMAL SYSTEM OF ORADEA FELIX

Abstract

The geothermal aquifer Oradea — 1 Mai — Felix Spas is a part of the Mesozoic regional hydrostructure of the Pădurea Craiului Mountains.

The hydrodinamical unity of the Oradea and 1 Mai — Felix Spas geothermal areas has been indicated by the production data and the interference test.

The aquifer is contained in carbonated-fissured rocks. It has a natural recharge, mainly through the southern part of the Borod Depression, where the mesozoic rocks are outcropping. Inside the aquifer there is a continuous flow of water, through prefferential pathways, towards the zone of natural discharge at the Spas. During its flow the water is warmed up to the actual temperatures by the high heat flow of the Pannonian Depression.

The intensification of the geothermal energy production of both areas is foreseen only by injection of thermically worn out water in order to assure the material balance.

https://biblioteca-digitala.ro