

Date preliminare privind dinamica acviferului termal din zona Felix-1 Mai, Bihor, Romania

(Preliminary data concerning the dynamics of the geothermal aquifer of Felix – 1 Mai Spa, Bihor County, Romania)

Oraseanu Iancu¹, Malancu Florian¹

¹Romanian Association of Hydrogeologists
ianora@hotmail.com

Received (final revision): 26.05.2016

Abstract: The Peța (Pețea) lake or the so-called *Ochiul Mare* lake is a Natura 2000 site coded ROSCI0098 since 2007. The site is the only place in Romania where a natural thermal ecosystem hosts few endemic or rare species as *Nymphaea lotus var thermalis*, *Melanopsis pareysi* and *Scardinius erythrophthalmus var racovitzai* species. A severe deterioration of the natural status of the *Ochiul Mare* protected area have been observed starting mainly from 2012.

In order to clarify, update and identify the actual status of geothermal resources in the area the National Agency for Mineral Resources (NAMR – ANRM) that is the governmental body managing and controlling the geothermal groundwater resources at national level, have entitled the Romanian Association of Hydrogeologists (RAH, AHR) with the design and the implementation of a hydrogeological study in the Felix-1Mai area.

The main objective of this study is to provide the updated knowledge on the geothermal aquifer characteristics and its general behaviour in order to eventually compromise the conflicting objectives of certain economic (commercial) entities on one side and the protection of the (thermal) groundwater dependent eco-system i.e. the Natura 2000 ROSCI0098 site on the other side.

The thermal aquifer in Felix-1Mai area is the southern compartment of a larger geothermal aquifer system namely Oradea – Băile Felix – 1Mai that is hosted by dolomites and limestone of Triassic (Oradea area) and Cretaceous (Felix-1Mai) age(s). According to numerous authors (technical reports and a fairly large number of scientific papers) the actual figure governing the recharge - discharge water balance of the entire Oradea – Baile Felix – 1Mai system is of around 300 l/s. This number originates from two interference tests completed in 1979 and 1984 (Paal & Cohut, 1985) as well as the hydrogeological studies performed in Pădurea Craiului Mountains (Orășeanu 1983).

In its natural state, i.e. before 1885 when *Balint* well was drilled, the whole system is believed as discharging through some springs, out of which the *Ochiul Mare* spring located in the *Peța Brook* area was the most important one. The gradual development of the balneal (Felix-1Mai) facilities exploiting the geothermal water through an increasing number of wells led to the continuous lowering of the hydraulic head in this compartment of the system. Subsequently, all the thermal springs in the area dried out.

A number of 21 exploitation wells were drilled in Felix - 1Mai area up to 1990, while other eight wells were more recently drilled i.e. following the year of 2002; out of which only 13

are still operational. Following the year of 1990 an unknown number of wells were also (unlawfully) drilled and presumably periodically operated but no NAMR (ANRM) licence has been requested by, or granted to their owners.

During 1973-1987 periods the piezometric level of the thermal aquifer in Felix – 1 Mai area severely dropped down with 8,8m, this being followed by a more reduced decline of around one meter until 2015. The actual hydraulic head in the area is fluctuating above or below the (average) ground level i.e. 154.5 m (Figure 1). The temperature of the abstracted water from wells is in the range of 36-49.5 °C.

Automatic pressure sensors were installed in all NAMR (ANRM) licensed wells whilst the daily abstracted volumes of water were also recorded. Samples collected for chemical and isotopic analyses have completed the package of methods that were employed to accurately assess the hydrodynamic status of the geothermal system. A cluster of two observation wells was drilled in the near vicinity of the protected perimeter in order to differentiate between the hydraulic head of the geothermal aquifer and the surrounding water table (phreatic) aquifer.

The collected data had firstly shown the complex behaviour of the piezometric surface of the geothermal aquifer in Felix-1 Mai area. A convincing example is offered by Afrodita well, that is very rarely operated therefore is more representative for the whole area. The hourly collected data reveal the daily (Figure 2), monthly (Figure 3) and seasonal components of the annual groundwater level fluctuation in the area (Figure 4).

A second and very important observation is related to the fact that the geothermal aquifer in Felix – 1 Mai area is generally behaving as one hydrodynamic unit despite of the previous concepts separating two (or three) distinct aquifer complexes with different hydraulic characteristics. Some other preliminary observations are also discussed in the present paper but more data and information are to be collected and analysed during the following year of the ongoing study.

Keywords: *geothermal water monitoring, piezometry, Felix-1Mai area*

Introducere

Pentru elucidarea cauzelor scăderii drastice a nivelului apei în lacul Ochiul Mare din stațiunea 1 Mai, (situat în rezervația naturală a p. Pețea, sit de importanță comunitară ROSCI0098), Agenția Națională pentru Resurse Minerale a solicitat Asociației Hidrogeologilor din Romania actualizarea datelor hidrogeologice privind acviferul termal din perimetrul Felix-1 Mai-Oradea cu evidențiere dinamică nivelului apelor subterane termale și efectuarea de propuneri privind stoparea declinului acestuia.

Acviferul termal din zona Felix-1 Mai este localizat în calcare cretacic inferioare, local fisurate și carstificate, acoperite de depozite sarmațian-panoniene, în general impermeabile, cu grosimi de până la 138m în sudul zonei la Felix și de numai 12 m în nord, la 1 Mai. Acviferul este sub presiune, iar temperatura apei termale extrase din sonde variază între 32,1 și 47,1°C.

Prezenta lucrare își propune să prezinte rezultatele obținute în prima etapă a monitorizării hidrodinamicii suprafeței piezometrice a acviferului termal din zona Felix- 1Mai, menționând doar lucrările care fac referire directă la acest aspect.

1. Date istorice

Informații privind evoluția în timp a suprafeței piezometrice a acviferului termal sunt rare, găsindu-se în principal în rapoartele de execuție a sondelor. Informații privind debitele izvoarelor și sondelor sunt mai numeroase, o prezentare sintetică a lor fiind făcută în anul 1985 de către G. Pall și I. Cohut pe baza datelor colectate de Oficiul județean de turism Bihor, autorii subliniind „declinul accentuat al potențialului de debitare al surselor din perimetrul hidrogeotermal Felix-1 Mai în perioada 1983-1985”, Cohut și Paal, 1985.

Până la săparea sondei Balint în anul 1885, acviferul termal se descărca în mod natural prin izvorul Felix și prin izvoarele din perimetrul pârâului Pețea. Pe măsura deschiderii acviferului prin foraje presiunea lui a scăzut, iar izvorul din Felix și cele de pe p. Pețea au dispărut treptat.

În zona Felix-1 Mai au fost săpate 29 de sonde, 3 sonde în perioada 1962-1964, (Vasilescu și Nechiti, 1964), alte 14 până în anul 1975, (Flamaropol, 1975), 4 între 1985-1987 și 9 după anul 2002. În perioada 1973-1987 nivelul piezometric al acviferului termal din zona Felix a scăzut cu 8,8 m, scădere care a continuat cu cca 1 m până în 2015, nivelul actual situându-se în jurul cotei medii a terenului, 155.5 m (fig. 1), regimul acviferului în sonde fiind artezian sau ascensional.

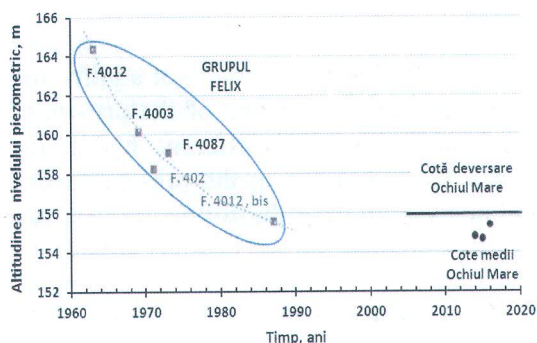


Figura 1 Scăderea nivelului acviferului termal din zona Felix pe măsura săpării de noi sonde.

În anul 1963 prin săparea sondei 4005 a fost descoperită prezența apelor termale în subsolul orașului Oradea, (Vasilescu, Nechiti, 1968), până în anul 1983 fiind săpate încă 10 sonde.

Cohut și Paal în anul 1985 prezintă evoluția debitelor izvoarelor și sondelor (toate cu deversare liberă) prin care se descărca acviferul termal din zona Felix-1 Mai. La sfârșitul anului 1964 acviferul termal deversa liber cu 398 l/s, 216 l/s prin izvoare și 182 l/s prin sonde. În anul 1973 aceste valori au ajuns la 449, 181, respectiv 268 l/s. După anul 1976 debitul total evacuat din acvifer s-a menținut constant în jurul valorii de 258-265 l/s până în anul 1982 când s-a observat scăderea lui accentuată, acesta ajungând la 186 l/s în 1984, (Figura 2).

Declinul potențialului de debitare al acviferului termal din perioada 1982-1983 a fost pus pe seama exploatării apelor termale de la Oradea, argument susținut de autorii menționați prin interpretarea rezultatelor testului de interferență dintre zăcămintele Oradea și Felix-1 Mai, derulat în anul 1984. Perioada 1982-1983 a fost foarte deficitară pluviometric, anul 1983 fiind anul cel mai secetos din ultimii 50 de ani, motiv pentru care considerăm că seceta a avut un rol important în scăderea debitelor surselor termale de la Felix-1 Mai. Acest aspect este ilustrat grafic în Figura 3, în care sunt prezentate pe de-o parte evoluția debitelor surselor și pe

de alta, variația precipitațiilor (sume anuale) la două stații pluviometrice, Stâna de Vale și respectiv Zecehotare.

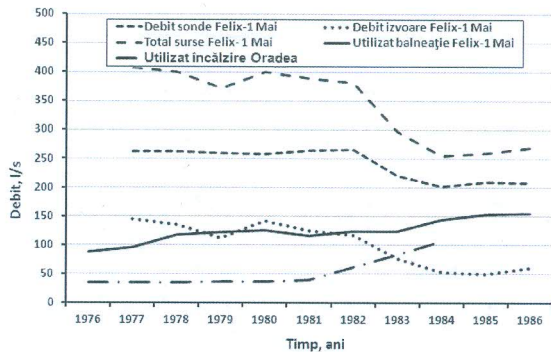


Figura 2 Debiturile apelor descărcate din acviferul termal prin izvoare și sonde arteziene, perioada 1977-1986. (După Cohut și Paal, 1985).

Alimentarea acviferelor termale de către precipitațiile căzute în zona montană dezvoltată la est este susținută în prezent de majoritatea cercetătorilor, printre primii care au propus aceasta posibilitate fiind Vasilescu și Nechiti, 1968.

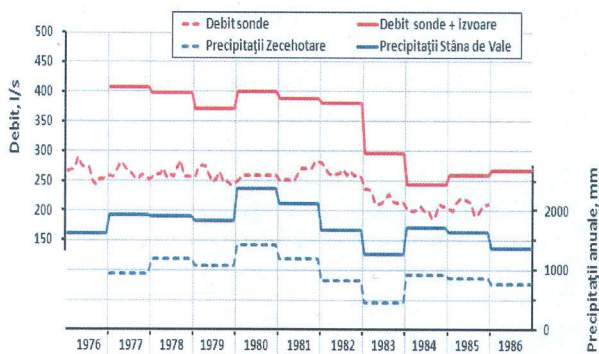


Fig. 3 Evoluția potențialului de debitare al acviferului termal și a precipitațiilor, înregistrate în perioada 1976-1986. (După Cohut și Paal, 1985).

În ultima perioadă de 28 de ani, din anul 1986 până în luna septembrie 2014, nu s-au efectuat măsurători privind nivelul apelor subterane.

Exploatarea acviferului termal din zona Felix-1 Mai se realizează prin 13 foraje licențiate de către ANRM și prin foraje ilegale al căror număr și caracteristici nu se cunosc. Exploatarea se face cu pompe de aspirație și submersibile. 8 foraje sunt exploatate de către SC Turism SA Felix, volumele de apă extrase de către această societate fiind contorizate. Din septembrie 2014 când a început demersul nostru se urmăresc și volumele de apă extrase din celelalte sonde concesionate.

2. Rezultate obținute

Cercetarea hidrogeologică a demarat în luna septembrie 2014, incluzând instalarea de senzori de presiune și temperatură în forajele cu licența ANRM în zona Felix-1 Mai (Figura 4), în forajul 1730, Cihei, de la Oradea și în lacul Ochiul Mare (Tabelul 1). În piezometrul săpat lângă Ochiul Mare, (Piezometrul 70), a fost introdus un senzor pentru cunoașterea nivelului acviferului termal. Într-un piezometru separat, amplasat lângă piezometrul 70, se măsoară lunar nivelul acviferului freatic. Senzorii înregistrează date de presiune (coloana de apă

deasupra senzorului + presiunea atmosferică) și temperatura apei. Ei au fost setați pentru stocarea de date la intervale de o oră, iar pentru corecția abaterilor provocate de variația presiunii atmosferice a fost instalat un senzor adecvat.

| | Sonda | Anul execuției | Coordonate, m | | | Adâncimea m | Limita P1/K1 m | Intervale deschise, m | T oC | S 3 m | Q l/s | q l/s/m |
|----|-------------------------------|----------------|---------------|----------|---------|-------------|-----------------|-----------------------------|------|---------------------|-------|---------|
| | | | X, Nord | Y, Est | Z | | | | | | | |
| 1 | Balint | 1885 | 614526,9 | 270423,1 | 153,31 | 47,17 | 42,8 | g.n: 42,79-47,17 | 47,1 | 5,83 | 6,6 | 1,13287 |
| 2 | 4011, parcare | 1962 | 614998,3 | 270483,7 | 149,50 | 153,00 | 48,5 | c.s: 145-153 | 46,2 | 7,62 | 17,00 | 2,23 |
| 3 | 4003 | 1969 | 614553,2 | 270437,6 | 152,17 | 69,00 | 45 | c.s: 57-69 | 42,0 | | | |
| 4 | 4087, syndicate | 1973 | 614117,0 | 270521,4 | 153,70 | 200,00 | 112 | c.s: 125-190 | 39,5 | 7,14 | 11,50 | 1,61 |
| 5 | Fp2, Izbuc | 1985 | 615233,9 | 272034,9 | 157,69 | 100,00 | 23 | c.p: 25-40; g.n: 40-100 | 36,7 | 0,51 | 30,00 | 59,35 |
| 6 | Fp3, Strand cu valuri | 1986 | 614955,3 | 272467,3 | 161,20 | 500,00 | 20 | c.p: 190-247; g.n: 253-500 | 32,1 | 0,93 | 5,00 | 5,37 |
| 7 | Fp1, Venus | 1986 | 615509,5 | 271288,7 | 157,66 | 500,00 | 70 | c.p: 13-298; g.n: 300-500 | 37,5 | 2,76 | 22,00 | 7,98 |
| 8 | 4012 (Fp4,dublura), CFR | 1987 | 615302,9 | 270488,0 | 152,41 | 650,00 | 106 | g.n: 300-650 | 39,3 | 3,09 | 15,00 | 4,85 |
| 9 | SC ARCASIAN, Vila Iulia | 2002 | 615671,0 | 270876,0 | 150,08 | 102,00 | 77 | g.n: 82,5-102 | | 5,39 | 5 | 0,93 |
| 10 | F1 PSC Cordău, Pres. Pădure | 2003 | 613512,5 | 270762,2 | 155,16 | 172,00 | 128 (72, P1/Sm) | | 39,0 | 1,38 | 25,00 | 18,07 |
| 11 | F2 PSC Cordău, Hotel Nicoleta | 2003 | 613903,3 | 270766,1 | 157,94 | 92,00 | 80 (70, P1/Sm) | | 38,4 | | 5,00 | 0,87 |
| 12 | SC PRO QUADRIGA, F. Afrodita | 2008 ? | 615720,2 | 270796,1 | 147,00 | 110,00 | 77 | | | In conservare | | |
| 13 | F. AlinBogdan | 2014 | 615352,8 | 271888,3 | 162,41 | 100,00 | 23 | g.n: 96-100 | 36,1 | 0,60 | 10,00 | 16,56 |
| 14 | Aqua President | 2014 | 613247,6 | 270713,0 | 157,19 | 160,00 | 110 (87, P1/Sm) | c.s: 110-119,5; g.n:120-160 | 35,6 | 1,64 | 12 | 7,30 |
| 15 | Piezometru 70, Ochiu Mare | 2015 | 615225,0 | 272216,0 | 158,10 | 70,00 | 20 | | 32,2 | Sondă de observație | | |
| 16 | Miră lac Ochiul Mare | | 615204,9 | 272247,0 | 156,1*) | | | | | | | |
| 17 | 1730 H Cihel, Oradea | | 618670,0 | 267807,0 | 125,00 | 2800,00 | | c.s. Dolomite T: 2080-2750 | | | | |

g.n = gaură netubată; c.s. = coloană șlițuită; c.p. = coloană perforată; *) = Cota reperului "0" pe miră;
Denivelarea, S, debitul pompei, Q și debitul specific, q, reprezintă valori medii pentru perioada 16-25 Iulie 2015.

Tabelul 1 Date caracteristice pentru sondele monitorizate

Pentru verificarea înregistrărilor, lunar a fost măsurat nivelul acviferului termal din toate sondele monitorizate în zona Felix-1Mai cu ajutorul unui nivelmetru. Datele înregistrate de senzori au fost descărcate și prelucrate lunar. Au fost deasemenea înregistrate volumele de apă extrase prin sondele concesionate de ANRM în perimetrul Felix-1Mai.

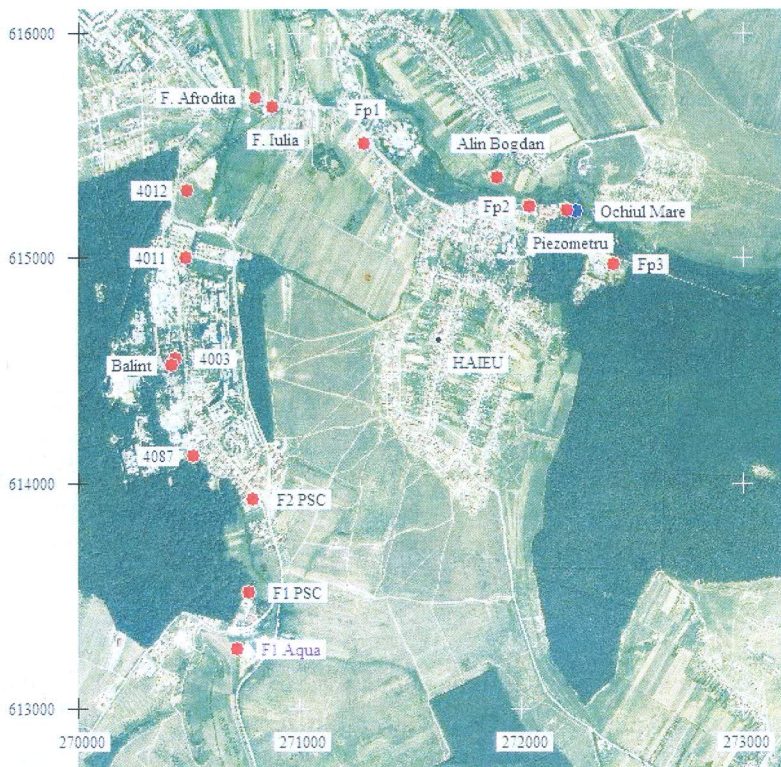


Figura 4 Forajele din zona Felix-1 Mai în care sunt amplasați senzori de înregistrare a nivelului și temperaturii apelor termale.

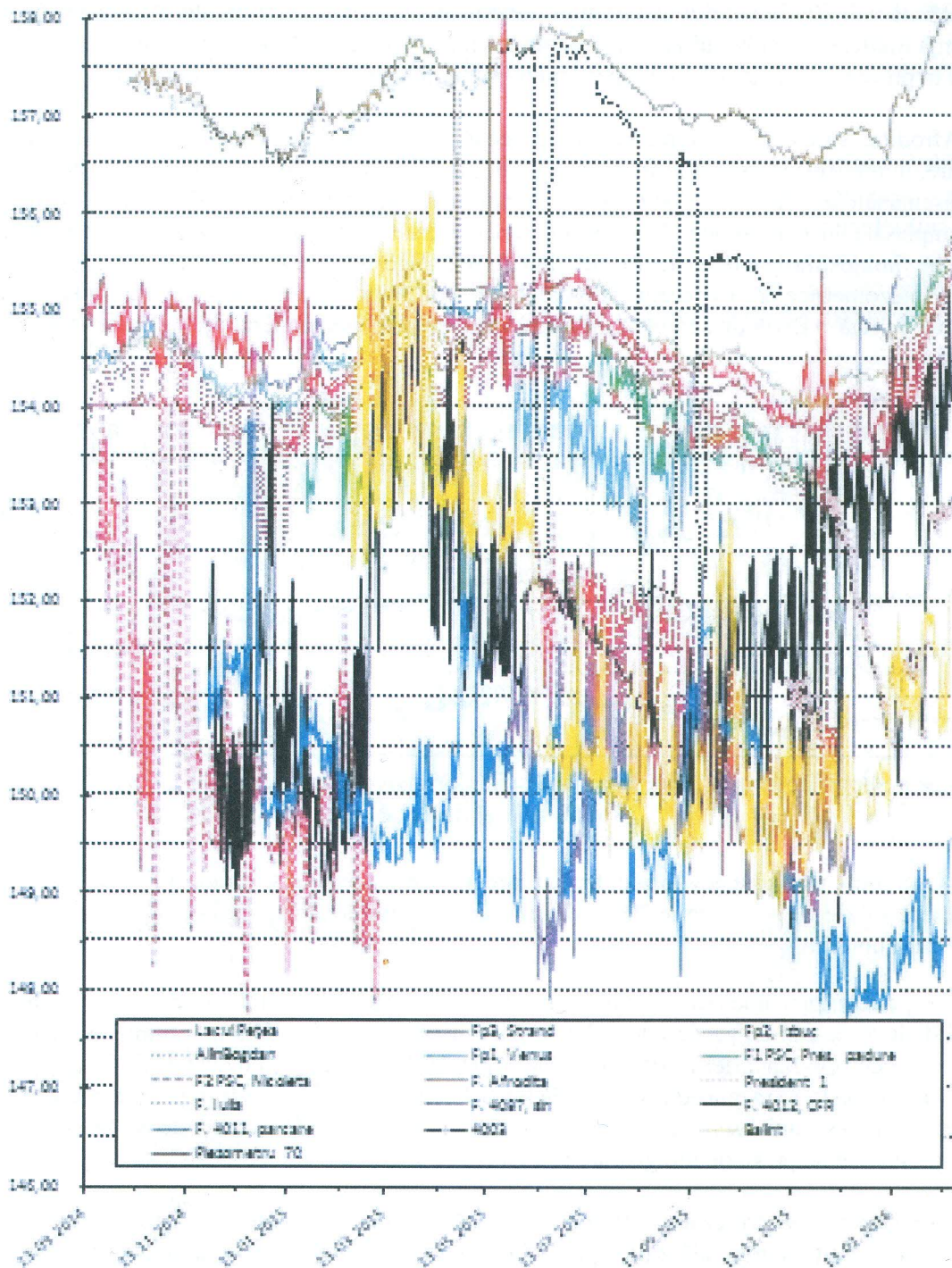


Figura 5 Evoluția nivelului suprafeței acviferului termal în sondele monitorizate (valori medii zilnice)

2.1 Evoluția suprafeței piezometrice a acviferului termal.

Sondele săpate în zona Felix-1 Mai au talpa în calcare cretacic inferioare, cu excepția sondei 4768 care a străbătut aceste depozite până la 1300m, urmate de depozite jurasice până la 1904m și triasice până în talpă, 3196m. Sonda, săpată în anul 1975, este abandonată. În Figura

5 se prezintă variația nivelului acviferului termal în sondele monitorizate. Ele sunt în interferență indiferent de nivelul la care deschid acviferul cretacic inferior, susținând ideea că ne aflăm în prezența unui acvifer unic în calcarele și marnocalcarele cretacic inferioare.

Sonda Afrodita, situată în extremitatea nord-vestică a perimetrului Felix-1 Mai, este în conservare, înregistrările oscilațiilor de nivel nefiind influențate de exploatarea ei. Într-o situație asemănătoare, dar cu perioade scurte de pompare vara este și sonda Fp3, Ștrandul cu valuri, amplasată în extremitatea nord-estică a perimetrului. Distanța dintre sonde este de 1,8km, iar înregistrările efectuate în ele sunt foarte sugestive pentru ilustrarea dinamicii suprafeței piezometrice a acviferului (Figura 6) și vor fi luate ca puncte de referință în prezentarea de față. Evoluția suprafețelor a fost mediată prin metoda tendințelor polinomiale (ordinul 6).

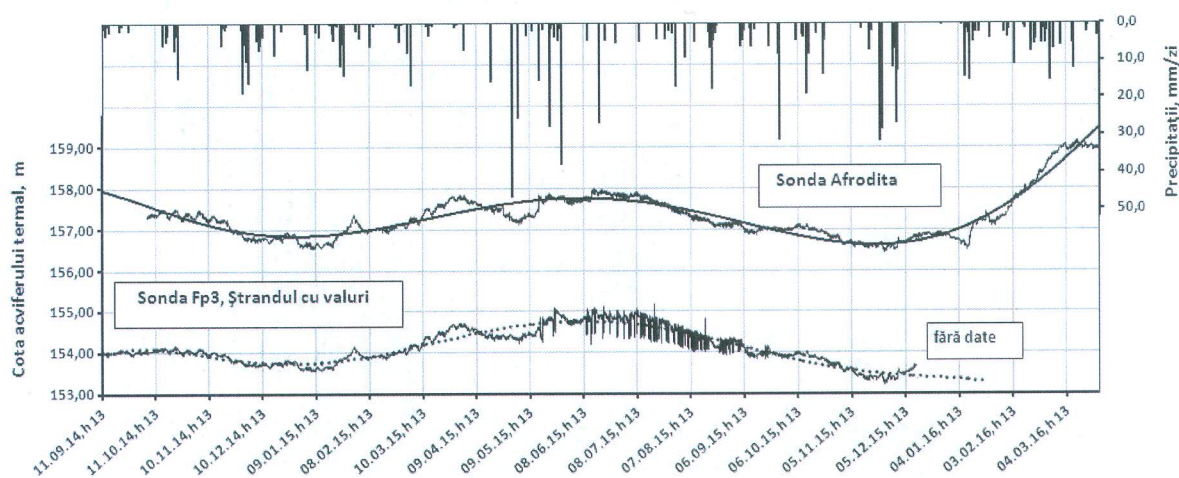


Figura 6 Oscilațiile nivelului acviferului termal înregistrate în sondele Afrodita și Fp3 în perioada septembrie 2014-februarie 2016 (valori orare), alături de precipitațiile zilnice măsurate la Sânmartin

Mișcarea suprafeței piezometrice a acviferului este ondulatorie, cu o amplitudine de cca 2,5m și o periodicitate de cca un an de zile. Cotele maxime apar în perioadele mai-iunie, iar cele minime în decembrie-ianuarie, poziția lor fiind regizată de extinderea ciclurilor hidrologice. Acviferul termal este alimentat din munții Pădurea Craiului și Bihor, distribuția sezonieră a precipitațiilor producând oscilații ale nivelului apelor subterane în zonele de alimentare, traduse prin undele de presiune înregistrate în sonde.

Oscilația suprafeței acviferului are o formă complexă, ea este influențată de factori naturali, cantitatea și distribuția temporală a precipitațiilor, și de factori antropici, volumul extracțiilor de apă termală. Fiecare sondă de exploatare produce denivelări punctuale ale suprafeței piezometrice, denivelări transmise rapid și estompate în arealul întregului acvifer. Coborârea nivelului acestuia este proporțională cu volumul cumulat de apă termală extras din toate sondele de exploatare, legale și nelegale.

Impactul exploatărilor de ape termale asupra nivelului acviferului este ilustrat în Figura 7 pentru perioada 07.10-18.11.2014. Scara timpului este în zile, începutul săptămânii fiind marcat de precizarea datei. Nivelele minime se înregistrează la sfârșitul fiecărei săptămâni, perioade în care afluxul de turiști este maxim. Nivelele cresc apoi în primele zile ale

săptămâni, scăderea lor spre sfârșitul acesteia repetându-se. Amplitudinea oscilațiilor săptămânale este de cca 30cm în sonda Afrodita și de cca 20 cm în sonda Fp3. Oscilațiile mari din Figura 7 sunt brodate de oscilații mici produse de mareelor terestre despre care vom aminti mai târziu.

Deformarea suprafeței acviferului termal datorată exploatărilor prin sonde este variabilă areal datorită neomogenității proprietăților hidraulice ale colectorului și regimului variat de exploatare (debite, perioade și timpi de pompare), amplitudinea denivelărilor nefiind proporțională cu debitul extras. Pentru ilustrare am întocmit hărțile cu izopieze ale acviferului termal în două perioade distincte. În februarie 2015 depresiunea maximă a suprafeței piezometrice se dezvoltă în jurul sondei PSC2 (Figura 8, iar în luna iulie 2015, în jurul sondei 4011 (Figura 9).

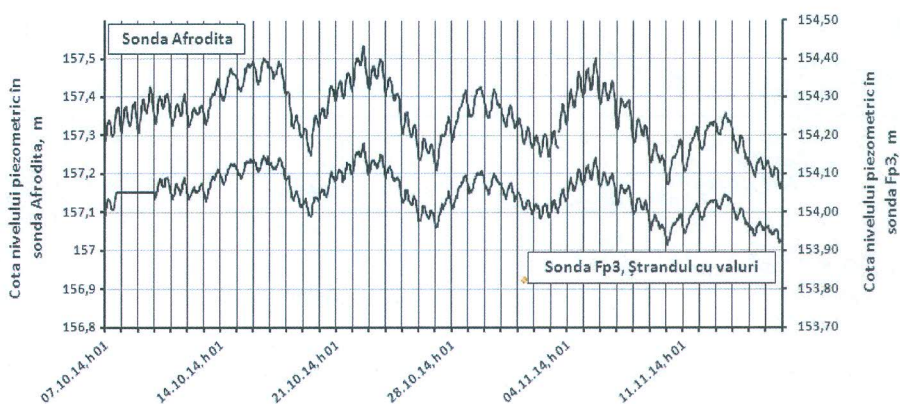


Figura 7 Oscilațiile săptămânale ale nivelului acviferului termal măsurate în sondele Afrodita și Fp3, Ștrandul cu valuri, (valori orare).

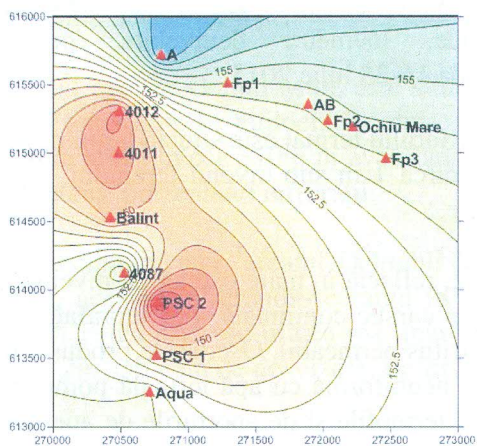


Figura 8 Spectrul izopiezelor acviferului termal în perioada 23-28 februarie 2015

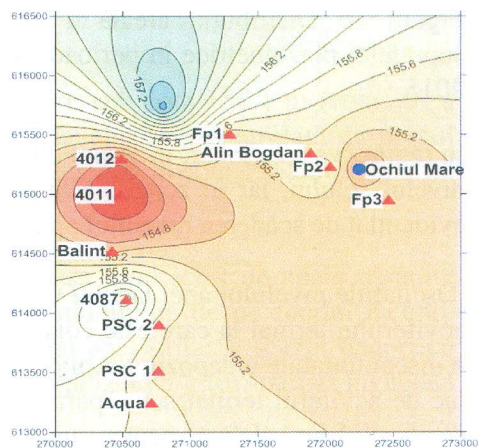


Figura 9 Spectrul izopiezelor acviferului termal în perioada 16-25 iulie 2015

Luând în considerare numai aspectul de mai sus putem ajunge la concluzii eronate. Nivelul dinamic al apelor subterane în forajele de exploatare este foarte diferit datorită caracterului carstic-fisural al aviferului, cu variații locale foarte mari ale transmisivității. Unele sonde pompează cu 25 l/s producând denivelări de sub un metru, iar altele pentru a extrage 5 l/s

trebuie să pompeze cu denivelări de 7-8 m (Figura 10). În final, impactul exploatării asupra ansamblului suprafeței piezometrice este proporțional cu volumul de apă extras din sondă și nu cu denivelarea produsă.

Harta debitelor specifice (denivelare/ debit) indică neuniformitatea areală a parametrilor hidrogeologici ai acviferului termal, zonele cele mai „productive” fiind evidențiate de sondele Fp2 (Izbuc)-Alin Bogdan și PSC1 (Figura 11).

Alura distribuției areale a valorilor parametrilor hidrogeologici prezentați în Figurile 8, 9, 10 și 11 este orientativă, metoda de interpolare considerând acviferul un mediu omogen și continuu. În realitate acviferul din zona Felix-1Mai, de tip fisural-carstic, este heterogen și discontinuu, cu axe de drenaj orientate de-a lungul sistemelor de falii.

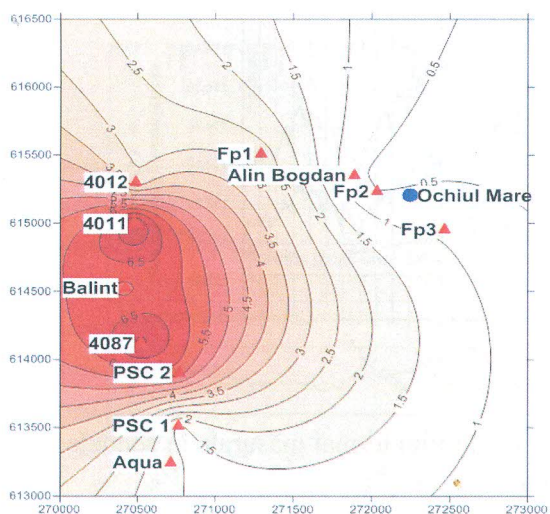


Figura 10 Distribuția areală a denivelărilor suprafeței piezometrice în perioada 16-25 iulie 2015

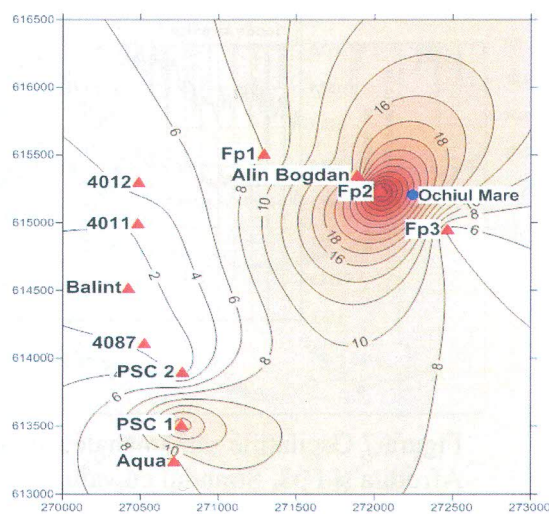


Figura 11 Variația areală a debitelor specifice, l/s/metru denivelare, pentru perioada 16-25 iulie 2015

În regim eवासistaționar, în zona Felix cota suprafeței acviferului termal este situată puțin peste nivelul solului, iar în zona 1 Mai ea este coborâtă cu circa 1 m sub nivelul terenului, fapt evidențiat de scăderea nivelului apei în lacul Ochiul Mare.

Oscilațiile nivelului apei lacului Ochiul Mare, Figura 12, reflectă în mare oscilațiile nivelului acviferului termal la care este conectat printr-o fisură/gol carstic continuată spre suprafață cu o discontinuitate a depozitelor pliocene colmatată cu detritus permeabil. Oscilațiile produse în lac de acviferul termal sunt "parazitate" de alimentarea neuniformă cu apă termală pompată din forajul Fp2 (Izbuc) pentru susținerea faunei și florei termofile și de aporturile de ape din acviferul freatic dezvoltat în depozitele detritice limitrofe lacului.

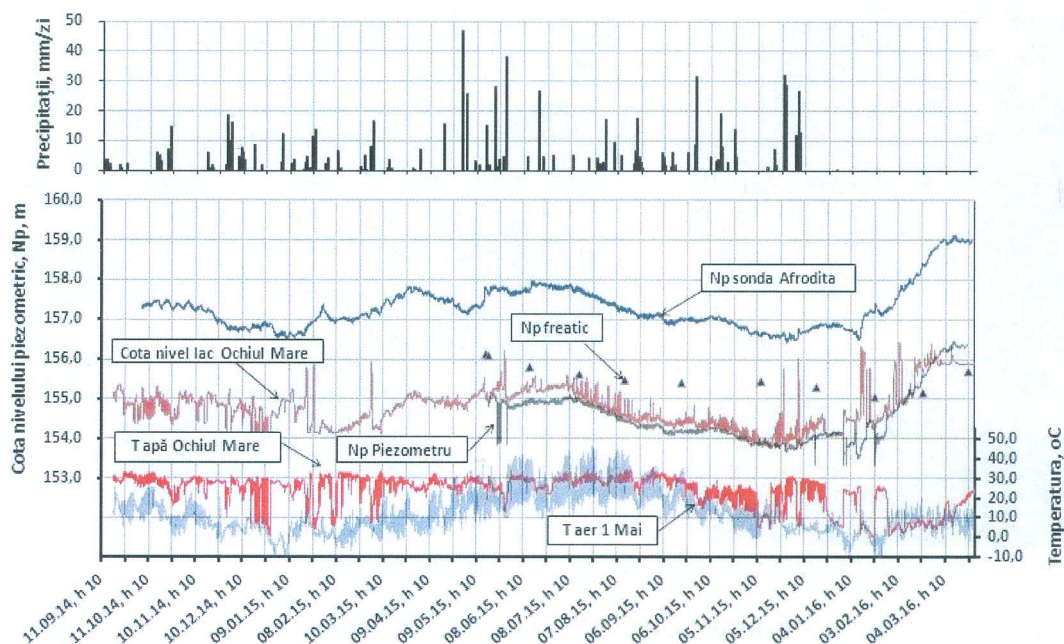


Figura 12 Oscilația nivelului și temperaturii apei în Ochiul Mare (valori orare), alături de reprezentarea parametrilor obținuți din alte puncte investigate.

Pentru cunoaștere nivelului acviferului termal din perimetrul lacului a fost săpat un foraj piezometru de 70 m adâncime amplasat la 42 m vest de mira din centrul lacului (Foto 1). Forajul a trecut prin turbă cu intercalații de argilă neagră (2,0-3,8m), mîl sapropelic (4,0-6,8m), argilă verzuie (6,8-7,0m), nisip grosier (8-8,5m), argilă plastică negricioasă (8,5-9,5m), marno-calcare negricioase (9,5-25,0m), calcare albe și cenușii (25,0-43,0m) și calcare compacte (47,0-60,0m). La m 70 a fost interceptată în calcare cenușii o zonă intens fisurată cu circulație de ape termale.

Nivelul apei în Ochiul Mare este situat în medie cu un metru sub cota 156,1 m (cota „0” a mirei amplasate în mijlocul lacului). Cota de deversare a lacului este controlată de pragul digului situat la cca 310m în aval, lângă podețul Rontău, prag situat la cota 156,0m. Digul nu este etanș, prezentând infiltrații.

La precipitații mari arealul Ochiului Mare este inundat pentru timp scurt de apele pârăului Peșea, acestea infiltrându-se rapid în acviferul termal prin aluviunile de pe fundul lacului. Pârăul Peșea este sec în cea mai mare parte a anului. Nivelul apei în lac a scăzut uneori cu peste 2m sub cota de deversare; în luna ianuarie 2016 suprafața lacului a fost parțial înghețată (Foto 2).



Foto 1 Aspecte din timpul execuției piezometrului în luna aprilie 2015

Cotele minime ale apei în lacul Ochiul Mare au fost înregistrate în luna decembrie 2015, lună lipsită practic de precipitații și cu o activitate turistică intensă. Precipitațiile importante căzute în lunile ianuarie și februarie 2016 pe întreg arealul montan au condus la creșterea cotelor acviferului termal și a nivelului apei în lacul Ochiul Mare cu 2,26m, de la 154,14 m la 27.12.2015 la 156,4m la 24.02.2016, după care nivelul lacului a scăzut lent stabilizându-se la cota 155,95m până la 22.04.2016, data ultimei înregistrări.

La cota 155,8 m curgerea apei termale s-a activat, un aflux puternic de bule de aer marcând la suprafața lacului verticala locului de acces al apelor termale prin fundul acestuia. Momentul amorsării curgerii ascendente a apei termale pe canalul de legătură cu acviferul termal este marcat de începutul încălzirii apei în lac, aceasta atingând valoarea maximă de 29,7°C la 17.04.2016. La 22 aprilie 2016 apa termală debitată de către lacul Ochiul Mare alimenta pâraul Peța cu 8,0 l/s, cursul superficial fiind sec în amonte de lac.

La 10 martie 2016 acviferul termal din piezometru a atins cota maximă, 156,47m, Menționăm deasemenea faptul că la 18.03.2016 nivelul acviferului termal din piezometrul situat în apropiere s-a situat cu cca 0,6 m deasupra nivelului apei din lac. După atingerea cotei maxime nivelul acviferului termal a scăzut lent, astfel că la 21 aprilie 2016 nivelul lui s-a situat la același cotă cu suprafața lacului (155,93 m), foarte apropiată de nivelul acviferului freatic (155,89m).

Creșterea nivelului acviferului termal a condus la:

- umplerea bazinului depresionar al Ochiului Pompei și reactivarea curgerii apei, aceasta încetând la 20 aprilie 2016.
- la 21.04.2016 pe fundul bazinului hexagonal al izvorului cu Rana dalmatiană (denumire dată de Slăvoacă și Feru în anul 1961), era un strat de apă de 10 cm grosime, situat la 125 cm sub bordura sudică a bazinului. Bazinul este de obicei sec.
- mărirea debitului izvorului Felix din stațiunea omonimă, suprafața lui fiind agitată de afluxuri sumbre importante de apă și bule de aer.



Foto 2 Lacul Ochii Mare în stadii diferite de umplere: 20.01.2015 (dreapta), 25.04.2015 (centru) și 19.01.2016 (stânga),

Creșterea nivelului piezometric al apelor termale la începutul anului 2016 (Figura 13), se datorează cantităților mari de precipitații căzute în lunile ianuarie și februarie 2016 în zona montană limitrofă, regimul exploatării acviferului termal, asemănător cu cel din perioada similară a anului precedent, nejustificând această creștere. În perioada ianuarie - februarie 2016 la Luncasprie au căzut 189.2 față de 95.6 mm în ianuarie - februarie 2015, la Pietroasa 220.2 vs 90.9 mm, la Călăștea 164.1 mm vs 91.5 mm, iar la Sânmartin 123,4 vs 74,5 mm.

Corelația dintre valorile cumulate ale precipitațiilor căzute la Luncasprie și creșterea nivelului acviferului termal în sonda Afrodita este lineară cu un grad ridicat de încredere ($R^2=0,98$), subliniind influența importantă a precipitațiilor asupra nivelului acviferului termal (Fig. 14).

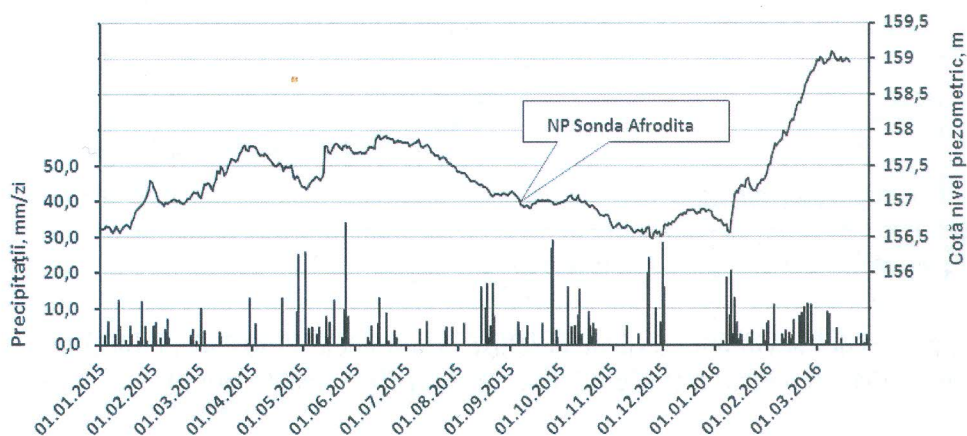


Figura 13 Distribuția precipitațiilor la Luncasprie și oscilațiile suprafeței acviferului termal în sonda Afrodita în perioada ianuarie 2015-martie 2016

Sonda 1730 Cihei este situată în partea de est a orașului Oradea la cca 4,2 km nord-vest de sonda Afrodita din stațiunea 1 Mai. Sonda are o adâncime de 2800 m și deschide colectorul triasic cu o coloană șlițuită amplasată în intervalul 2080-2750 m. Sonda este în conservare și prezintă degajări slabe de metan. Senzorul de presiune introdus în sondă indică o variație ondulatorie a nivelului acviferului deschis, asemănătoare acviferului cretacic inferior din zona Felix-1 Mai, dar cu o amplitudine dublă (Figura 15).

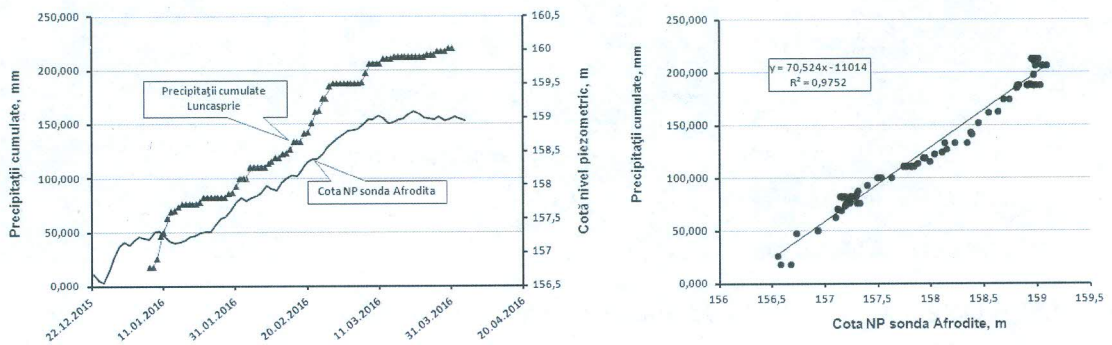


Figura 14 Distribuția temporală a precipitațiilor cumulate la Luncasprie și a cotelor acviferului termal în sonda Afrodita (stânga). În dreapta corelația dintre șirurile de valori menționate.

Forma asemănătoare a undelor de presiune înregistrate în cele două sonde indică situarea zonelor lor de alimentare în aceleși areale montane, cu o distribuție temporară asemănătoare dar cu intensități diferite ale precipitațiilor. Atât în munții Pădurea Craiului cât și în munții Bihor depozitele triasice ocupă poziții altitudinale mai ridicate cu valori superioare ale precipitațiilor.

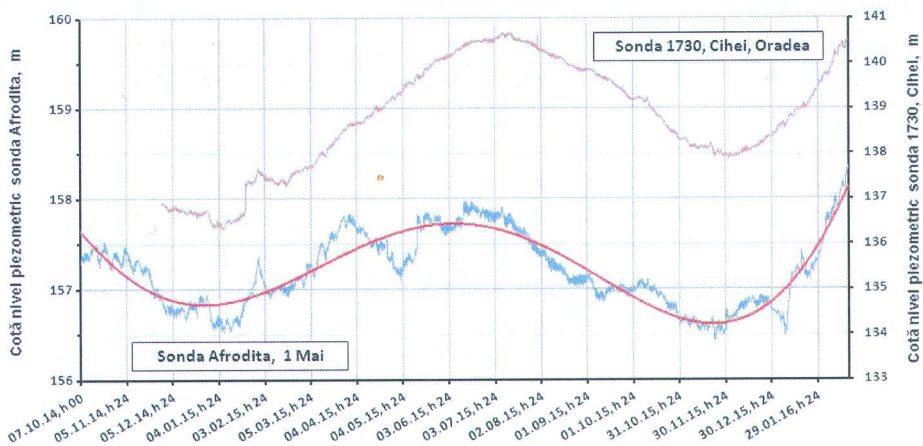


Figura 15 Evoluția cotelor acviferelor termale deschise prin sondele 1730 Cihei (colector triasic) și Afrodita, 1 Mai (colector cretacic inferior), în anul 2015, (valori orare).

În toate sondele monitorizate, acviferele deschise sunt sub presiune și prezintă oscilații ritmice ale nivelului acviferelor termale datorate mareelor terestre. Ele au amplitudini de 5-6 cm în sonda Fp3, Strandul cu valuri, ajungând la 10 cm în sondele Afrodita și 1730 Cihei, Oradea, (Figura 16). Graficele ilustrează caracterul semi-diurn al mareelor. Perioada dintre două înregistrări succesive ale nivelurilor este de o oră.

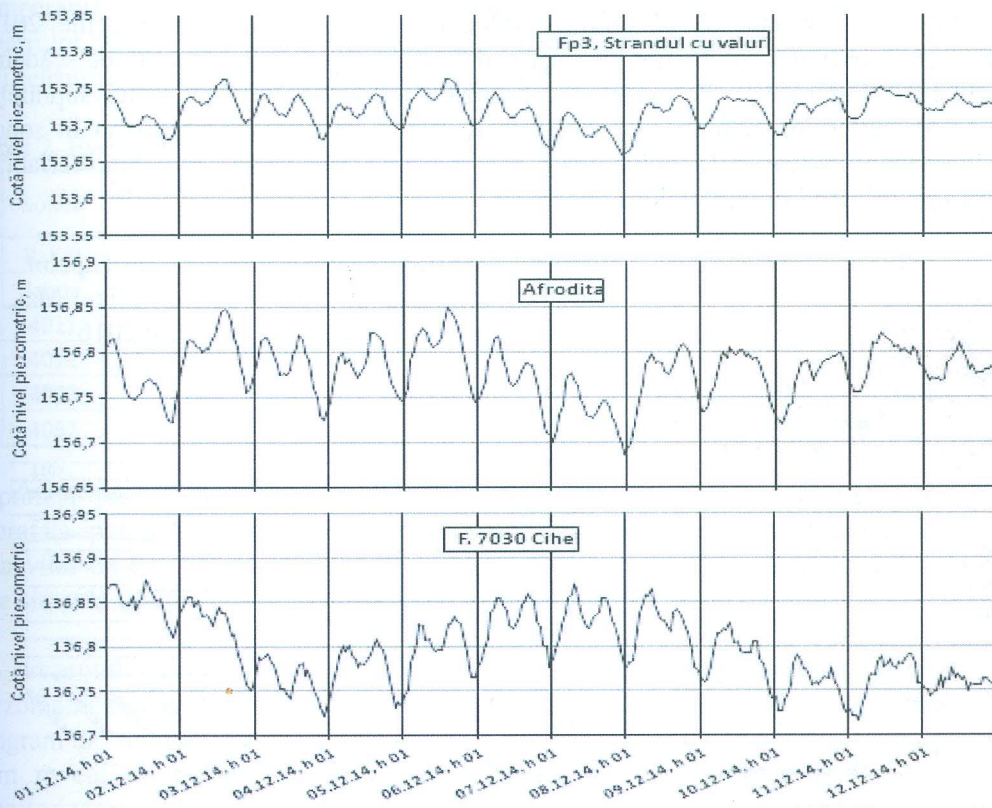


Figura 16 Oscilații ale nivelului acviferelor termale produse de mările terestre, (valori orare).

2.2 Temperatura apelor termale

În sondele de monitorizare acviferul termal este sub presiune, adâncimea la care el este interceptat de sonde variind între 20 și 128 m. Senzorii de presiune și temperatură sunt introduși în coloanele sondelor sub limita nivelului dinamic de exploatare, acesta fiind situat la maximum 8-9 m de la suprafața terenului. Apa circulă prin coloană numai în timpul exploatării (prin pompare sau aspirație), perioade în care se înregistrează temperatura reală a apelor termale. În perioadele de repaus apa este staționară pe coloană, temperatura ei scăzând lent până la temperatura rocii limitrofe.

Temperatura apelor termale extrase din foraje are o variație areală importantă. Apa cu cea mai ridicată temperatură este debitată de sondele Balint (47,1°C) și 4011 (46,2°C), temperaturile scăzând radial, valorile minime fiind întâlnite în extremitatea estică a zonei 1 Mai (Tabel 1 și Figura 17). Dezvoltarea spre vest a acviferului termal nu este cunoscută, în această parte nefiind executate foraje de cercetare. La întocmirea hărții din Figura 17 am folosit datele achiziționate în perioada septembrie 2014-februarie 2016 și datele din forajele de explorare limitrofe zonei de studiu.

Punctual, la nivelul majorității sondelor, se poate spune în general că temperatura apei termale extrase în perioada de observații este relativ constantă. În Figura 18 prezentăm temperatura apei pompate din sonde care au funcționat perioade lungi de timp. La sonda 4011 se remarcă o scădere a temperaturii apei cu cca 0,5°C într-o perioadă de 10 luni, iar la sonda 4087 o creștere de cca 0,3°C în 6 luni.

La sonda Balint se constată că în timpul exploatării din perioada martie-aprilie 2015, temperatura apei a oscilat între 46 și 47°C, perioadele de pompare fiind însoțite de scăderea temperaturii apei (Figura 19). Perioadele de pompare produc scăderi ale cotei suprafeței piezometrice a acviferului, scăderi exemplificate în figură de graficul înregistrat în sonda Afrodita. In sezonul estival 2015 pomparea a fost practic permanentă, cu debite variabile, temperatura apei oscilând în jurul valorii de 45,7°C.

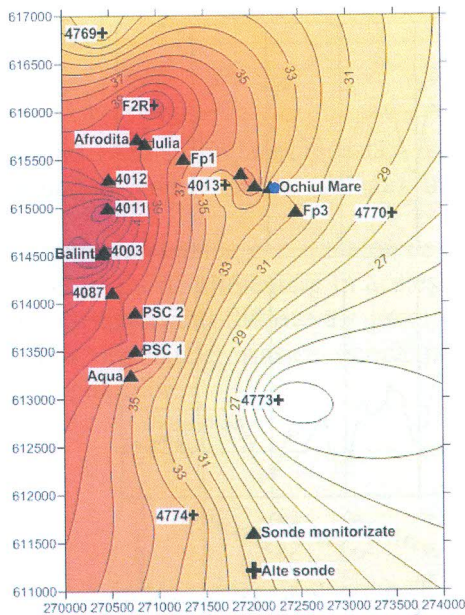


Figura 17 Distribuție areală a temperaturii apelor termale extrase prin sondele din zona Felix-1 Mai, în perioada septembrie 2014- februarie 2016

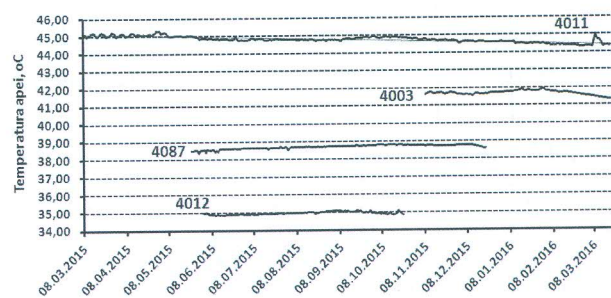


Figura 18 Evoluția temperaturii apei termale din unele sonde cu pompare continuă

La sonda 4011, sondă care pompează permanent, cu debite variabile, fluctuațiile săptămânale ale temperaturii apei amintite în paragraful anterior se regăsesc dar cu o amplitudine de 0,2-0,3°C (Figura 19). In sezonul estival 2015 temperatura apei a scăzut cu cca 0,2°C sub media de 45°C.

Din toamna anului 2015 se înregistrează o scădere constantă a temperaturii apei pompate, aceasta atingând 44,4°C în februarie 2016. Monitorizările viitoare vor aduce desigur date noi privind aceste evoluții.

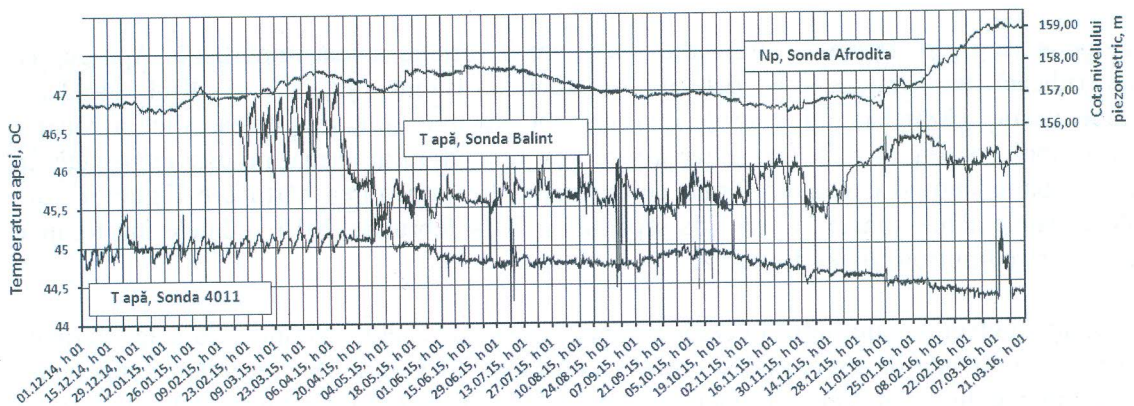


Figura 19 Evoluția temperaturii apei termale pompate din sondele Balint și 4011 și a suprafeței piezometrice în sonda Afrodita, (valori orare).

Temperatura apei termale debitate de sonde s-a menținut practic constantă din momentul săpării lor până în anul 1985. Temperaturile medii măsurate în perioada IX.2014-II.2016 sunt mai scăzute cu cca 2°C față de cele din anul 1985, (Tabel 2).

Tabel 2. Evoluția în timp a temperaturii apelor termale debitate de sonde.

| Nr. crt. | Sonda | Vasilescu, Nechiti 1965 | ISPIF | | A. Țenu, 1975 | | | Cohut, Paal 1985 | AHR IX.2014-II.2016 |
|----------|--------|----------------------------|---------|----------|---------------|---------|----------|---------------------|------------------------|
| | | | II.1966 | IV. 1966 | V. 1969 | IX.1969 | VII.1971 | | |
| 1 | Balint | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 47,8 | 49 | 47,1 |
| 2 | Izbuc | 42 | 42 | 42 | 40 | 40 | 39,4 | | 36,7 |
| 3 | 4011 | 49 | | | 49 | 49 | 48 | 49,5 | 46,2 |
| 4 | 4012 | 39 | | | | | | 39 | 39,3 |
| 6 | 4003 | | | | 45 | 45 | 43,6 | 45 | 42,0 |
| 8 | 4087 | | | | | | | 42 | 39,5 |

Suprafața piezometrică reală a acviferului termal reprezintă rezultatul diferenței dintre suprafața ipotetică a acviferului în regim neinfluențat de exploatarea lui și denivelarea creată în acvifer de extracțiile de apă. Ochiul Mare, această ultimă fereastră spre acviferul termal, este situat la limita labilă dintre cele două componente.

În prezentul articol am prezentat evoluția componentei naturale asupra suprafeței piezometrice urmând ca influența volumelor de apă extrase să fie detaliată ulterior. Prezentul program de monitorizarea a sondelor se va derula până în luna septembrie a.c., moment când vom reveni cu prezentarea integrală a datelor obținute și interpretarea lor. Dorim ca monitorizarea sondelor să devină permanentă pentru a cunoaște tendințele de evoluție a dinamicii acviferului termal pe termen lung.

3. Considerații privind testul de interferență din anul 1984

Prelucrarea șirurilor de precipitații căzute în munții Pădurea Craiului și Bihor și de cote a suprafeței piezometrice a acviferului termal din zona Felix-1 Mai a indicat că alimentarea acviferului se realizează din această arie, amploarea fluctuației cotei acviferului fiind în relație directă cu regimul precipitațiilor. Pe de altă parte exploatarea de apă termală produc denivelări importante ale acestei suprafețe, hidrograful real înregistrat reprezentând diferența dintre aporturile aduse de precipitații și de amploarea acestor exploatarea.

După descoperirea acviferului termal triasic de la Oradea cercetătorii au fost preocupați de elucidarea problemei privind prezența sau nu a unor relații hidrodinamice cu acviferul cretacic inferior de la Felix-1 Mai, de modul de alimentare și încălzire a celor două acvifere.

În vederea verificării ipotezei privind prezența unei conexiuni hidrodinamice între zăcămintele Oradea și Felix-1 Mai, în anul 1984 s-a efectuat un test de interferență care a constatat din închiderea la 27 august a tuturor sondelor din zona Oradea pentru o perioadă de 28 de zile și urmărirea debitelor surselor de la Felix-1 Mai (Cohut și Paal 1985). Anterior începerii testului din sondele de la Oradea se pompa apă termală cu un debit de 93,7 l/s, după ce anterior, în lunile mai-iunie, debitul a mai fost redus cu 55 l/s. La sfârșitul lunii septembrie 1984 a fost înregistrată o creștere cu 35 l/s (cca 20%) a potențialului de debitare al surselor care descarcă acviferul cretacic inferior de la Felix-1 Mai, mărire explicată de autori ca efect al interferenței cu colectorul triasic din Oradea, (Figura 20).

Analizând datele pluviometrice înregistrate în zonele montane limitrofe stațiunilor Felix-1 Mai în perioada efectuării testului din anul 1984 s-a constatat o similitudine a lor cu cele din intervalul ianuarie-februarie 2016, perioadă în care precipitațiile intense au condus la creșterea nivelului acviferului termal, implicit a debitelor descărcate din acesta. În luna septembrie 1984 la Luncasprie precipitațiile au însumat 174,4 mm (Figura 20), curba de creștere a debitelor surselor de ape termale având un trend asemănător curbei valorilor cumulate ale precipitațiilor (Figura 21, stânga), corelația dintre cele două șiruri de valori prezentând un grad de certitudine ridicat (Figura 21, dreapta).

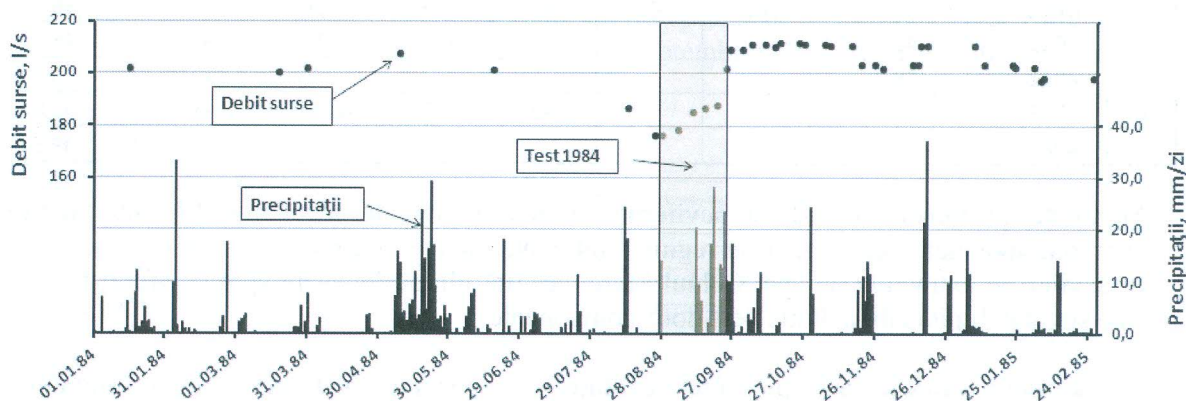


Figura 20 Evoluția debitului cumulat al surselor de la Felix-1 Mai și a precipitațiilor căzute la Luncasprie în anul 1984

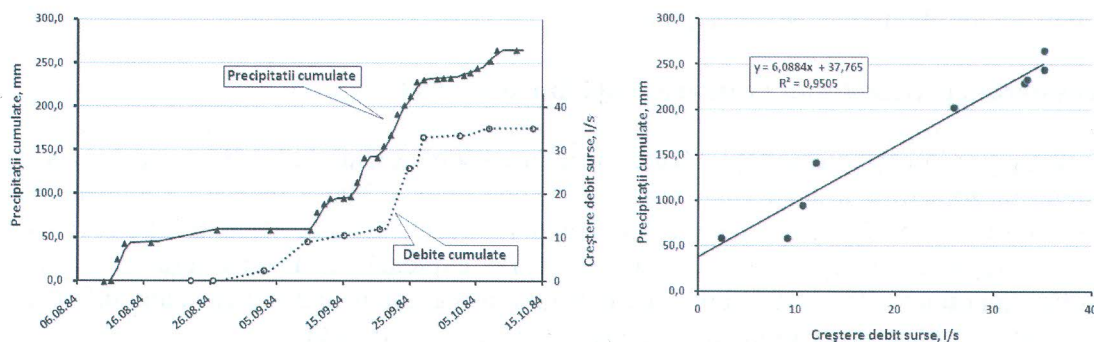


Figura 21 Distribuția temporală a precipitațiilor cumulate la Luncasprie și a sporului de debit al surselor de ape termale pe perioada testului de interferență din anul 1984. În dreapta corelația dintre șirurile de valori menționate.

Creșterea debitelor surselor de la Felix-1Mai în perioada opririi exploatării sondelor de la Oradea poate fi explicată de valorile mari ale precipitațiilor căzute în zona montană, interferența cu sondele de la Oradea nefiind susținută în acest caz.

Ipotezele propuse privind direcțiile de circulație a apelor termale din zona Oradea-Felix-1 Mai și a modului lor de încălzire se bazează în mare parte pe interpretarea rezultatelor testului de interferență din 1984 (Cohut și Paal 1985), printre ultimele fiind cea propusă de Paal în anul 2013, potrivit căreia „acviferul de la Băile Felix-1Mai reprezintă aria naturală de descărcare a sistemului convectiv hidrotermal dezvoltat în rocile triasice din subsolul municipiului Oradea”. Autorul consideră constantă cantitatea afluzului ascendent din profunzime, alimentarea acviferului de la Băi fiind condiționată de acviferul adânc de la Oradea. Ipoteza este preluată cu modificări de către Cohut (2013) și Țenu (2015).

Luînd în considerare importanța deosebită a elucidării genezei apelor termale din arealul Oradea-Felix-1Mai pentru exploatarea lor rațională se impune o refacere a testului în condițiile tehnice actuale de urmărire a presiunilor și debitelor.

Bibliografie

- Cohut I, Paal G (1985) Raport. Arhiva IFLGS București.
- Cohut I (2013) Dinamica sistemului hidrogeotermal Oradea – Felix – 1Mai, Nymphaea, XL, 109-125, Oradea.
- Flamaropol V (1975) Raport geologic. Arhiva ISLGC București.
- Paal G (2013) Sinteza particularităților hidrogeologice ale acviferului termal de la Băile Felix-1 Mai. Nymphaea, XL. Oradea: 83-107.
- Slăvoacă D, Feru M (1961) Prospecțiuni hidrogeologice din zona Băilor Victoria și 1 Mai. Arhiva SC Prospecțiuni SA, București.
- Vasilescu Gh, Nechiti G (1965) Cercetări hidrogeologice în zona stațiunilor balneare „Felix” și „1 Mai”, județul Bihor. Dări de Seamă, IGR, vol. 51/2, p. 115-133, București
- Vasilescu Gh, Nechiti G (1968) Contribuții la cunoașterea geologiei și hidrogeologiei zonei orașului Oradea. Bul. Soc. de științe geologice din R. S. Romania, vol. X, p. 291-307, București.
- Țenu A (1975) Cercetări hidrogeologice complexe asupra apelor termale din zona Băilor Felix și 1 Mai. Studii de Hidrologie, XII, p. 75-133. I. M. H.
- Țenu A (2015) Oradea-Felix & 1 May spa area: Some new data regarding conceptual model of geothermal hydrostructure. Proceedings of the IAH Central European Groundwater Conference-2015, Groundwater risk assessment in urban areas, October 14-16, 2015, Constanța, Romania: p. 54-55.