

Forajul *Therme Bucuresti* – perimetrul Balotesti

Introducere

Rezervorul geotermal Bucuresti Nord se dezvolta in colectorul carbonatic (calcare si dolomite fracturate/fisurate la adancimi de 2000-3200m) al Platformei Moesice fiind delimitat partial pe o suprafata de circa 300km². In aceasta zona, la sfarsitul anului 2014 erau inventariate 23 (2 pt injectie 1 fara rezultate-mogosoia) de foraje executate pt cercetarea resurselor geotermale din care doar 17 au fost considerate cu potential de extragere sau injectare (Bendea *and others* 2015). Forajele au fost testate la debite de 22-28 l/s, iar apa geotermala are temperaturi (la suprafata) de 40-83°C si o incarcatura chimica relativ mare (TDS = 1.5-2.2 g/l) in care se remarca si o prezenta importanta a hidrogenului sulfurat ($H_2S \leq 30mg/l$).

O suita de articole dedicate prezentarii resurselor geotermale si modului de utilizare al acestora elaborate o data la cinci ani cu ocazia congreselor de geotermalism (Rosca *si altii* 2005, Rosca *si altii* 2010, Bendea *si altii* 2015) a consemnat o statistica relativ contradictorie. Astfel in timp ce numarul total de foraje geotermale din aceasta zona a crescut pana la 23 (ultimul foraj sapat in 2007), numarul de foraje utilizate intr-un fel sau altul a scazut pana la zero. Ultimul dintre acestea a fost forajul de la Casa Presei Libere care alimenta un strand destul de frecventat dar care a fost considerat nerentabil de catre ultimii proprietari si ca urmare a fost inchis (2008).

Declinul pare sa se fi oprit, iar situatia a capatat un trend ascendent odata cu initiativa privata cunoscuta sub numele de proiectul *Therme Bucuresti*, un proiect finalizat si inaugurat in data de 14.01.2016, prin care s-a reusit implementarea unui concept modern de *spa* existent deja in cateva tari europene dar care prin dimensiunile constructiilor si dotarilor este in acest moment cel mai mare centru *spa* de acest gen din Europa.

Acest proiect are la baza utilizarea apei geotermale din zona Balotesti, zona in care existau deja alte trei foraje sapate in perioada 1991-1999, ale caror principale caracteristici sunt redate in tabelul de mai jos (Tabel 1, extras dintr-un document de prezentare a companiei Foradex).

Tabel 1

Locatie	Foraj No.	An	Adancime	Temperatura	Debit
			mbGL	°C	l/s
Balotesti	2669	1991	3304	73	28
Balotesti	2684	1998	3052	83	12
Balotesti	2685	1999	3002	73	11

Tinand cont insa de vechimea si de perioada lunga de conservare a forajelor in cazul proiectului *Therme* s-a optat pentru construirea unui foraj nou.

Aspecte specifice proiectarii forajelor geotermale

Proiectarea si in aceeasi masura executia unui foraj geotermal reprezinta o provocare pentru orice specialist in domeniu. Practic, forajele geotermale necesita utilizarea unor tehnici si echipamente similare celor din industria petrolului chiar daca in final obiectivele si

caracteristicile de zacamant sunt diferite (mai ales cele referitoare la petrografie, entalpie si chimism).

In cateva articole si prezentari ale problematii referitoare la proiectarea si saparea si finalizarea forajelor geotermale de adancime mare (Ungemach & Antics, 2012, 2015, Dumas et al 2013, Lench & others 2015) sunt prezentate printre altele dificultatile dar si recomandarile de echipament legate de constructia forajelor geotermale (cazul forajelor in zone cu presiune normala - under pressurized). Cateva dintre acestea, cum ar fi traversarea zonelor cu sedimente neconsolidate, argile contractile, prezenta unor formatiuni gazeifere pierderi de fluid de foraj, dificultati la cimentarea coloanelor lungi etc sunt aspecte a caror rezolvare poate evidientia profesionalismul celor care proiecteaza si/sau supervizeaza o astfel de constructie.

Proiectarea forajelor geotermale in rezervoare cu entalpie joasa se bazeaza de obicei pe instalarea a 3-4 coloane de burlane concentrice cu diametre de tubare de 20", 13 3/8" 9 5/8" si in final 7" (in cazul tubarii zonei productive cu filtre) sau 8 1/2 in cazul in care sectiunea productiva ramane „gaura libera” (Dumas & others 2013).

Caracteristici de proiectare si executie Foraj *Therme* Balotesti

Forajul *Therme* de la Balotesti a fost executat in baza unei licente de explorare obtinuta de la ANRM. Detaliile tehnice subliniaza odata in plus necesitatea implicarii unor echipe specializate in toate etapele de constructie si finalizare a forajului.

Proiectarea si supervizarea constructiei forajului a fost incredintata unui grup de ingineri geologi si de foraj cu o mare experienta in domeniul forajelor geotermale respectiv **Marin Gheorghe** (membru AHR si expert ANRM), **Cornel Popescu** si **Mircea Lungu**. Odata cu realizarea acestui foraj s-a iesit si de sub „umbrela” Foradex sub care s-au sapat toate celelalte foraje din zona Bucuresti.

Obiectivul forajului a fost din start interceptarea colectorului Jurassic superior-Cretacic inferior cu productivitate si temperatura relativ mare (reamintim ca din punct de vedere al entalpiei rezervoarele cu temperaturi mai mici de 100-125°C sunt totusi clasificate in categoria resurselor cu entalpie joasa). Mentionam ca *adancimile stratigrafice incluse in proiectul de foraj au fost intalnite in limita unor diferente de maxim 10m.*

Pentru realizarea acestui obiectiv a fost aleasa compania de foraj *Dafora* care a mobilizat o instalatie de tip *Bentec Euro Rig 350* cu o sarcina la carlig de 350 tone si adancime maxima de sapare de circa 6000m. Cu o inaltime a mastului de circa 40m (43.8m) instalatia este echipata cu motoare ce pot dezvolta pana 1500CP. Sistemul de circulatie a fluidului de foraj a inclus un ansamblu standard (site vibratoare de 100 si 50mesh, desander, desilter, separator de gaze, etc) precum si trei pompe Triplex (echipate cu motoare electrice de 1600CP).

Caracteristicile fluidului de foraj:

- Apa si bentonita cu o greutate specifica de 1.14-1.25 kg/dm³ (noroi greu) pana la o adancime de circa 1100m (adancimea de tubare a primei coloane).

- Noroi cu inhibitori, pentru prevenirea problemelor potientiale cauzate de interactiunea dintre argile contractile si noroi, care pot produce largirea (si chiar colapsul gaurii de sonda) pana la circa 2330m (adancimea de tubare a celei de-a treia coloane).
- Apa, pentru intervalul de gaura libera sapat sub adancimea de 2330m, cu pierderi de fluid, dar care nu au influentat potentialul intervalului productiv.

Activitatea de constructie a forajului s-a derulat in doua schimburi (2×12ore) cu foarte putine intreruperi cauzate de unele probleme tehnice inerente in astfel de situatii.

Alegerea instalatiei si a echipamentului precum si regimul si parametrii de foraj s-au concretizat in realizarea unei gauri de sonda verticale cu inclinari extrem de reduse de circa 0.15° pentru primii 1000m sapati, si maximum 0.5° pana la o adancime de 2100m. Inclinarile extrem de reduse au facilitat tubarea unor sectiuni foarte lungi cu riscuri minime. Inclinari mai mari, de pana la 4° au fost masurate in intervalul 2400-2600m datorita unor zone fisurate in intervalul ramas „gaura libera” si neutilizarii stabilizatorilor pt a evita riscul prinderii garniturii la sonda.

Carotajul gaurii de sonda a fost efectuat de *Weatherford Atlas Gip*, inainte de tubarea fiecarui interval forat. Schita prezentata in Figura 1 ofera cateva detalii privind litologia formatiunilor interceptate precum si modul de sapare si echipare a forajului.

Cimentarea primei coloane (pana la suprafata) precum si a linerelor a fost efectuata de echipe specializate ale *Rompetro* (doua agregate de cimentare si silozuri), iar cimentul utilizat a avut o densitate mentinuta constant la o valoare de 1.75 kg/dm³.

Dintre aspectele (riscurile) care ar fi putut afecta (posibil foarte sever) finalizarea forajului trebuie mentionate:

- Prezenta gazelor in Meotian si Sarmatian; pentru evitarea riscurilor, dupa tubarea coloanei de 13 3/8”, a fost instalat un prevenitor de eruptie;
- Identificarea si izolarea perfecta a unui intervalului cretos (2290-2320) cu potential de deteriorare a a calitatii apei;
- Cimentarea perfecta a linerelor (verificata cu CBL) pentru a preveni prezenta mai sus mentionata a gazelor care ar fi ingreunat utilizarea directa a fluidului geotermal.

Dezvoltarea si curatarea forajului a fost efectuata prin pompare in sistem aer-lift, de-a lungul a circa opt zile de pompare, care in final au evidentiat si calitatile productive ale forajului, respectiv un debit de circa 25/l/s pentru o denivelare de circa 50-60m cu o temperatura a apei la suprafata de circa 81°C.

In conditiile mentionate mai sus forajul a fost realizat intr-o perioada record de circa 60 zile (10.12.2014 spudding-11.02.2015 demobilizare) ceea ce inseamna o rata medie de penetrare (ROP) de peste 50m/zi dar care uneori a atins si valori maxime de peste 200m/zi.

Incheierea fiecarei etape de constructie conform cu proiectul tehnic si fara incidente este in masura sa garanteze o exploatare sigura si de durata a forajului.

Profil litostratigrafic si constructie sonda *Therme Balotesti*

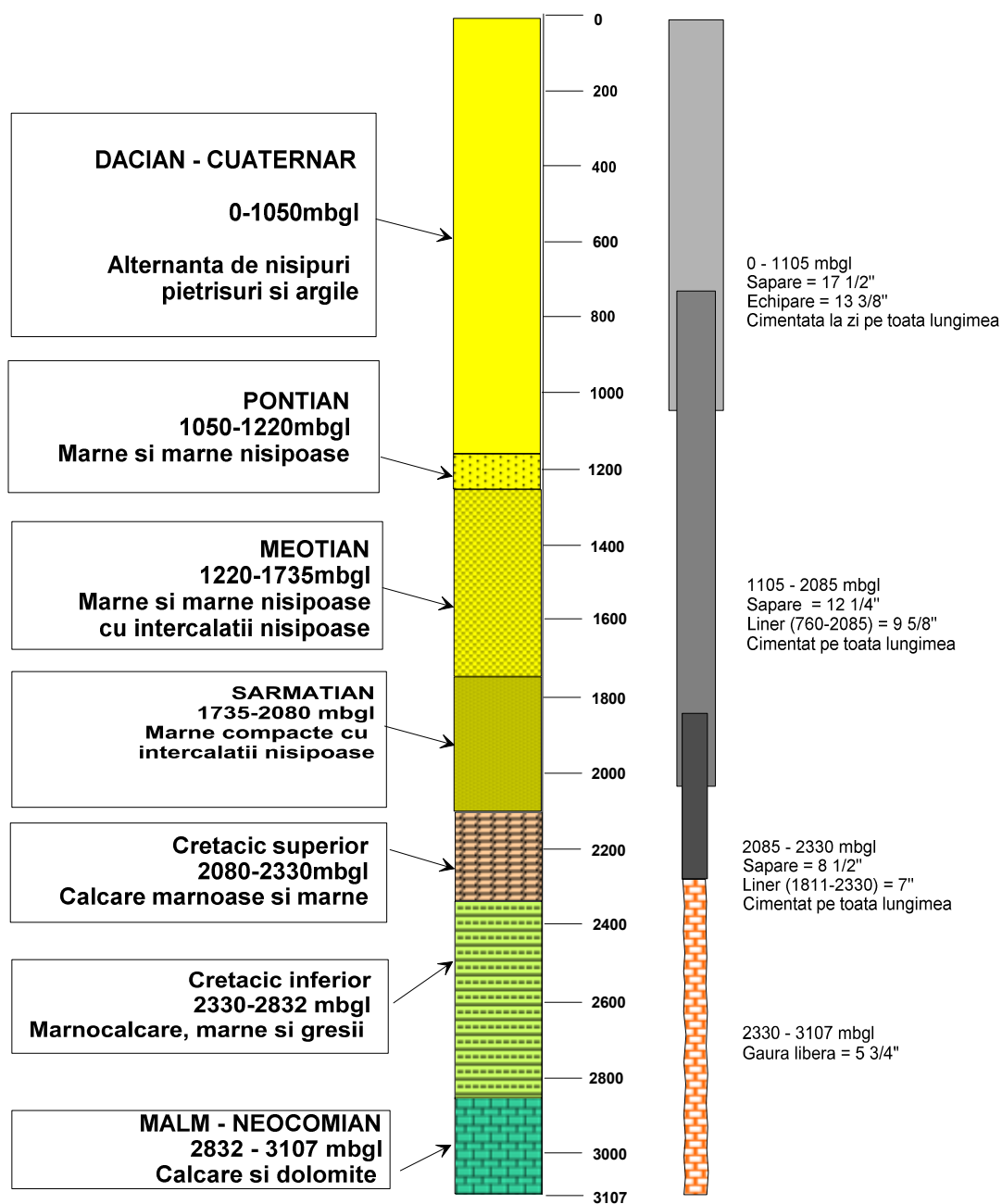


Figura 1. Profil litostratigrafic si constructie sonda *Therme Balotesti*

Testarea hidrodinamica a fost realizata conform cu cerintele ANRM si a inclus o pompare in trepte (patru trepte a cate 10-12ore fiecare) precum si un test de performanta.



Figura 2



Figura 3

La suprafata, sonda este echipata cu un cap de pompare prevazut cu vane si manometre (Figura 2). Pentru exploatarea acviferului geotermal a fost instalata o pompa submersibila de 48Kw, cu debit variabil (convertor de frecventa) amplasata la o adancime de circa 150m, operabila pana la temperaturi de 90°C.

In Figura 3 este prezentat panoul prin care se realizeaza controlul debitelor la pompa. In imagine apare si ing. Marin Gheorghe, proiectantul principal si supervizorul constructiei forajului.

Calitatea apei a fost testata prin recoltarea de probe trimise spre analiza la trei institutii diferite recunoscute pe plan national si international respectiv, SGS Institute Fresenius, Prospectiuni SA si INRMF Bucuresti de la care s-au obtinut valori analitice asemanatoare. In ceea ce priveste analizele bacteriologice acestea au relevat absenta oricareia din grupele considerate patogene. Valori pentru cativa parametri specifici sunt incluse in tabelul de mai jos (Tabel 2). Din punct de vedere chimic apa este clorurata bicarbonatata, calcica-magneziana.

Tabel 2

Parametru	Valoare
Temperatura (°C)	81-82
EC (µS/cm)	3900
Cl (mg/l)	1090
HCO ₃ (mg/l)	268
Ca (mg/l)	134.88
Amoniu (mg/l)	2.6
H ₂ S (mg/l)	30
Rez. fix (mg/l, 105°C)	2300

In incheiere trebuie mentionat si faptul ca dupa finalizarea lucrarilor la acest foraj, un alt foraj din zona Balotesti repectiv forajul F2684 (tabel 1) a fost reabilitat si in momentul de fata este utilizat (sau in curs de utilizare) pentru necesitatile bazei de recuperare a spitalului militar Dr.Agrippa Ionescu. Lucrarile de reabilitare au constat in principal in acidizari efectuate in zona intervalului productiv care practic au condus la obtinerea unor caracteristici mai bune decat la momentul testarii initiale a forajului.

*
* *

Informatiile tehnice referitoare la forajul *Therme* au fost oferite chiar de proiectantul acestuia, Ing. Marin Gheorghe. Vizita a avut loc in data de 27.01.2016 la cateva zile de la inaugurarea oficiala a intregului complex recreational *Therme* (14 Ianuarie 2016). La ora 11:30, parcare (de circa 1000 locuri) era relativ plina ceea ce ne face sa credem ca succesul tehnic nu va intarzia sa fie dublat si de unul comercial.

Bibliografie

Bendea Codruta, Antal C, Rosca M, Geothermal Energy in Romania: Country Update 2010-2014, *Proceedings World Geothermal Congress 2015*, Melbourne, Australia, 19-25 April 2015

Dumas P, Antics M, Ungemach P, 2013, Report on Geothermal Drilling, GeoElec project, deliverable 3.3, www.geoelec.eu.

Lentsch D, Dorsch K, Sonnleitner N, Schubert A, 2015, Prevention of Casing Failures in Ultra-Deep Geothermal Wells (Germany), *Proceedings World Geothermal Congress 2015, Melbourne, Australia*, 19-25 April 2015.

Rosca M, Antics M, Sferle M, 2005, Geothermal Energy in Romania: Country Update 2000-2004, *Proceedings World Geothermal Congress 2005*, Antalya, Turkey, 24-29 April 2005

Rosca M, Antal C, Bendea Codruta 2010, Geothermal Energy in Romania: Country Update 2005-2009, *Proceedings World Geothermal Congress 2010*, Bali, Indonesia, 25-29 April 2010.

Ungemach P, Antics M, 2012, Drilling/completion and testing of geothermal district heating (gdh) doublets, IGD2012 Romania,

Ungemach P, Antics M, 2015, Assessment of Deep Seated Geothermal Reservoirs in Selected European Sedimentary Environments *Proceedings World Geothermal Congress 2015*, Melbourne, Australia, 19-25 April 2015.