

## PROIECTAREA INSTALAȚIEI HIDRAULICE DE RAMBLEERE

Obiectivului general al proiectului „*Metode noi de dezafectare a cavernelor subterane*” este acela de obținere a unei stări de stabilitate a golurilor subterane rezultate în urma exploatării sării prin dizolvare. Prin rambleerea golurilor subterane se urmărește modificarea controlată a stării de eforturi și deformații existente din jurul acestora și, implicit, asigurarea stabilității lor.

Prin activitatea 2.1. din planul de realizare a proiectului MEDCAVES se urmărește realizarea *instalației hidraulice de rambleere a cavernei sondei 361-Ocnele Mari*, respectiv elaborarea metodologiei de realizare a sondei verticale de diametru mare, echipată corespunzător, astfel încât să asigure desfășurarea în condiții optime a operațiunii de rambleere a cavernei sondei.

Sonda verticală de diametru mare se va amplasa în zona sondei S 361 din Câmpul II de sonde de la Ocnele Mari, astfel încât prin interceptarea cavernei acesteia, să se creeze posibilitatea introducerii (în cavernă) a materialului steril ce va rezulta din lucrările de reconstrucție ecologică a zonei, lucrări care au ca scop refacerea morfologiei versantului afectat de fenomenele de surpare din zona Câmpurilor I și II de Sonde.

S-a ales caverna sondei 361 pentru experiment deoarece: având un volum relativ mare (cca. 0,58 mil m<sup>3</sup>), fiind în conexiune hidraulică cu caverna comună din Câmpul I (rambleată cu depozite sterile în anul 2009, prin prăbușire controlată), având un perete de sare care o separa de caverna comună din Câmpul I de doar 10 – 12 m grosime (traversat de canale de legătură cu poziții necunoscute), această cavernă nu prezenta condiții de stabilitate pe termen lung.

Pentru executarea forajului de mare diametru este necesară amenajarea unei *platforme* de circa 400 m<sup>2</sup>. Amenajarea platformei constă în decaparea solului

vegetal, nivelarea terenului, balastarea platformei cu un strat de 0,2 m și compactarea acestuia. Platforma va fi înconjurată de rigole de protecție, care vor colecta apele meteorice. Pe această platformă se amplasează *instalația de foraj*, *rastelele pentru prăjinile de foraj*, *habele* pentru prepararea noroiului de foraj, *iazul* de sedimentare a detritusului dislocat de sapă în procesul de forare, containerul pentru *magazie* de scule și unelte, containerul pentru *vestiar*, containerul birou. *Apa dulce* pentru prepararea noroiului de foraj se transportă la sondă cu autocisterna. Alimentarea cu fluid de dizolvare necesar săpării în sare se efectuează din rezervorul metalic suprateran cu capacitatea de 120 m<sup>3</sup> situat la aproximativ 120 m de locația sondei. Energia electrică necesară este produsă de grupuri electrogene. Comunicarea se realizează prin sistemul de telefonie mobilă.

### **Descrierea tehnologiei propuse pentru săpare sondă verticală de diametru mare**

Prin sondă se înțelege o deschidere subterană cu secțiune aproximativ circulară, executată de la suprafață cu ajutorul unor dispozitive mecanice, caracterizată printr-un diametru foarte mic în comparație cu lungimea ei.

Sonda se realizează prin tăierea/sfărâmarea rocilor și extragerea lor la suprafață. Având în vedere scopul forajului, acesta se va realiza cu sapa iar rocile interceptate se sfărâmă în bucăți mici ce se antrenează în noroiul de foraj.

Dislocarea rocilor depinde de proprietățile lor fizico – mecanice. Cunoașterea acestor proprietăți permite aplicarea regimului corespunzător, adică acea concordanță între apăsarea pe talpă, debitul fluidului de foraj, turația garniturii și tipul sculei tăietoare.

La proiectarea construcției sondei s-au avut în vedere adâncimea forajului (de cca. 110 m) și categoria de tărie a rocilor traversate care se aproximează a fi:

semitare (ST) 3, pe intervalul 0 – 60 m (în steril) și semitare (ST) 4 pe intervalul 60 – 110 m (în sare). În funcție de acești parametri, se alege metoda de forare a sondei.

Pentru sondele cu diametru mare (444,5 – 1270 mm) și adâncimi de până la 100 m, se folosesc instalații de foraj hidrogeologice FA – 12 sau FA -20.

Cu instalația de foraj FA – 12 se execută foraje hidrogeologice prin următoarele metode:

- Metode de bază:
  - foraj rotativ hidraulic, cu circulație inversă prin absorbție;
  - foraj rotativ hidraulic cu circulație inversă prin aer-lift;
- Metode auxiliare:
  - foraj percutant cu cablu;
  - foraj rotativ hidraulic cu circulație directă.

#### Caracteristici tehnice:

- Sarcina nominală la cârlig 12,5 tf (12262 da N)
- Sarcina maximă statică la cârlig 20 tf (19620 daN)
- Adâncimea de foraj:
  - la metoda de foraj prin absorbție 100 m
  - la metoda de foraj prin aer-lift 250 m
  - la metoda de foraj prin percuție 250 m
  - la metoda de foraj cu circulație directă 400 m
- Diametrul de foraj:
  - la metoda de foraj prin absorbție 444,5 - 1270 mm
  - la metoda de foraj prin aer-lift 444,5 - 1270 mm
  - la metoda de foraj prin percuție 388 – 600 mm
  - la metoda de foraj cu circulație directă

- |   |                                 |                                       |
|---|---------------------------------|---------------------------------------|
|   | - cu pompa prevăzută în complet | 190 mm                                |
|   | - cu grup moto-pompă adecvat    | 400 mm                                |
| • | Tracțiunea în cablu de manevră  | 6,4 tf (6278 daN)                     |
| • | Diametrul cablului de manevră   | 16 mm                                 |
| • | Înălțimea liberă a mastului     | 12 m                                  |
| • | Turația mesei rotative          | 6 – 40 rot/min                        |
| • | Pompa de absorbție :            |                                       |
|   | - debitul                       | 4000 l/min (0,0667 m <sup>3</sup> /s) |
|   | - înălțimea de pompare          | 14,5 m H <sub>2</sub> O               |

2. Caracteristicile principale ale instalației FA 20 sunt următoarele:

- Sarcina maximă de lucru la cârligul macaralei de manevră (pe 4 fire).... 20 tf;

Sarcina normală de lucru la cârligul macaralelor de manevră și de foraj ...12,5 tf;

- Tracțiunea maximă în cablul de manevră ... 400 kgf;
- Tracțiunea maximă în cablul de foraj ..... 3 400 kgf;
- Tracțiunea maximă în cablul de lăcărit ..... 1 100 kgf;
- Numărul vitezelor la troliu ..... 2;
- Viteza maximă de ridicare a macaralei de manevră cu sarcina maximă:

- viteza I..... 0,16 m/s;

- viteza II ..... 0,32 m/s;

- Viteza maximă de ridicare a macaralei de foraj cu sarcina maximă:

viteza I 0,24 m/s;

viteza II 0,48 m/s;

- Viteza cablului de lăcărit:

viteza I 0,5-0,9 m/s;

viteza II 1,0- 1,8 m/s;

- Adâncimea de foraj/diametru de foraj:

- la forajul prin aspirație\*) 100 m/ 1 270 mm - 444,5mm; (\*Adâncime de 100 m se realizează dacă forajul are pereți stabili, astfel încât debitul din circuitul de noroi să rezulte numai din lucrul sapei pe talpă.)
- la forajul prin aer lift 250 m/ 1 270 mm - 444,5 mm; (cu motocompresor MC 5; debit 5 m<sup>3</sup>/ minut și presiunea 7 kgf/cm<sup>2</sup>);  
350 m/1270m - 444,5mm (cu motocompresor cu debit 7 m<sup>3</sup>/ minut și presiunea 10 kgf/cm<sup>2</sup>);
- la forajul cu percuție 250m/ 600- 388mm (numai pt traversari strate);

- .. Înălțimea liberă a mastului 13 060 m
- Masa rotativă:
  - antrenarea cu transmisie hidrostatică
  - deschiderea 400 mm ---800 mm
  - turația 0 - 40 rotații/min  
0 - 23 rotații/min
  - cuplul maxim în rotație 400 kgf/m - 680 kgf/m
  - cuplul maxim static 930 kgf/m -1600 kgf/m
  - sarcina statică maximă 20 tf
- Mecanismul de percuție:
  - curea 400-600-800 mm
  - greutatea maximă a garniturii 1800-1600-1300kgf
  - frecvența maximă 45 bătăi/minut
- Pompa de aspirație:
  - debitul nominal 4000 l/min
  - înălțimea de pompare 14,5 m coloană de apă
  - diametrul de trecere liberă 150 mm
  - turația 670 rot/min
  - puterea de antrenare 25 CP
- Pompa de vacuum:
  - tipul MIL 402 X 2
  - debitul 90 mc/h
  - depresiunea 730 mm Hg
  - depresiunea maximă la debit zero 748 mHg
  - turația 1450 rot/min
  - Puterea consumată 4 CP

➤ Grupul motor-cuplaj hidraulic:

- motor cu antrenare tip D 110
- putere maximă 65 CP la 1800 rot/min
- cuplajul hidraulic alunecarea la puterea și turația nominală 5%

➤ Motocompresor MC- 5

- motor tip D 103
- putere maximă 65 CP
- turația nominală 1800 rot/min

➤ Compresor

- presiunea nominală de refulare 7 kgf/cm<sup>2</sup>
- diametrul de lucru al regulatorului 5-7,2 kgf/cm<sup>2</sup>
- debit la turație de 1 800 rotații/minut 5,2 m<sup>3</sup>/minut;

➤ Masa grupului motocompresor 1 650 kg;

- tipul comenzilor instalației hidraulice și pneumatice
- dimensiunile instalației în stare de transport:
  - lungimea 13 230 mm;
  - lățimea 2 480 mm;
  - înălțimea 3 850 mm;
- masa instalației în stare de transport 16 000 kg.

Corespunzător modului de sfărâmarea rocilor în talpa sondei, se deosebesc trei metode principale de foraj: percutant, rotativ, mixt.

*Foraj percutant* – sfărâmarea rocilor din talpă se face sub loviturile sapei, care are o mișcare verticală rectilinie, alternativă. Particulele de rocă sfărâmată se amestecă cu apă și se transformă în noroi, care se extrage din sondă cu ajutorul

lingurii, când percuția se face cu cablu sau cu tijă. Când percuția se face cu prăjini de foraj, particulele de rocă sunt evacuate în circuitul de apă.

*Foraj rotativ* – sfărâmarea rocii pe talpă se face cu ajutorul unei sape care se învârtește. Particulele de rocă sfărâmată sunt scoase la suprafață de un curent de fluid în cazul forajului hidraulic sau cu lingura, în cazul forajului uscat. Forajul rotativ poate fi: uscat sau hidraulic (cu apă sau cu noroi; cu circulație directă sau cu circulație inversă; prin absorbție sau prin aer-lift)

*Foraj mixt* - consolidarea găurii de sondă se realizează prin efectuarea a trei operații principale și anume: 1). lărgirea găurii forate la diametrul corespunzător burlanelor ce trebuie introduse; 2). tubarea; 3). cimentarea.

Procedeul de consolidare depinde de metoda de foraj. În cazul când este necesar ca susținerea pereților în timpul forajului să se facă cu ajutorul burlanelor de lucru, nu este nevoie de lărgire și cimentare. Când susținerea pereților se face cu noroi de foraj, atunci, se execută cele trei operațiuni.

### **Lărgirea găurii forate**

Datorită adâncimilor mici, din motive economice nu se montează instalații corespunzătoare diametrului mare și de aceea lărgirile se fac în trepte. Mărirea treptei depinde de puterea instalației. Cele mai indicate trepte de lărgire pentru diferite diametre de burlane se apreciază în funcție de roca traversată, de sapele pentru lărgire și de tipul instalației de foraj.

Pentru mărirea vitezei de avans este necesară o evacuare mai rapidă a particulelor de rocă din talpă și dirijarea curentului de noroi către linia de contact dintre tăișurile sapei și rocă. Pentru curățirea tăpii sondei de detritus, fluidul de circulație trebuie în așa fel calculat încât viteza curentului ascensorial să fie de 0,25 - 0,40 m/s.



Operațiunile de lărgire sunt dificile și de aceea trebuie să li se acorde o atenție deosebită prin corelarea parametrilor regimului de foraj.

Diametrul prăjinilor de foraj, al prăjinilor grele se recomandă să aibă o lungime în așa fel aleasă încât greutatea lor să fie cu 25% mai mare decât apăsarea pe talpă. Partea superioară a garniturii de foraj este supusă eforturilor de întindere și torsiune, iar partea inferioară este supusă eforturilor de compresiune, flambaj și torsiune. Locul unde se întâlnesc tensiunile de compresiune cu cele de întindere este denumit *punct de inflexiune*. Acest punct de inflexiune trebuie să fie numai în prăjinile grele. De aceea este necesar ca apăsarea să fie mereu verificată cu ajutorul indicatorilor de greutate. Turația trebuie stabilită în funcție de sarcina pe sapă.

### **Tubarea sondelor**

Tubarea este operațiunea de consolidare a pereților sondei, prin introducerea unei coloane formată din burlane îmbinate între ele. Coloana de tubaj care se introduce în sondă este alcătuită din: burlane, șiful coloanei, inelul de reținere și centrori.

Burlanele de tubaj trebuie să îndeplinească următoarele condiții: să nu se rupă din cauza greutatei sale proprii și a forței de frecare care se naște la extragere, să nu se rupă din cauza presiunilor interioare iar îmbinările trebuie să fie etanșe.

La forajele de diametru mare, prima coloană de burlane care se introduce în gaura sondei la adâncimea de 4 - 10 m, se numește *coloană de ghidaj*. Coloana a doua de burlane care se introduce în gaura sondei pentru închiderea rocilor de suprafață neconsolidate, a eventualelor intercalații de apă și pentru imprimarea verticalității ulterioare a puțului, se numește *coloană de ancoraj*.

Burlanele se îmbină între ele în diferite moduri: mufă – cep, cu niplu, cu mufe exterioare. La forajele de diametru mare burlanele de tubaj se îmbină prin sudură. Cusătura sudată va avea minim două cordoane de sudură.

## **Cimentarea sondelor**

Cimentarea este operațiunea de introducere a laptelui de ciment în spațiul inelar dintre pereții sondei și coloana tubată care, prin întărire, formează un inel rezistent și etanș ce fixează rigid coloana de teren. Înainte de cimentare, trebuie luate următoarele măsuri:

- coloana trebuie să fie concentrică cu gaura de sondă;
- să se determine *volumul de lapte de ciment* necesar cimentării, respectiv *cantitatea de ciment*, *cantitatea de apă*, *greutatea specifică* sau factorul apă-ciment.

La sfârșitul cimentării, gaura sondei se închide ermetic, pentru *priza cimentului*. După priza cimentului *se verifică etanșeitatea coloanei*, pompând noroi de foraj în interiorul coloanei la o presiune de 30 at, timp de 30 min. Coloana este etanșă dacă presiunea nu scade. Încercarea etanșeității burlanelor se poate face prin lăcărirea noroiului din gaura sondei.

## **Tehnologia de execuție foraj de mare diametru**

### *1. Între adâncimile 0 -4 m*

- Săparea găurii de sondă pentru coloana de ancoraj se realizează cu borsapă cu Ø 1500 mm;
- Tubarea găurii de sondă cu coloana de ancoraj, cu țevă sudată elicoidal, D = 1400 mm x 14 mm;
- Cimentarea coloanei de ancoraj;
- Prizarea cimentarii coloanei de ancoraj - 48 h.

### *2. De la adâncimea de 4 la 60 m*

- Săparea găurii de sondă *cu circulație inversă* pentru coloana tehnică a sondei până la contactul sare –steril, se face cu diametrul de 1270 mm.
- După interceptarea contactului sare-steril se continuă săparea forajului 4 m în sare..
- Se extrage garnitura de foraj și se introduce coloana de tubaj din țeavă sudată elicoidal Ø 900x12 mm, pe care sunt montate piese de centrare din 5 în 5 m și pe cele 4 generatoare se va monta țeava cu Ø de 50x 3,5 mm pentru introducerea laptelui de ciment.
- Se va turna un dop de pastă de ciment în talpa sondei de la 60 la 58 m atât în interiorul cât și în exteriorul coloanei tehnice. Prizarea dopului de ciment 48 ore.
- Cimentarea coloanei Ø 900 x12 mm se va face prin cele 4 conducte de Ø 50 mm simultan cu 2 agregate de cimentare. Priza cimentării 24 h.
- După cimentare se va deplasa instalația de foraj de pe locație și se va turna gulerul puțului din beton B200, cu raza de 3 m și grosimea de 0,5 m. Armătura de oțel din guler se va suda de coloana de ancoraj și coloana de tubaj.
- După întărirea betonului turnat în gulerul puțului se va reamplasa pe locație instalația de foraj pentru continuarea forajului în sare până la străpungerea planșeului de sare și interceptarea cavernei sondei S 361.
- Pentru săpare în sare se înlocuiește noroiul de foraj cu apa dulce.
- Săparea în sare, de la 60 la 110 m, se execută la diametrul de 444,5 - 770 mm.
- După străpungerea planșeului, gaura de sondă se va lărgi la diametrul de 1000 mm prin dizolvare cu jeturi de apa dulce.

## MĂSURI DE PROTECȚIE A SECURITĂȚII ȘI SĂNĂTĂȚII ÎN MUNCĂ

Lucrările prevăzute în documentație s-au proiectat astfel încât pe parcursul execuției acestora și în timpul experimentărilor, să fie exclus pericolul de accidentare.

La executarea lucrărilor de montare a utilajelor și a echipamentelor, se vor respecta prescripțiile privind protecția muncii din următoarele actele normative în vigoare.

Principalele măsuri de protecția muncii prezentate în documentație vor fi detaliate de către executantul lucrării, pentru evitarea apariției accidentelor de muncă.

Documentația tehnică elaborată pentru montaj, utilizează o gamă largă de categorii de lucrări, fapt pentru care măsurile de protecția muncii prezentate în lucrare nu sunt restrictive, ele vor fi completate de executant (pentru fiecare categorie de lucrări) până la evitarea oricărui pericol de accident tehnic sau uman.

## ANTEMASURĂTOARE PENTRU LUCRĂRI DE FORAJ

<b>Nr. crt.</b>	<b>Coduri Simboluri</b>	<b>Denumire articol</b>	<b>UM</b>	<b>Cantitate</b>
<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1	TSC02BI	Săpătură cu excavatorul pe pneuri 0,21-0,39 mc pământ umiditate naturală desc. dep. ter. cat 2	100 mc	0,940
2	TSA05H1	Săpătură manuală în spații lim. peste 1 m cu taluz înclinat în pământ cu umiditate naturală adâncime teren mijlociu	mc	7,070

3	FJD01D	Tubare col. definitive inst hidr circ inv 400 m ad burlane DN6 5/8-12 3/4 țoli și 520-720 mm	m	4,000
4	3308231	Țeava sudată elicoidal D- 1400 mm x 14 mm	m	4,300
5	FJH05D	Ciment col definitiv în vederea izolării stratelor la foraj hidr circ inv 400 m	mc	0,910
6	FJH01E	Noroi pt foraj hidr de greut specific 1,100 – 1,150 kgf/dmc prep din transgel cu circ dir	mc	94,00
7	EJH02A	Condiționare noroi foraj cu transgel pt greut specifică 1,100 – 1,150 kgf/dmc	mc	30,00
8	FJC01B	Foraj hidr cu sapa D 1016 mm circ inversă inst 400 m ad în teren 3	m	24,00
9	FJC01C	Foraj hidr cu sapa D 1016 mm circ inversă inst 400 m ad în teren 4	m	20,00
10	FJD01F	Tubare col. definitive inst hidr circ inv 800 m ad burlane DN6 5/8-12 3/4 țoli și 520-720 mm	m	50,00
11	3308297	Țeava sudată elicoidal D- 900 mm x 12 mm	m	50,75
12	FJD03C	Tub piesă centrare la foraj hidraulic circ inversă	buc	10,00
13	3214339	Țeavă construcții fără sudură trasă la rece 50 x 3,5/OLT 35	m	200,0
14	TSA14C1	Săp man în gropi cu lărg 1,5-6 m cu sprijiniri, evac man în păm cu umiditate nat adânc 0,0 – 2 m teren tare	m <sup>3</sup>	13,25
15	CZ0301A1	Confecț armături fasonate bare pt fundații izol continui și radiere în atel cent OB 37 D= 6-8 mm	kg	450,0
16	CA02C1	Turnare beton armat în fundații continue, radiere și pereți sub cota zero a constr	m <sup>3</sup>	13,25
17	2100957	Beton de ciment B 200 STAS 3622	m <sup>3</sup>	13,25
18	TRA06A15	Transport rutier al betonului – mortarului cu autobetoniera de 5,5 mc dist -15 km	tonă	32,46
19	TRA01A03P	Transport rutier al pământului sau moluzului cu autobasculanta dist - 3 km	tonă	26,50
20	FJF02B	Dop ciment izolare la foraj hidro și frezare dop cu DN peste 10 3/4 țoli	m	5,000
21	FJH03B	Curățirea și spălarea cu apă a forajului în vederea îndepărtării noroi foraj hidraulic circulație inversă, 400 m	m	50,00
22	FJC04D	Foraj hidr cu sapa D 400 - 500 mm circulație inversă inst 400 m ad în teren 4 interval 0 – 300 m	m	50,00

23	TRA02A50	Transport rutier al materialelor, semifabricatelor cu autocamionul pe dist - 50 km	tonă	80,00
----	----------	--	------	-------

## ACTIVITAREA 2.2.

### IMPLEMENTAREA INSTALAȚIEI HIDRAULICE DE RAMBLEERE

Implementarea instalației hidraulice de rambleere, respectiv execuția forajului de mare diametru, echipat corespunzător scopului proiectului, s-a făcut de către S.C. THELMA ACTUAL SRL Topoloveni, jud. Argeș, în baza contractului nr. 1/ 15.07.2013, încheiat cu SC MINESA ICPM S.A. Cluj.

Forajul executat în apropierea sondei 361 astfel încât să străpungă caverna acesteia, a interceptat următoarele formațiuni:

INTERVALUL		LITOLOGIA
De la m	Până la m	
0,00	1,20	Material de umplură (pitriș, material lemnos, etc)
1,20	2,00	Argilă prăfoasă cafenie
2,00	9,00	Argilă marnoasă cafenie
9,00	12,00	Argilă marnoasă cenușie
12,00	16,00	Argilă marnoasă cu lentile de marnocalcar, cenușie
16,00	44,00	Argilă marnoasă cenușie
44,00	44,50	Gresie cenușie
44,50	59,50	Marnă cenușie, compactă
59,50	60,50	Marnă cenușiu negricioasă, cu lentile de sare
60,50	62,00	Sare

62,00	110,00	Sare
-------	--------	------

Forajul s-a executat cu instalația de tip **FA 20** și a presupus următoarele operații:

- mobilizare-demobilizare instalație de foraj și personal
- pregătirea terenului pentru execuția forajului, care a constat în:
  - calarea instalației
  - săparea batalului pentru noroiul de foraj
  - normalizarea noroiului de foraj
- execuția găurii de foraj, a presupus următoarele:
  - forare cu borsapa cu diametrul de 1000 mm, pe adâncimea 0,00-10,00 m;
  - forare cu sapa cu lame, cu diametrul de 444,5 mm, cu circulație inversă, pe adâncimea 10,00-62,00 m;
  - forare cu sapa cu lame, cu diametrul de 700 mm, cu circulație inversă, pe adâncimea 0,00-33,00 m;
  - forare cu sapa cu lame, cu circulație inversă, cu diametrul de 1000 mm, pe adâncimea 0,00-62,00 m.
- tubare coloană metalică cu diametrul de 800 mm;
- cimentare coloană metalică cu diametrul de 800 mm;