

RAPORT STIINTIFIC SI TEHNIC

Etapa II - Proiectare si implementare elemente tehnologice

REZUMATUL ETAPEI

Proiectul de cercetare „Metode noi de dezafectare a cavernelor subterane”, are ca scop principal testarea prin intermediul unui proiect pilot a unor noi metode de dezafectare a cavernelor subterane, in conditiile rezultate in urma exploatarei sarii prin disolutie.

Avand in vedere situatiile extreme create la doua din exploatarile mari de sare prin disolutie din Romania, si anume, Ocnele Mari si Ocna Mures, acest proiect reprezinta o solutie pentru stoparea pe viitor a unor dezastre naturale, ce pot avea un impact major asupra mediului si mai ales asupra populatiei, in conditiile in care majoritatea exploatarilor de sare prin disolutie din Romania sunt plasate in zone populate.

In baza ideii generale a proiectului, si anume, aceea de eliminare a riscului asociat prabusirilor necontrolate a acestor caverne subterane rezultate in urma exploatarei sarii prin disolutie, echipa proiectului urmareste testarea metodei de dezafectare propusa, in conditiile in care aceasta este in unele situatii singura solutie viabila de rezolvare a unor astfel de probleme.

Statia pilot propusa pe sonda 361 urmeaza sa asigure rambleierea cavernei acesteia si, in acelasi timp, va permite optimizarea procesului tehnic de introducere a materialului steril in caverna, pentru diverse pozitii ale nivelului piezometric al saramurii existente in caverna. Rezultatele obtinute urmeaza sa fundamenteze proiectele tehnice pentru celelalte sapte sonde apartinand exploatarei Ocnele Mari (368, 406, 407, 409, 412, 429 si 430, precum si pentru alte situatii similare existente in tara (Targu Ocna, Ocna Mures, Cacica, etc.).

Activitatile prevazute in cadrul Etapei II – 2013, si anume, proiectarea instalatiei de rambleiere si a sistemului de transport al materialului cu care urmeaza sa fie umpluta caverna sondei 361, precum si implementarea acestora in teren au fost realizate cu succes de catre partenerii implicati in proiect. De asemenea, in urma analizelor de laborator si a contributiei pe care toti parteneri si-au dat-o in cadrul activitatii celei mai complexe din aceasta etapa, si anume, *Stabilirea parametrilor de lucru (debite, volume, timp, etc.)*, suntem in situatia in care, putem incepe efectiv transportul materialului catre zona sondei 361, deci, partenerii din cadrul proiectului si-au indeplinit obiectivele aferente acestei etape si pot trece mai departe catre etapa cu numarul 3, etapa complexa, in care se va incepe umplerea efectiva a cavernei, precum si inceperea « culegerii roadelor » acestui experiment. Trebuie sa subliniem inca odata importanta practica a implementarii proiectului de fata, avand in vedere etapa imediat urmatoare de rambleiere, prin prisma asigurarii efective a stabilitatii, in prezent precara din punct de vedere geomecanic, cavernei sondei 361 (al carui volum depaseste 580.000 m³), precum si a celorlalte caverne (goluri subterane) ce vor fi stabilizate prin aplicarea rezultatelor obtinute prin proiect.

Din punctul de vedere al obiectivelor pe care etapa cu numarul 2 le-a prevazut, obiective pe deplin realizate, putem spune ca, in afara de vreme, care ne-a dat uneori batai de cap, lucrurile au decurs normal, chiar dorim sa subliniem faptul pozitiv, de altfel, ca la nivelul partenerilor comunicarea a fost deosebita, lucru datorat si experientei acumulate anterior, dar si oamenilor deosebiti implicati in proiect.

DESCRIEREA STIINTIFICA SI TEHNICA

Activitatea 2.1 - Proiectarea instalatiei hidraulice de rambleiere

In cadrul activitatii 2.1., "Proiectarea instalatiei hidraulice de rambleiere", obiectivele specifice au constat in elaborarea si proiectarea la nivel de Proiect Tehnic (PT), a tehnologiei de sapare a sondei vertical de diametru mare, in vederea realizarii obiectivelor proiectului "Metode noi de dezafectare a cavernelelor subterane".

Forajul vertical cu diametru mare, se implementeaza in arealul sondei 361, conform planului de amplasament din Figura 1, astfel incat, prin interceptarea cavernei acesteia, sa se creeze posibilitatea introducerii in caverna a metarialului steril, material rezultat in urma lucrarilor de reconstructie ecologica a zonei, lucrari ce au ca scop refacerea morfologiei actuale a versantului afectat de fenomene de surpare din zona Campurilor I si II de Sonde (cavernele comune din cele doua campuri au fost dezafectate, partial in urma unor accidente, partial in urma aplicarii unor proiecte controlate de dezafectare).

Descrierea generala a lucrarilor

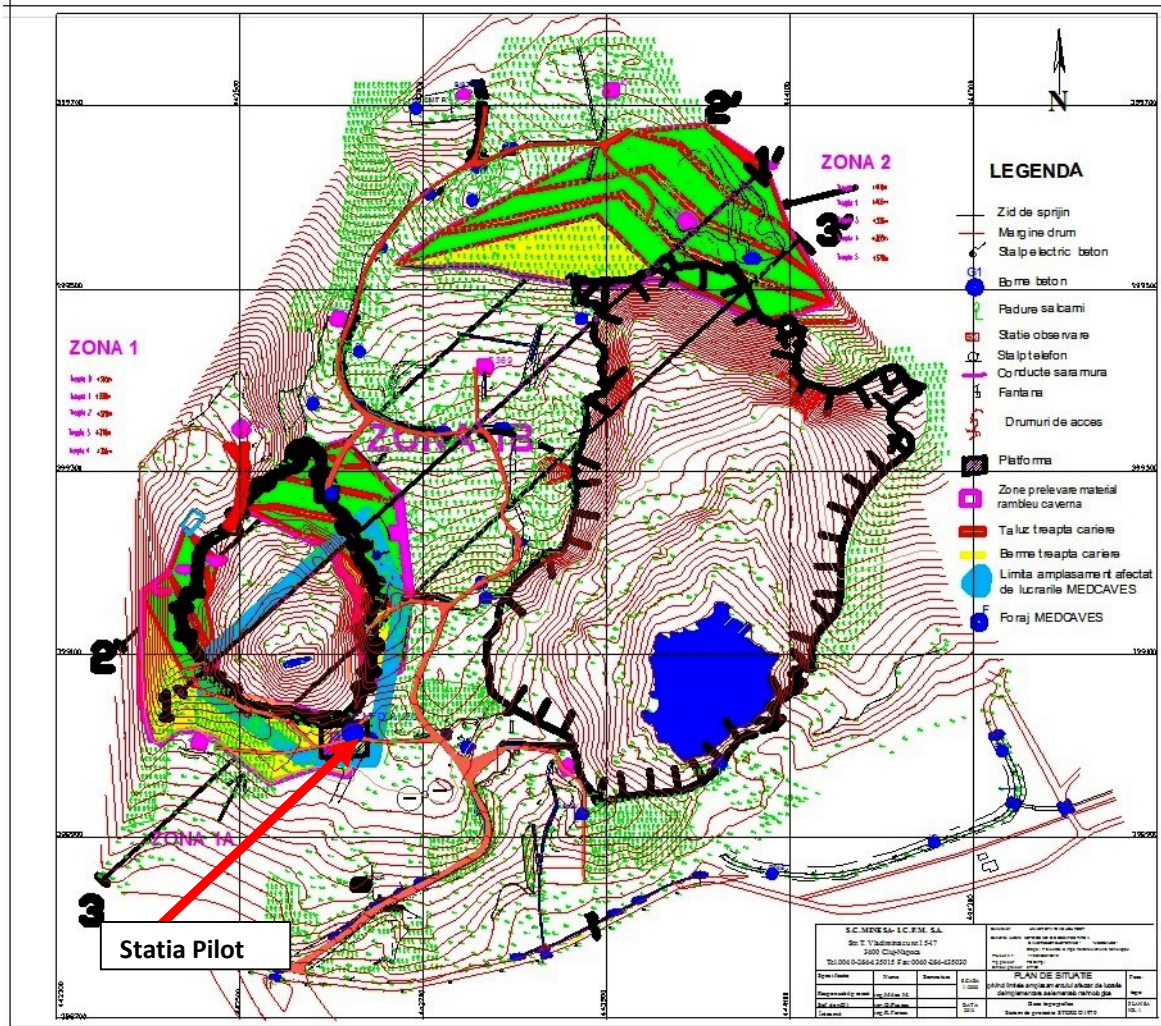
a. Amplasamentul

Implementarea proiectului privind sistemul de introducere a metarialului de rambleu in caverna se va realiza in vecinatatea sondei 361, in Campul II de Sonde de la Ocnele Mari (Figura 1). Cavernele sondelor 361 si 368 ramase din Campul II de Sonde, ce insumeaza un volum de cca. 0,92 milioane m³ (0,58 milioane m³ – caverna sondei 361 si respective, 0,34 milioane m³, caverna sondei 358), sunt conectate hidraulic, asa dupa cum au fost conectate si cu caverna comuna a sondelor din Campul I de Sonde, caverna dezafectata in urma aplicarii unui proiect realizat de catre echipa ce coordoneaza acest proiect, echipa Universitatii din Bucuresti, in anul 2009.

Motivele pentru care caverna sondei 361 a fost aleasa pentru acest experiment de mari dimensiuni au fost urmatoarele:

1. Caverna acestei sonde este plasata intr-o pozitie nefavorabila, din urmatoarele considerente:
 - peretele de sare ce o separa de caverna comuna din Campul I are o grosime de 10 – 12 m si este traversat de canale de legatura cu pozitii necunoscute. In aceste conditii, sunt este dificil de estimate modificarea starii de eforturi si deformatii pe termen lung;
 - este plasata la cca. 200 m de drumul judetean – zona locuita, iar o eventuala prabusire ar putea afecta si gospodariile existente in zona. Caverna sondei 368 are o situatie similara.
2. Adancimea nivelului piezometric actual in caverna este de 30 – 35 m. Dupa inceperea procesului de rambleiere, acesta va creste, determinand debitarea libera a sondei 361. In aceste conditii, se poate determina influenta pozitiei nivelului piezometric asupra debitului solid, in cadrul procesului de rambleiere.
3. Materialul steril pentru umplere poate fi excavat din nordul si estul craterului din Campul I de Sonde si din zonele invecinate, prin coroborarea acestui proces cu proiectul de reconstructie ecologica, prevazut pentru aceasta zona.

Figura 1. Plan de amplasament al Statiei Pilot de la Ocnele Mari si a zonelor de reconstructie



b. Descrierea tehnologiei propuse pentru sapare sonda verticala de diametru mare

Prin sonda se intelege o deschidere subterana cu sectiune aproximativ circular, executata de la suprafata terenului, cu ajutorul unor dispozitie mecanice, caracterizata printr-un diametru foarte mic, in comparative cu lungimea ei.

Sonda se realizeaza prin taierea/sfaramarea rocilor si extragerea lor la suprafata. Dislocarea rocilor depinde de proprietatile lor fizici-mecanice. Cunoasterea acestor proprietati permite aplicarea regimului corespunzator, adica corelarea apasarii pe talpa cu debitul fluidului de foraj, cu turatia garniturii si tipul aparatului taietor. In cazul rocilor sedimentare, cum e cazul celor din amplasamentul nostru, se tine seama si de natura si structura substantei de cimentare, a liantului.

Pentru analiza fenomenelor ce intervin in procesele de deformare a rocilor s-au luat in calcul urmatoarele marimi:

E = modulul de elasticitate longitudinal (modulul lui Young)

G = modulul de elasticitate transversal

μ = coeficientul lui Poisson

$$E = 2G (1 + \mu).$$

Proiectarea constructiei sondei vertical s-a facut tinand cont de urmatoarele elemente de ordin geologic si tehnic:

- adancimea forajului - de cca. 110 m
- categoria de tarie a rocilor traversate, se aproximeaza a fi:
- 0 – 60 m, ST – 3 (steril)
- 60 – 110 m, ST – 4 (sare)

Astfel, tinand cont de acesti parametri si considerand ca sonda are un diametru mare, s-a luat in considerare utilizarea unei instalatii de foraj hidrogeologic de tip FA-12.

Largirea gaurii forate

Datorita adancimilor mici, din motive economice nu se monteaza instalatii corespunzatoare diametrului mare si de aceea largirile se fac in trepte. Marirea treptei depinde de puterea instalatiei.

Cele mai indicate trepte de largire pentru diferite diametre de burlane se apreciaza in functie de roca traversata, de sapele pentru largire si de tipul instalatiei de foraj.

Pentru marirea vitezei de avans este necesara o evacuare mai rapida a particulelor de roca din talpa si dirijarea curentului de noroi catre linia de contact dintre taisurile sapei si roca.

Pentru curatirea talpii sondei de detritus, fluidul de circulatie trebuie in asa fel calculat incat viteza curentului ascensorial sa fie de 0,25 - 0,40 m/s.

Operatiunile de largire sunt dificile si de aceea trebuie sa li se acorde o atentie deosebita prin corelarea parametrilor regimului de foraj.

Diametrul prajinilor de foraj, al prajinilor grele se recomanda sa aiba o lungime in asa fel aleasa incat greutatea lor sa fie cu 25% mai mare decat apasarea pe talpa. Partea superioara a garniturii de foraj este supusa eforturilor de intindere si torsiune, iar partea inferioara este supusa eforturilor de compresiune, flambaj si torsiune. Locul unde se intalnesc tensiunile de compresiune cu cele de intindere este denumit punct de inflexiune. Acest punct de inflexiune trebuie sa fie numai in prajinile grele. De aceea este necesar ca apasarea sa fie mereu verificata cu ajutorul indicatorilor de greutate. Turatia trebuie stabilita in functie de sarcina pe sapa.

Tubarea sondelor

Tubarea este operatiunea de consolidare a peretilor sondei, prin introducerea unei coloane formata din burlane imbinare intre ele.

Coloana de tubaj care se introduce in sonda este alcatuita din: burlane, siul coloanei, inelul de retinere si centrori.

Burlanele de tubaj trebuie sa indeplineasca urmatoarele conditii:

- coloana nu trebuie sa se rupa din cauza greutatii sale proprii si a fortei de frecare, care se naste la extragere;
- nu trebuie sa se rupa din cauza presiunilor interioare;
- imbinarile trebuie sa fie etanse.

La forajele de diametru mare prima coloana de burlane care se introduce in gaura sondei la adancimea de 4 - 10 m, se numeste coloana de ghidaj.

Coloana a doua de burlane care se introduce in gaura sondei pentru inchiderea rocilor de suprafata neconsolidate, a eventualelor intercalatii de apa si pentru imprimarea verticalitatii ulterioare a putului se numeste coloana de ancoraj.

Burlanele se imbina intre ele in diferite moduri: mufa – cep, cu niplu, cu mufe exterioare.

La forajele de diametru mare burlanele de tubaj se imbina prin sudura. Cusatura sudata va avea minim doua cordoane de sudura.

Cimentarea sondelor

Cimentarea este operatiunea de introducere a laptelui de ciment in spatiul inelar dintre peretii sondei si coloana tubata, care, prin intarire, formeaza un inel rezistent si etans ce fixeaza rigid coloana de teren. Inainte de cimentare, trebuie luate urmatoarele masuri:

- coloana trebuie sa fie concentrica cu gaura de sonda;
- sa se determine volumul de lapte de ciment necesar cimentarii, respectiv cantitatea de ciment, cantitatea de apa, greutatea specifica sau factorul apa-ciment.

La sfarsitul cimentarii, gaura sondei se inchide ermetic, pentru priza cimentului. Dupa priza cimentului se verifica etanseitatea coloanei, pompand noroi de foraj in interiorul coloanei la o presiune de 30 at, timp de 30 min. Coloana este etansa daca presiunea nu scade. Incercarea etanseitatii burlanelor se poate face prin lacarirea noroiului din gaura sondei.

Tehnologia de executie foraj cu diametru mare

Pas 1. Intre adancimile 0 - 4 m

- Saparea gaurii de sonda pentru coloana de ancoraj se realizeaza cu borsapa Ø 1500 mm;
- Tubarea gaurii de sonda cu coloana de ancoraj, cu teava sudata elicoidal, D = 1400 mm x 14 mm;
- Cimentarea coloanei de ancoraj;
- Prizarea cimentarii coloanei de ancoraj 48 h.

Pas 2. De la adancimea de 4 la 60 m

- Saparea gaurii de sonda cu circulatie inversa pentru coloana tehnica a sondei pana la contactul sare – steril cu diametrul de 1270 mm.
- Dupa interceptarea contactului sare-steril se continua saparea forajului 4 m in sare.
- Se extrage garnitura de foraj si se introduce coloana de tubaj din teava sudata elicoidal Ø 900x12 mm, pe care sunt montate piese de centrare din 5 in 5 m si pe cele 4 generatoare se va monta teava Ø 50x 3,5 mm pentru introducerea laptelui de ciment.
- Se va turna un dop de pasta de ciment in talpa sondei de la 60 la 58 m atat in interiorul cat si in 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 cimentarii 24 h.
- Dupa cimentare se va deplasa instalatia de foraj de pe locatie si se va turna gulerul putului din beton B200, cu raza de 3 m si grosimea de 0,5 m. Armatura de otel din guler se va suda de coloana de ancoraj si coloana de tubaj.
- Dupa intarirea betonului turnat in gulerul putului se va reamplasa pe locatie instalatia de foraj pentru continuarea forajului in sare pana la strapungerea planseului de sare si interceptarea cavernei sondei S 361.
- Pentru sapare in sare se inlocuieste noroiul de foraj cu apa dulce.
- Saparea in sare, de la 60 la 110 m, se executa la diametrul de 444,5 - 770 mm.
- Dupa strapungerea planseului, gaura de sonda se va largi la diametrul de 1000 mm prin dizolvare cu jeturi de apa dulce.

Documentatia tehnica elaborata pentru montaj, utilizeaza o gama larga de categorii de lucrari, fapt pentru care masurile de protectia muncii vor fi completate pentru fiecare categorie de lucrari, pana la evitarea oricarui pericol de accident tehnic sau uman.

Activitatea 2.2 - Implementarea instalatiei hidraulice de rambleiere; Montarea si testarea

Implementarea instalatiei hidraulice de rambleiere, respectiv executia forajului de mare diametru, echipat corespunzator scopului proiectului, s-a facut de catre S.C. THELMA ACTUAL SRL Topoloveni, jud. Arges, in baza contractului nr. 1/ 15.07.2013, incheiat cu SC MINESA ICPM S.A. Cluj.

Forajul executat in apropierea sondei 361 astfel incat sa strapunga caverna acesteia, a interceptat urmatoarele formatiuni:

INTERVALUL		LITOLOGIA
De la m	Pana la m	
0,00	1,20	Material de umplutura (pitris, material lemnos, etc)
1,20	2,00	Argila prafoasa cafenie
2,00	9,00	Argila marnoasa cafenie
9,00	12,00	Argila marnoasa cenusie
12,00	16,00	Argila marnoasa cu lentile de marnocalcar, cenusie
16,00	44,00	Argila marnoasa cenusie
44,00	44,50	Gresie cenusie
44,50	59,50	Marna cenusie, compacta
59,50	60,50	Marna cenusiu negricioasa, cu lentile de sare
60,50	62,00	Sare
62,00	110,00	Sare

Forajul s-a executat cu instalatia de tip **FA 20** si a presupus urmatoarele operatii:

- mobilizare-demobilizare instalatie de foraj si personal
- pregatirea terenului pentru executia forajului, care a constat in:
 - calarea instalatiei
 - saparea batalului pentru noroiul de foraj
 - normalizarea noroiului de foraj
- executia gaurii de foraj, a presupus urmatoarele:
 - forare cu borsapa cu diametrul de 1000 mm, pe adancimea 0,00-10,00 m;
 - forare cu sapa cu lame, cu diametrul de 444,5 mm, cu circulatie inversa, pe adancimea 10,00-62,00 m;

- forare cu sapa cu lame, cu diametrul de 700 mm, cu circulatie inversa, pe adancimea 0,00-33,00 m;
- forare cu sapa cu lame, cu circulatie inversa, cu diametrul de 1000 mm, pe adancimea 0,00-62,00 m.

- tubare coloana metalica cu diametrul de 800 mm;
- cimentare coloana metalica cu diametrul de 800 mm;

executie foraj in sare, cu sapa cu lame, cu diametrul de 700 mm, pe adancimea 62,00-110,00 mm.

Colaj fotografii – implementarea instalatiei hidraulice de rambleiere



Activitatea 2.3. - Proiectarea sistemului de transport si de introducere a materialului in caverna

In cadrul Activitatii 2.3 - Proiectarea sistemului de transport si de introducere a materialului in caverna, obiectivele specifice au constat in elaborarea si proiectarea la nivel de PT (proiect tehnic), a tehnologiei pilot de transport si dozare in caverna a materialului de rambleu, in vederea integrarii acesteia in cadrul proiectului „Metode noi de dezafectare a cavernelor subterane”.

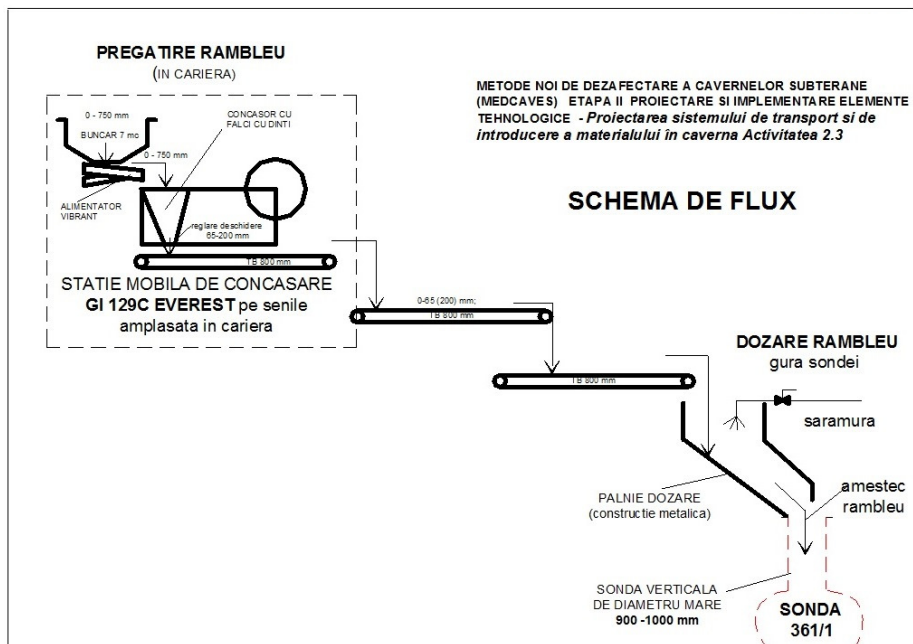
Pentru realizarea statiei pilot, in scopul proiectului, s-a avut in vedere atat utilizarea de echipamente noi, cat si cele existente, pentru a se inscrie in caracteristicile tehnice impuse, fara a neglija parametrii de eficienta, productivitate si fiabilitate.

Proiectarea sistemului de transport si de introducere a materialului in caverna, care face obiectul Etapei II a Proiectului, va cuprinde:

1. Transport material de rambleu din zona de exploatare in zona sondei 361;
2. Introducere (dozare) a materialului de rambleu in caverna.

Pentru stabilirea granulatiei optime a materialului de rambleu este necesar ca in cariera sa existe posibilitatea unei maruntiri a acestuia. Pentru realizarea acestei maruntiri, proiectul prevede amplasarea in cariera a unei statii mobile de sfaramare, pe senile, prevazuta cu concasor cu falci (Figura 2).

Figura 2. Schema de flux – Pregătirea rambleului



În urma operației de sfaramare va rezulta un material de rambleu cu o granulație de 0-65 mm sau 0-200 mm. Dimensiunea materialului maruntit va putea fi reglată în funcție de dimensiunea evacuării din concasor (distanța dintre falci). Materialul rezultat în urma sfaramării va fi transportat pe amplasamentul sondei 361.

Proiectul tehnic privind „Proiectarea sistemului de transport și de introducere a materialului în cavernă”, cuprinde:

1. Transportul materialului de rambleu

Materialul de rambleu se va transporta din zona de exploatare în zona sondei 361. Pentru stabilirea variantei optime de transport între cele două obiective (zona de exploatare și zona sondei 361), s-au luat în considerare următoarele elemente:

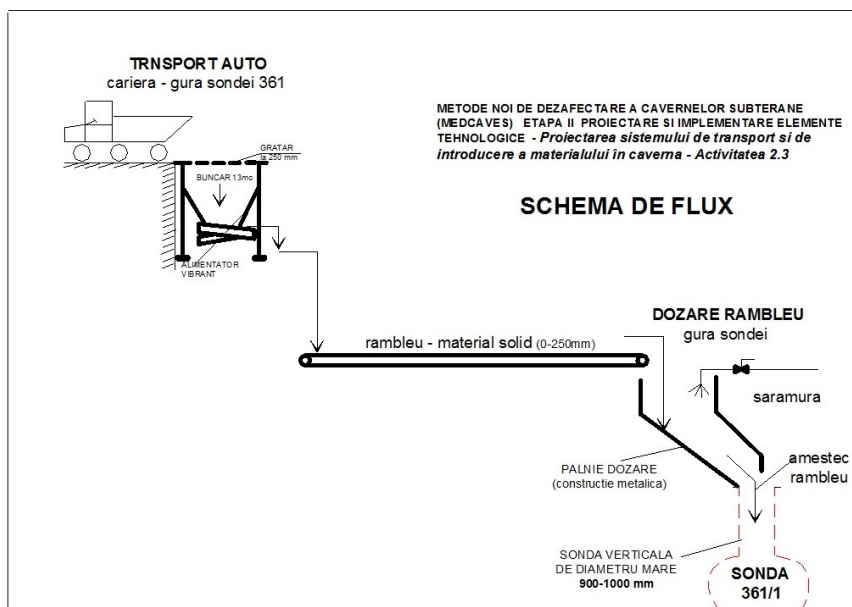
- morfologia actuală a terenului;
- granulația materialului rezultat din exploatare (în cariera);
- granulația optimă a materialului solid folosit în procesul de rambleere;
- variația distanței de transport între cele două puncte de lucru (zona de exploatare și forajul folosit pentru introducerea materialului în cavernă), distanța fiind în funcție de zona în reconstrucție ecologică: (zona 1, zona 1B și zona 2 – cf. Plan de situație, scară 1:5000);
- înscrierea în planul de realizare a proiectului „Metode noi de dezafectare a cavernelor subterane”, fără a neglija parametrii de eficiență, productivitate și fiabilitate.

În acest sens în proiectul tehnic s-au analizat două variante de transport și anume:

- ✓ Transportul auto

În această variantă transportul materialului din zona de exploatare, în zona de amplasare a sondei 361 se va face cu mijloace auto. Pentru asigurarea transportului în condiții de siguranță, sunt necesare lucrări de amenajare de drumuri provizorii de legătură între cele două obiective (Figura 3).

Figura 3. Schema de flux – Transportul auto



Transportul se va face cu autobasculante de 20 tone.

Autobasculantele vor fi incarcate cu ajutorul utilajelor folosite si la derocarea in frontul de lucru (excavator si/sau incarcator) sau direct de pe banda statiei mobile de sfaramare, in cazul folosirii acesteia.

✓ Transport cu releu de benzi

In acest caz transportul materialului din zona de exploatare se va face in faza de inceput, cu un releu de benzi montat pe o lungime de cca. 460 m, pana la Zona 1 de exploatare/reconstructie ecologica dupa care se va prelungi traseul pana la urmatoarele zone (Zona 1B si Zona 2) cu inca 780 m. Benzile vor avea latimea de 800 mm.

Aplicarea acestei variante de transport implica lungimi mari de transportoare cu banda, cu costuri ridicate de montaj si intretinere in perioada de operare.

In proiect s-a optat pentru varianta de transport cu mijloace auto.

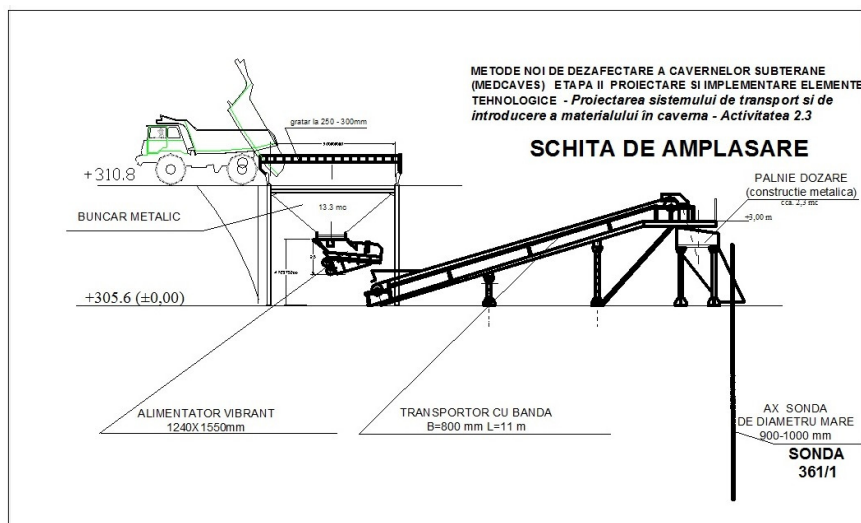
2. Introducerea materialului de rambleu in caverna

In zona sondei 361 unde se va executa forajul de diametru mare (1000 mm), se va amenaja o platforma de lucru.

Materialul solid de rambleu, cu o granulatatie de 200mm (maxim 250), este transportat cu mijloacele auto, din zonele de exploatare/reconstructie ecologica, si deversat intr-un buncar metalic amplasat pe o platforma amenajata in vecinatatea sondei 361.

Buncarul metalic este prevazut la partea superioara cu un gratar de control a granulatiei. La partea inferioara buncarul este echipat cu un alimentator vibrat care asigura extragerea materialului din buncar si dozarea acestuia pe un transportor cu banda (Figura 4).

Figura 4. Schita de amplasare



Transportorul cu banda asigura transportul materialului intre bunarul de primire si palnia de dozare a acestuia in gura sondei. Banda de transport va avea lungimea de cca. 11 m si o latime de $B = 800$ mm cu un unghi $\alpha = 16^\circ$.

Palnia de dozare a materialului de rambleu va fi o confectione metalica amplasata pe gura sondei. In palnia metalica se va doza:

- materialul solid, de pe banda transportoare si,
- saramura concentrata adusa la palnia de dozare a materialului de rambleu, prin curgere libera, printr-o conducta echipata cu vana si debitmetru (daca va fi cazul).

Amestecul solid-lichid se va realiza in palnia metalica si pe traseul forajului, pana la caverna.

Reglarea debitului de material se va face prin alimentatorul vibrant pentru materialul solid si cu ajutorul unei vane montata pe conducta de aductiune, pentru saramura concentrata.

Activitatea 2.4. - Implementarea sistemului de transport al materialului

Sistemul de transport, asa cum este prevazut in proiectul tehnic privind implementarea sistemului de transport al materialului, din zona de cariera, catre statia pilot, va fi asigurat in circuit mixt: transport auto pana in apropierea statiei pilot, unde materialul va fi stocat intr-un bunar de dimensiuni mari, de unde va fi preluat cu ajutorul unei benzi transportoare si introdus in caverna, prin intermediul unei palnii atasate forajului vertical de mari dimensiuni.

Aplicarea variantei de transport (conform proiectului tehnic de implementare, unde au fost analizate doua metode de transport – banda si auto, pe tot circuitul, exploatare - statie pilot) cu banda transportoare pe lungimea intregului circuit, presupunea costuri foarte mari, datorita lungimii mari de transportare, precum si a montajului si intretinerii acestuia, fapt ce a determinat echipele implicate in acest proiect sa aleaga varianta de transport cu mijloace auto pana in apropierea statiei pilot si stocarea acestuia intr-un bunar, de unde, prin intermediul unei benzi transportoare va fi deplasat catre palnia montata pe statia pilot (forajul vertical implementat deja in aceasta etapa, in teren).

Astfel, transportul materialului din zona de exploatare catre zona de amplasament a statiei pilot se va face cu mijloace auto. Pentru a se asigura transportul in conditii de siguranta au fost realizate lucrari de amenajare si drumuri provizorii intre cele doua obiective (cariera si statia pilot).

Pentru eficientizarea transportului se vor folosi autobasculante de 20 de tone. Acestea vor fi incarcate cu ajutorul utilajelor folosite si la derocarea in frontul de lucru (excavator si/sau incarcator) sau direct de pe banda statiei mobile de sfaramare, in cazul folosirii acesteia.

Materialul de rambleu, cu o granulatie de maxim 250 mm va fi transportat cu mijloace auto, asa cum se precizeaza mai sus, din zonele de exploatare/reconstructie ecologica, si deversat intr-un buncar metalic amplasat pe o platforma amenajata in vecinatatea sondei 361.

Buncarul metalic este prevazut la partea superioara cu un gratar de control a granulatiei. La partea inferioara buncarul este echipat cu un alimentator vibrant care asigura extragerea materialului din buncar si dozarea acestuia pe un transportor cu banda.

Transportorul cu banda asigura transportul materialului intre buncarul de primire si palnia de dozare a acestuia in gura sondei. Banda de transport va avea lungimea de cca. 11 m si o latime de $B = 800$ mm cu un unghi $\alpha = 16^\circ$.

Palnia de dozare a materialului de rambleu va fi o confectione metalica amplasata pe gura sondei. In palnia metalica se va doza:

- materialul solid, de pe banda transportoare si,
- saramura concentrata adusa la palnia de dozare a materialului de rambleu, prin curgere libera, printr-o conducta echipata cu vana si debitmetru (daca va fi cazul).

Amestecul solid-lichid se va realiza in palnia metalica si pe traseul forajului, pana la caverna.

Reglarea debitului de material se va face prin alimentatorul vibrant pentru materialul solid si cu ajutorul unei vane montata pe conducta de aductiune, pentru saramura concentrata.

In prima parte a operatiei de rambleiere, cand nivelul piezometric este plasat sub nivelul terenului, saramura necesara pentru amestec va proveni din cele doua sonde de descarcare din Campul II (E1 + E2), care vor debita liber, urmand a fi pompata cu pompele de la decantor spre rezervorul de 150 m^3 existent in vecinatatea sondei 361. Dupa inceperea debitarii libere a sondei 361, saramura necesara in procesul de rambleiere se va prelua prin curgere libera si va fi directionata catre un rezervor de combinare, cu scop principal de alimentare a amestecului de rambleiere. Surplusul de saramura va fi transportat catre campurile active de sonde, pentru mentinerea presiunii in golurile de dizolvare.

Activitatea 2.5. - Analiza materialului steril. Determinarea procentajului material steril/saramura, care va trebui combinat si introdus in caverna. Proiectarea sistemului de macinare a materialului steril pana la nivelul utilizarii acestuia ca un piston hydraulic

Zacamantul de sare gema de la Ocenele Mari s-a format intr-un bazin halogen, alcatuit dintr-o suita de golfuri si lagune, in conditiile unui climat arid si fara o comunicatie directa cu bazinul marin. Bazinul halogen era alimentat din bazine intermediare in care se producea reconcentrarea apei marine. Depunerea sarii se efectua neuniform in cuprinsul bazinului, in functie de perioadele calde sau uscate, conditiile de alimentare si morfologia fundului bazinului de alimentare.

Formatiunile din acoperisul zacamentului sunt traversate, de la est la vest, incepand din punctul Ganjulesti pana la Ocnita, de vaile situate pe partea stanga a Paraului Sarat iar, de la Ocnita spre vest sunt traversate si de vaile situate pe partea dreapta a acestuia. Contactul cu sarea al acestor formatiuni este neuniform datorita numeroaselor denivelari de pe spinarea sarii.

In functie de relief si de pozitia sarii pe structura geologica grosimea lor variaza in limite foarte largi, mergand de la 5-10 m in zona Paraului Sarat si ajungand la 955 m in F550 situat in partea de nord, in apropierea axului sinclinalului.

Imediat deasupra sarii apar formatiuni caracteristice orizontului salifer, avand grosime de 15-100 m, constituite din marne fin nisipoase negricioase cu cuiburi de anhidrit, avand caracter brecios si miros de hidrocarburi.

Formatiunile ce constituie acoperisul zacamentului, apar in continuitate de sedimentare peste masivul de sare si apartin Badenianului superior (orizontul sisturilor cu Radiolari si orizontul marnelor cu Spirialis) si Sarmatianului.

Badenianul superior este constituit din roci slab consolidate reprezentate prin marne nisipoase cenusii, nisipuri fine, marnoase, marne grezoase stratificate, marne sistoase si marne plastice negre cu cuiburi de anhidrit la contactul cu sarea.

Separarea Badenianului superior in cele doua orizonturi ale lui nu se poate face decat prin analize micropaleontologice. Grosimea depozitelor este de 80-120 m, iar inclinarea stratelor variaza intre 5-40° in functie de locul pe care il ocupa pe structura geologica.

Sarmatianul apare in zonele mai ridicate ale regiunii, are grosimi de ordinul zecilor de metri in partea de sud si ajunge la 400 - 500 m in partea de nord a zacamentului. In alcatuirea lui intra nisipuri galbui cu intercalatii de marne nisipoase, uneori cu trovanti si bancuri de gresii dure, marne cenusii micacee, marne sistoase cu intercalatii centimetrice de nisipuri, uneori gresii slab consolidate cu grosimi reduse. Bancurile de nisip existente deasupra sarii permit circulatia apelor de infiltratie si pot constitui in unele zone adevarate rezervoare de apa potabila.

In general, formatiunile din acoperisul sarii sunt constituite din roci slab consolidate, cu portanta mica astfel ca zacamentul de sare preia practic integral greutatea proprie a acestora.

Pentru rocile din acoperisul zacamentului de sare s-au determinat urmatoarele caracteristici fizico-mecanice:

- greutate volumica:	20 kN/m ³
- umiditate:	26,5 %
- modulul dinamic de elasticitate:	7.5*10 ⁵ kPa
- rezistenta la compresiune:	40*10 ² kPa
- rezistenta la tractiune:	6,6*10 ² kPa
- unghiul de frecare interna:	18 grade
- coeziunea:	9 – 11 *10 kPa
- modulul de elasticitate la incarcare:	7.5*10 ⁵ kPa
- modulul de deformatie secant:	3.2*10 ⁵ kPa ²

Pentru toate incercarile sensul de sollicitare a fost diagonal in raport cu stratificatia.

Debitul de material solid, estimat, care va intra in sonda de diametru mare va fi de cca. 3 m³/min, aproximativ 150 - 200 m³/h. Debitul de lichid, saramura concentrata care urmeaza sa se amestece cu materialul solid, va fi de cca. 50 – 80 m³/h (30 – 40%), adica cca. 20 l/s. Regimul de lucru propus este de 8 ore de lucru pe zi. In aceste conditii, conform rezultatelor obtinute cu experimentele efectuate, se presupune ca rambleerea cavernei sondei 361 va putea fi realizata in cca. 200 de zile lucratoare.

Instalatie mobila de sfaramare cu concasor cu falci, va fi alcatuita din:

- buncar de incarcare
- alimentator vibrant
- concasor cu falci,

- banda transportoare principala
- motor Diesel turbo

Activitatea 2.6. - Implementarea dispozitivelor de macinare - concasoare de dimensiuni mari. Realizarea unei rampe de lansare a materialului steril. Atasarea la rampa de lansare a unei coloane de cadere. Constructia si montarea unei palnii de mari dimensiuni

Buncar de alimentare - cu un volum de cca.13 m³.

Buncarul este prevazut la partea superioara cu un gratar cu dimensiunea ochiurilor de 250-300 mm. Buncarul este montat pe picioare iar talpile sunt prinse in dibluri.

Alimentator vibrant

Alimentatoarele vibrante sunt folosite pentru preluarea materialului de sub buncar. Sunt construite dintr-un canal vibrator, vibratiile fiind transmise de un motor vibrator cu greutate excentrice reglabile, provocand scurgerea materialului dozat pentru alimentarea oricarui utilaj. Alimentatorul vibrant este construit dintr-o parte fixa montata sub buncarul de alimentare si o parte vibratoare, avand o forma de canal. Cele doua parti legate prin arcuri permit transmiterea vibratiilor de la cele doua motoare vibratoare.

Caracteristici tehnice:

- Capacitate de transport maxima: 150 m³/h
- Dimensiunea materialului la alimentare: 0-400 mm
- Motor antrenare: 2,4 + 2,2 kw
- Dimensiuni de gabarit: 1240 x 1550 mm

Montarea alimentatorului pe gura buncarului se va face conform prescriptiilor din cartea tehnica a acestuia.

Transportor cu banda

Transportoarele cu banda sunt destinate transportului de material. Banda transportoare are o viteza de transport uniforma, materialul fiind purtat de un covor de cauciuc lipit la rece, de 800 mm.

Covorul de cauciuc este antrenat de un tambur de antrenare, care la randul lui este actionat de un motor electric printr-un reductor si o transmisie cu curea.

Covorul de cauciuc se intoarce la capatul celalalt al transportorului pe tamburul de intoarcere-intindere. Dupa lipirea covorului, acest tambur se trage prin suruburile de intindere in spate, astfel obtinandu-se intinderea corespunzatoare a covorului. Pe traseu covorul se aseaza pe role.

Dupa tamburul de intoarcere sunt dispuse trei randuri de role sub jgheabul de alimentare sub unghi de 10°, iar inainte de tamburul de antrenare un rand.

Transportatorul mai este prevazut cu jgheab alimentare, stergator de banda, jgheab deversare, picioare.

Caracteristici tehnice

Capacitate de transport	200 mc/h
Latimea benzii	800 mm
Lungimea	10 m
Dimensiunea max. a bulgarilor	250 mm
Puterea motorului	10 Kw

Palnie metalica de introducere a materialului in cavern. Aceasta este confectionata din metal si are un volum de cca. 3 mc.

Activitatea 2.7. - Stabilirea parametrilor de lucru (debite, volume, timp, etc.). Testarea initiala controlata si inceperea propriu zisa a lucrarilor de dezafectare.

Incerari au fost efectuate in Laboratorul de incercari al SC MINESA ICPM SA Cluj – Napoca, iar la interpretarea rezultatelor au contribuit toti partenerii implicati in proiect.

Pentru proiectul MEDCAVES – “METODE NOI DE DEZAFECTARE A CAVERNELOR SUBTERANE”, in decursul anului 2013 au fost recoltate trei probe din materialul ce urmeaza a fi introdus in caverna sondei 361.

Proba 323 (Buletin 323/26.06.2013) – Argila

Proba 333 (Buletin 333/21.11.2013) – Argila prafoasa marnoasa

Proba 353 (Buletin 343/8.11.2013) – Argila prafoasa

Pentru a incerca sa reproducem cat mai exact ceea ce se doreste a se realiza in teren, am incercat sa experimentam la scara mica, in Laboratorul de incercari fizico – mecanice, activitatea de rambleere a golului rezultat in urma exploatarei sarii prin dizolvare, la sonda 361. Scopul experimentului a fost simularea fenomenelor ce se produc in momentul introducerii materialului solid in golul rambleat cu saramura concentrata, modul de asezare al materialului introdus in caverna si viteza de sedimentare. Proba 333, pe care s-au facut determinari, a fost prelevata din materialul ce va fi folosit in rambleerea cavernei sondei 361 din Campul I Sonde, Localitatea Ocnele Mari, Jud. Valcea.

Pentru realizarea unei simulari in laborator s-au folosit:

- pahar Erlenmayer, cu o capacitate de 2000 ml, avand o forma aproximativa de “clopot”, asemanatoare cu cea a cavernei;
- palnie de plastic – asemanatoare cu palnia de alimentare tronconica, cu care va fi echipata sonda;
- bagheta de sticla – avand rolul de mixer – impingator tip SNAK;
- realizarea unei saramuri avand o concentratie de 320 g/l – intr-o galeata de 10 litri apa s-au introdus 3200 g sare si s-a amestecat cu o bagheta de sticla pana la dizolvare, pentru a realiza ceea ce avem in caverna. **(Foto.1a)**

In paharul Erlenmayer s-au introdus cca.1500 ml de saramura. **(Foto.1b)**. Prin palnia dispusa la partea superioara a paharului s-a introdus material. Materialul a fost in prealabil trecut prin sita de 3 mm, pentru a usura introducerea acestuia in pahar.

Foto.1



a

b

Odata introdus materialul in paharul cu saramura, s-a dorit a se determina viteza de sedimentare a acestuia. *Viteza de sedimentare* este o marime hidrodinamica, importanta pentru caracterizarea miscarii particulelor si pentru proiectarea tehnologica a aparatelor folosite pentru separarea sistemelor eterogene, prin sedimentare. Pentru deducerea vitezei de sedimentare se considera miscarea unei particule sferice de diametru d si densitate ρ_p intr-un mediu fluid cu viscozitatea η si densitatea ρ_f , sub actiunea unui camp de forte externe, caracterizat de acceleratia a . Pentru aceasta s-a utilizat un areometru si un cronometru, pentru a cronometra viteza de sedimentare a particulelor (**Foto.2**). In urma rezultatelor obtinute si aplicand legea lui Stokes, s-a determinat viteza de sedimentare ca fiind de 0,001 m/s pentru materialul cu diametrul particulelor < 3 mm .



Foto. 2

Datorita faptului ca materialul analizat a avut dimensiuni mai mici de 3 mm, acesta s-a asezat/depus uniform in paharul cu saramura, unghiul de taluz natural fiind zero. (**Foto.3**).

Foto.3



Concluzionand, putem spune ca s-a obtinut o depunere ideala. In realitate, intrucat materialul ce se va introduce in caverna va avea alte dimensiuni, se va obtine un unghi de taluz in saramura. Pentru determinarea acestui unghi s-a efectuat o alta incercare si anume: in doua vase au fost introduse probe din materialul respectiv. Un vas a fost umplut cu apa dulce (**Foto.4**) iar unul cu saramura de concentratie 320 g/l (**Foto.5**). Scopul acestei incercari a fost de a observa modul de comportare si dezagregare a materialului aflat in “blocuri”, intr-un mediu salin sau intr-un mediu apos, si modul in care are loc dezagregarea materialului.

Foto.4

APA



Foto.5

SARAMURA



Ceea ce s-a observat a fost faptul ca, in vasul cu apa, materialul supus observarii s-a dezintegrat mult mai repede decat proba din vasul cu saramura. Actiunea apei este mult mai rapida decat a saramurii, datorita densitatii mai mici a apei ($\rho_{\text{apa}} = 1 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{saramura}} = 1,2 \text{ kg/m}^3$).

Unghiul taluzului natural in stare uscata a fost determinat ca fiind de 22° (**Foto.6**). Pentru aceasta determinare a fost folosita o scara de introducere a materialului intr-un dispozitiv care permite asezarea/dispunerea materialului sub un anumit unghi si citirea acestui unghi de taluz natural a materialului in stare uscata.

Foto. 6



Pe proba respectiva au mai fost efectuate urmatoarele incercari si determinari:

- determinarea granulozitatii prin metoda combinata – sedimentare si cernere, in urma careia a rezultat ca proba analizata este o argila prafoasa;
- determinarea umflarii libere $U_L = 63$
- determinarea umiditatii naturale $W = 9,96 \%$
- determinarea greutatii volumice $\gamma = 18,4 \text{ g/cm}^3$
- determinarea densitatii specifice $\gamma_s = 25,1 \text{ g/cm}^3$
- porozitate $n = 33,5\%$, indicele porilor $e = 0,5$, grad de umiditate $S_r = 0,50$
- determinarea coeziunii si a unghiului de frecare interna prin metoda forfecarii directe cu ajutorul aparatului de forfecare directa cu 3 casete. (**Foto.7**).



Foto. 7



Unghiul frecării interioare este de $\Phi=25^\circ$ și o coeziune $c = 101 \text{ kPa}$. Putem spune că, această coeziune mare este datorată frecării interioare a straturilor ce alternează în proba analizată: argila prafoasă marnoasă – nisip.

- determinarea umidității optime de compactare – încercarea Proctor – cu ajutorul aparatului Proctor (**Foto 8**)

Foto. 8

În urma încercării Proctor s-a determinat umiditatea optimă de compactare ca fiind de $w_{\text{opt}}=12\%$, densitatea în stare uscată, maximă în domeniu umed: $\rho_{d \text{ max}}=1.66 \text{ g/cm}^3$; determinarea rezistenței la compresiune, pentru aceasta fiind confecționată o epruvetă având dimensiunea de $50 \times 55 \text{ mm}$. (**Foto 9 a, b**)

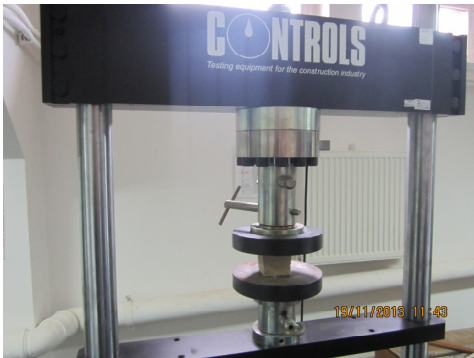
Foto 9



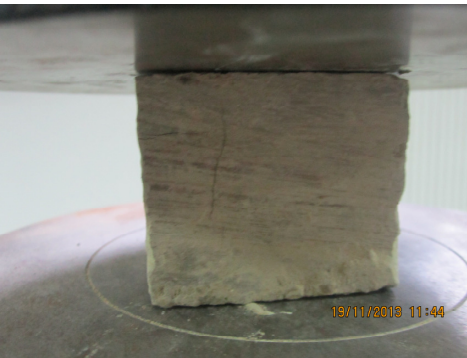
a



b



c



d



e

Epruveta astfel confecționată a fost așezată pe platanul aparatului de compresiune, astfel încât forța pistonului să fie perpendiculară pe suprafața de clivaj (**Foto 9 c, d**). După ce s-a așezat excentric pe platan epruveta, s-a trecut la aplicarea forței de rupere. (**Foto 9 e**). Forța de rupere determinată, după cum se poate observa mai jos, a fost de 2,55 daN. Suprafața pe care a fost aplicată forța fiind de 2750 mm^2 , se obține o rezistență la compresiune de cca.

0,1 MPa.

$R=F/A$ (MPa)

De asemenea a fost inaintata Laboratorului de incercari fizico – chimice, o mostra din proba analizata, pentru determinarea continutului de $CaCO_3$. Toate rezultatele incercarilor si determinarilor efectuate in cadrul Laboratorului de incercari al SC MINESA – ICPM SA Cluj Napoca sunt prezentate in Raportul de incercare nr.333/21.11.2013.

Activitatea 2.8. - Monitorizarea microseismica a zonelor de concentrare a eforturilor si evolutia acestora in timp

Orice activitate inginereasca, legata de procesul de exploatare sau postexploatare a substantelor minerale utile, genereaza fenomene geomecanice specifice a caror identificare si cuantificare, respectiv cunoastere, este imperios necesara atat la faza de proiectare cat si in cea de punere in opera a procedeelelor tehnologice.

In prezent, fenomenele geomecanice sunt estimate pe baza unor cercetari si experimentari in laborator, "in situ" si/sau modelari matematice. Fiecare dintre metodele de mai sus are o serie de avantaje si de dezavantaje, datorita in principal ipotezelor mecanice considerate si a unei multitudini de parametri care nu pot fi avuti in vedere in totalitatea lor.

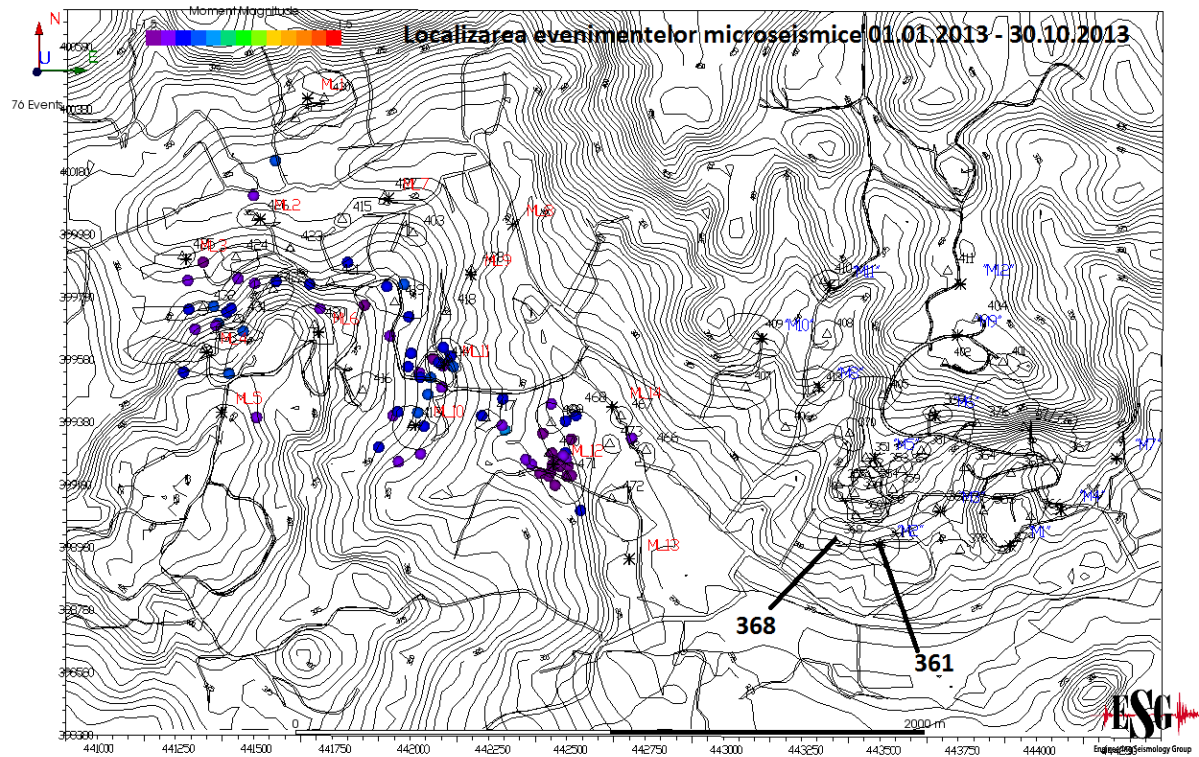
In completarea metodelor enumerate mai sus si pentru marirea gradului de cunoastere a fenomenelor geomecanice, in ultimii ani, s-au pus la punct o serie de metode de cercetare "in situ" bazate pe inregistrarea unor parametri geofizici. Una din metodele moderne care a capatat o extindere mare, are la baza urmatorul principiu: *datorita activitatilor ingineresti, in masivul de roci inconjuratoare se produce o redistribuire a starii de tensiune*. Aceasta redistribuire conduce la supratensionarea unor zone, cu trecerea de la deformatii din domeniul elastic la cel vasco - plastic, avand ca efect fizic aparitia unor microfisuri generatoare de microseisme si emisie acustica. Interceptarea undelor caracteristice acestor fenomene, inregistrarea lor si cuantificarea prin prelucrare a parametrilor acestora permite ca in final sa poata fi caracterizat fenomenul geomecanic urmarit.

Una din aplicatiile unde sistemele de monitorizare microseismica a putut fi utilizata cu bune rezultate este aceea a evaluarii fenomenelor geomecanice de subsidenta miniera generata de golurile de exploatare de tipul celor ce s-au produs in Campul II de sonde si campurile invecinate din zona Ocnele Mari.

Proiectul de monitorizare seismică de la Ocnele Mari a avut ca obiectiv inregistrarea si localizarea evenimentelor aparute pe o arie extinsa, incluzand Campurile de sonde I, II, III si IV, vizand in special Campul II si Campul I de sonde, care pot determina schimbari in evolutia golurilor survenite in urma dizolvarilor de exploatare, iar in ultima faza de dizolvare controlata, in zona de interes a campului II de sonde, Ocnele Mari.

Din punctul de vedere al microseismicitatii, la nivelul anului 2013, practic nu s-a inregistrat niciun eveniment microseismic in zona sondei 361, sonda in arealul careia s-a executat forajul vertical – parte din statia pilot aferenta prezentului proiect de cercetare.

Figura 5. Localizarea evenimentelor microseismice in intervalul 01.01.2013 – 30.10.2013



Faptul ca in acest interval de timp, interval in care s-a implementat practic stia pilot, in arealul sondei 361, nu s-a inregistrat niciun eveniment microseismic, inseamna efectiv ca, din punctul nostru de vedere, n-a survenit nicio modificare la nivelul starii de eforturi si deformatii a cavernei 361, caverna ce face parte din prezentul experiment. Avand in vedere faptul ca discutam de goluri de milioane de metri cubi, plini cu saramura sub presiunie, riscurile, oricat de bine calculate ar fi, exista, iar faptul ca beneficiem de monitorizarea microseismica a zonei, cu o urmarire continua, reprezinta un element reprezentativ de siguranta in privinta modificarii starii de eforturi si deformatii, stia microseismica putand fi setata la un grad foarte ridicat de senzitivitate, in momentul in care va incepe efectiv procesul de umplere al cavernei.

BIBLIOGRAFIE

- 1) „Cercetarea, exploatarea si valorificarea sarii”, Ct.Atudorei, Emil Bocanete, Pavel Miclea Ed.tehnica, Bucuresti, 1971
- 2) „Studiu privitor la stabilitatea de ansamblu a golurilor de dezvoltare aferente campurilor de sonde I, II si III de la Ocnele Mari si afectarile actuale ale suprafetei”, simbol: C 50-754 / 1994, S.C. MINESA – ICPM S.A. Cluj-Napoca
- 3) „Cercetari pentru stabilirea solutiilor de atenuare ori evitare a situatiilor cu risc ridicat in zonele zacamentelor de sare gema aflate in exploatare”, simbol C 50-858 / 1998 S.C. MINESA-I.C.P.M. S.A. Cluj-Napoca
- 4) „Studiu hidrogeologic si geomecanic al perimetrelor de exploatare Ocnele Mari si Ocnita”, S.C. ICPM S.A Cluj-Napoca 1994
- 5) “Posibilitatile de prognozare a efectelor exploatarei sarii prin dizolvare cinetica in zacamant cu ajutorul sondelor, asupra suprafetei si zonelor inconjuratoare”, Congres Mondial Minier, Sofia 1994, ing. Goga
- 6) „Degradarea terenului de la suprafata sub influenta exploatarei subterane” Buletinul A 14 GIR nr. 3/2006 • iulie-septembrie - Prof.univ.dr.ing. Ilie ONICA, Prof.univ.dr.ing. Eugen COZMA, Conf.univ.dr.ing.ec.Tudor GOLDAN.
- 7) Metode noi de exploatare a sarii in solutie - UNIVERSITATEA DIN BUCURESTI
- 8) Manual de inchidere a exploatarilor miniere de sare – WISUTEC - Mon Tec -ICPMRR