

RAPORT STIINTIFIC SI TEHNIC

Etapa III - Stabilirea parametrilor de lucru. Aplicarea metodologiei propuse si Monitorizare

REZUMATUL ETAPEI

Proiectul de cercetare „Metode noi de dezafectare a cavernelor subterane”, a aparut ca urmare a nevoii de rezolvare a unor situatii dificile, privitoare la dezafectarea cavernelor subterane rezultate in urma exploatarei sarii prin dizolvare.

Cu o experienta semnificativa in domeniu, atat in activitate individuala, dar si colectiva, cei trei parteneri implicati in proiect au facut dovada in timp a unei colaborari eficiente, bazate pe incredere si respect.

Putini stiu despre problemele aparute in ultimii 20 de ani in aceste zone de exploatare a sarii in solutie, zone intens populate, cu riscuri majore. Incepand cu dezastrul ecologic din 2001 (12 septembrie), cand caverna SOCON (caverna rezultata prin unirea mai multor goluri ale unor sonde din Campul II de Sonde de la Ocnele Mari), si continuand cu inca trei accidente survenite in perimetrul Ocnele Mari, cu probleme aparute la Tg. Ocna, cu un alt accident mai recent petrecut la Ocna Mures (cand prin aparitia unui crater la marginea orasului un supermarket a fost pur si simplu scufundat, cand mai multe blocuri au suferit fisuri importante, cand multe drumuri au fost afectate etc), s-a ajuns la o situatie dificila, greu de controlat, mai ales ca, dupa cum spuneam anterior, aproape toate zonele de exploatare, foste si prezente sunt in zone dens populate.

Urmarind aceasta idee, avand in vedere ca majoritatea situatiilor aparute sunt legate de probleme aparute la sonde in perioada post-inchidere, partenerii implicati in acest proiect si-au propus sa gaseasca o solutie viabila pentru rezolvarea unor situatii de genul celor mentionate mai sus.

Astfel, proiectul urmareste eliminarea riscului asociat prabusirilor necontrolate a acestor caverne subterane rezultate in urma exploatarei sarii prin solutie, echipa proiectului propunandu-si testarea metodei de dezafectare amintita, in conditiile in care aceasta este in unele situatii singura solutie viabila de rezolvare a unor astfel de probleme.

Etapa din acest an prevedea inceperea propriu-zisa a rambleierii, plecand de la stabilirea parametrilor de lucru si, de asemenea, monitorizarea complexa stabilita de parteneri, ca masura asiguratorie.

Din punctul de vedere al obiectivelor pe care etapa cu numarul 3 le-a prevazut, acestea au fost pe deplin realizate, chiar daca inceputul de an ne-a dat usor batai de cap din cauza vremii nefavorabile, chiar extreme (au fost cateva coduri portocalii de ninsori si mai apoi de inundatii, in judetul Valcea la inceputul lui 2014). Subliniem comunicarea foarte buna intre parteneri, ca unul din motoarele de baza ale acestui proiect, fapt ce deriva in special din experienta comuna anterioara, dar si din prezenta unor oameni deosebiti, buni profesionisti, implicati.

In masura in care constientizam amploarea acestui proiect, care, efectiv urmeaza sa detensioneze o zona instabila din punct de vedere geomecanic, pe langa latura de real interes – aceea de testare in vederea aplicarii si in alte situatii asemanatoare, speram sa se asigure continuate in vederea incheierii cu succes a acestui proiect si sa putem avea in final un model viabil, bun de aplicat in alte zone cu probleme.

DESCRIEREA STIINTIFICA SI TEHNICA

Activitatea 2.1 - Lucrarile de dezafectare prin umplere a cavernei sondei 361

In cadrul activitatii 2.1., "Lucrarile de dezafectare prin umplere a cavernei sondei 361", obiectivele specifice au constat in inceperea procesului de rambleiere al golului sondei 361. Prima parte a activitatii a fost alocata in mare refacerii sistemului intrat in conservare pe perioada iernii.

In prima parte a anului 2014, cand a inceput efectiv aceasta etapa a 3-a, vremea nefavorabila ne-a dat batai de cap, mai mult decat ne-am fi asteptat. Astfel, din cauza conditiilor meteorologice nefavorabile (coduri portocalii de ninsori si mai apoi in primavara coduri portocalii de ploi, de inundatii, cantitati impresionante de precipitatii cazute intr-un timp foarte scurt), lucrarile au inceput greoi, pregatirile pentru inceperea operatiunilor de rambleiere fiind din acest punct de vedere mult mai complexe.

In faza initiala de deschidere a lucrarilor, s-au executat masuratori de nivel in foraje, cu ajutorul sondelor de nivel si s-a constat ca nivelul saramurii in forajul nou sapat diferea de nivelul existent in sonda 361, situatie inexplicabila din punct de vedere tehnic in prima faza, tinand cont ca ambele foraje deschid acelasi gol, iar pe principiul vaselor comunicante, ar fi trebuit sa aiba acelasi nivel al saramurii. Am constatat astfel ca, efectiv forajul sapat prinsese un dop, sub nivelul acoperisului de sare, fapt inexplicabil in prima faza. In urma unor incercari realizate cu cavernometrul s-a constatat ca ne gasim cu dopul respectiv la nivelul intercalatiilor sterile din partea superioara a zacamantului de sare. Trebuie mentionat ca zacamantul de sare de la Ocenele Mari are in partea sa superioara 3, 4 uneori chiar 5 intercalatii sterile, cu grosimi variind intre 1 si 10 metri pe anumite portiuni. Analizand datele pe care le aveam, am constatat ca, avand in vedere plasarea golului sondei 361 in imediata vecinatate a craterului format in urma dezamorsarii golului comun al sondelor din Campul I, a determinat infiltratia unor cantitati mari de apa, apa provenita din precipitatiile cazute in respectivele perioada in cantitati mari. Cunosteam deja ca acest crater din Campul I de Sonde functioneaza ca un bazin colector pentru apele scurse pe versanti, inasa, debitele cumulate intr-un timp atat de scurt au fost peste asteptarile noastre, motiv pentru care, a determinat acest blocaj in interiorul statiei pilot.

Existenta acestei zone de intercalatii sterile, corelata cu faptul ca, odata cu interceptarea golului sondei rambleiat cu saramura, in foraj s-a creat un nivel liber al saramurii, au creat premisele desprinderii materialului steril din peretii gaurii de sonda, pe intervalul 60,5 – 75 m, si colmatarea gaurii pe intervalul de adancime de 87,5 – 105 m.

In urma identificarii problemelor aparute, s-a trecut la rezolvarea efectiva a problemei, readucand in teren instalatia de foraj. Intr-o prima faza lucrarile au evoluat greu, inasa, cu ajutorul sustinut al SNS Ramnicu Valcea, care a deplasat la randu-i o instalatie de foraj proprie, de dimensiuni mari, s-a putut elibera forajul vertical si, practic, s-au reluat in acest mod lucrarile.

Intr-o prima faza s-a utilizat instalatia initiala de foraj, prin executia unei operatiuni suplimentare de tubaj in interiorul coloanei metalice cu diametru de 800 mm, cu o coloana de 200 mm, pe intervalul de adancime 0 – 87,5 m.

Aceasta retubare interioara a putut determina succesul decolmarii forajului, tinand cont si de dimensiunile relativ mari ale gaurii si nivelului scazut al saramurii in foraj, dar si de capacitatea mica a pompei hidraulice (capacitate raportata la diametrul mare al forajului vertical).

Rezolvarea problemei a presupus aducerea pe amplasament a unor utiliaje de incarcare si transport de capacitate mare, cu tot complexul de echipamente aferente, pentru a repune in functiune statia pilot, la o forma buna de functionare care sa permita inceperea lucrarilor de rambleiere.

Utilizarea tubajului cu diametru de 200 mm a fost o reusita in evacuarea materialului steril depus in gura forajului, cel care obtura curgerea libera, la suprafata, prin manevre specifice cu instalatia de foraj reusindu-se strapungerea dopului de material. Astfel, s-a realizat din nou legatura cu golul cavernei sondei 361, lucru ce a fost intrerupt de cateva ori in timpul operatiunilor de forare, datorita pierderii nivelului de noroi de foraj in tubingul de proiectie.

S-a refacut instalatia, prin adugarea buncarului colector si a circuitelor de transport pentru saramura ce urma a fi introdusa, pe de-o parte, si pentru saramura ce urma a fi scoasa, pe de alta parte. S-a refacut inclusiv traseul stabilit pentru transportul materialului steril ce urma a fi introdus in golul sondei 361, tinand cont ca acesta fusese si el destul de mult afectat de precipitatiile cazute. Obiectiv vorbind, am scapat usor, tinand cont de dezastrul inregistrat la nivelul judetului Vlacea; va amintim ca in urma inundatiilor din primavara acestui an, multe case au fost luate efectiv de ape, foarte multe gospodarii fiind afectate de aceste fenomene extreme.

In zona sondei 361 s-a amenajat inca din etapa anterioara o platforma de lucru, platforma ce a fost la randu-i refacuta in 2014. S-a reamenajat inclusiv zona de cariera, pentru ca utilajele deplasate in teren de catre SNS Ramnicu Valcea sa poata functiona la capacitatea reala. Dupa operatiunile de remediere survenite ca urmare a acestor factori, independent de vointa partenerilor implicati in proiect, s-a trecut la efectuarea operatiunilor de rambleiere.

Materialul solid de rambleu a inceput sa fie transportat cu mijloace auto din zonele de exploatare. Sistemul de transport al materialului, din zona de cariera catre statia pilot, s-a realizat in circuit mixt, transport auto, pana in apropierea statiei pilot, iar mai apoi, materialul se stocheaza intr-un buncar metalic de mari dimensiuni, de unde este preluat prin intermediul unei benzi transportoare si introdus in caverna, printr-o palnie atasata forajului vertical, palnie de mari dimensiuni.

Aplicarea acestei variante de transport a fost facuta in urma realizarii proiectului tehnic de implementare din 2013, cand s-au analizat trei variante posibile (banda transportoare pe tot circuitul, transport cu mijloace auto pe tot circuitul si transportul mixt, prin intermediul mijloacelor auto – basculante, pe cea mai mare parte a circuitului, urmand ca in partea finala, sa se intervina cu o banda transportoare). Astfel, transportul materialului din zona de exploatare catre zona de amplasament a statiei pilot se face cu mijloace auto, motiv pentru care au si fost realizate lucrari de amenajare si drumuri provizorii intre cele doua obiective – cariera si statia pilot.

Pentru eficienta transportului se folosesc autobasculante de 20 de tone, ce au fost incarcate cu ajutorul unor utilaje folosite la derocarea frontului de lucru, adica excavator si incarcator.

Materialul de rambleu, cu o granulatie de maxim 25 cm este transportat cu mijloace auto, catre un buncar metalic, buncar amplasat pe o platforma de beton amenajata in apropierea sondei 361.

Buncarul metalic este prevazut la partea superioara cu un gratar, menit a controla dimensiunile granulatiei, pentru ca circuitul de introducere al materialului in caverna sa nu fie blocat pe parcurs, tinand cont si de faptul ca, noul tubing a redus usor diametrul util al statiei pilot.

Luand in considerare faptul ca la partea lui inferioara buncarul este echipat cu un alimentator vibrant ce asigura extragerea materialului din buncat si dozarea acestuia pe transportor, nu au fost probleme pana in prezent legate de introducerea materialului in caverna.

Prin palnia de dozare instalat la gura forajului se introduce material solid impreuna cu saramura concentrata. Intr-o prima faza a fost nevoie de saramura adusa din circuitul de transport al SNS Ramnicu Valcea, pana in momentul in care volumul de material introdus a dus la debitarea libera a saramurii, prin intermediul circuitului atasat sondei 361. Din acel moment, saramura scoasa din caverna a inceput sa fie partial repompata catre statia pilot, in vederea obtinerii amestecului necesar ce era prevazut a fi introdus in caverna.

Reglarea debitului s-a facut prin alimentatorul vibrant pentru materialul solid cu o vana montata pe conducta de aductiune, pentru saramura concentrata, pastrandu-se pe cat posibil promortia de 1 la 1 pentru volumele de steril si saramura introduse in circuit.

Colaj fotografii – Operatiunea de rambleiere a cavernei sondei 361 – Ocnele Mari



In prima fotografie puteti vizualiza carotele scoate in momentul decolmatarii forajului. Urmeaza apoi fotografiile selectate din toate etapele de activitate, de la operatiile de interventie la foraj, pana la introducerea lui in sistem.

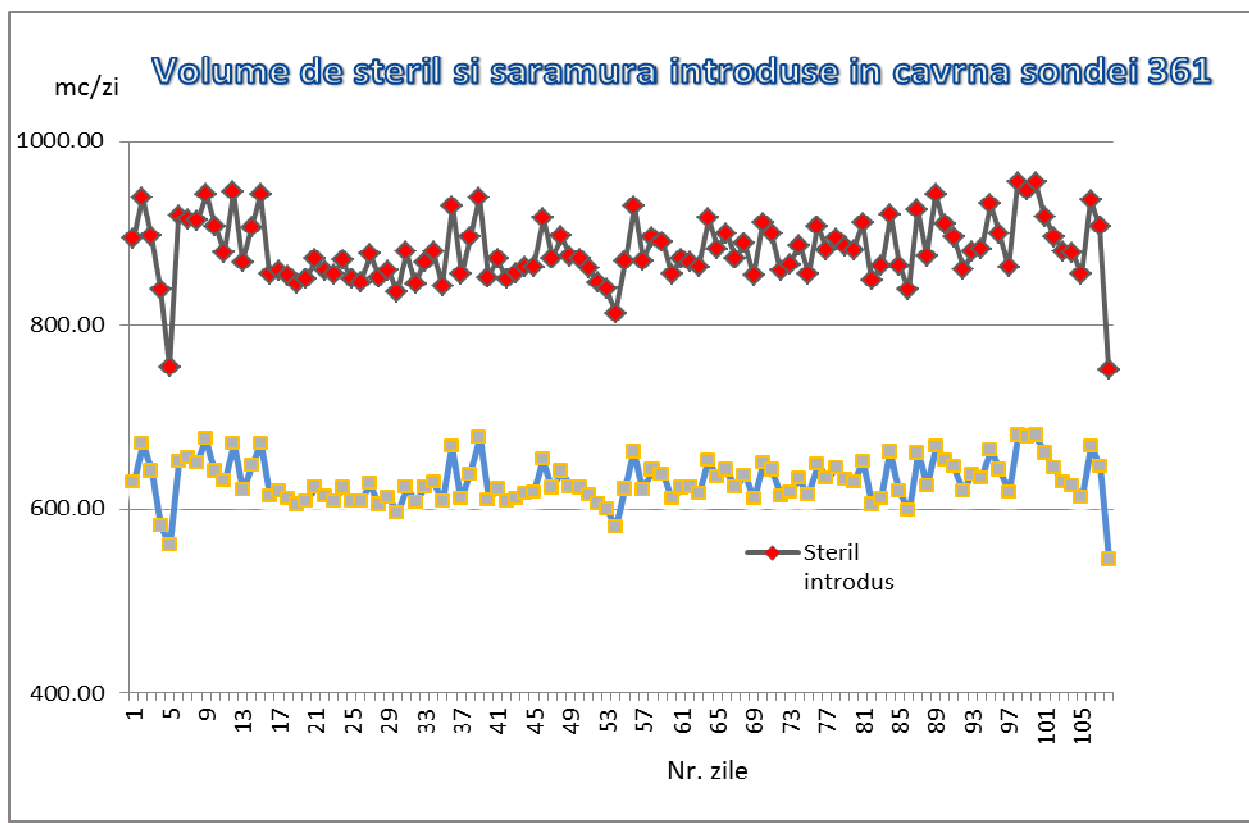
Inainte de inceperea activitatii de rambleiere, nivelul piezometric in caverna se situa in jurul valorilor de 30-35 m adancime de la gura sondei. In momentul in care a inceput introducerea amestecului de material in caverna, s-a trecut la debitarea libera din sonda 361.

Materialul steril utilizat in procesul de rambleiere a fost excavat din nordul si estul craterului din Campul I de Sonde, dar si din alte zone invecinate, in conformitate cu proiectul arhitectural realizat in etapa 2-a din 2013.

Activitatea 3.2. Masurarea debitelor de saramura introdusa: Citirea la intervale de timp prestabilite a valorii debitelor de saramura introdusa odata cu materialul steril in caverna, presiunile de lucru precum si evolutia compozitiei chimice a saramurii. Masurarea debitelor de saramura extrase, presiuni de lucru si concentratie

Debitul de material solid introdus in sonda s-a mentinut in jurul valorii de 1,6 – 1,8 m³/min, acest lucru insemnand in jur de 100-110 m³/h. Volumul de saramura concentrata ce a fost introdus in amestecul solid s-a mentinut in limitele 60-80 m³/h, acest lucru semnificand un procent 30-40% din amestecul introdus.

Regimul de lucru mentinut a fost in jur de 8 ore de lucru pe zi, insa, au fost zile cand acest regim a fost modificat, in special in prima parte de derulare a etapei, cand problemele aparute au necesitat un ritm de lucru mult mai sustinut, in special din partea partenerului SEM Ramnicu Valcea. Conform datelor colectate si analizate, volumul total de material steril introdus in caverna golului sondei 361 este de 95.145 m³. Acest volum este unul multumitor pentru acest an, tinand cont si de problemele cu care ne-am confruntat, si ne face sa consideram ca in etapa urmatoare (2015), pe un regim de lucru normal, de 150-200 m³/h, considerand un nivel final de umplere de 65%, adica in jur de 377.000 m³ (din cei 580.000 m³ ai golului sondei 361), anul viitor vom avea nevoie de cca. 150, maxim 200 de zile (maximul luat in calcul in conditii din cele mai neprielnice) pentru a finaliza rambleierea golului.

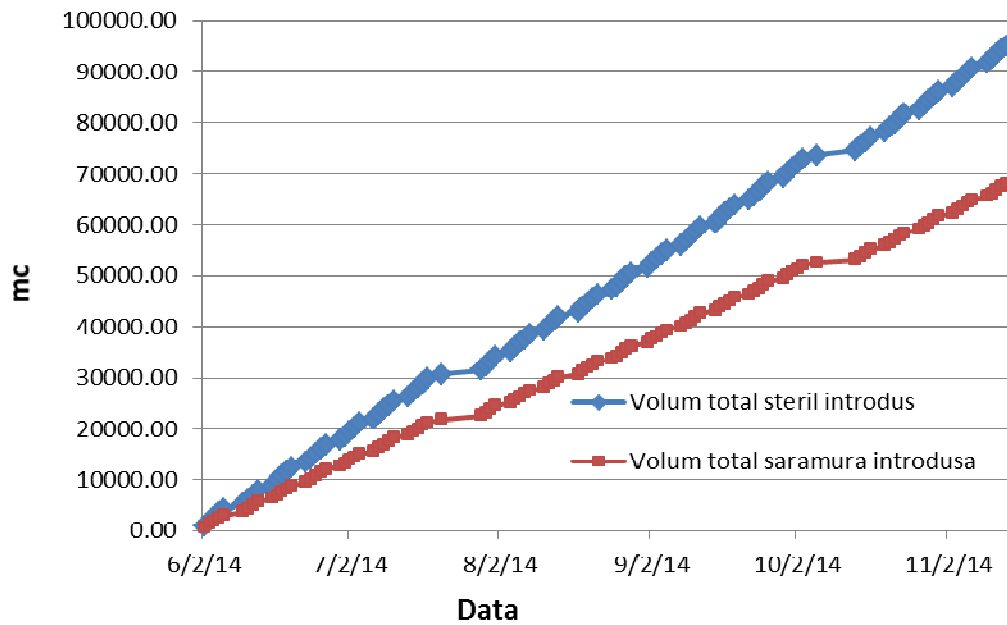


Timpul efectiv de lucru a fost cumulat de 108 zile lucratoare, acordate efectiv procesului de rambleiere, practic perioada in care s-a inceput in mod sustinut introducerea amestecului steril-saramura in caverna sondei 361.

Volumul de steril introdus in caverna s-a situat intre limitele de 752 m³ minima si respectiv 955 m³ maxima. Volumul de saramura din amestec a fost situat in limitele 545 m³ minim si 680 m³ maxim.

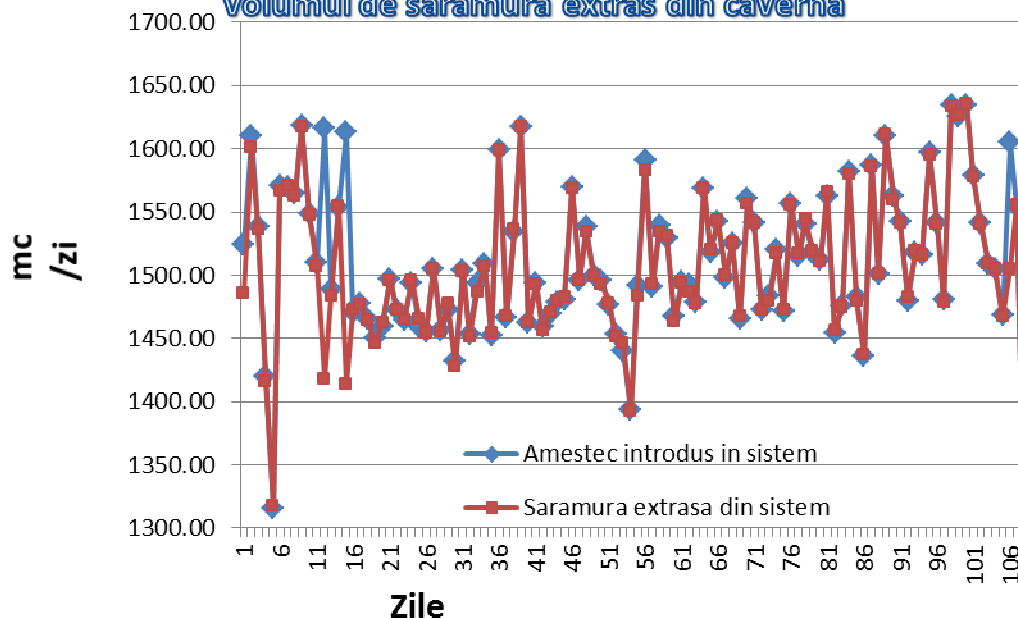
De mentionat ca s-a lucrat cu saramura concentrata extrasa din caverna sondei 361, la 308 mg/l.

Volumele totale de steril si saramura introduse in perioada 2 iunie 2014 - 14 noiembrie 2014



Volumul total de steril introdus in caverna a fost de 95145 m³, iar cel de saramura de 68049 m³. Media de participare la amestec s-a situat in jurul valorilor de 30-40% saramura si respectiv 70-60% steril.

Volumul de amestec introdus in caverna si volumul de saramura extras din caverna



In perioada 2 iunie 2014 – 15 noiembrie 2014 volumul de amestec introdus in caverna sondei 361 a fost de 163194 m³, dintre care, 95145 m³ steril si 68049 m³ saramura.

Activitatea 3.3. Ridicari topografice pe reperii instalati. Preluarea si interpretarea datelor

Monitorizarea suprafetei aferente lucrarilor de amenajare si rambleiere a cavernei sondei 361 se face prin urmarirea reperilor amplasati in teren, prin masuratori in vederea determinarii deplasarilor verticale.

Efectuarea masuratorilor topografice pe reperii de urmarire si pe bornele betonate s-a realizat in doua etape, dupa cum urmeaza:

Faza I

Lucrari executate in teren:

S-au constituit 2 aliniamente longitudinale in zona sondei S 361 si a forajului de cercetare, formand o statie topografica de urmarire cu 8 de reperi de urmarire a stabilitatii terenului

Masuratori topografice de planimetrie si nivelment: Operatiuni topo-cadastrale: Lucrarea a fost executata in sistem STEREOGRAFIC 1970 si sistem de cote Marea-Neagra, folosindu-se statia totala Leica TC307.

Pentru incadrarea in sistem s-au folosit urmatoarele borne (Tabel nr.1), determinate anterior :

Tabelul 1.

Nr. Crt.	Denumire punct	X(m)	Y(m)	Z(m)
1	B	398395.640	443723.850	281.157
2	G2N	399373.833	443579.659	358.329
3	G1	398979.916	444024.184	282.026
4	RD4	398993.802	444331.040	273.970

Pentru executarea lucrarii s-a stationat cu aparatul LEICA TC 307 pe borna G2N, s-a dat orientarea catre borna B, dupa care s-a vizat punctul de statie 1 din care s-au radiat 167 puncte reprezentand: taluze, picioare de sonda, stalp electric fier, stalp electric beton, margine drum, foraj, margine platforma, tarusi de lemn.

Din punctul de statie 1 s-a vizat punctul de statie 312 radiindu-se 2 puncte reprezentand: nivel lac. Din punctul de statie 1 s-a vizat punctul de statie 307 radiindu-se 2 puncte reprezentand: tarusi de lemn. Din punctul de statie 307 s-a vizat punctul de statie 315 radiindu-se 2 puncte reprezentand: tarusi de lemn.

S-a stationat cu aparatul Leica TC307 pe borna G1 determinata anterior, cu viza spre borna RD4 radiindu-se 121 puncte reprezentand: contur lac, nivel lac.

Din statiile poligonale prezentate anterior s-au ridicat detalii din Campul I Ocele Mari si Campul II Ocele Mari .

Au fost plantati un numar de 8 reperi de urmarire, avand rolul de a urmari deplasarile orizontale (X si Y) si deplasarile verticale (Z) care se inregistreaza la reperi.

Observatiile au fost efectuate cu statia totala Leica TC 307, care asigura o precizie de 7" pentru determinarile unghiulare si de $\pm (3 + 2\text{ppm} \times D)$ pentru distante.

Reprezentarea in format dwg., si dxf. a Planului topografic s-a realizat cu ajutorul programului AutoCad, scara 1:2000.

Eroarea de determinare a punctelor de sprijin este de 3 cm, iar a punctelor de pe contur este de 7 cm si se incadreaza in toleranta ± 10 cm.

ETAPA II:

Lucrari de teren executate:

Pentru efectuarea masuratorilor topografice de precizie in zona Campului I de sonde, pentru urmarirea in timp a dinamicii fenomenului de scufundare s-a propus completarea sistemului de reperaj existent, cu amplasarea unui numar de 22 reperi metalici in sol.

Masuratori topografice efectuate:

Pentru incadrarea in sistem s-au folosit urmatoarele borne (Tabel nr.2), determinate anterior :

Tabel Nr. 2

Nr. Crt.	Denumire punct	X(m)	Y(m)	Z(m)
1	B	398395.640	443723.850	281.157
2	G1	398979.916	444024.184	282.026
3	G2N	399373.833	443579.659	358.329
4	G2	399275.826	443599.953	343.401
5	RD4	398993.802	444331.040	273.970

Din statiile poligonale prezentate anterior s-au ridicat detalii din Campul I Ocele Mari si Campul II Ocele Mari .

Au fost plantati un numar de 22 reperi de urmarire, avand rolul de a urmari deplasarile orizontale (X si Y) si deplasarile verticale (Z) care se inregistreaza. Punctele vechi sunt materializate prin borne din beton.

Reprezentarea in format dwg., si dxf. a Planului topografic s-a realizat cu ajutorul programului AutoCad, scara 1:2000.

Deplasarea verticala determinata pe reperii de urmarire, plantati in anul 2012

Pentru determinarea deplasarii verticale ale reperilor de urmarire, s-au efectuat masuratori de nivelment, pentru obtinerea cotei (z) pentru fiecare reper.

Aprecierea stabilitatii reperelor, prin masuratori topografice de nivelment, se face prin compararea diferentelor de nivel dintre masuratoarea zero (primara) si masuratoarea curenta.

Pe baza rezultatelor masuratorilor de nivel efectuate in perioada noiembrie 2012 - noiembrie 2014, s-a reprezentat diagrama de variatie a deplasarii verticale, din care a rezultat evolutia pentru fiecare reper de urmarire.



Diagrama de variatie a deplasarii verticale pentru perioada Noiembrie 2012 - Noiembrie 2014, ΔZ [m]

Deplasarea orizontala (Δx si Δy) determinata pe reperii de urmarire, plantati in anul 2014

Pe baza rezultatelor masuratorilor de nivel efectuate in lunile octombrie – noiembrie 2014, s-a reprezentat diagrama de variatie a deplasarii verticale, din care a rezultat evolutia pentru fiecare reper de urmarire.

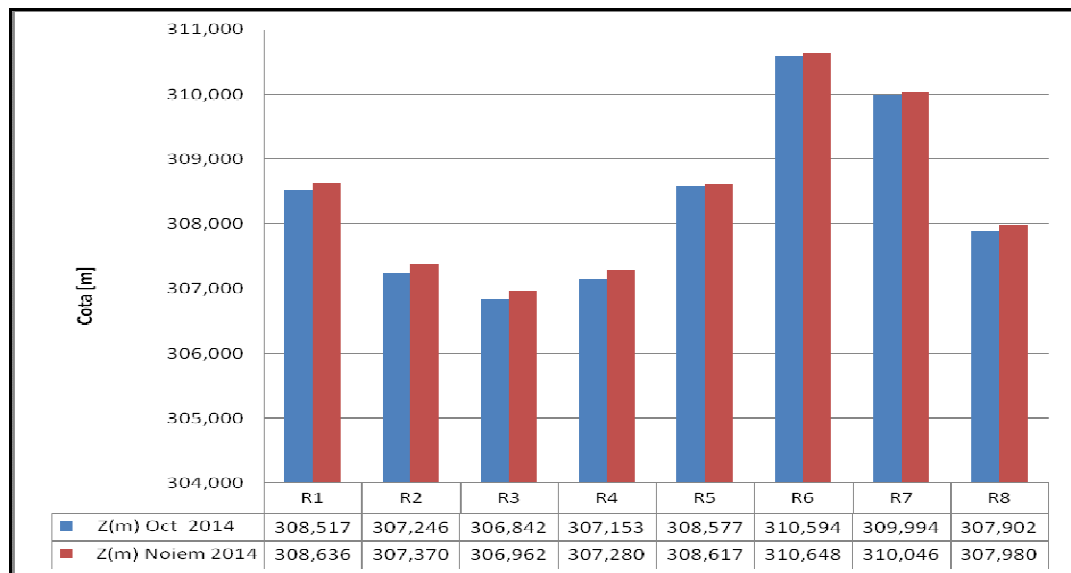
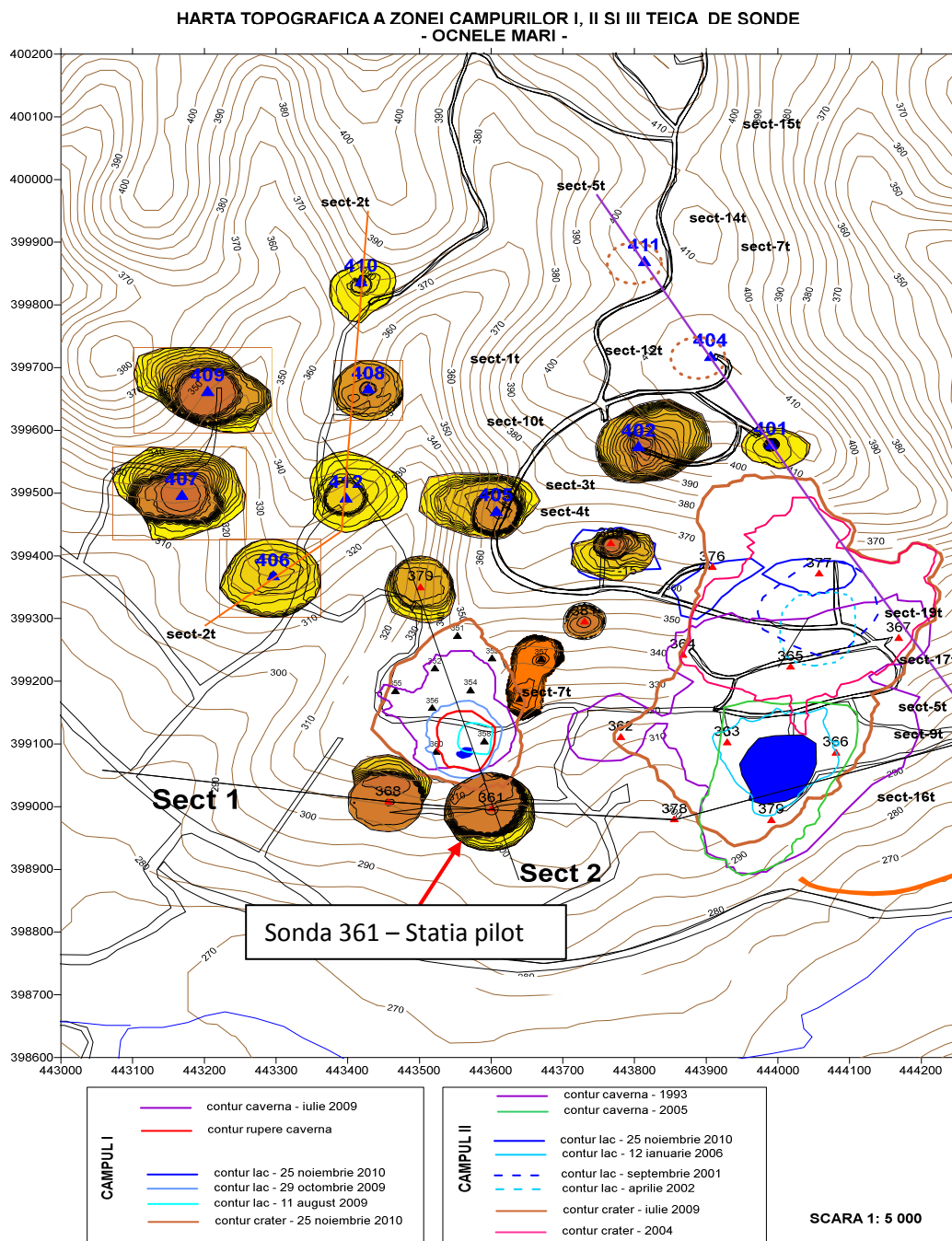


Diagrama de variatie a deplasarii verticale pentru perioada Octombrie - Noiembrie 2014, ΔZ [m]

In anul 2014, in zona Ocnelor Mari, au cazut precipitatiile importante, lucru care se regaseste in cota ridicata a lacurilor din Campurile I si II de sonde. Precipitatiile cazute in anul 2014 a facut ca activitatea in zona sa se desfasoare cu dificultate.

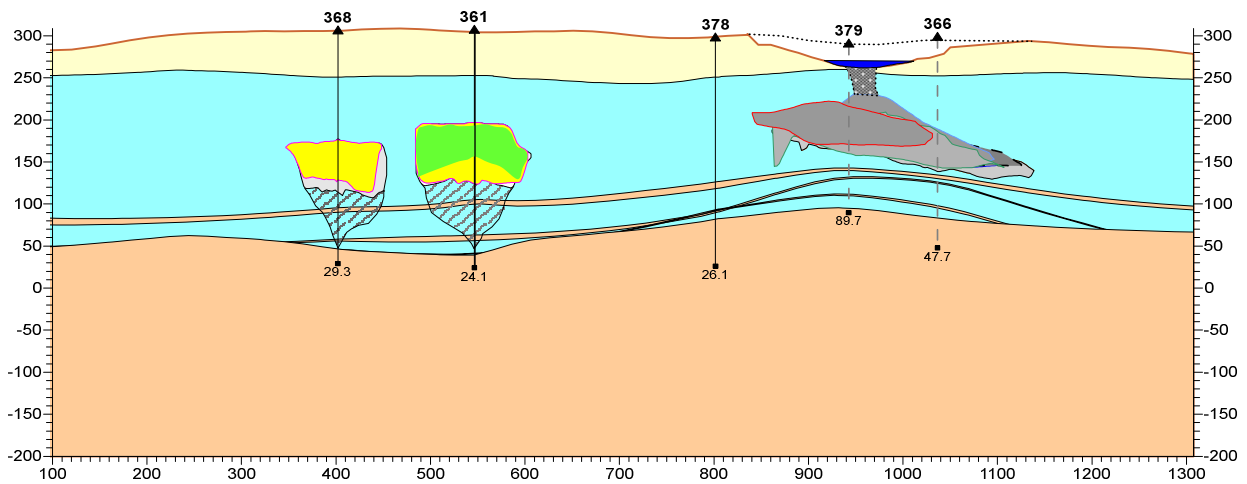
Activitatea 3.4. Masuratori cavernometrice periodice: Masurarea cavernometrica a evolutiei golului; Preluarea si interpretarea datelor

Incepand cu dezafectarea Campului II, continuand cu dezafectarea Campului I de Sonde, informatiile au demonstrat clar ca exista o conexiune directa intre modificarile survenite, in special la nivelul ridicarilor topografice, modificari datorate conexiunilor hidraulice existente intre Campurile I, II si o oarecare influenta in Campul III Teica. Acesta este motivul pentru care s-a alocat o atentie deosebita cavernometriilor celor trei campuri, cu accent pe zona de interes a Sondei 361, unde este pozitionata statia pilot.



Sectiune geologica prin Sondele 368, 361 si caverna SOCON (caverna dezafectata)

Sectiunea 1

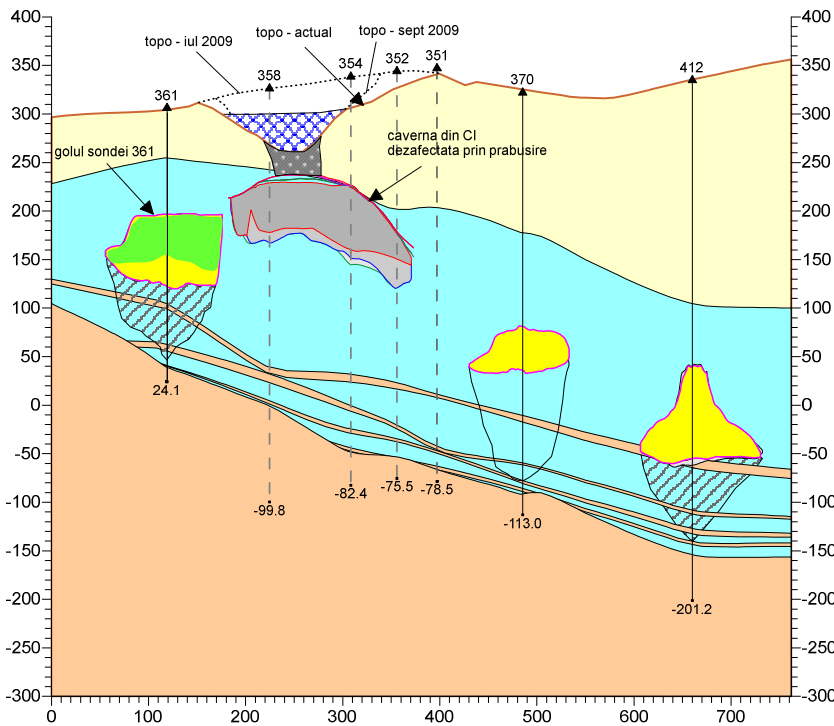


- contur masurat in 2014
- contur masurat in 2011
- contur masurat in 2010 - 1
- contur masurat in 2010 - 2
- masuratori anterioare

SCARA 1:5000

Sectiune geologica prin sonda 361, Campul I (caverna dezafectata), SONDELE 370 (CII) SI 412 (CIII Teica)

Sectiunea 2

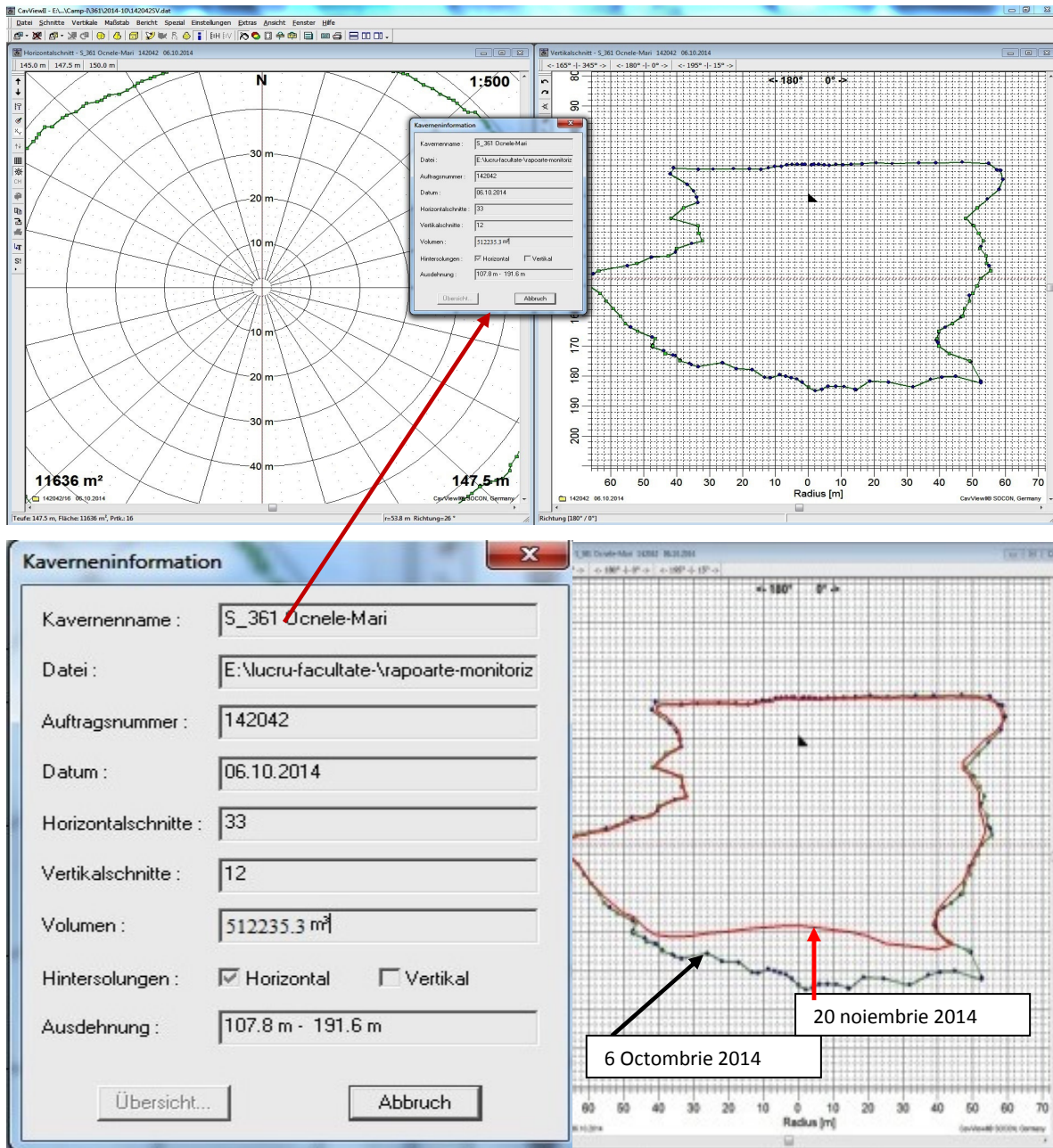


- contur masurat in 2014
- contur masurat in 2011
- contur masurat in 2010 - 1
- contur masurat in 2010 - 2
- masuratori anterioare

SCARA 1:5000

Cele doua sectiuni geologice reprezentative, ce traverseaza golul sondei 361, aduc in atentia noastra evolutia golului sondei 361, conform ultimelor masuratori cavernometrice efectuate.

Masuratorile cavernometrice executate in 2014 pe golul sondei 361 au pus in evidenta micșorarea golului, micșorare survenita in urma procesului de rambleiere cu amestec format din material solid si saramura concentrata.



La nivelul lunii octombrie, mai precis in 6 octombrie 2014 cand s-a realizat prima cavernometrie, s-a constatat ca volumul golului sondei 361 era de 512235.5 m³, adica cu 64176.7 m³ mai redus fata de volumul golului sondei 361 masurat ultima data in 2011, cand era de 576412.2 m³. Pana la ultima masuratoare din 20 noiembrie 2014, volumul golului sondei 361 a mai scazut cu cca 25.000 m³, conform datelor cavernometrice.

Trebuie sa avem in vedere limita cavernometrului in aceste masuratori, insa, per ansamblu suntem foarte aproape de calculele noastre privitoare la evolutia volumului cavernei sondei 361, dupa inceperea procesului controlat de rambleiere.

Activitatea 3.5. Monitorizarea microseismica a zonelor de concentrare a eforturilor si evolutia acestora in timp

Monitorizarea microseismica a avut ca obiectiv inregistrarea si localizarea evenimentelor aparute pe o arie extinsa, incluzand Campurile de sonde I, II, III si IV. Sistemul de observatie a fost realizat in doua etape:

- Prima etapa terminata in Iulie 2005 a urmarit monitorizarea Campurilor I si in special a Campului II de sonde, supus prabusirii controlate. Sistemul de observatie este alcatuit din 12 foraje de monitorizare dispuse uniform in jurul acestor doua campuri de sonde. In fiecare foraj a fost montate cate 3 geofone monoaxiale, cu frecventa de 15Hz. Forajele au adancime variabila, cuprinsa intre 160m si 360m, astfel incat ultimul geofon sa patrunda in sare la o adancime minima de 5m sub contactul superior steril sare.
- In Decembrie 2007 sistemul a fost extins cu inca 14 foraje pentru monitorizare Campului IV. Sistemul al doilea prezinta aceiasi structura cu cel realizat in prima etapa: fiecare foraj este prevazut cu 3 geofone monoaxiale, cu frecventa de 15 Hz, ultimul geofon fiind instalat la cca 5m sub limita superioara steril-sare.

Informatiile inregistrate in fiecare foraj sunt stocate initial intr-un sistem local (Paladin) si apoi transmis printr-un sistem de antene la statia centrala. Paladinul stocheaza datele timp de 48 ore prevenind astfel pierderea informatiei in cazul unor accidente (caderi de tensiune, defectiuni ale antenelor, etc). Se realizeaza astfel o monitorizare continua a activitatii microseismice permitand prelucrarea in timp real a acesteia. Datorita interfetei grafice sistemul permite cu usurinta identificarea automata sau manuala, a timpilor de sosire ale undelor P si S. Pentru micșorarea raportului semnal-zgomot, sistemul de prelucrare prezinta posibilitatea filtrarii semnalului primar utilizand filtre trece banda.

Data fiind extinderea limitata a zonei s-a considerat un model omogen de distributie ale vitezelor. Acestea au fost determinate utilizand semnalele inregistrate in urma unor explozii de mica intensitate efectuate in cateva sonde. Pentru zonele aferente Campurilor I si II au rezultat valori de 3200m/sec pentru undele P, respectiv de 1700m/sec pentru undele S.

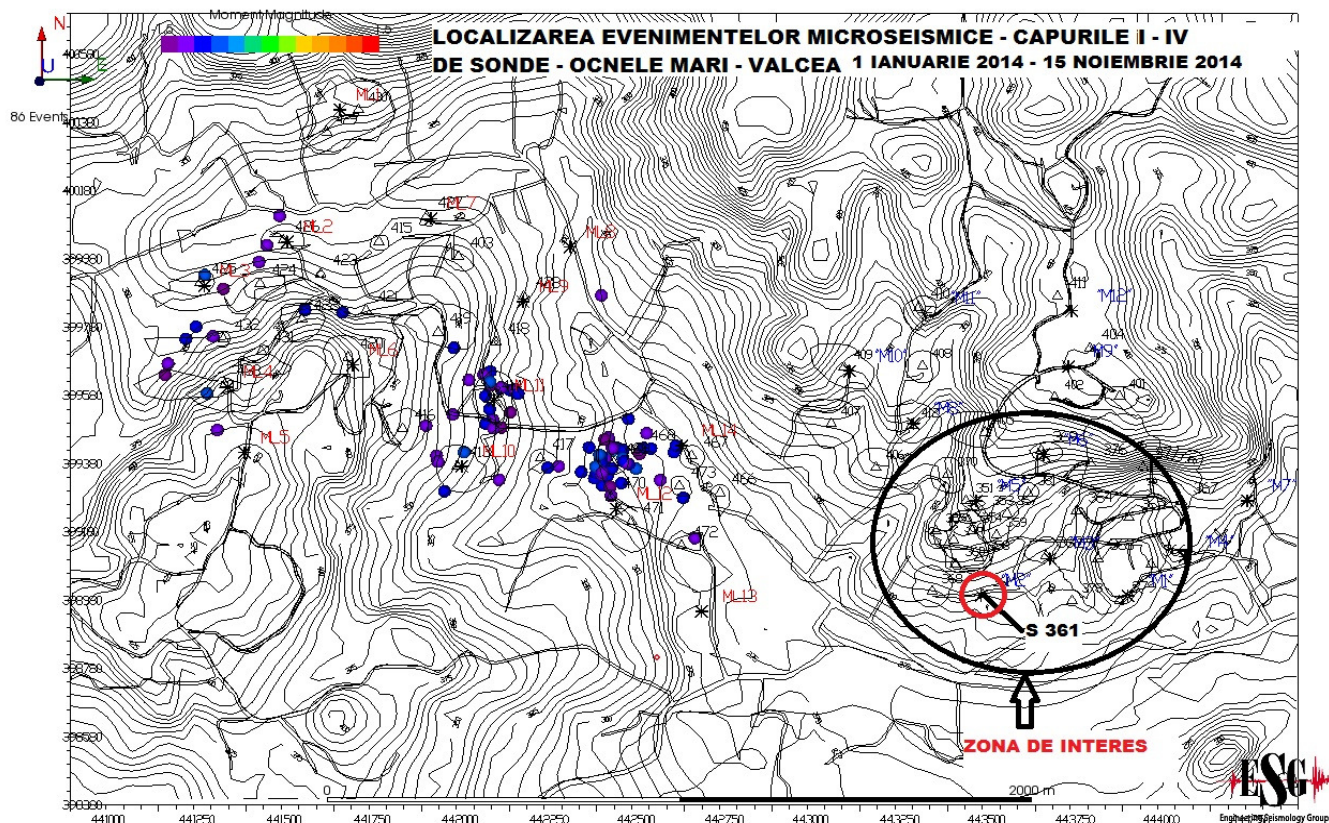
Datorita modului de functionare a sistemului de achizitie a datelor, baza de date microseismice are doua parti distincte:

- Baza de date primara care cuprinde semnalele inregistrate de geofone sub forma de variatie a vitezelor punctului de observatie in functie de timp.
- Baza de date secundara care rezulta din prelucrarea semnalului seismic inregistrat si stocat in baza primara. Datele stocate in baza secundara se refera la caracteristicile principale ale sursei evenimentului si cuprinde:
 - Localizarea evenimentului: coordonatele sursei evenimentului, momentul declansarii acestuia, eroarea de localizare;
 - Magnitudinea momentului seismic;
 - Magnitudinea locala;
 - Energia undelor radiate: energia totala, precum si raportul ES/EP dintre energia undelor primare si cele secundare

Pe baza acestor elemente pot fi deasemeni calculati si alti parametri: efortul si deplasarea in planul fracturii, suprafata acesteia, etc.

Localizarea evenimentelor.

Pornind de la inregistrările geofanelor, localizarea evenimentelor implica determinarea pozitiei sursei, a momentului declansarii acestora si eventual distributia vitezelor. Data fiind extinderea limitata a zonei de studiu vom considera pe tot parcursul prezentarii un mediu omogen si izotrop caracterizat de vitezele VP si VS ale undelor primare si respectiv transversale. Valorile acestor parametri sunt determinate experimental, in urma unor explozii de mica intensitate efectuate in gauri de sonda.



Monitorizarea microseismica a zonei de interes – Campurile I si II de Sonde de la Ocnele Mari (cu accent pe arealul sondei 361 unde este amplasata statia pilot) pentru perioada 1 ianuarie 2014 – 15 noiembrie 2014 nu a semnalat niciun fel de activitate. Practic, in tot intervalul monitorizat, in zona respectiva nu s-au inregistrat evenimente microseismice. Nici in campurile active de sonde de la Ocnele Mari nu a fost o activitate microseismica deosebita, dimpotriva, putem spune ca a fost una foarte slaba, avand in vedere ca in intrega perioada s-au inregistrat doar 86 de evenimente, toate avand magnitudini reduse, fara vreo semnificatie in privinta crearii vreunui dezechilibru geomecanic.

Activitatea 3.6. Monitorizarea permanenta a sistemului de lucru. Raportari zilnice cu privire la evolutia sistemului (presiuni/debite)

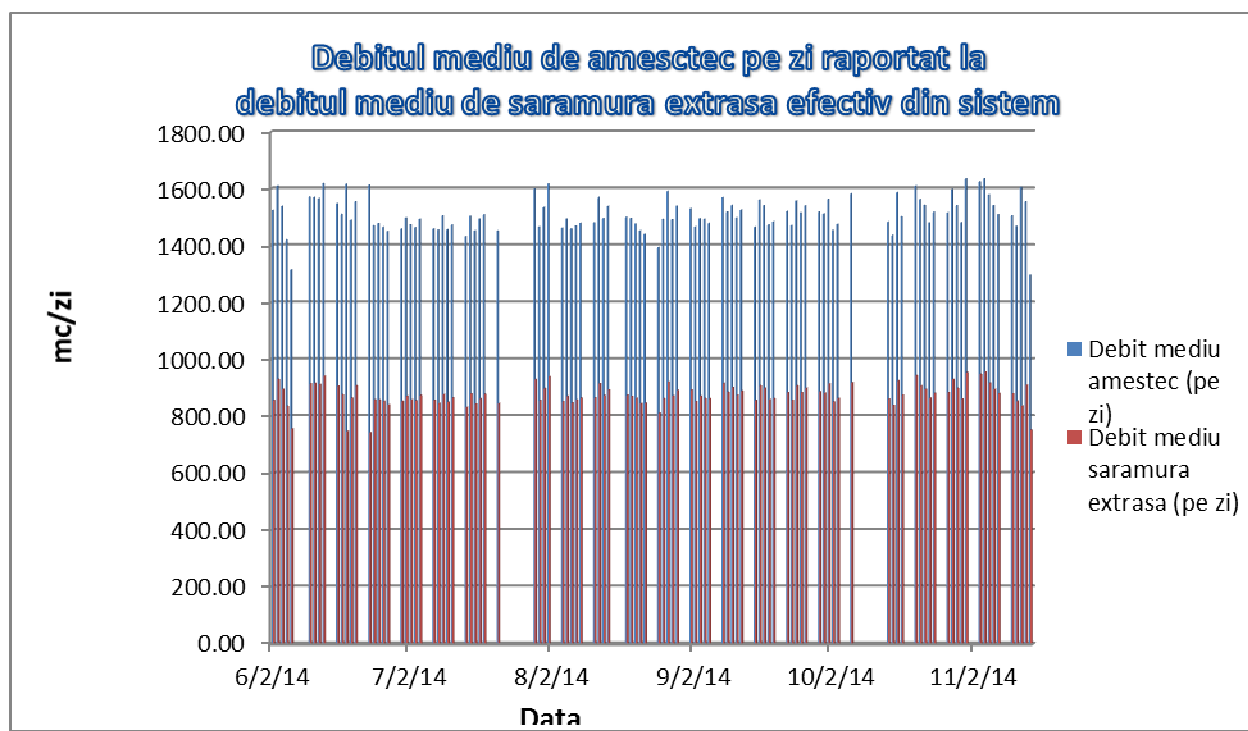
Avand in vedere amploarea acestui proiect, care insumeaza atat o determinare metodologica posibil a fi urmata si in alte situatii asemanatoare si ne referim aici la dezafectarea cavernelor subterane rezultate in urma procesului de expozare a sarii in solutie, cat si rezolvarea efectiva a unei probleme locale de stabilitate, anume, cea a cavernei sondei 361. Din perspectiva stabilitatii, golul acestei sondei nu este unul instabil din punct de vedere geomecanic, daca-l privim ca pe un mecanism individual. Daca-l privim la scara fenomenelor zonale, tinand cont ca distanta din acest gol si caverna dezafectata din Campul I de Sonde este de 15-20 m, daca tinem cont de faptul ca in urma dezafectarii cavernei din Campul I a ramas un crater ce functioneaza ca un bazin colector pentru apele pluviale scurse de pe versanti, ape dulci, ce se pot infiltra in caverna dezafectata si patrunde cu usurinta spre golul sondei 361, determinand dizolvari necontrolate, putem spune ca proiectul de fata are o amploare mult mai mare, responsabilitatile celor implicati fiind cu atat mai importante.

Fiindca toti parterii implicati in proiect cunosc aceste implicatii, ei fiind intr-un fel sau altul martorii evolutiei dezafectarilor anterioare de la Ocnele Mari, masurile de monitorizare sunt tratate cu cea mai mare responsabilitate.

In aceasta ordine de idei, in acest an monitorizarea statiei pilot s-a realizat pe mai multe planuri: monitorizare cavernometrica, topografica, microseismica, masuratori de nivel in sonde Campurilor I si II (cele ramase in loc), urmarirea vizuala zilnica a suprafetei terenului etc.

Un punct important al activitatii de monitorizare l-a avut urmarirea debitelor pe circuitele de intrare si iesire din sistem a saramurii.

In acest sens, s-au facut citiri zilnice ale debitmetrelor, pe intervale orare prestabilite si s-au reglat in mod corespunzator, cand a fost cazul, debitele, in functie de volumul de material steril transportat catre statia pilot, astfel incat sa se mentina acea medie procentuala stabilita pentru amestecul steril-saramura.



Se remarca un procent de saramura extrasa din sistem echivalent cu volumul de steril introdus in sistem.

Activitatea 3.8. Analiza de parcurs a etapei precedente si (eventual) ajustarea parametrilor lucrarilor de dezafectare

Activitatile prevazute in cadrul Etapei II – 2013, si anume, proiectarea instalatiei de rambleiere si a sistemului de transport al materialului steril 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.)*, au facut posibilita inceperea efectiva a transportului de material steril catre zona sondei 361, si inceperea propriu-zisa a rambleierii.

Reamintim ca in cea de a doua etapa a proiectului au fost proiectate si implementate in teren sistemul de transport si cel de introducere al materialului in caverna sondei 361, au fost stabiliti parametrii de lucru ai sistemului si conditiile in care se va realiza monitorizarea complexa a procesului de rambleiere, astfel incat sa obtinem toate informatiile posibile necesare in vederea realizarii unui model clar, aplicabil si in alte zone cu probleme.

Pentru ca proiectul nostru se desfasoara in zona Ocnele Mari, o zona afectata de probleme majore de instabilitate geomecanica, partenerii implicati in proiect au incercat pe cat posibil sa determine evolutia sistemului in ansamblul sau. Noi am urmarit in permanenta evolutia din punct de vedere geomecanic al zonei in care s-a implementat statia pilot, dar si a zonelor invecinate, zone ce pot oricand influenta in mod negativ.

Analiza de stabilitate pe care noi o facem ia in calcul intregul ansamblu al Campurilor I, II si III Teica, asa cum este el evidentiat in harta pe care am afisat-o la activitatea ce a avut in vedere realizarea si interpretarea masuratorilor cavernometrice, cu specificatia ca s-au realizat 20 de sectiuni geologice reprezentative, insa, am ales sa prezentam doar doua, pe cele mai importante pentru arealul statiei pilot.

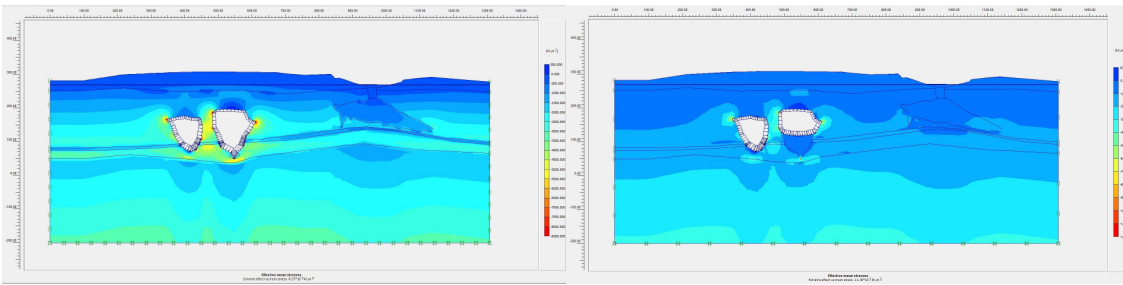
Pe aceste doua sectiuni geologice, numite de noi Sectiunea 1 si Sectiunea 2, am realizat si un calcul numeric, initial si dupa executarea ultimei cavernometrii, pentru a determina modul in care evolueaza stabilitatea golului sondei 361 in timpul procesului de rambleiere.

Pentru modelarea numerica s-a folosit programul Plaxis, un program de modelare cu elemente finite. Analiza s-a realizat atat pentru “problema plana” cat si pentru cea “asimetrica” sau radiala. Pentru sare s-au folosit urmatorii parametrii geomecanici: modulul de elasticitate = $1,075 \times 10^7$ kN/m², coeficientul lui Poisson = 0,3, coeziunea = 2000 kN/m², unghiul de frecare = 40 de grade. De asemenea, s-au considerat viteza undelor S de 1357 m/s, iar cea a undelor P = 2539 m/s. Aceste viteze se cunosc de la punerea in functiune a sistemului de monitorizare microseismica, in baza unor determinari pe 3 foraje experimentale (in care au fost induse explozii). Pentru sterilul din partea inferioara a zacamentului s-au folosit urmatorii parametrii geomecanici: greutatea volumetrica in stare saturata = 21 kN/m², iar cea nesaturata = 19 kN/m², permeabilitatea in plan de 1 m/zi, modulul de elasticitate $E=9,5 \times 10^4$ kN/m², coeficientul lui Poisson = 0.25, coeziunea de 500 kN/m², unghiul de frecare de 30 grade, viteza undelor P=140 m/s, iar cea a undelor S=242 m/s. Pentru sterilul din partea superioara a zacamentului de sare s-au folosit urmatorii parametrii: aceeasi greutate volumetrica ca la cel din partea inferioara a zacamentului, modulul de elasticitate a fost considerat la $2,75 \times 10^4$ kN/m², coeficientul lui Poisson = 0.25, coeziunea = 100, iar unghiul de frecare = 20 grade. Materialul de umplutura din caverna dezafectata, dar si din baza golului sondei 361 (materialul introdus de noi in procesul de rambleiere) s-a considerat a fi un steril cu proprietati asemanatoare cu cel din partea superioara a zacamentului de sare, exceptie facand coeziunea care s-a considerat a fi 0, iar unghiul de frecare 20 grade (asa cum a rezultat din analizele de laborator realizate in etapa anterioara).

Pentru problema plana (practic golurile sunt considerate a fi niste tuneluri cu lungime infinita), adica situatia cea mai nefavorabila, rezultatele au fost urmatoarele:

SECTIUNEA 1

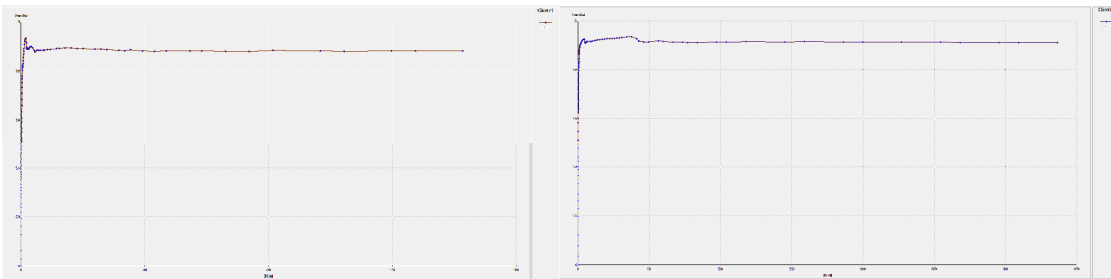
- Efortul relativ de forfecare – se observa diminuarea zonelor cu risc crescut la forfecare



Initial

Dupa rambleierea partiala

- Factorul de siguranta – se observa o crestere a factorului de siguranta de la 1,88 la 1,92

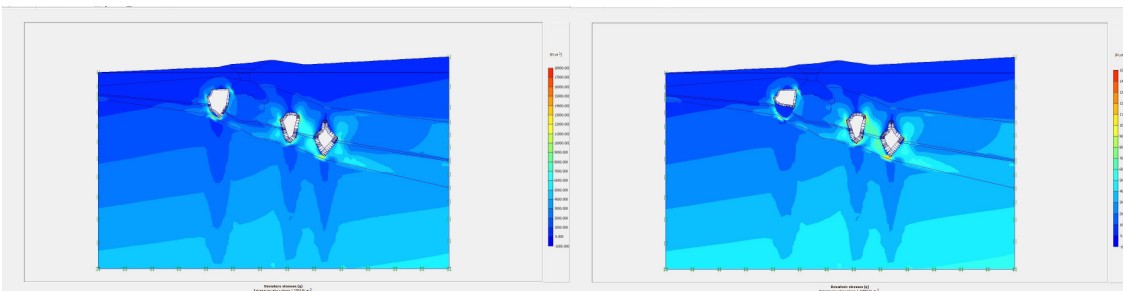


Initial, valoarea FS=1.88

Dupa rambleierea partiala, valoarea FS=1.92

SECTIUNEA 2

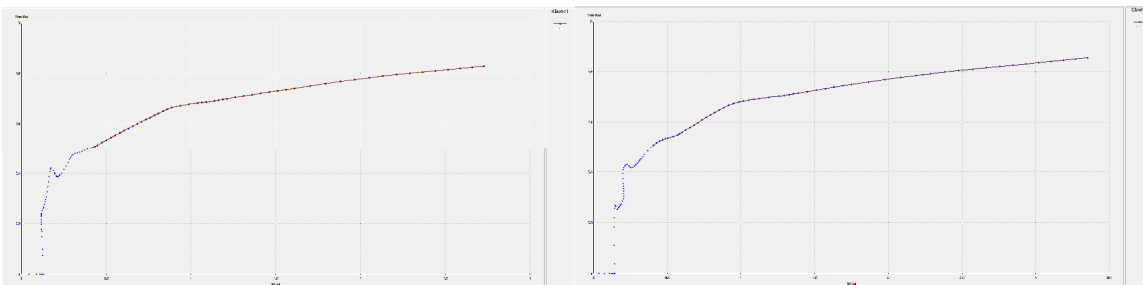
- Efortul relativ de forfecare – se observa o usoara diminuare a zonelor cu risc crescut la forfecare



Initial

Dupa rambleierea partiala

- Factorul de siguranta – se observa o crestere a factorului de siguranta de la 1,82 la 1,86



Initial, valoarea FS=1.82

Dupa rambleierea partiala, valoarea FS=1.86

Avand in vedere cele constatate anterior, s-a hotarat continuarea procesului de rambleiere, cu aceiasi parametrii, tinand cont ca, toate analizele au iesit favorabile, in special cele legate de stabilitate, care, sunt in definitiv, principala noastra tinta.

BIBLIOGRAFIE

1. M. Stamatiu – „Mecanica rocilor”, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1962;
2. D. Stematiu – „Mecanica rocilor”, Editura Didactică și Pedagogică, R.A. – București, 1997;
3. L. Hormander - The analysis of linear differential operators, Springer, 1983-85
4. V. Barbu, - ”Metode matematice în optimizarea sistemelor diferențiale”, Ed. Academiei,1989;
5. S. G. Brenner&L. R. Scott- The Mathematical Theory of Finite Element Methods, Springer Verlag, New York, 1994
6. R. Dautray & J.-L. Lions, Analyse mathématique et calcul numériques pour les sciences et les techniques, Masson, 1988
7. I. Rosca, Metoda elementului finit (note de curs) – 2001
8. P.Solin, K. Segeth, I. Dolezel, Higher-Order Finite Element Methods, Chapman & Hall, CRC, 2004
9. I. Paraschiv- Munteanu, S. Cleja-Tigoiu, E. Soos: Teoria plasticitatii cu aplicatii in geomecanica, Ed Universitaii, 2001.
10. Bancila I. – Geologie inginerasca. Vol. 1 si 2. Editura Tehnica, Bucuresti, 1981
11. Blyth F. G. N. & de Freitas M. H. – A Geology for Engineers. Edward Arnold. A division of Hodder & Stoughton, London, 1984.
12. Manea S., Batali L., Popa, H. – Mecanica Pamânturilor. Elemente de teorie. Încercari de laborator. Exercitii. Editura Conspress, Bucuresti, 2003.
13. Marchidanu E. – Lucrari practice de geologie inginerasca. Prospectiune, cartografie, calculul rezervelor de roci utile. Editura Tehnica, Bucuresti, 1997.
14. Todorescu A. – Proprietatile rocilor. Editura Tehnica, Bucuresti, 1984
15. Manualele programului PLAXIS – stiintific, tutorial, referinte, validare
16. Sandu, C., Rădulescu, I. , Răduț, M., Neagu, A.– Editura Tehnică, Probarea zăcămintelor de substanțe minerale solide, 1978
17. Stoica, C. și Gherasie, I. – Editura Tehnică, Sarea și sărurile de Potasiu și Magneziu din România, 1981
18. ICPMSN Cluj-Napoca, Studiu simbol 50.261, Stabilirea parametrilor tehnologici ai metodelor de exploatare a sării prin dizolvare, 1986
19. SC ICPM SA Cluj-Napoca, Studiu simbol 50.639, Studiul factorilor complecși de influență a tehnologiilor de exploatare a sării geme în scopul fundamentării protecției zăcămintelor și mediului înconjurător, 1994