

TEZĂ DE DOCTORAT

CERCETĂRI PRIVIND DIRIJAREA CONTROLATĂ A PRĂBUȘIRII ROCILOR DIN PLANȘEUL GOLURILOR REZULTATE ÎN URMA EXPLOATĂRII PRIN DIZOLVARE A ZĂCĂMINTELOR DE SARE GEMĂ

Conducător științific:

Prof.univ.dr.ing. **COZMA** Eugen

Doctorand:

Ing. **MIHUȚ** SORIN

CUPRINS	1
CUVÂNT DE MULȚUMIRE	7
INTRODUCERE	9
CAPITOLUL I – GEOLOGIA PRINCIPALELOR ZĂCĂMINTE DE SARE GEMĂ DIN ROMÂNIA EXPLOATATE PRIN DIZOLVARE	13
CAPITOLUL II – CARACTERISTICILE GEOMECANICE ALE SĂRII GEME	25
CAPITOLUL III – METODE DE EXPLOATARE A SĂRII GEME PRIN DIZOLVARE	49
CAPITOLUL IV – EFECTELE EXPLOATĂRII SĂRII PRIN SOLUȚIE	85
CAPITOLUL V – EXPLOATAREA SĂRII PRIN SOLUȚIE LA OCNELE MARI	99
CAPITOLUL VI – ANALIZA STABILITĂȚII CAVERNEI SOCON PRIN MODELARE NUMERICĂ CU ELEMENTE FINITE	123
CAPITOLUL VII – STABILIREA SOLUȚIILOR OPTIME PENTRU ÎNLĂTURAREA SITUAȚIILOR DE RISC DIN CÂMPUL II DE SONDE OCNELE MARI	143
CAPITOLUL VIII – CONCLUZII, CONTRIBUȚII ȘI PROPUNERI	163
BIBLIOGRAFIE	169
ANEXE	173

Cuvinte cheie: sare gemă, exploatare, stabilitate, modelare numerică, dizolvare hidrolică, prăbușire controlată.

Exploatarea sării în România s-a făcut, în decursul a două milenii, pe cale uscată. Abia la sfârșitul secolului al XVIII-lea s-a început exploatarea sării în soluție (la Cacica), prin evaporarea saramurii din izvoarele sărate ale regiunii, iar un secol mai târziu s-a trecut la extracția sării prin dizolvare în 3 bazine circulare cu diametrul de 100 m, amplasate în lucrări miniere subterane, sub cota orizontului II, denumite: Vasile Alecsandri, Ciprian Porumbescu și Mihai Eminescu, care au funcționat până în anul 1950.

La Ocna Mureș, exploatarea sării prin dizolvare a luat amploare după înființarea uzinei de produse sodice. Inițial, producția de saramură s-a ridicat la cca. 45 m³/zi, cantitate rezultată din apa colectată în drenajele de protecție ale masivului de sare, ieșit la suprafață.

Zăcămintul de sare Ocnele Mari a fost exploatat prin sonde de dizolvare în mai multe câmpuri de sonde forate de la suprafață, saramura extrasă constituind materia primă pentru produsele sodice și chimice fabricate pe platforma industrială Govora.

Saramura, din care prin evaporare se obține sarea, se extrage fie prin dizolvare dinamică, fie prin dizolvare statică.

Prima metoda folosește, pentru dizolvarea sării, un curent de apă dulce introdus în masivul de sare, printr-o sonda prevăzută cu echipamentul necesar. Saramura rezultată în urma acțiunii de dizolvare a apei asupra masivului de sare este evacuată la suprafață la o concentrație de 31 – 32 °Kappeler.

Cea de a doua metodă folosește pentru dizolvarea sării o serie de lucrări miniere subterane care se umplu cu apă. Apa din lucrările miniere dizolvă pereții de sare, până la obținerea unei saramuri cu o concentrație de 31 – 32 °K. Saramura saturată este evacuată, iar în continuare operațiile de umplere cu apă și evacuarea saramurii se repetă până când rezultă un bazin de forma proiectată (prismatică sau tronconică). În țara noastră, metoda bazată pe principiul dizolvării statice nu se mai aplică datorită dezavantajelor pe care le prezintă (cost ridicat și durată mare pentru realizarea lucrărilor de deschidere și pregătire, producția de saramură discontinuă ș.a.).

Extragerea sării prin sonde sub formă de soluție reprezintă o metodă simplă și cu anumite avantaje față de extracția sării geme în stare solidă, prin lucrări miniere. Eficacitatea acestui procedeu constă din preturi de producție mici, cheltuieli de transport minime, posibilitatea valorificării zăcămintelor de sare gemă cu intercalații de steril și adâncime mare de exploatare.

În prezent, câmpurile de sonde de dizolvare abandonate reprezintă un pericol real, prin procesul de dizolvare necontrolată care pot duce la dezvoltarea unor caverne de mari dimensiuni, cu planșee de siguranță a căror grosime nu mai corespunde din punct de vedere al portanței.

O cunoaștere insuficientă a problemelor legate de exploatarea sării prin dizolvare poate conduce la pierderea controlului asupra dizolvării și distrugerea pilierilor dintre camerele de dizolvare.

Pentru a răspunde la tema studiată, prezenta lucrare a fost dezvoltată pe 9 capitole după cum urmează:

Capitolul 1 – *Geologia principalelor zăcăminte de sare gemă din România exploatate prin dizolvare* – prezintă o scurtă caracterizare din punct de vedere geografic, geologic și hidrogeologic a principalelor zăcăminte de sare gemă exploatate în țara noastră.

Capitolul 2 – *Caracteristicile geomecanice ale sării geme* – prezintă o sinteză a rezultatelor cercetărilor efectuate în țara noastră cu privire la caracterizarea sării geme și a rocilor înconjurătoare din punct de vedere fizic, mecanic, elastic și reologic.

Capitolul 3 – Metode de exploatare a sării geme prin dizolvare – descrie sumar principalele metode aplicate la exploatarea sării prin dizolvare atât pe plan intern cât și internațional.

Capitolul 4 – Efectele exploatării sării prin soluție – conține date cu privire la posibilitatea apariției anumitor fenomene, atât în timpul exploatării cât și după încetarea acesteia, fenomene ce pot conduce la dezastre de proporții.

Capitolul 5 – Exploatarea sării prin soluție la Ocnele Mari – prezintă o scurtă descriere în ceea ce privește modul de amplasare a sondelor (și a câmpurilor de sonde) la Ocnele Mari, tehnologiile aplicate, producții realizate și probleme apărute în timpul exploatării. De asemenea se prezintă situația sondelor și a golurilor de dizolvare din cele patru câmpuri de sonde Ocnele Mari în momentul de față.

Capitolul 6 – Analiza stabilității cavernei SOCON prin modelare numerică cu elemente finite – prezintă o analiză, realizată cu ajutorul unui program de modelare numerică cu elemente finite, privind stabilitatea unei caverne apărute în câmpul II de sonde Ocnele Mari ca urmare a unirii mai multor goluri de dizolvare.

Capitolul 7 – Stabilirea soluțiilor optime pentru înlăturarea situațiilor de risc din câmpul II de sonde Ocnele Mari – descrie în detaliu metoda aplicată în vederea soluționării problemei legate de înlăturarea situațiilor de risc din câmpul II de sonde Ocnele Mari, prezentând lucrările ce au fost executate în teren.

Capitolul 8 – Concluzii, contribuții și propuneri – rezumă ideile principale ale prezentei lucrări, prezentând de asemenea contribuțiile proprii ale autorului și unele propuneri privitoare la tema studiată.

Scopul lucrării de față este acela de eliminare a riscului asociat prăbușirii necontrolate a rocilor din planșeul golurilor rezultate în urma exploatării prin dizolvare a zăcămintelor de sare gemă. Având în vedere acest fapt, prezenta lucrare urmărește testarea unei metode de dezafectare a cavernelor rezultate în urma exploatării sării prin dizolvare, având ca studiu de caz problema majoră a exploatării sării prin dizolvare la Ocnele Mari. Am ales acest studiu de caz întrucât în perioada 2004-2006 am participat activ la soluționarea problemei legate de înlăturarea situațiilor de risc în perimetrul afectat de exploatarea câmpului II de sonde Ocnele Mari.

Concluzii

Zăcămintul de sare gemă de la Ocnele Mari a fost exploatat intensiv, prin metoda dizolvării cinetice, încă din anul 1959, prin zece sonde (Câmpul I), apoi din anul 1966, prin încă cincisprezece sonde (Câmpul II).

Producția realizată a reprezentat circa 36% din totalul de sare exploatată la Ocnele Mari până la 01.01.2006.

Activitatea de exploatare în Câmpul I a fost oprită în anul 1973. În anul 1993 au fost măsurate cavernometric golurile de dizolvare unite a zece sonde din Câmpul II (caverna SOCON), cu un volum de saramură sub presiune de peste 4,5 milioane m³ și o suprafață orizontală de circa 10,5 ha plasată sub localitate.

Din studiile de stabilitate realizate s-a constatat că prăbușirea rocilor din tavanul cavernei SOCON este inevitabilă, putându-se produce în orice moment.

În consecință, activitatea de exploatare în Câmpul II a fost oprită. Ca efect al acestor lucrări s-a declanșat un proces de instabilitate a terenului din zonă, amplificat și de golurile subterane rămase din exploatări mai vechi necunoscute.

Întrucât aplicarea unor măsuri a fost întârziată aceste fenomene de scufundare a suprafeței au dus la prăbușirea suprafeței terenului în anul 2001, prăbușirea producându-se în zona în care a rezultat din calculele de stabilitate realizate (zona în care coeficientul de stabilitate este mai mic decât 1 – vezi fig. 6.22).

Pentru eliminarea consecințelor evenimentelor produse în acea perioadă a fost întocmit Programul de măsuri pentru lichidarea situației din Câmpul II – Ocnele Mari nr. 172.822/28.07.2004, aprobat de Ministrul de Stat al M. E. C, în baza cărora s-au elaborat studii de fezabilitate, proiecte tehnice și programe specifice de monitorizare permanentă și s-au executat o serie de lucrări de protecție și refacere a mediului și de punere în siguranță a gospodăriilor și cetățenilor. De asemenea, planul de acțiuni vizează măsuri și proiecte pentru exploatarea în siguranță a Câmpurilor III și IV.

În baza documentațiilor tehnice elaborate ca urmare a acestui program și a Hotărârilor de Guvern care au urmat, în perioada 2001 – 2007, au fost executate o serie de lucrări de protecție și refacere a mediului, de punere în siguranță a gospodăriilor și cetățenilor, cum ar fi:

- construirea unui cartier de locuințe și strămutarea a 49 de gospodării individuale, afectate de prăbușirea din Câmpul II, în cartierul Copăcelu - municipiul Râmnicu Vâlcea;
- construirea unui dig de retenție pentru saramura debușată din Câmpul II;
- canal de evacuare saramură între dig și decantor;
- decolmatare decantor și Pârâul Sărat;
- amenajare teren (execuție drumuri tehnologice, demolare turle sonde);
- extragere fluid izolat din Câmpul II (recuperat cca. 784 m³);
- lucrări pentru prăbușirea controlată a tavanului Câmpului II;
- refacere de drumuri, rețele de utilități (apă, electricitate, etc.) și stație de pompare apă;
- refacere grup sanitar școală (s-a construit un corp nou de clădire lipit de școală);
- regularizări și amenajări ale cursurilor de apă din zona de influență:
 - râul Sărat între decantor și ieșirea din localitate, în lungime de 6,7 km;
 - Valea Sărată;
- refacerea rețelei de apă industrială și saramură pe o lungime de 1 km;
- lucrări de consolidare a digului de retenție – Câmpul II, partea vestică și goliri de preaplin;
- evaluarea proprietăților calamitate și a terenurilor poluate cu saramură, în două etape;
- plata despăgubirilor pentru lipsa de folosință a terenurilor poluate cu saramură, integral până în anul 2007 și cumpărarea proprietăților calamitate;
- refacerea și extinderea sistemului de monitorizare a câmpurilor de sonde, inclusiv la cele aflate în exploatare (Câmpurile III și IV).

Soluția aplicată, pentru înlăturarea situației de risc din Câmpul II de sonde Ocnele Mari, a fost prăbușirea „controlată” a rocilor din tavanul cavernei prin dizolvarea cinetică a planșeului de sare. Punerea în aplicare a acestei soluții a fost realizată de către societatea S.C. FlowTex Service S.A. Mediaș în colaborare cu Universitatea din București.

Dizolvarea cinetică a planșeului de sare s-a realizat prin intermediul a 10 foraje de alimentare (prin care s-a introdus agent de dizolvare – saramură la un conținut de NaCl de aproximativ 105g/l) și 2 foraje prin intermediul cărora saramura era evacuată și transportată către consumator. Pentru evitarea unei prăbușiri necontrolate, prin intermediul acestui circuit s-a încercat păstrarea unei sarcini piezometrice constante în cavernă (aproximativ 295m) pentru o perioadă cât mai mare de timp.

La cinci luni de la începerea procesului de dizolvare, după introducerea unui volum total de agent de dizolvare de aproximativ 1,4 mil.m³, la suprafață a apărut un con de scufundare, deasupra forajelor S1 și S2. În perioada imediat următoare frecvența evenimentelor microseismice înregistrate a crescut, apărând de-a lungul aliniamentelor de foraje alte patru conuri de scufundare, care nu au evoluat.

În momentul de față, caverna Câmpului II reprezintă o problemă închisă pentru stabilitatea zonei datorită lucrărilor de prăbușire controlată executate (lucrări prezentate în capitolul 7).

Există însă, alte sonde din Câmpul II aflate în conexiune hidraulică directă cu golurile sondelor din Câmpul I.

Din acest motiv, activitatea de închidere a celor două câmpuri a trebuit gândită și realizată în etape intercondiționate (etapele I și II fiind deja realizate).

În semestrul II al anului 2006, fenomenele complexe de scufundare, monitorizate în Câmpul I, s-au intensificat, ceea ce a semnalat o etapă nouă în evoluția proceselor de dezechilibru.

În această zonă a fost determinată, prin măsurători geofizice, o altă cavernă comună, formată prin unirea golurilor de dizolvare a șase sonde, aflată în conexiune hidraulică directă cu alte sonde ale Câmpului I, dar și cu sondele din Câmpul II, menționate anterior.

Pentru încetinirea fenomenelor de subsidență s-a executat în regim de urgență un program special de măsuri:

- s-a realizat un sistem de pompare, prin una din sondele de exploatare existente, pentru creșterea presiunii hidrostatice cu 2 – 3 bari la nivelul tavanului cavernei din Câmpul I. S-a operat cu acest sistem pentru menținerea constantă a presiunii, așa încât să se realizeze un echilibru relativ al factorilor de stabilitate până la finalizarea lucrărilor de protecție și punere în siguranță a cetățenilor, gospodăriilor acestora și a mediului.
- s-a reușit interceptarea și evacuarea acumulărilor de fluid izolat (motorină) din cavernă, pentru a se elimina riscul poluării cu hidrocarburi în timpul lucrărilor de prăbușire controlată (s-au recuperat cca. 1087 m³).

Acordarea prin Legea Bugetului de Stat nr. 19/2009 numai a sumei de 76.143.000lei, reprezentând 26% din valoarea fundamentată inițial, a determinat structurarea pe activități prioritare, totodată subliniindu-se principalele implicații negative ce decurg din subfinanțarea programului anual de închidere și ecologizare, astfel:

- prăbușirea necontrolată a cca. 1.600.000 m³ material din tavanul cavernei;
- ruperea necontrolată a malurilor craterului ce se va forma;
- expulzarea și revărsarea necontrolată a cca. 1.000.000 m³ saramură ;
- umplerea rapidă a lacului barajului de pe Pârâul Sărat cu cca. 500.000 m³ saramură;
- distrugerea totală a celor 6 gospodării situate sub cota maximă a lacului de retenție;

- punerea în pericol major a altor cca. 30 de gospodării situate în zona de risc și influență a procesului de prăbușire și deversare necontrolată;
- întreruperea circulației, pe termen necunoscut, a drumului județean DJ 650, care traversează zona ce va fi inundată necontrolat, cu saramură;
- izolarea a cca. 50 gospodării situate pe versantul opus Câmpului I, prin formarea lacului de retenție;
- scoaterea din funcțiune a LEA 20 kV Căzănești – Fabrica de Pâine – Deriv. Câmp III Sonde, cu consecințe grave asupra livrărilor de materie primă (saramură) către combinatele OLTCHIM și US GOVORA – Ciech Chemical Group SA;
- scoaterea din funcțiune a LEA 0,4 kV care alimentează o parte însemnată a orașului Ocnele Mari;
- inundarea, cu distrugerii inevitabile, a cca. 150 de gospodării situate în albia majoră a Pârâului Sărat, cu cca. 500.000 m³ saramură care depășesc capacitatea lacului de retenție;
- poluarea râului Olt și a întregii zone cu un volum de cca. 500.000 m³ saramură;
- compromiterea totală a lucrărilor de ecologizare a terenurilor situate în lungul Pârâului Sărat care au fost afectate de fenomenele de debușare a saramurii din anii 2001 – 2004, cu o valoare contractată de 1.100.000 lei;
- compromiterea totală/parțială a lucrărilor pregătitoare pentru lichidarea sondelor cu risc de prăbușire din Câmpul I, cu o valoare contractată de cca. 800.000 lei;

Contribuții

Prin lucrarea de față mi-am propus să aduc unele contribuții cu privire la analiza și înlăturarea situațiilor de risc ce pot să apară în cazul exploatării sării geme prin dizolvare. Principalele contribuții care pot fi desprinse din această lucrare sunt următoarele:

- prezentarea principalelor metode de exploatare a zării geme prin dizolvare;
- analiza principalilor factori care conduc la apariția unor efecte negative în cazul exploatării sării prin soluție;
- prezentarea situației exploatării sării geme prin dizolvare cinetică cu ridicarea continuă a coloanei de dizolvare la Ocnele Mari;
- analiza prin modelare numerică cu elemente finite cu ajutorul programului CESAR-LCPC a stabilității unui gol de dizolvare de mari dimensiuni (Studiu de caz - caverna SOCON Ocnele Mari), gol rezultat prin unirea mai multor goluri de dizolvare;
- propunerea unor soluții tehnice de înlăturare a situațiilor de risc din Câmpul II de sonde Ocnele Mari (am propus și realizat unele soluții de dezamorsare a situației de risc existentă, fiind aleasă pentru aplicare prăbușirea controlată a rocilor din tavanul cavernei prin dizolvare cinetică a planșeului de sare utilizând forajul hidraulic dirijat);
- aplicarea soluției propuse și prăbușirea propriu zisă a rocilor din tavanul cavernei prin dizolvarea cinetică a planșeului de sare;
- prin aplicarea acestei soluții s-a reușit nu doar evitarea unor catastrofe ci și recuperarea unui volum mare de saramură (aceasta putând fi valorificată);
- propunerea executării unui dig de retenție în albia Pârâului Sărat pentru preluarea viiturilor de saramură ce pot să apară la surparea necontrolată a unor caverne de dizolvare din câmpurile de sonde III și IV;

- propunerea aplicării metodelor de prăbușire controlată (prin metoda forajului hidraulic dirijat) a rocilor din tavanul cavernelor de dizolvare din câmpurile de sonde III și IV.

Propuneri

Datorită complexității problemei luate în studiu consider că prin lucrarea de față nu s-a reușit în totalitate elucidarea problemelor ce apar la exploatarea prin dizolvare a sării geme, drept pentru care am considerat utilă pentru viitoarele studii în domeniu enumerarea următoarelor propuneri:

- efectuarea unei monitorizări mai atente a procesului de dizolvare cinetică;
- urmărirea periodică a dezvoltării golurilor de dizolvare și a influenței acestora asupra suprafeței;
- analiza stabilității golurilor de dizolvare prin metode moderne (modelare numerică);
- în cazul în care situația o cere se propune de asemenea aplicarea într-un timp cât mai scurt a dizolvării cinetice prin intermediul forajului hidraulic dirijat pentru prăbușirea rocilor din tavanul golurilor de dizolvare,
- de asemenea se propune aplicarea metodei forajului hidraulic dirijat ca metodă de exploatare a sării geme, acesta prezentând anumite avantaje (exploatarea în siguranță de la distanță – în afara zonei de risc; recuperarea unui volum mare de saramură ș.a.);

TEZĂ DE DOCTORAT

CERCETĂRI PRIVIND DIRIJAREA CONTROLATĂ A PRĂBUȘIRII ROCILOR DIN PLANȘEUL GOLURILOR REZULTATE ÎN URMA EXPLOATĂRII PRIN DIZOLVARE A ZĂCĂMINTELOR DE SARE GEMĂ

Conducător științific:

Prof.univ.dr.ing. **COZMA** Eugen

Doctorand:

Ing. **MIHUȚ** SORIN

CUPRINS	1
CUVÂNT DE MULȚUMIRE	7
INTRODUCERE	9
CAPITOLUL I – GEOLOGIA PRINCIPALELOR ZĂCĂMINTE DE SARE GEMĂ DIN ROMÂNIA EXPLOATATE PRIN DIZOLVARE	13
CAPITOLUL II – CARACTERISTICILE GEOMECANICE ALE SĂRII GEME	25
CAPITOLUL III – METODE DE EXPLOATARE A SĂRII GEME PRIN DIZOLVARE	49
CAPITOLUL IV – EFECTELE EXPLOATĂRII SĂRII PRIN SOLUȚIE	85
CAPITOLUL V – EXPLOATAREA SĂRII PRIN SOLUȚIE LA OCNELE MARI	99
CAPITOLUL VI – ANALIZA STABILITĂȚII CAVERNEI SOCON PRIN MODELARE NUMERICĂ CU ELEMENTE FINITE	123
CAPITOLUL VII – STABILIREA SOLUȚIILOR OPTIME PENTRU ÎNLĂTURAREA SITUAȚIILOR DE RISC DIN CÂMPUL II DE SONDE OCNELE MARI	143
CAPITOLUL VIII – CONCLUZII, CONTRIBUȚII ȘI PROPUNERI	163
BIBLIOGRAFIE	169
ANEXE	173

Cuvinte cheie: sare gemă, exploatare, stabilitate, modelare numerică, dizolvare hidrolică, prăbușire controlată.

Exploatarea sării în România s-a făcut, în decursul a două milenii, pe cale uscată. Abia la sfârșitul secolului al XVIII-lea s-a început exploatarea sării în soluție (la Cacica), prin evaporarea saramurii din izvoarele sărate ale regiunii, iar un secol mai târziu s-a trecut la extracția sării prin dizolvare în 3 bazine circulare cu diametrul de 100 m, amplasate în lucrări miniere subterane, sub cota orizontului II, denumite: Vasile Alecsandri, Ciprian Porumbescu și Mihai Eminescu, care au funcționat până în anul 1950.

La Ocna Mureș, exploatarea sării prin dizolvare a luat amploare după înființarea uzinei de produse sodice. Inițial, producția de saramură s-a ridicat la cca. 45 m³/zi, cantitate rezultată din apa colectată în drenajele de protecție ale masivului de sare, ieșit la suprafață.

Zăcămintul de sare Ocnele Mari a fost exploatat prin sonde de dizolvare în mai multe câmpuri de sonde forate de la suprafață, saramura extrasă constituind materia primă pentru produsele sodice și chimice fabricate pe platforma industrială Govora.

Saramura, din care prin evaporare se obține sarea, se extrage fie prin dizolvare dinamică, fie prin dizolvare statică.

Prima metoda folosește, pentru dizolvarea sării, un curent de apă dulce introdus în masivul de sare, printr-o sonda prevăzută cu echipamentul necesar. Saramura rezultată în urma acțiunii de dizolvare a apei asupra masivului de sare este evacuată la suprafață la o concentrație de 31 – 32 °Kappeler.

Cea de a doua metodă folosește pentru dizolvarea sării o serie de lucrări miniere subterane care se umplu cu apă. Apa din lucrările miniere dizolvă pereții de sare, până la obținerea unei saramuri cu o concentrație de 31 – 32 °K. Saramura saturată este evacuată, iar în continuare operațiile de umplere cu apă și evacuarea saramurii se repetă până când rezultă un bazin de forma proiectată (prismatică sau tronconică). În țara noastră, metoda bazată pe principiul dizolvării statice nu se mai aplică datorită dezavantajelor pe care le prezintă (cost ridicat și durată mare pentru realizarea lucrărilor de deschidere și pregătire, producția de saramură discontinuă ș.a.).

Extragerea sării prin sonde sub formă de soluție reprezintă o metodă simplă și cu anumite avantaje față de extracția sării geme în stare solidă, prin lucrări miniere. Eficacitatea acestui procedeu constă din preturi de producție mici, cheltuieli de transport minime, posibilitatea valorificării zăcămintelor de sare gemă cu intercalații de steril și adâncime mare de exploatare.

În prezent, câmpurile de sonde de dizolvare abandonate reprezintă un pericol real, prin procesul de dizolvare necontrolată care pot duce la dezvoltarea unor caverne de mari dimensiuni, cu planșee de siguranță a căror grosime nu mai corespunde din punct de vedere al portanței.

O cunoaștere insuficientă a problemelor legate de exploatarea sării prin dizolvare poate conduce la pierderea controlului asupra dizolvării și distrugerea pilierilor dintre camerele de dizolvare.

Pentru a răspunde la tema studiată, prezenta lucrare a fost dezvoltată pe 9 capitole după cum urmează:

Capitolul 1 – *Geologia principalelor zăcăminte de sare gemă din România exploatate prin dizolvare* – prezintă o scurtă caracterizare din punct de vedere geografic, geologic și hidrogeologic a principalelor zăcăminte de sare gemă exploatate în țara noastră.

Capitolul 2 – *Caracteristicile geomecanice ale sării geme* – prezintă o sinteză a rezultatelor cercetărilor efectuate în țara noastră cu privire la caracterizarea sării geme și a rocilor înconjurătoare din punct de vedere fizic, mecanic, elastic și reologic.

Capitolul 3 – Metode de exploatare a sării geme prin dizolvare – descrie sumar principalele metode aplicate la exploatarea sării prin dizolvare atât pe plan intern cât și internațional.

Capitolul 4 – Efectele exploatării sării prin soluție – conține date cu privire la posibilitatea apariției anumitor fenomene, atât în timpul exploatării cât și după încetarea acesteia, fenomene ce pot conduce la dezastre de proporții.

Capitolul 5 – Exploatarea sării prin soluție la Ocnele Mari – prezintă o scurtă descriere în ceea ce privește modul de amplasare a sondelor (și a câmpurilor de sonde) la Ocnele Mari, tehnologiile aplicate, producții realizate și probleme apărute în timpul exploatării. De asemenea se prezintă situația sondelor și a golurilor de dizolvare din cele patru câmpuri de sonde Ocnele Mari în momentul de față.

Capitolul 6 – Analiza stabilității cavernei SOCON prin modelare numerică cu elemente finite – prezintă o analiză, realizată cu ajutorul unui program de modelare numerică cu elemente finite, privind stabilitatea unei caverne apărute în câmpul II de sonde Ocnele Mari ca urmare a unirii mai multor goluri de dizolvare.

Capitolul 7 – Stabilirea soluțiilor optime pentru înlăturarea situațiilor de risc din câmpul II de sonde Ocnele Mari – descrie în detaliu metoda aplicată în vederea soluționării problemei legate de înlăturarea situațiilor de risc din câmpul II de sonde Ocnele Mari, prezentând lucrările ce au fost executate în teren.

Capitolul 8 – Concluzii, contribuții și propuneri – rezumă ideile principale ale prezentei lucrări, prezentând de asemenea contribuțiile proprii ale autorului și unele propuneri privitoare la tema studiată.

Scopul lucrării de față este acela de eliminare a riscului asociat prăbușirii necontrolate a rocilor din planșeul golurilor rezultate în urma exploatării prin dizolvare a zăcămintelor de sare gemă. Având în vedere acest fapt, prezenta lucrare urmărește testarea unei metode de dezafectare a cavernelor rezultate în urma exploatării sării prin dizolvare, având ca studiu de caz problema majoră a exploatării sării prin dizolvare la Ocnele Mari. Am ales acest studiu de caz întrucât în perioada 2004-2006 am participat activ la soluționarea problemei legate de înlăturarea situațiilor de risc în perimetrul afectat de exploatarea câmpului II de sonde Ocnele Mari.

Concluzii

Zăcămintul de sare gemă de la Ocnele Mari a fost exploatat intensiv, prin metoda dizolvării cinetice, încă din anul 1959, prin zece sonde (Câmpul I), apoi din anul 1966, prin încă cincisprezece sonde (Câmpul II).

Producția realizată a reprezentat circa 36% din totalul de sare exploatată la Ocnele Mari până la 01.01.2006.

Activitatea de exploatare în Câmpul I a fost oprită în anul 1973. În anul 1993 au fost măsurate cavernometric golurile de dizolvare unite a zece sonde din Câmpul II (caverna SOCON), cu un volum de saramură sub presiune de peste 4,5 milioane m³ și o suprafață orizontală de circa 10,5 ha plasată sub localitate.

Din studiile de stabilitate realizate s-a constatat că prăbușirea rocilor din tavanul cavernei SOCON este inevitabilă, putându-se produce în orice moment.

În consecință, activitatea de exploatare în Câmpul II a fost oprită. Ca efect al acestor lucrări s-a declanșat un proces de instabilitate a terenului din zonă, amplificat și de golurile subterane rămase din exploatări mai vechi necunoscute.

Întrucât aplicarea unor măsuri a fost întârziată aceste fenomene de scufundare a suprafeței au dus la prăbușirea suprafeței terenului în anul 2001, prăbușirea producându-se în zona în care a rezultat din calculele de stabilitate realizate (zona în care coeficientul de stabilitate este mai mic decât 1 – vezi fig. 6.22).

Pentru eliminarea consecințelor evenimentelor produse în acea perioadă a fost întocmit Programul de măsuri pentru lichidarea situației din Câmpul II – Ocnele Mari nr. 172.822/28.07.2004, aprobat de Ministrul de Stat al M. E. C, în baza cărora s-au elaborat studii de fezabilitate, proiecte tehnice și programe specifice de monitorizare permanentă și s-au executat o serie de lucrări de protecție și refacere a mediului și de punere în siguranță a gospodăriilor și cetățenilor. De asemenea, planul de acțiuni vizează măsuri și proiecte pentru exploatarea în siguranță a Câmpurilor III și IV.

În baza documentațiilor tehnice elaborate ca urmare a acestui program și a Hotărârilor de Guvern care au urmat, în perioada 2001 – 2007, au fost executate o serie de lucrări de protecție și refacere a mediului, de punere în siguranță a gospodăriilor și cetățenilor, cum ar fi:

- construirea unui cartier de locuințe și strămutarea a 49 de gospodării individuale, afectate de prăbușirea din Câmpul II, în cartierul Copăcelu - municipiul Râmnicu Vâlcea;
- construirea unui dig de retenție pentru saramura debușată din Câmpul II;
- canal de evacuare saramură între dig și decantor;
- decolmatare decantor și Pârâul Sărat;
- amenajare teren (execuție drumuri tehnologice, demolare turle sonde);
- extragere fluid izolat din Câmpul II (recuperat cca. 784 m³);
- lucrări pentru prăbușirea controlată a tavanului Câmpului II;
- refacere de drumuri, rețele de utilități (apă, electricitate, etc.) și stație de pompare apă;
- refacere grup sanitar școală (s-a construit un corp nou de clădire lipit de școală);
- regularizări și amenajări ale cursurilor de apă din zona de influență:
 - râul Sărat între decantor și ieșirea din localitate, în lungime de 6,7 km;
 - Valea Sărată;
- refacerea rețelei de apă industrială și saramură pe o lungime de 1 km;
- lucrări de consolidare a digului de retenție – Câmpul II, partea vestică și goliri de preaplin;
- evaluarea proprietăților calamitate și a terenurilor poluate cu saramură, în două etape;
- plata despăgubirilor pentru lipsa de folosință a terenurilor poluate cu saramură, integral până în anul 2007 și cumpărarea proprietăților calamitate;
- refacerea și extinderea sistemului de monitorizare a câmpurilor de sonde, inclusiv la cele aflate în exploatare (Câmpurile III și IV).

Soluția aplicată, pentru înlăturarea situației de risc din Câmpul II de sonde Ocnele Mari, a fost prăbușirea „controlată” a rocilor din tavanul cavernei prin dizolvarea cinetică a planșeului de sare. Punerea în aplicare a acestei soluții a fost realizată de către societatea S.C. FlowTex Service S.A. Mediaș în colaborare cu Universitatea din București.

Dizolvarea cinetică a planșeului de sare s-a realizat prin intermediul a 10 foraje de alimentare (prin care s-a introdus agent de dizolvare – saramură la un conținut de NaCl de aproximativ 105g/l) și 2 foraje prin intermediul cărora saramura era evacuată și transportată către consumator. Pentru evitarea unei prăbușiri necontrolate, prin intermediul acestui circuit s-a încercat păstrarea unei sarcini piezometrice constante în cavernă (aproximativ 295m) pentru o perioadă cât mai mare de timp.

La cinci luni de la începerea procesului de dizolvare, după introducerea unui volum total de agent de dizolvare de aproximativ 1,4 mil.m³, la suprafață a apărut un con de scufundare, deasupra forajelor S1 și S2. În perioada imediat următoare frecvența evenimentelor microseismice înregistrate a crescut, apărând de-a lungul aliniamentelor de foraje alte patru conuri de scufundare, care nu au evoluat.

În momentul de față, caverna Câmpului II reprezintă o problemă închisă pentru stabilitatea zonei datorită lucrărilor de prăbușire controlată executate (lucrări prezentate în capitolul 7).

Există însă, alte sonde din Câmpul II aflate în conexiune hidraulică directă cu golurile sondelor din Câmpul I.

Din acest motiv, activitatea de închidere a celor două câmpuri a trebuit gândită și realizată în etape intercondiționate (etapele I și II fiind deja realizate).

În semestrul II al anului 2006, fenomenele complexe de scufundare, monitorizate în Câmpul I, s-au intensificat, ceea ce a semnalat o etapă nouă în evoluția proceselor de dezechilibru.

În această zonă a fost determinată, prin măsurători geofizice, o altă cavernă comună, formată prin unirea golurilor de dizolvare a șase sonde, aflată în conexiune hidraulică directă cu alte sonde ale Câmpului I, dar și cu sondele din Câmpul II, menționate anterior.

Pentru încetinirea fenomenelor de subsidență s-a executat în regim de urgență un program special de măsuri:

- s-a realizat un sistem de pompare, prin una din sondele de exploatare existente, pentru creșterea presiunii hidrostatice cu 2 – 3 bari la nivelul tavanului cavernei din Câmpul I. S-a operat cu acest sistem pentru menținerea constantă a presiunii, așa încât să se realizeze un echilibru relativ al factorilor de stabilitate până la finalizarea lucrărilor de protecție și punere în siguranță a cetățenilor, gospodăriilor acestora și a mediului.
- s-a reușit interceptarea și evacuarea acumulărilor de fluid izolat (motorină) din cavernă, pentru a se elimina riscul poluării cu hidrocarburi în timpul lucrărilor de prăbușire controlată (s-au recuperat cca. 1087 m³).

Acordarea prin Legea Bugetului de Stat nr. 19/2009 numai a sumei de 76.143.000lei, reprezentând 26% din valoarea fundamentată inițial, a determinat structurarea pe activități prioritare, totodată subliniindu-se principalele implicații negative ce decurg din subfinanțarea programului anual de închidere și ecologizare, astfel:

- prăbușirea necontrolată a cca. 1.600.000 m³ material din tavanul cavernei;
- ruperea necontrolată a malurilor craterului ce se va forma;
- expulzarea și revărsarea necontrolată a cca. 1.000.000 m³ saramură ;
- umplerea rapidă a lacului barajului de pe Pârâul Sărat cu cca. 500.000 m³ saramură;
- distrugerea totală a celor 6 gospodării situate sub cota maximă a lacului de retenție;

- punerea în pericol major a altor cca. 30 de gospodării situate în zona de risc și influență a procesului de prăbușire și deversare necontrolată;
- întreruperea circulației, pe termen necunoscut, a drumului județean DJ 650, care traversează zona ce va fi inundată necontrolat, cu saramură;
- izolarea a cca. 50 gospodării situate pe versantul opus Câmpului I, prin formarea lacului de retenție;
- scoaterea din funcțiune a LEA 20 kV Căzănești – Fabrica de Pâine – Deriv. Câmp III Sonde, cu consecințe grave asupra livrărilor de materie primă (saramură) către combinatele OLTCHIM și US GOVORA – Ciech Chemical Group SA;
- scoaterea din funcțiune a LEA 0,4 kV care alimentează o parte însemnată a orașului Ocnele Mari;
- inundarea, cu distrugerii inevitabile, a cca. 150 de gospodării situate în albia majoră a Pârâului Sărat, cu cca. 500.000 m³ saramură care depășesc capacitatea lacului de retenție;
- poluarea râului Olt și a întregii zone cu un volum de cca. 500.000 m³ saramură;
- compromiterea totală a lucrărilor de ecologizare a terenurilor situate în lungul Pârâului Sărat care au fost afectate de fenomenele de debușare a saramurii din anii 2001 – 2004, cu o valoare contractată de 1.100.000 lei;
- compromiterea totală/parțială a lucrărilor pregătitoare pentru lichidarea sondelor cu risc de prăbușire din Câmpul I, cu o valoare contractată de cca. 800.000 lei;

Contribuții

Prin lucrarea de față mi-am propus să aduc unele contribuții cu privire la analiza și înlăturarea situațiilor de risc ce pot să apară în cazul exploatării sării geme prin dizolvare. Principalele contribuții care pot fi desprinse din această lucrare sunt următoarele:

- prezentarea principalelor metode de exploatare a zării geme prin dizolvare;
- analiza principalilor factori care conduc la apariția unor efecte negative în cazul exploatării sării prin soluție;
- prezentarea situației exploatării sării geme prin dizolvare cinetică cu ridicarea continuă a coloanei de dizolvare la Ocnele Mari;
- analiza prin modelare numerică cu elemente finite cu ajutorul programului CESAR-LCPC a stabilității unui gol de dizolvare de mari dimensiuni (Studiu de caz - caverna SOCON Ocnele Mari), gol rezultat prin unirea mai multor goluri de dizolvare;
- propunerea unor soluții tehnice de înlăturare a situațiilor de risc din Câmpul II de sonde Ocnele Mari (am propus și realizat unele soluții de dezamorsare a situației de risc existentă, fiind aleasă pentru aplicare prăbușirea controlată a rocilor din tavanul cavernei prin dizolvare cinetică a planșeului de sare utilizând forajul hidraulic dirijat);
- aplicarea soluției propuse și prăbușirea propriu zisă a rocilor din tavanul cavernei prin dizolvarea cinetică a planșeului de sare;
- prin aplicarea acestei soluții s-a reușit nu doar evitarea unor catastrofe ci și recuperarea unui volum mare de saramură (aceasta putând fi valorificată);
- propunerea executării unui dig de retenție în albia Pârâului Sărat pentru preluarea viiturilor de saramură ce pot să apară la surparea necontrolată a unor caverne de dizolvare din câmpurile de sonde III și IV;

- propunerea aplicării metodelor de prăbușire controlată (prin metoda forajului hidraulic dirijat) a rocilor din tavanul cavernelor de dizolvare din câmpurile de sonde III și IV.

Propuneri

Datorită complexității problemei luate în studiu consider că prin lucrarea de față nu s-a reușit în totalitate elucidarea problemelor ce apar la exploatarea prin dizolvare a sării geme, drept pentru care am considerat utilă pentru viitoarele studii în domeniu enumerarea următoarelor propuneri:

- efectuarea unei monitorizări mai atente a procesului de dizolvare cinetică;
- urmărirea periodică a dezvoltării golurilor de dizolvare și a influenței acestora asupra suprafeței;
- analiza stabilității golurilor de dizolvare prin metode moderne (modelare numerică);
- în cazul în care situația o cere se propune de asemenea aplicarea într-un timp cât mai scurt a dizolvării cinetice prin intermediul forajului hidraulic dirijat pentru prăbușirea rocilor din tavanul golurilor de dizolvare,
- de asemenea se propune aplicarea metodei forajului hidraulic dirijat ca metodă de exploatare a sării geme, acesta prezentând anumite avantaje (exploatarea în siguranță de la distanță – în afara zonei de risc; recuperarea unui volum mare de saramură ș.a.);

TEZĂ DE DOCTORAT

CERCETĂRI PRIVIND DIRIJAREA CONTROLATĂ A PRĂBUȘIRII ROCILOR DIN PLANȘEUL GOLURILOR REZULTATE ÎN URMA EXPLOATĂRII PRIN DIZOLVARE A ZĂCĂMINTELOR DE SARE GEMĂ

Conducător științific:

Prof.univ.dr.ing. **COZMA** Eugen

Doctorand:

Ing. **MIHUȚ** SORIN

CUPRINS	1
CUVÂNT DE MULȚUMIRE	7
INTRODUCERE	9
CAPITOLUL I – GEOLOGIA PRINCIPALELOR ZĂCĂMINTE DE SARE GEMĂ DIN ROMÂNIA EXPLOATATE PRIN DIZOLVARE	13
CAPITOLUL II – CARACTERISTICILE GEOMECANICE ALE SĂRII GEME	25
CAPITOLUL III – METODE DE EXPLOATARE A SĂRII GEME PRIN DIZOLVARE	49
CAPITOLUL IV – EFECTELE EXPLOATĂRII SĂRII PRIN SOLUȚIE	85
CAPITOLUL V – EXPLOATAREA SĂRII PRIN SOLUȚIE LA OCNELE MARI	99
CAPITOLUL VI – ANALIZA STABILITĂȚII CAVERNEI SOCON PRIN MODELARE NUMERICĂ CU ELEMENTE FINITE	123
CAPITOLUL VII – STABILIREA SOLUȚIILOR OPTIME PENTRU ÎNLĂTURAREA SITUAȚIILOR DE RISC DIN CÂMPUL II DE SONDE OCNELE MARI	143
CAPITOLUL VIII – CONCLUZII, CONTRIBUȚII ȘI PROPUNERI	163
BIBLIOGRAFIE	169
ANEXE	173

Cuvinte cheie: sare gemă, exploatare, stabilitate, modelare numerică, dizolvare hidraulică, prăbușire controlată.

Exploatarea sării în România s-a făcut, în decursul a două milenii, pe cale uscată. Abia la sfârșitul secolului al XVIII-lea s-a început exploatarea sării în soluție (la Cacica), prin evaporarea saramurii din izvoarele sărate ale regiunii, iar un secol mai târziu s-a trecut la extracția sării prin dizolvare în 3 bazine circulare cu diametrul de 100 m, amplasate în lucrări miniere subterane, sub cota orizontului II, denumite: Vasile Alecsandri, Ciprian Porumbescu și Mihai Eminescu, care au funcționat până în anul 1950.

La Ocna Mureș, exploatarea sării prin dizolvare a luat amploare după înființarea uzinei de produse sodice. Inițial, producția de saramură s-a ridicat la cca. 45 m³/zi, cantitate rezultată din apa colectată în drenajele de protecție ale masivului de sare, ieșit la suprafață.

Zăcămintul de sare Ocnele Mari a fost exploatat prin sonde de dizolvare în mai multe câmpuri de sonde forate de la suprafață, saramura extrasă constituind materia primă pentru produsele sodice și chimice fabricate pe platforma industrială Govora.

Saramura, din care prin evaporare se obține sarea, se extrage fie prin dizolvare dinamică, fie prin dizolvare statică.

Prima metoda folosește, pentru dizolvarea sării, un curent de apă dulce introdus în masivul de sare, printr-o sonda prevăzută cu echipamentul necesar. Saramura rezultată în urma acțiunii de dizolvare a apei asupra masivului de sare este evacuată la suprafață la o concentrație de 31 – 32 °Kappeler.

Cea de a doua metodă folosește pentru dizolvarea sării o serie de lucrări miniere subterane care se umplu cu apă. Apa din lucrările miniere dizolvă pereții de sare, până la obținerea unei saramuri cu o concentrație de 31 – 32 °K. Saramura saturată este evacuată, iar în continuare operațiile de umplere cu apă și evacuarea saramurii se repetă până când rezultă un bazin de forma proiectată (prismatică sau tronconică). În țara noastră, metoda bazată pe principiul dizolvării statice nu se mai aplică datorită dezavantajelor pe care le prezintă (cost ridicat și durată mare pentru realizarea lucrărilor de deschidere și pregătire, producția de saramură discontinuă ș.a.).

Extragerea sării prin sonde sub formă de soluție reprezintă o metodă simplă și cu anumite avantaje față de extracția sării geme în stare solidă, prin lucrări miniere. Eficacitatea acestui procedeu constă din preturi de producție mici, cheltuieli de transport minime, posibilitatea valorificării zăcămintelor de sare gemă cu intercalații de steril și adâncime mare de exploatare.

În prezent, câmpurile de sonde de dizolvare abandonate reprezintă un pericol real, prin procesul de dizolvare necontrolată care pot duce la dezvoltarea unor caverne de mari dimensiuni, cu planșee de siguranță a căror grosime nu mai corespunde din punct de vedere al portanței.

O cunoaștere insuficientă a problemelor legate de exploatarea sării prin dizolvare poate conduce la pierderea controlului asupra dizolvării și distrugerea pilierilor dintre camerele de dizolvare.

Pentru a răspunde la tema studiată, prezenta lucrare a fost dezvoltată pe 9 capitole după cum urmează:

Capitolul 1 – *Geologia principalelor zăcăminte de sare gemă din România exploatate prin dizolvare* – prezintă o scurtă caracterizare din punct de vedere geografic, geologic și hidrogeologic a principalelor zăcăminte de sare gemă exploatate în țara noastră.

Capitolul 2 – *Caracteristicile geomecanice ale sării geme* – prezintă o sinteză a rezultatelor cercetărilor efectuate în țara noastră cu privire la caracterizarea sării geme și a rocilor înconjurătoare din punct de vedere fizic, mecanic, elastic și reologic.

Capitolul 3 – Metode de exploatare a sării geme prin dizolvare – descrie sumar principalele metode aplicate la exploatarea sării prin dizolvare atât pe plan intern cât și internațional.

Capitolul 4 – Efectele exploatării sării prin soluție – conține date cu privire la posibilitatea apariției anumitor fenomene, atât în timpul exploatării cât și după încetarea acesteia, fenomene ce pot conduce la dezastre de proporții.

Capitolul 5 – Exploatarea sării prin soluție la Ocnele Mari – prezintă o scurtă descriere în ceea ce privește modul de amplasare a sondelor (și a câmpurilor de sonde) la Ocnele Mari, tehnologiile aplicate, producții realizate și probleme apărute în timpul exploatării. De asemenea se prezintă situația sondelor și a golurilor de dizolvare din cele patru câmpuri de sonde Ocnele Mari în momentul de față.

Capitolul 6 – Analiza stabilității cavernei SOCON prin modelare numerică cu elemente finite – prezintă o analiză, realizată cu ajutorul unui program de modelare numerică cu elemente finite, privind stabilitatea unei caverne apărute în câmpul II de sonde Ocnele Mari ca urmare a unirii mai multor goluri de dizolvare.

Capitolul 7 – Stabilirea soluțiilor optime pentru înlăturarea situațiilor de risc din câmpul II de sonde Ocnele Mari – descrie în detaliu metoda aplicată în vederea soluționării problemei legate de înlăturarea situațiilor de risc din câmpul II de sonde Ocnele Mari, prezentând lucrările ce au fost executate în teren.

Capitolul 8 – Concluzii, contribuții și propuneri – rezumă ideile principale ale prezentei lucrări, prezentând de asemenea contribuțiile proprii ale autorului și unele propuneri privitoare la tema studiată.

Scopul lucrării de față este acela de eliminare a riscului asociat prăbușirii necontrolate a rocilor din planșeul golurilor rezultate în urma exploatării prin dizolvare a zăcămintelor de sare gemă. Având în vedere acest fapt, prezenta lucrare urmărește testarea unei metode de dezafectare a cavernelor rezultate în urma exploatării sării prin dizolvare, având ca studiu de caz problema majoră a exploatării sării prin dizolvare la Ocnele Mari. Am ales acest studiu de caz întrucât în perioada 2004-2006 am participat activ la soluționarea problemei legate de înlăturarea situațiilor de risc în perimetrul afectat de exploatarea câmpului II de sonde Ocnele Mari.

Concluzii

Zăcămintul de sare gemă de la Ocnele Mari a fost exploatat intensiv, prin metoda dizolvării cinetice, încă din anul 1959, prin zece sonde (Câmpul I), apoi din anul 1966, prin încă cincisprezece sonde (Câmpul II).

Producția realizată a reprezentat circa 36% din totalul de sare exploatată la Ocnele Mari până la 01.01.2006.

Activitatea de exploatare în Câmpul I a fost oprită în anul 1973. În anul 1993 au fost măsurate cavernometric golurile de dizolvare unite a zece sonde din Câmpul II (caverna SOCON), cu un volum de saramură sub presiune de peste 4,5 milioane m³ și o suprafață orizontală de circa 10,5 ha plasată sub localitate.

Din studiile de stabilitate realizate s-a constatat că prăbușirea rocilor din tavanul cavernei SOCON este inevitabilă, putându-se produce în orice moment.

În consecință, activitatea de exploatare în Câmpul II a fost oprită. Ca efect al acestor lucrări s-a declanșat un proces de instabilitate a terenului din zonă, amplificat și de golurile subterane rămase din exploatări mai vechi necunoscute.

Întrucât aplicarea unor măsuri a fost întârziată aceste fenomene de scufundare a suprafeței au dus la prăbușirea suprafeței terenului în anul 2001, prăbușirea producându-se în zona în care a rezultat din calculele de stabilitate realizate (zona în care coeficientul de stabilitate este mai mic decât 1 – vezi fig. 6.22).

Pentru eliminarea consecințelor evenimentelor produse în acea perioadă a fost întocmit Programul de măsuri pentru lichidarea situației din Câmpul II – Ocnele Mari nr. 172.822/28.07.2004, aprobat de Ministrul de Stat al M. E. C, în baza cărora s-au elaborat studii de fezabilitate, proiecte tehnice și programe specifice de monitorizare permanentă și s-au executat o serie de lucrări de protecție și refacere a mediului și de punere în siguranță a gospodăriilor și cetățenilor. De asemenea, planul de acțiuni vizează măsuri și proiecte pentru exploatarea în siguranță a Câmpurilor III și IV.

În baza documentațiilor tehnice elaborate ca urmare a acestui program și a Hotărârilor de Guvern care au urmat, în perioada 2001 – 2007, au fost executate o serie de lucrări de protecție și refacere a mediului, de punere în siguranță a gospodăriilor și cetățenilor, cum ar fi:

- construirea unui cartier de locuințe și strămutarea a 49 de gospodării individuale, afectate de prăbușirea din Câmpul II, în cartierul Copăcelu - municipiul Râmnicu Vâlcea;
- construirea unui dig de retenție pentru saramura debușată din Câmpul II;
- canal de evacuare saramură între dig și decantor;
- decolmatare decantor și Pârâul Sărat;
- amenajare teren (execuție drumuri tehnologice, demolare turle sonde);
- extragere fluid izolat din Câmpul II (recuperat cca. 784 m³);
- lucrări pentru prăbușirea controlată a tavanului Câmpului II;
- refacere de drumuri, rețele de utilități (apă, electricitate, etc.) și stație de pompare apă;
- refacere grup sanitar școală (s-a construit un corp nou de clădire lipit de școală);
- regularizări și amenajări ale cursurilor de apă din zona de influență:
 - râul Sărat între decantor și ieșirea din localitate, în lungime de 6,7 km;
 - Valea Sărată;
- refacerea rețelei de apă industrială și saramură pe o lungime de 1 km;
- lucrări de consolidare a digului de retenție – Câmpul II, partea vestică și goliri de preaplin;
- evaluarea proprietăților calamitate și a terenurilor poluate cu saramură, în două etape;
- plata despăgubirilor pentru lipsa de folosință a terenurilor poluate cu saramură, integral până în anul 2007 și cumpărarea proprietăților calamitate;
- refacerea și extinderea sistemului de monitorizare a câmpurilor de sonde, inclusiv la cele aflate în exploatare (Câmpurile III și IV).

Soluția aplicată, pentru înlăturarea situației de risc din Câmpul II de sonde Ocnele Mari, a fost prăbușirea „controlată” a rocilor din tavanul cavernei prin dizolvarea cinetică a planșoului de sare. Punerea în aplicare a acestei soluții a fost realizată de către societatea S.C. FlowTex Service S.A. Mediaș în colaborare cu Universitatea din București.

Dizolvarea cinetică a planșeului de sare s-a realizat prin intermediul a 10 foraje de alimentare (prin care s-a introdus agent de dizolvare – saramură la un conținut de NaCl de aproximativ 105g/l) și 2 foraje prin intermediul cărora saramura era evacuată și transportată către consumator. Pentru evitarea unei prăbușiri necontrolate, prin intermediul acestui circuit s-a încercat păstrarea unei sarcini piezometrice constante în cavernă (aproximativ 295m) pentru o perioadă cât mai mare de timp.

La cinci luni de la începerea procesului de dizolvare, după introducerea unui volum total de agent de dizolvare de aproximativ 1,4 mil.m³, la suprafață a apărut un con de scufundare, deasupra forajelor S1 și S2. În perioada imediat următoare frecvența evenimentelor microseismice înregistrate a crescut, apărând de-a lungul aliniamentelor de foraje alte patru conuri de scufundare, care nu au evoluat.

În momentul de față, caverna Câmpului II reprezintă o problemă închisă pentru stabilitatea zonei datorită lucrărilor de prăbușire controlată executate (lucrări prezentate în capitolul 7).

Există însă, alte sonde din Câmpul II aflate în conexiune hidraulică directă cu golurile sondelor din Câmpul I.

Din acest motiv, activitatea de închidere a celor două câmpuri a trebuit gândită și realizată în etape intercondiționate (etapele I și II fiind deja realizate).

În semestrul II al anului 2006, fenomenele complexe de scufundare, monitorizate în Câmpul I, s-au intensificat, ceea ce a semnalat o etapă nouă în evoluția proceselor de dezechilibru.

În această zonă a fost determinată, prin măsurători geofizice, o altă cavernă comună, formată prin unirea golurilor de dizolvare a șase sonde, aflată în conexiune hidraulică directă cu alte sonde ale Câmpului I, dar și cu sondele din Câmpul II, menționate anterior.

Pentru încetinirea fenomenelor de subsidență s-a executat în regim de urgență un program special de măsuri:

- s-a realizat un sistem de pompare, prin una din sondele de exploatare existente, pentru creșterea presiunii hidrostatice cu 2 – 3 bari la nivelul tavanului cavernei din Câmpul I. S-a operat cu acest sistem pentru menținerea constantă a presiunii, așa încât să se realizeze un echilibru relativ al factorilor de stabilitate până la finalizarea lucrărilor de protecție și punere în siguranță a cetățenilor, gospodăriilor acestora și a mediului.
- s-a reușit interceptarea și evacuarea acumulărilor de fluid izolat (motorină) din cavernă, pentru a se elimina riscul poluării cu hidrocarburi în timpul lucrărilor de prăbușire controlată (s-au recuperat cca. 1087 m³).

Acordarea prin Legea Bugetului de Stat nr. 19/2009 numai a sumei de 76.143.000lei, reprezentând 26% din valoarea fundamentată inițial, a determinat structurarea pe activități prioritare, totodată subliniindu-se principalele implicații negative ce decurg din subfinanțarea programului anual de închidere și ecologizare, astfel:

- prăbușirea necontrolată a cca. 1.600.000 m³ material din tavanul cavernei;
- ruperea necontrolată a malurilor craterului ce se va forma;
- expulzarea și revărsarea necontrolată a cca. 1.000.000 m³ saramură ;
- umplerea rapidă a lacului barajului de pe Pârâul Sărat cu cca. 500.000 m³ saramură;
- distrugerea totală a celor 6 gospodării situate sub cota maximă a lacului de retenție;

- punerea în pericol major a altor cca. 30 de gospodării situate în zona de risc și influență a procesului de prăbușire și deversare necontrolată;
- întreruperea circulației, pe termen necunoscut, a drumului județean DJ 650, care traversează zona ce va fi inundată necontrolat, cu saramură;
- izolarea a cca. 50 gospodării situate pe versantul opus Câmpului I, prin formarea lacului de retenție;
- scoaterea din funcțiune a LEA 20 kV Căzănești – Fabrica de Pâine – Deriv. Câmp III Sonde, cu consecințe grave asupra livrărilor de materie primă (saramură) către combinatele OLTCHIM și US GOVORA – Ciech Chemical Group SA;
- scoaterea din funcțiune a LEA 0,4 kV care alimentează o parte însemnată a orașului Ocnele Mari;
- inundarea, cu distrugerii inevitabile, a cca. 150 de gospodării situate în albia majoră a Pârâului Sărat, cu cca. 500.000 m³ saramură care depășesc capacitatea lacului de retenție;
- poluarea râului Olt și a întregii zone cu un volum de cca. 500.000 m³ saramură;
- compromiterea totală a lucrărilor de ecologizare a terenurilor situate în lungul Pârâului Sărat care au fost afectate de fenomenele de debușare a saramurii din anii 2001 – 2004, cu o valoare contractată de 1.100.000 lei;
- compromiterea totală/parțială a lucrărilor pregătitoare pentru lichidarea sondelor cu risc de prăbușire din Câmpul I, cu o valoare contractată de cca. 800.000 lei;

Contribuții

Prin lucrarea de față mi-am propus să aduc unele contribuții cu privire la analiza și înlăturarea situațiilor de risc ce pot să apară în cazul exploatării sării geme prin dizolvare. Principalele contribuții care pot fi desprinse din această lucrare sunt următoarele:

- prezentarea principalelor metode de exploatare a zării geme prin dizolvare;
- analiza principalilor factori care conduc la apariția unor efecte negative în cazul exploatării sării prin soluție;
- prezentarea situației exploatării sării geme prin dizolvare cinetică cu ridicarea continuă a coloanei de dizolvare la Ocnele Mari;
- analiza prin modelare numerică cu elemente finite cu ajutorul programului CESAR-LCPC a stabilității unui gol de dizolvare de mari dimensiuni (Studiu de caz - caverna SOCON Ocnele Mari), gol rezultat prin unirea mai multor goluri de dizolvare;
- propunerea unor soluții tehnice de înlăturare a situațiilor de risc din Câmpul II de sonde Ocnele Mari (am propus și realizat unele soluții de dezamorsare a situației de risc existentă, fiind aleasă pentru aplicare prăbușirea controlată a rocilor din tavanul cavernei prin dizolvare cinetică a planșeului de sare utilizând forajul hidraulic dirijat);
- aplicarea soluției propuse și prăbușirea propriu zisă a rocilor din tavanul cavernei prin dizolvarea cinetică a planșeului de sare;
- prin aplicarea acestei soluții s-a reușit nu doar evitarea unor catastrofe ci și recuperarea unui volum mare de saramură (aceasta putând fi valorificată);
- propunerea executării unui dig de retenție în albia Pârâului Sărat pentru preluarea viiturilor de saramură ce pot să apară la surparea necontrolată a unor caverne de dizolvare din câmpurile de sonde III și IV;

- propunerea aplicării metodelor de prăbușire controlată (prin metoda forajului hidraulic dirijat) a rocilor din tavanul cavernelor de dizolvare din câmpurile de sonde III și IV.

Propuneri

Datorită complexității problemei luate în studiu consider că prin lucrarea de față nu s-a reușit în totalitate elucidarea problemelor ce apar la exploatarea prin dizolvare a sării geme, drept pentru care am considerat utilă pentru viitoarele studii în domeniu enumerarea următoarelor propuneri:

- efectuarea unei monitorizări mai atente a procesului de dizolvare cinetică;
- urmărirea periodică a dezvoltării golurilor de dizolvare și a influenței acestora asupra suprafeței;
- analiza stabilității golurilor de dizolvare prin metode moderne (modelare numerică);
- în cazul în care situația o cere se propune de asemenea aplicarea într-un timp cât mai scurt a dizolvării cinetice prin intermediul forajului hidraulic dirijat pentru prăbușirea rocilor din tavanul golurilor de dizolvare,
- de asemenea se propune aplicarea metodei forajului hidraulic dirijat ca metodă de exploatare a sării geme, acesta prezentând anumite avantaje (exploatarea în siguranță de la distanță – în afara zonei de risc; recuperarea unui volum mare de saramură ș.a.);

TEZĂ DE DOCTORAT

CERCETĂRI PRIVIND DIRIJAREA CONTROLATĂ A PRĂBUȘIRII ROCILOR DIN PLANȘEUL GOLURILOR REZULTATE ÎN URMA EXPLOATĂRII PRIN DIZOLVARE A ZĂCĂMINTELOR DE SARE GEMĂ

Conducător științific:

Prof.univ.dr.ing. **COZMA** Eugen

Doctorand:

Ing. **MIHUȚ** SORIN

CUPRINS	1
CUVÂNT DE MULȚUMIRE	7
INTRODUCERE	9
CAPITOLUL I – GEOLOGIA PRINCIPALELOR ZĂCĂMINTE DE SARE GEMĂ DIN ROMÂNIA EXPLOATATE PRIN DIZOLVARE	13
CAPITOLUL II – CARACTERISTICILE GEOMECANICE ALE SĂRII GEME	25
CAPITOLUL III – METODE DE EXPLOATARE A SĂRII GEME PRIN DIZOLVARE	49
CAPITOLUL IV – EFECTELE EXPLOATĂRII SĂRII PRIN SOLUȚIE	85
CAPITOLUL V – EXPLOATAREA SĂRII PRIN SOLUȚIE LA OCNELE MARI	99
CAPITOLUL VI – ANALIZA STABILITĂȚII CAVERNEI SOCON PRIN MODELARE NUMERICĂ CU ELEMENTE FINITE	123
CAPITOLUL VII – STABILIREA SOLUȚIILOR OPTIME PENTRU ÎNLĂTURAREA SITUAȚIILOR DE RISC DIN CÂMPUL II DE SONDE OCNELE MARI	143
CAPITOLUL VIII – CONCLUZII, CONTRIBUȚII ȘI PROPUNERI	163
BIBLIOGRAFIE	169
ANEXE	173

Cuvinte cheie: sare gemă, exploatare, stabilitate, modelare numerică, dizolvare hidrolică, prăbușire controlată.

Exploatarea sării în România s-a făcut, în decursul a două milenii, pe cale uscată. Abia la sfârșitul secolului al XVIII-lea s-a început exploatarea sării în soluție (la Cacica), prin evaporarea saramurii din izvoarele sărate ale regiunii, iar un secol mai târziu s-a trecut la extracția sării prin dizolvare în 3 bazine circulare cu diametrul de 100 m, amplasate în lucrări miniere subterane, sub cota orizontului II, denumite: Vasile Alecsandri, Ciprian Porumbescu și Mihai Eminescu, care au funcționat până în anul 1950.

La Ocna Mureș, exploatarea sării prin dizolvare a luat amploare după înființarea uzinei de produse sodice. Inițial, producția de saramură s-a ridicat la cca. 45 m³/zi, cantitate rezultată din apa colectată în drenajele de protecție ale masivului de sare, ieșit la suprafață.

Zăcămintul de sare Ocnele Mari a fost exploatat prin sonde de dizolvare în mai multe câmpuri de sonde forate de la suprafață, saramura extrasă constituind materia primă pentru produsele sodice și chimice fabricate pe platforma industrială Govora.

Saramura, din care prin evaporare se obține sarea, se extrage fie prin dizolvare dinamică, fie prin dizolvare statică.

Prima metoda folosește, pentru dizolvarea sării, un curent de apă dulce introdus în masivul de sare, printr-o sonda prevăzută cu echipamentul necesar. Saramura rezultată în urma acțiunii de dizolvare a apei asupra masivului de sare este evacuată la suprafață la o concentrație de 31 – 32 °Kappeler.

Cea de a doua metodă folosește pentru dizolvarea sării o serie de lucrări miniere subterane care se umplu cu apă. Apa din lucrările miniere dizolvă pereții de sare, până la obținerea unei saramuri cu o concentrație de 31 – 32 °K. Saramura saturată este evacuată, iar în continuare operațiile de umplere cu apă și evacuarea saramurii se repetă până când rezultă un bazin de forma proiectată (prismatică sau tronconică). În țara noastră, metoda bazată pe principiul dizolvării statice nu se mai aplică datorită dezavantajelor pe care le prezintă (cost ridicat și durată mare pentru realizarea lucrărilor de deschidere și pregătire, producția de saramură discontinuă ș.a.).

Extragerea sării prin sonde sub formă de soluție reprezintă o metodă simplă și cu anumite avantaje față de extracția sării geme în stare solidă, prin lucrări miniere. Eficacitatea acestui procedeu constă din preturi de producție mici, cheltuieli de transport minime, posibilitatea valorificării zăcămintelor de sare gemă cu intercalații de steril și adâncime mare de exploatare.

În prezent, câmpurile de sonde de dizolvare abandonate reprezintă un pericol real, prin procesul de dizolvare necontrolată care pot duce la dezvoltarea unor caverne de mari dimensiuni, cu planșee de siguranță a căror grosime nu mai corespunde din punct de vedere al portanței.

O cunoaștere insuficientă a problemelor legate de exploatarea sării prin dizolvare poate conduce la pierderea controlului asupra dizolvării și distrugerea pilierilor dintre camerele de dizolvare.

Pentru a răspunde la tema studiată, prezenta lucrare a fost dezvoltată pe 9 capitole după cum urmează:

Capitolul 1 – *Geologia principalelor zăcăminte de sare gemă din România exploatate prin dizolvare* – prezintă o scurtă caracterizare din punct de vedere geografic, geologic și hidrogeologic a principalelor zăcăminte de sare gemă exploatate în țara noastră.

Capitolul 2 – *Caracteristicile geomecanice ale sării geme* – prezintă o sinteză a rezultatelor cercetărilor efectuate în țara noastră cu privire la caracterizarea sării geme și a rocilor înconjurătoare din punct de vedere fizic, mecanic, elastic și reologic.

Capitolul 3 – Metode de exploatare a sării geme prin dizolvare – descrie sumar principalele metode aplicate la exploatarea sării prin dizolvare atât pe plan intern cât și internațional.

Capitolul 4 – Efectele exploatării sării prin soluție – conține date cu privire la posibilitatea apariției anumitor fenomene, atât în timpul exploatării cât și după încetarea acesteia, fenomene ce pot conduce la dezastre de proporții.

Capitolul 5 – Exploatarea sării prin soluție la Ocnele Mari – prezintă o scurtă descriere în ceea ce privește modul de amplasare a sondelor (și a câmpurilor de sonde) la Ocnele Mari, tehnologiile aplicate, producții realizate și probleme apărute în timpul exploatării. De asemenea se prezintă situația sondelor și a golurilor de dizolvare din cele patru câmpuri de sonde Ocnele Mari în momentul de față.

Capitolul 6 – Analiza stabilității cavernei SOCON prin modelare numerică cu elemente finite – prezintă o analiză, realizată cu ajutorul unui program de modelare numerică cu elemente finite, privind stabilitatea unei caverne apărute în câmpul II de sonde Ocnele Mari ca urmare a unirii mai multor goluri de dizolvare.

Capitolul 7 – Stabilirea soluțiilor optime pentru înlăturarea situațiilor de risc din câmpul II de sonde Ocnele Mari – descrie în detaliu metoda aplicată în vederea soluționării problemei legate de înlăturarea situațiilor de risc din câmpul II de sonde Ocnele Mari, prezentând lucrările ce au fost executate în teren.

Capitolul 8 – Concluzii, contribuții și propuneri – rezumă ideile principale ale prezentei lucrări, prezentând de asemenea contribuțiile proprii ale autorului și unele propuneri privitoare la tema studiată.

Scopul lucrării de față este acela de eliminare a riscului asociat prăbușirii necontrolate a rocilor din planșeul golurilor rezultate în urma exploatării prin dizolvare a zăcămintelor de sare gemă. Având în vedere acest fapt, prezenta lucrare urmărește testarea unei metode de dezafectare a cavernelor rezultate în urma exploatării sării prin dizolvare, având ca studiu de caz problema majoră a exploatării sării prin dizolvare la Ocnele Mari. Am ales acest studiu de caz întrucât în perioada 2004-2006 am participat activ la soluționarea problemei legate de înlăturarea situațiilor de risc în perimetrul afectat de exploatarea câmpului II de sonde Ocnele Mari.

Concluzii

Zăcămintul de sare gemă de la Ocnele Mari a fost exploatat intensiv, prin metoda dizolvării cinetice, încă din anul 1959, prin zece sonde (Câmpul I), apoi din anul 1966, prin încă cincisprezece sonde (Câmpul II).

Producția realizată a reprezentat circa 36% din totalul de sare exploatată la Ocnele Mari până la 01.01.2006.

Activitatea de exploatare în Câmpul I a fost oprită în anul 1973. În anul 1993 au fost măsurate cavernometric golurile de dizolvare unite a zece sonde din Câmpul II (caverna SOCON), cu un volum de saramură sub presiune de peste 4,5 milioane m³ și o suprafață orizontală de circa 10,5 ha plasată sub localitate.

Din studiile de stabilitate realizate s-a constatat că prăbușirea rocilor din tavanul cavernei SOCON este inevitabilă, putându-se produce în orice moment.

În consecință, activitatea de exploatare în Câmpul II a fost oprită. Ca efect al acestor lucrări s-a declanșat un proces de instabilitate a terenului din zonă, amplificat și de golurile subterane rămase din exploatări mai vechi necunoscute.

Întrucât aplicarea unor măsuri a fost întârziată aceste fenomene de scufundare a suprafeței au dus la prăbușirea suprafeței terenului în anul 2001, prăbușirea producându-se în zona în care a rezultat din calculele de stabilitate realizate (zona în care coeficientul de stabilitate este mai mic decât 1 – vezi fig. 6.22).

Pentru eliminarea consecințelor evenimentelor produse în acea perioadă a fost întocmit Programul de măsuri pentru lichidarea situației din Câmpul II – Ocnele Mari nr. 172.822/28.07.2004, aprobat de Ministrul de Stat al M. E. C, în baza cărora s-au elaborat studii de fezabilitate, proiecte tehnice și programe specifice de monitorizare permanentă și s-au executat o serie de lucrări de protecție și refacere a mediului și de punere în siguranță a gospodăriilor și cetățenilor. De asemenea, planul de acțiuni vizează măsuri și proiecte pentru exploatarea în siguranță a Câmpurilor III și IV.

În baza documentațiilor tehnice elaborate ca urmare a acestui program și a Hotărârilor de Guvern care au urmat, în perioada 2001 – 2007, au fost executate o serie de lucrări de protecție și refacere a mediului, de punere în siguranță a gospodăriilor și cetățenilor, cum ar fi:

- construirea unui cartier de locuințe și strămutarea a 49 de gospodării individuale, afectate de prăbușirea din Câmpul II, în cartierul Copăcelu - municipiul Râmnicu Vâlcea;
- construirea unui dig de retenție pentru saramura debușată din Câmpul II;
- canal de evacuare saramură între dig și decantor;
- decolmatare decantor și Pârâul Sărat;
- amenajare teren (execuție drumuri tehnologice, demolare turle sonde);
- extragere fluid izolat din Câmpul II (recuperat cca. 784 m³);
- lucrări pentru prăbușirea controlată a tavanului Câmpului II;
- refacere de drumuri, rețele de utilități (apă, electricitate, etc.) și stație de pompare apă;
- refacere grup sanitar școală (s-a construit un corp nou de clădire lipit de școală);
- regularizări și amenajări ale cursurilor de apă din zona de influență:
 - râul Sărat între decantor și ieșirea din localitate, în lungime de 6,7 km;
 - Valea Sărată;
- refacerea rețelei de apă industrială și saramură pe o lungime de 1 km;
- lucrări de consolidare a digului de retenție – Câmpul II, partea vestică și goliri de preaplin;
- evaluarea proprietăților calamitate și a terenurilor poluate cu saramură, în două etape;
- plata despăgubirilor pentru lipsa de folosință a terenurilor poluate cu saramură, integral până în anul 2007 și cumpărarea proprietăților calamitate;
- refacerea și extinderea sistemului de monitorizare a câmpurilor de sonde, inclusiv la cele aflate în exploatare (Câmpurile III și IV).

Soluția aplicată, pentru înlăturarea situației de risc din Câmpul II de sonde Ocnele Mari, a fost prăbușirea „controlată” a rocilor din tavanul cavernei prin dizolvarea cinetică a planșoului de sare. Punerea în aplicare a acestei soluții a fost realizată de către societatea S.C. FlowTex Service S.A. Mediaș în colaborare cu Universitatea din București.

Dizolvarea cinetică a planșeului de sare s-a realizat prin intermediul a 10 foraje de alimentare (prin care s-a introdus agent de dizolvare – saramură la un conținut de NaCl de aproximativ 105g/l) și 2 foraje prin intermediul cărora saramura era evacuată și transportată către consumator. Pentru evitarea unei prăbușiri necontrolate, prin intermediul acestui circuit s-a încercat păstrarea unei sarcini piezometrice constante în cavernă (aproximativ 295m) pentru o perioadă cât mai mare de timp.

La cinci luni de la începerea procesului de dizolvare, după introducerea unui volum total de agent de dizolvare de aproximativ 1,4 mil.m³, la suprafață a apărut un con de scufundare, deasupra forajelor S1 și S2. În perioada imediat următoare frecvența evenimentelor microseismice înregistrate a crescut, apărând de-a lungul aliniamentelor de foraje alte patru conuri de scufundare, care nu au evoluat.

În momentul de față, caverna Câmpului II reprezintă o problemă închisă pentru stabilitatea zonei datorită lucrărilor de prăbușire controlată executate (lucrări prezentate în capitolul 7).

Există însă, alte sonde din Câmpul II aflate în conexiune hidrolică directă cu golurile sondelor din Câmpul I.

Din acest motiv, activitatea de închidere a celor două câmpuri a trebuit gândită și realizată în etape intercondiționate (etapele I și II fiind deja realizate).

În semestrul II al anului 2006, fenomenele complexe de scufundare, monitorizate în Câmpul I, s-au intensificat, ceea ce a semnalat o etapă nouă în evoluția proceselor de dezechilibru.

În această zonă a fost determinată, prin măsurători geofizice, o altă cavernă comună, formată prin unirea golurilor de dizolvare a șase sonde, aflată în conexiune hidrolică directă cu alte sonde ale Câmpului I, dar și cu sondele din Câmpul II, menționate anterior.

Pentru încetinirea fenomenelor de subsidență s-a executat în regim de urgență un program special de măsuri:

- s-a realizat un sistem de pompare, prin una din sondele de exploatare existente, pentru creșterea presiunii hidrostatice cu 2 – 3 bari la nivelul tavanului cavernei din Câmpul I. S-a operat cu acest sistem pentru menținerea constantă a presiunii, așa încât să se realizeze un echilibru relativ al factorilor de stabilitate până la finalizarea lucrărilor de protecție și punere în siguranță a cetățenilor, gospodăriilor acestora și a mediului.
- s-a reușit interceptarea și evacuarea acumulărilor de fluid izolat (motorină) din cavernă, pentru a se elimina riscul poluării cu hidrocarburi în timpul lucrărilor de prăbușire controlată (s-au recuperat cca. 1087 m³).

Acordarea prin Legea Bugetului de Stat nr. 19/2009 numai a sumei de 76.143.000lei, reprezentând 26% din valoarea fundamentată inițial, a determinat structurarea pe activități prioritare, totodată subliniindu-se principalele implicații negative ce decurg din subfinanțarea programului anual de închidere și ecologizare, astfel:

- prăbușirea necontrolată a cca. 1.600.000 m³ material din tavanul cavernei;
- ruperea necontrolată a malurilor craterului ce se va forma;
- expulzarea și revărsarea necontrolată a cca. 1.000.000 m³ saramură ;
- umplerea rapidă a lacului barajului de pe Pârâul Sărat cu cca. 500.000 m³ saramură;
- distrugerea totală a celor 6 gospodării situate sub cota maximă a lacului de retenție;

- punerea în pericol major a altor cca. 30 de gospodării situate în zona de risc și influență a procesului de prăbușire și deversare necontrolată;
- întreruperea circulației, pe termen necunoscut, a drumului județean DJ 650, care traversează zona ce va fi inundată necontrolat, cu saramură;
- izolarea a cca. 50 gospodării situate pe versantul opus Câmpului I, prin formarea lacului de retenție;
- scoaterea din funcțiune a LEA 20 kV Căzănești – Fabrica de Pâine – Deriv. Câmp III Sonde, cu consecințe grave asupra livrărilor de materie primă (saramură) către combinatele OLTCHIM și US GOVORA – Ciech Chemical Group SA;
- scoaterea din funcțiune a LEA 0,4 kV care alimentează o parte însemnată a orașului Ocnele Mari;
- inundarea, cu distrugerii inevitabile, a cca. 150 de gospodării situate în albia majoră a Pârâului Sărat, cu cca. 500.000 m³ saramură care depășesc capacitatea lacului de retenție;
- poluarea râului Olt și a întregii zone cu un volum de cca. 500.000 m³ saramură;
- compromiterea totală a lucrărilor de ecologizare a terenurilor situate în lungul Pârâului Sărat care au fost afectate de fenomenele de debușare a saramurii din anii 2001 – 2004, cu o valoare contractată de 1.100.000 lei;
- compromiterea totală/parțială a lucrărilor pregătitoare pentru lichidarea sondelor cu risc de prăbușire din Câmpul I, cu o valoare contractată de cca. 800.000 lei;

Contribuții

Prin lucrarea de față mi-am propus să aduc unele contribuții cu privire la analiza și înlăturarea situațiilor de risc ce pot să apară în cazul exploatării sării geme prin dizolvare. Principalele contribuții care pot fi desprinse din această lucrare sunt următoarele:

- prezentarea principalelor metode de exploatare a zării geme prin dizolvare;
- analiza principalilor factori care conduc la apariția unor efecte negative în cazul exploatării sării prin soluție;
- prezentarea situației exploatării sării geme prin dizolvare cinetică cu ridicarea continuă a coloanei de dizolvare la Ocnele Mari;
- analiza prin modelare numerică cu elemente finite cu ajutorul programului CESAR-LCPC a stabilității unui gol de dizolvare de mari dimensiuni (Studiu de caz - caverna SOCON Ocnele Mari), gol rezultat prin unirea mai multor goluri de dizolvare;
- propunerea unor soluții tehnice de înlăturare a situațiilor de risc din Câmpul II de sonde Ocnele Mari (am propus și realizat unele soluții de dezamorsare a situației de risc existentă, fiind aleasă pentru aplicare prăbușirea controlată a rocilor din tavanul cavernei prin dizolvare cinetică a planșeului de sare utilizând forajul hidraulic dirijat);
- aplicarea soluției propuse și prăbușirea propriu zisă a rocilor din tavanul cavernei prin dizolvarea cinetică a planșeului de sare;
- prin aplicarea acestei soluții s-a reușit nu doar evitarea unor catastrofe ci și recuperarea unui volum mare de saramură (aceasta putând fi valorificată);
- propunerea executării unui dig de retenție în albia Pârâului Sărat pentru preluarea viiturilor de saramură ce pot să apară la surparea necontrolată a unor caverne de dizolvare din câmpurile de sonde III și IV;

- propunerea aplicării metodelor de prăbușire controlată (prin metoda forajului hidraulic dirijat) a rocilor din tavanul cavernelor de dizolvare din câmpurile de sonde III și IV.

Propuneri

Datorită complexității problemei luate în studiu consider că prin lucrarea de față nu s-a reușit în totalitate elucidarea problemelor ce apar la exploatarea prin dizolvare a sării geme, drept pentru care am considerat utilă pentru viitoarele studii în domeniu enumerarea următoarelor propuneri:

- efectuarea unei monitorizări mai atente a procesului de dizolvare cinetică;
- urmărirea periodică a dezvoltării golurilor de dizolvare și a influenței acestora asupra suprafeței;
- analiza stabilității golurilor de dizolvare prin metode moderne (modelare numerică);
- în cazul în care situația o cere se propune de asemenea aplicarea într-un timp cât mai scurt a dizolvării cinetice prin intermediul forajului hidraulic dirijat pentru prăbușirea rocilor din tavanul golurilor de dizolvare,
- de asemenea se propune aplicarea metodei forajului hidraulic dirijat ca metodă de exploatare a sării geme, acesta prezentând anumite avantaje (exploatarea în siguranță de la distanță – în afara zonei de risc; recuperarea unui volum mare de saramură ș.a.);

TEZĂ DE DOCTORAT

CERCETĂRI PRIVIND DIRIJAREA CONTROLATĂ A PRĂBUȘIRII ROCILOR DIN PLANȘEUL GOLURILOR REZULTATE ÎN URMA EXPLOATĂRII PRIN DIZOLVARE A ZĂCĂMINTELOR DE SARE GEMĂ

Conducător științific:

Prof.univ.dr.ing. **COZMA** Eugen

Doctorand:

Ing. **MIHUȚ** SORIN

CUPRINS	1
CUVÂNT DE MULȚUMIRE	7
INTRODUCERE	9
CAPITOLUL I – GEOLOGIA PRINCIPALELOR ZĂCĂMINTE DE SARE GEMĂ DIN ROMÂNIA EXPLOATATE PRIN DIZOLVARE	13
CAPITOLUL II – CARACTERISTICILE GEOMECANICE ALE SĂRII GEME	25
CAPITOLUL III – METODE DE EXPLOATARE A SĂRII GEME PRIN DIZOLVARE	49
CAPITOLUL IV – EFECTELE EXPLOATĂRII SĂRII PRIN SOLUȚIE	85
CAPITOLUL V – EXPLOATAREA SĂRII PRIN SOLUȚIE LA OCNELE MARI	99
CAPITOLUL VI – ANALIZA STABILITĂȚII CAVERNEI SOCON PRIN MODELARE NUMERICĂ CU ELEMENTE FINITE	123
CAPITOLUL VII – STABILIREA SOLUȚIILOR OPTIME PENTRU ÎNLĂTURAREA SITUAȚIILOR DE RISC DIN CÂMPUL II DE SONDE OCNELE MARI	143
CAPITOLUL VIII – CONCLUZII, CONTRIBUȚII ȘI PROPUNERI	163
BIBLIOGRAFIE	169
ANEXE	173

Cuvinte cheie: sare gemă, exploatare, stabilitate, modelare numerică, dizolvare hidrolică, prăbușire controlată.

Exploatarea sării în România s-a făcut, în decursul a două milenii, pe cale uscată. Abia la sfârșitul secolului al XVIII-lea s-a început exploatarea sării în soluție (la Cacica), prin evaporarea saramurii din izvoarele sărate ale regiunii, iar un secol mai târziu s-a trecut la extracția sării prin dizolvare în 3 bazine circulare cu diametrul de 100 m, amplasate în lucrări miniere subterane, sub cota orizontului II, denumite: Vasile Alecsandri, Ciprian Porumbescu și Mihai Eminescu, care au funcționat până în anul 1950.

La Ocna Mureș, exploatarea sării prin dizolvare a luat amploare după înființarea uzinei de produse sodice. Inițial, producția de saramură s-a ridicat la cca. 45 m³/zi, cantitate rezultată din apa colectată în drenajele de protecție ale masivului de sare, ieșit la suprafață.

Zăcămintul de sare Ocnele Mari a fost exploatat prin sonde de dizolvare în mai multe câmpuri de sonde forate de la suprafață, saramura extrasă constituind materia primă pentru produsele sodice și chimice fabricate pe platforma industrială Govora.

Saramura, din care prin evaporare se obține sarea, se extrage fie prin dizolvare dinamică, fie prin dizolvare statică.

Prima metoda folosește, pentru dizolvarea sării, un curent de apă dulce introdus în masivul de sare, printr-o sonda prevăzută cu echipamentul necesar. Saramura rezultată în urma acțiunii de dizolvare a apei asupra masivului de sare este evacuată la suprafață la o concentrație de 31 – 32 °Kappeler.

Cea de a doua metodă folosește pentru dizolvarea sării o serie de lucrări miniere subterane care se umplu cu apă. Apa din lucrările miniere dizolvă pereții de sare, până la obținerea unei saramuri cu o concentrație de 31 – 32 °K. Saramura saturată este evacuată, iar în continuare operațiile de umplere cu apă și evacuarea saramurii se repetă până când rezultă un bazin de forma proiectată (prismatică sau tronconică). În țara noastră, metoda bazată pe principiul dizolvării statice nu se mai aplică datorită dezavantajelor pe care le prezintă (cost ridicat și durată mare pentru realizarea lucrărilor de deschidere și pregătire, producția de saramură discontinuă ș.a.).

Extragerea sării prin sonde sub formă de soluție reprezintă o metodă simplă și cu anumite avantaje față de extracția sării geme în stare solidă, prin lucrări miniere. Eficacitatea acestui procedeu constă din preturi de producție mici, cheltuieli de transport minime, posibilitatea valorificării zăcămintelor de sare gemă cu intercalații de steril și adâncime mare de exploatare.

În prezent, câmpurile de sonde de dizolvare abandonate reprezintă un pericol real, prin procesul de dizolvare necontrolată care pot duce la dezvoltarea unor caverne de mari dimensiuni, cu planșee de siguranță a căror grosime nu mai corespunde din punct de vedere al portanței.

O cunoaștere insuficientă a problemelor legate de exploatarea sării prin dizolvare poate conduce la pierderea controlului asupra dizolvării și distrugerea pilierilor dintre camerele de dizolvare.

Pentru a răspunde la tema studiată, prezenta lucrare a fost dezvoltată pe 9 capitole după cum urmează:

Capitolul 1 – *Geologia principalelor zăcăminte de sare gemă din România exploatate prin dizolvare* – prezintă o scurtă caracterizare din punct de vedere geografic, geologic și hidrogeologic a principalelor zăcăminte de sare gemă exploatate în țara noastră.

Capitolul 2 – *Caracteristicile geomecanice ale sării geme* – prezintă o sinteză a rezultatelor cercetărilor efectuate în țara noastră cu privire la caracterizarea sării geme și a rocilor înconjurătoare din punct de vedere fizic, mecanic, elastic și reologic.

Capitolul 3 – Metode de exploatare a sării geme prin dizolvare – descrie sumar principalele metode aplicate la exploatarea sării prin dizolvare atât pe plan intern cât și internațional.

Capitolul 4 – Efectele exploatării sării prin soluție – conține date cu privire la posibilitatea apariției anumitor fenomene, atât în timpul exploatării cât și după încetarea acesteia, fenomene ce pot conduce la dezastre de proporții.

Capitolul 5 – Exploatarea sării prin soluție la Ocnele Mari – prezintă o scurtă descriere în ceea ce privește modul de amplasare a sondelor (și a câmpurilor de sonde) la Ocnele Mari, tehnologiile aplicate, producții realizate și probleme apărute în timpul exploatării. De asemenea se prezintă situația sondelor și a golurilor de dizolvare din cele patru câmpuri de sonde Ocnele Mari în momentul de față.

Capitolul 6 – Analiza stabilității cavernei SOCON prin modelare numerică cu elemente finite – prezintă o analiză, realizată cu ajutorul unui program de modelare numerică cu elemente finite, privind stabilitatea unei caverne apărute în câmpul II de sonde Ocnele Mari ca urmare a unirii mai multor goluri de dizolvare.

Capitolul 7 – Stabilirea soluțiilor optime pentru înlăturarea situațiilor de risc din câmpul II de sonde Ocnele Mari – descrie în detaliu metoda aplicată în vederea soluționării problemei legate de înlăturarea situațiilor de risc din câmpul II de sonde Ocnele Mari, prezentând lucrările ce au fost executate în teren.

Capitolul 8 – Concluzii, contribuții și propuneri – rezumă ideile principale ale prezentei lucrări, prezentând de asemenea contribuțiile proprii ale autorului și unele propuneri privitoare la tema studiată.

Scopul lucrării de față este acela de eliminare a riscului asociat prăbușirii necontrolate a rocilor din planșeul golurilor rezultate în urma exploatării prin dizolvare a zăcămintelor de sare gemă. Având în vedere acest fapt, prezenta lucrare urmărește testarea unei metode de dezafectare a cavernelor rezultate în urma exploatării sării prin dizolvare, având ca studiu de caz problema majoră a exploatării sării prin dizolvare la Ocnele Mari. Am ales acest studiu de caz întrucât în perioada 2004-2006 am participat activ la soluționarea problemei legate de înlăturarea situațiilor de risc în perimetrul afectat de exploatarea câmpului II de sonde Ocnele Mari.

Concluzii

Zăcămintul de sare gemă de la Ocnele Mari a fost exploatat intensiv, prin metoda dizolvării cinetice, încă din anul 1959, prin zece sonde (Câmpul I), apoi din anul 1966, prin încă cincisprezece sonde (Câmpul II).

Producția realizată a reprezentat circa 36% din totalul de sare exploatată la Ocnele Mari până la 01.01.2006.

Activitatea de exploatare în Câmpul I a fost oprită în anul 1973. În anul 1993 au fost măsurate cavernometric golurile de dizolvare unite a zece sonde din Câmpul II (caverna SOCON), cu un volum de saramură sub presiune de peste 4,5 milioane m³ și o suprafață orizontală de circa 10,5 ha plasată sub localitate.

Din studiile de stabilitate realizate s-a constatat că prăbușirea rocilor din tavanul cavernei SOCON este inevitabilă, putându-se produce în orice moment.

În consecință, activitatea de exploatare în Câmpul II a fost oprită. Ca efect al acestor lucrări s-a declanșat un proces de instabilitate a terenului din zonă, amplificat și de golurile subterane rămase din exploatări mai vechi necunoscute.

Întrucât aplicarea unor măsuri a fost întârziată aceste fenomene de scufundare a suprafeței au dus la prăbușirea suprafeței terenului în anul 2001, prăbușirea producându-se în zona în care a rezultat din calculele de stabilitate realizate (zona în care coeficientul de stabilitate este mai mic decât 1 – vezi fig. 6.22).

Pentru eliminarea consecințelor evenimentelor produse în acea perioadă a fost întocmit Programul de măsuri pentru lichidarea situației din Câmpul II – Ocnele Mari nr. 172.822/28.07.2004, aprobat de Ministrul de Stat al M. E. C, în baza cărora s-au elaborat studii de fezabilitate, proiecte tehnice și programe specifice de monitorizare permanentă și s-au executat o serie de lucrări de protecție și refacere a mediului și de punere în siguranță a gospodăriilor și cetățenilor. De asemenea, planul de acțiuni vizează măsuri și proiecte pentru exploatarea în siguranță a Câmpurilor III și IV.

În baza documentațiilor tehnice elaborate ca urmare a acestui program și a Hotărârilor de Guvern care au urmat, în perioada 2001 – 2007, au fost executate o serie de lucrări de protecție și refacere a mediului, de punere în siguranță a gospodăriilor și cetățenilor, cum ar fi:

- construirea unui cartier de locuințe și strămutarea a 49 de gospodării individuale, afectate de prăbușirea din Câmpul II, în cartierul Copăcelu - municipiul Râmnicu Vâlcea;
- construirea unui dig de retenție pentru saramura debușată din Câmpul II;
- canal de evacuare saramură între dig și decantor;
- decolmatare decantor și Pârâul Sărat;
- amenajare teren (execuție drumuri tehnologice, demolare turle sonde);
- extragere fluid izolat din Câmpul II (recuperat cca. 784 m³);
- lucrări pentru prăbușirea controlată a tavanului Câmpului II;
- refacere de drumuri, rețele de utilități (apă, electricitate, etc.) și stație de pompare apă;
- refacere grup sanitar școală (s-a construit un corp nou de clădire lipit de școală);
- regularizări și amenajări ale cursurilor de apă din zona de influență:
 - râul Sărat între decantor și ieșirea din localitate, în lungime de 6,7 km;
 - Valea Sărată;
- refacerea rețelei de apă industrială și saramură pe o lungime de 1 km;
- lucrări de consolidare a digului de retenție – Câmpul II, partea vestică și goliri de preaplin;
- evaluarea proprietăților calamitate și a terenurilor poluate cu saramură, în două etape;
- plata despăgubirilor pentru lipsa de folosință a terenurilor poluate cu saramură, integral până în anul 2007 și cumpărarea proprietăților calamitate;
- refacerea și extinderea sistemului de monitorizare a câmpurilor de sonde, inclusiv la cele aflate în exploatare (Câmpurile III și IV).

Soluția aplicată, pentru înlăturarea situației de risc din Câmpul II de sonde Ocnele Mari, a fost prăbușirea „controlată” a rocilor din tavanul cavernei prin dizolvarea cinetică a planșeului de sare. Punerea în aplicare a acestei soluții a fost realizată de către societatea S.C. FlowTex Service S.A. Mediaș în colaborare cu Universitatea din București.

Dizolvarea cinetică a planșeului de sare s-a realizat prin intermediul a 10 foraje de alimentare (prin care s-a introdus agent de dizolvare – saramură la un conținut de NaCl de aproximativ 105g/l) și 2 foraje prin intermediul cărora saramura era evacuată și transportată către consumator. Pentru evitarea unei prăbușiri necontrolate, prin intermediul acestui circuit s-a încercat păstrarea unei sarcini piezometrice constante în cavernă (aproximativ 295m) pentru o perioadă cât mai mare de timp.

La cinci luni de la începerea procesului de dizolvare, după introducerea unui volum total de agent de dizolvare de aproximativ 1,4 mil.m³, la suprafață a apărut un con de scufundare, deasupra forajelor S1 și S2. În perioada imediat următoare frecvența evenimentelor microseismice înregistrate a crescut, apărând de-a lungul aliniamentelor de foraje alte patru conuri de scufundare, care nu au evoluat.

În momentul de față, caverna Câmpului II reprezintă o problemă închisă pentru stabilitatea zonei datorită lucrărilor de prăbușire controlată executate (lucrări prezentate în capitolul 7).

Există însă, alte sonde din Câmpul II aflate în conexiune hidrolică directă cu golurile sondelor din Câmpul I.

Din acest motiv, activitatea de închidere a celor două câmpuri a trebuit gândită și realizată în etape intercondiționate (etapele I și II fiind deja realizate).

În semestrul II al anului 2006, fenomenele complexe de scufundare, monitorizate în Câmpul I, s-au intensificat, ceea ce a semnalat o etapă nouă în evoluția proceselor de dezechilibru.

În această zonă a fost determinată, prin măsurători geofizice, o altă cavernă comună, formată prin unirea golurilor de dizolvare a șase sonde, aflată în conexiune hidrolică directă cu alte sonde ale Câmpului I, dar și cu sondele din Câmpul II, menționate anterior.

Pentru încetinirea fenomenelor de subsidență s-a executat în regim de urgență un program special de măsuri:

- s-a realizat un sistem de pompare, prin una din sondele de exploatare existente, pentru creșterea presiunii hidrostatice cu 2 – 3 bari la nivelul tavanului cavernei din Câmpul I. S-a operat cu acest sistem pentru menținerea constantă a presiunii, așa încât să se realizeze un echilibru relativ al factorilor de stabilitate până la finalizarea lucrărilor de protecție și punere în siguranță a cetățenilor, gospodăriilor acestora și a mediului.
- s-a reușit interceptarea și evacuarea acumulărilor de fluid izolat (motorină) din cavernă, pentru a se elimina riscul poluării cu hidrocarburi în timpul lucrărilor de prăbușire controlată (s-au recuperat cca. 1087 m³).

Acordarea prin Legea Bugetului de Stat nr. 19/2009 numai a sumei de 76.143.000lei, reprezentând 26% din valoarea fundamentată inițial, a determinat structurarea pe activități prioritare, totodată subliniindu-se principalele implicații negative ce decurg din subfinanțarea programului anual de închidere și ecologizare, astfel:

- prăbușirea necontrolată a cca. 1.600.000 m³ material din tavanul cavernei;
- ruperea necontrolată a malurilor craterului ce se va forma;
- expulzarea și revărsarea necontrolată a cca. 1.000.000 m³ saramură ;
- umplerea rapidă a lacului barajului de pe Pârâul Sărat cu cca. 500.000 m³ saramură;
- distrugerea totală a celor 6 gospodării situate sub cota maximă a lacului de retenție;

- punerea în pericol major a altor cca. 30 de gospodării situate în zona de risc și influență a procesului de prăbușire și deversare necontrolată;
- întreruperea circulației, pe termen necunoscut, a drumului județean DJ 650, care traversează zona ce va fi inundată necontrolat, cu saramură;
- izolarea a cca. 50 gospodării situate pe versantul opus Câmpului I, prin formarea lacului de retenție;
- scoaterea din funcțiune a LEA 20 kV Căzănești – Fabrica de Pâine – Deriv. Câmp III Sonde, cu consecințe grave asupra livrărilor de materie primă (saramură) către combinatele OLTCHIM și US GOVORA – Ciech Chemical Group SA;
- scoaterea din funcțiune a LEA 0,4 kV care alimentează o parte însemnată a orașului Ocnele Mari;
- inundarea, cu distrugerii inevitabile, a cca. 150 de gospodării situate în albia majoră a Pârâului Sărat, cu cca. 500.000 m³ saramură care depășesc capacitatea lacului de retenție;
- poluarea râului Olt și a întregii zone cu un volum de cca. 500.000 m³ saramură;
- compromiterea totală a lucrărilor de ecologizare a terenurilor situate în lungul Pârâului Sărat care au fost afectate de fenomenele de debușare a saramurii din anii 2001 – 2004, cu o valoare contractată de 1.100.000 lei;
- compromiterea totală/parțială a lucrărilor pregătitoare pentru lichidarea sondelor cu risc de prăbușire din Câmpul I, cu o valoare contractată de cca. 800.000 lei;

Contribuții

Prin lucrarea de față mi-am propus să aduc unele contribuții cu privire la analiza și înlăturarea situațiilor de risc ce pot să apară în cazul exploatării sării geme prin dizolvare. Principalele contribuții care pot fi desprinse din această lucrare sunt următoarele:

- prezentarea principalelor metode de exploatare a zării geme prin dizolvare;
- analiza principalilor factori care conduc la apariția unor efecte negative în cazul exploatării sării prin soluție;
- prezentarea situației exploatării sării geme prin dizolvare cinetică cu ridicarea continuă a coloanei de dizolvare la Ocnele Mari;
- analiza prin modelare numerică cu elemente finite cu ajutorul programului CESAR-LCPC a stabilității unui gol de dizolvare de mari dimensiuni (Studiu de caz - caverna SOCON Ocnele Mari), gol rezultat prin unirea mai multor goluri de dizolvare;
- propunerea unor soluții tehnice de înlăturare a situațiilor de risc din Câmpul II de sonde Ocnele Mari (am propus și realizat unele soluții de dezamorsare a situației de risc existentă, fiind aleasă pentru aplicare prăbușirea controlată a rocilor din tavanul cavernei prin dizolvare cinetică a planșeului de sare utilizând forajul hidraulic dirijat);
- aplicarea soluției propuse și prăbușirea propriu zisă a rocilor din tavanul cavernei prin dizolvarea cinetică a planșeului de sare;
- prin aplicarea acestei soluții s-a reușit nu doar evitarea unor catastrofe ci și recuperarea unui volum mare de saramură (aceasta putând fi valorificată);
- propunerea executării unui dig de retenție în albia Pârâului Sărat pentru preluarea viiturilor de saramură ce pot să apară la surparea necontrolată a unor caverne de dizolvare din câmpurile de sonde III și IV;

- propunerea aplicării metodelor de prăbușire controlată (prin metoda forajului hidraulic dirijat) a rocilor din tavanul cavernelor de dizolvare din câmpurile de sonde III și IV.

Propuneri

Datorită complexității problemei luate în studiu consider că prin lucrarea de față nu s-a reușit în totalitate elucidarea problemelor ce apar la exploatarea prin dizolvare a sării geme, drept pentru care am considerat utilă pentru viitoarele studii în domeniu enumerarea următoarelor propuneri:

- efectuarea unei monitorizări mai atente a procesului de dizolvare cinetică;
- urmărirea periodică a dezvoltării golurilor de dizolvare și a influenței acestora asupra suprafeței;
- analiza stabilității golurilor de dizolvare prin metode moderne (modelare numerică);
- în cazul în care situația o cere se propune de asemenea aplicarea într-un timp cât mai scurt a dizolvării cinetice prin intermediul forajului hidraulic dirijat pentru prăbușirea rocilor din tavanul golurilor de dizolvare,
- de asemenea se propune aplicarea metodei forajului hidraulic dirijat ca metodă de exploatare a sării geme, acesta prezentând anumite avantaje (exploatarea în siguranță de la distanță – în afara zonei de risc; recuperarea unui volum mare de saramură ș.a.);