

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE**  
**UNIVERSITATEA DIN PETROȘANI**  
**FACULTATEA DE MINE**

**ing. FARCAȘ (căs. GÂLGĂU) RALUCA CLAUDIA**

**TEZĂ DE DOCTORAT (REZUMAT)**

**METODE GEODEZICE ȘI TOPOGRAFICE DE MONITORIZARE A MIȘCĂRII  
SUPRAFETEI, SUB INFLUENȚA EXPLOATĂRII ZĂCĂMINTELOR DE SARE**

**CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC: Prof. univ. dr. ing. Nicolae DIMA**

**PETROȘANI,**  
**2017**

## **Introducere**

Odată cu declanșarea revoluției industriale de la începutul secolului trecut, la nivel mondial se înregistrează o puternică creștere a cererii de materii prime, industria minieră a sării din întreaga lume fiind obligată să se adapteze la situația nou creată, fiind supusă în același timp, la presiuni din ce în ce mai mari, datorită diversității și intensității problemelor pe care le creează mediului înconjurător.

Industria minieră din întreaga lume este tot mai preocupată de multitudinea și gravitatea problemelor pe care le generează mediului înconjurător. Din acest motiv este necesar a se cunoaște și a se înlătura toți factorii generatori de risc în activitatea minieră.

Manifestarea fenomenelor de instabilitate (denivelări, surpături, gropi, deteriorarea unor clădiri aflate în zona de influență), se întâlnesc la toate exploatările de sare din România. Prezența unor astfel de manifestări a impus efectuarea a numeroase observații, măsurători topografice și studii de specialitate, într-un cuvânt monitorizarea complexă a zăcămintelor de sare afectate de exploatare.

Scopul acestei lucrări este de a identifica deplasările și deformările suprafeței aferente unui câmp de sonde de exploatare a sării, prin metode geodezice și topografice, iar pe baza acestora să se găsească soluțiile de prevenire a eventualelor evenimente care apar și afectează mediul înconjurător precum și activitățile omenești.

**Capitolul I** intitulat "**Prezentarea metodelor de exploatare a zăcămintelor de sare**" cuprinde descrierea metodelor de exploatare a sării pe cale uscată și pe cale umedă (dizolvare cinetică).

Metodele de exploatare, pe cale uscată, utilizate și adaptate în decursul timpului la condițiile geo-miniere se clasifică în metode:

- cu camere mari;
- cu camere mici și pilieri dreptunghiulari;
- cu camere mici și pilieri pătrați;

Exploatarea sării pe cale umedă (prin dizolvare cinetică) este o metodă de extracție frecvent folosită și cu un randament ridicat și constă în producerea unei soluții de sare (saramură) în subteran (camera de dizolvare) și apoi colectarea și aducerea ei la suprafață pentru evaporare și purificare. În țară exploatarea sării prin dizolvare cinetică se practică în exploatările Ocna Mureș, Ocnele Mari, Târgu Ocna (Gura Slănic) și Cacica.

Metodele de exploatare pe cale umedă utilizate sunt:

- extracția sării prin stropire;
- extracția sării prin bazine;
- extracția sării prin sonde.

**Capitolul II** intitulat "**Factorii geologico-minieri care determină fenomenul de deplasare și deformare a suprafeței**" cuprinde descrierea factorilor geo-minieri care influențează suprafața aferentă unui câmp de sonde.

Fenomenul de deplasare a suprafeței terenului sub influența exploatării sării, este foarte complex și depinde de mai mulți factori geologici și tehnico-minieri.

Zăcămintele de sare din România se caracterizează prin condiții geologice, hidrogeologice și economice specifice fiecăruia zăcământ, iar datorită acestui fapt, riscurile declanșării unor fenomene catastrofale sunt diferite de la un zăcământ la altul.

Zăcămintele de sare se caracterizează prin condiții geologice, miniere, hidrologice și tectonice diferite; prin urmare și metodele de exploatare adoptate diferă de la zăcământ la zăcământ. În situația zăcămintelor de sare, principalii factori care contribuie la creșterea gradului de instabilitate a golurilor create prin exploatare și implicit a suprafețelor de teren aferente zăcămintelor de sare, sunt: solubilitatea sării în apă dulce, prezența și circulația apelor dulci atât pe spinarea sării cât și în masiv, adâncimea față de suprafața a golurilor, caracteristicile fizico-mecanice a zăcământului dar și a rocilor înconjurătoare.

În **capitolul III "Definirea parametrilor procesului de deplasare și deformare a suprafeței"** s-a prezentat parametrii de deplasare și deformare a suprafeței, atât în plan vertical cât și în plan orizontal, albia de scufundare, unghiurile de scufundare și ariile de influență.

Problemele datorate deplasărilor și deformărilor suprafeței aferente unei exploatării a sării constituie o cercetare științifică a inginerilor minieri, geologi și topografi. Pentru a rezolva problemele cauzate de exploatare sării este nevoie de a găsi soluții de prevenție și măsurii de siguranță și proiecție pentru societatea umană, obiective civile și industriale.

Pentru aplicarea celor mai eficiente măsuri de protecție a suprafeței împotriva subsidenței este necesar a se cerceta legile procesului de deplasare și deformare a suprafeței terestre.

Pentru efectuarea observațiilor asupra procesului de deplasare și deformare a suprafeței și a construcțiilor de la suprafață, în timpul procesului de subminare, se utilizează măsurătorile topografice de planimetrie și nivelment.

Observațiile topografice se rezumă la efectuarea unor trasee de nivelment geometric de mijloc de înaltă precizie asupra rețelei de reperi de urmărire și mărci topografice amplasate în fundațiile construcțiilor, precum și la măsurarea distanțelor dintre reperi.

Pe baza măsurătorilor topografice se determină parametrii de deplasare (deplasarea verticală, deplasarea orizontală), parametrii de deformare (înclinarea, curbura, deformațiile orizontale), unghiurile de scufundare și ariile de influență.

Unghiurile de scufundare se stabilesc prin măsurători topografice pentru fiecare perimetru de exploatare a sării și depind de condițiile geologo-miniere ale zăcământului, înclinarea și adâncimea golurilor de dizolvare.

**Capitolul IV " Studiul metodelor utilizate la monitorizarea fenomenului de deformare a suprafeței"** cuprinde metodele topo-geodezice cu ajutorul cărora putem determina parametrii de deplasare și deformare a suprafeței, acestea sunt metode pentru determinarea deplasărilor și deformațiilor în plan orizontal, metode pentru determinarea deplasărilor în plan vertical, metode fotogrammetrice și metode satelitare.

Măsurătorile geodezice pentru urmărirea comportării construcțiilor și a terenurilor din zonele minere, au început să fie reconsiderate de către proiectanții care interpretează modul de comportare a terenurilor și a construcțiilor în timp, odată cu dezvoltarea aparatelor de măsură, a informaticii care intervine direct în obținerea valorilor celor mai probabile ale deplasărilor, pe baza utilizării calculului de determinare a deplasărilor verticale sau orizontale, a testelor statistice și a adoptării unor modele matematice complexe pentru prelucrarea datelor din teren.

Pentru determinarea deplasărilor orizontale cu ajutorul cărora se determină deformațiile orizontale, prelucrarea observațiilor se realizează în rețelele de:

- microtriangulație;
- microtrilaterație;
- triangulație-trilaterație;

În funcție de relieful terenului și precizia necesară, pentru determinarea deplasărilor verticale ale reperelor de urmărire se efectuează măsurători de nivelment geometric de la mijloc sau nivelment trigonometric.

În funcție de precizia stabilită din toleranțe, pentru determinarea deplasărilor verticale ale reperilor, se utilizează nivelmentul geometric de precizie sau nivelmentul tehnic.

Pentru determinarea deplasărilor verticale ale reperilor se utilizează cotele absolute sau cotele relative obținute din măsurători pe aliniamente (drumuri nivelitice sprijinite la capăt) sau în rețele de nivelment.

În aliniamentele stației de urmărire, situate în terenuri accidentate, unde reperele sunt greu accesibile, pentru determinarea diferențelor de nivel și a cotelor absolute, se utilizează nivelmentul trigonometric, cu aplicarea corecției de sfericitate și refracție în cazul vizelor mai mari de 300 - 400 m și fără aplicarea corecțiilor menționate în cazul vizelor mai mici față de cele precizate.

Reprezentarea plană a suprafeței topografice sub forma clasică a hărților și a planurilor în condițiile progresului tehnologic actual pare o soluție simplistă care nu corespunde percepției omului a acestui spațiu înconjurător care este tridimensională. Dezvoltarea tehnologiilor de colectare a datelor teren în ceea ce privește dezvoltarea aparatelor utilizate în ridicările topografice și în monitorizările topografice de urmărirea stabilității terenurilor și construcțiilor din zonele miniere, a sistemelor de preluare dezvoltate pentru fotogrammetria digitală și teledetecție, a

sistemelor de stocare, prelucrare și reprezentare a măsurătorilor rezultate au impus noi produse precum sistemele informaționale ale teritoriului, sistemele informaționale geografice, hărțile digitale tridimensionale, reprezentările perspective ale spațiului obiect, modele virtuale etc.

Dezvoltările tehnologice din ultima perioadă prin stațiile totale, sistemele GPS, scanere, drone, posibilitățile de stocare și prelucrare a unor volume mari de date au permis eficientizarea a lucrărilor de urmărire a stabilității terenurilor din zonele miniere.

Determinările folosind tehnologii GPS diferă esențial de cele geodezice clasice prin aceea că sunt independente (în sensul că nu este necesară vizibilitatea între stații). Din acest motiv, tehnicile de proiectare diferă substanțial, particularități există și în modul de procesare a datelor, rezultând unele simplificări în ceea ce privește conformația rețelei de urmărire a stabilității terenurilor și construcțiilor din perimetrele de exploatare minieră.

**În capitolul V "Posibilități de eficientizare a programului de monitorizare a fenomenului de deplasare și deformare a suprafeței"** s-a realizat prelucrarea măsurătorilor topografice prin metoda măsurătorilor indirecte, evaluarea preciziilor de determinare a mărimilor măsurate și distribuția ponderilor.

Deoarece în lucrările de urmărire este foarte important ca rezultatele obținute să fie foarte precise, se impune ca prelucrarea măsurătorilor să se facă riguros.

Dintre metodele riguroase de prelucrare cunoscute recomand utilizarea metodei măsurătorilor indirecte deoarece metoda oferă o posibilitate mai simplă de evaluare a preciziilor obținute, în mod direct pentru fiecare reper folosit în urmărirea stabilității. Într-o abordare generală, un alt argument în favoarea traseelor poligonale este acela că în condițiile de subteran sunt singurele trasee posibile.

Nu recomand metoda măsurătorilor directe supuse la condiții deoarece evaluarea preciziilor aferente fiecărui reper ar trebui să se facă în cadrul acestei metode pe baza coeficienților de ponderi cu ajutorul funcțiilor de greutate, adică printr-un proces de calcul greoi. Pe lângă acest aspect, trebuie luat în considerare faptul că măsurătorile condiționate se pretează mai puțin la prelucrarea automată a datelor în comparație cu metoda măsurătorilor indirecte care se pretează ușor programării.

În teza s-a propus realizarea și prelucrarea unei rețele de urmărire a deplasărilor în plan orizontal cu parcurgerea reperilor prin trasee poligonale. Este de subliniat faptul că metoda traseului poligonal se pretează în rețele de urmărire deoarece de cele mai multe ori reperii observați se află în zone cu vegetație sau clădiri fără a avea vizibilitatea necesară rețelelor de triangulație în care, din fiecare punct există vizibilitate spre mai multe puncte.

**În capitolul VI "Realizarea unui concept bazat pe corelarea factorilor minieri cu mișcarea suprafeței"** s-a urmărit identificarea corelațiilor care există între scufundarea care are loc la suprafața terenului și condițiile existente în subteran pentru a stabili în ce mod depinde

efectul de cauza. Obiectivul urmărit este acela de a stabili funcțiile de dependență dintre efect și cauze ca apoi, în cazul proiectării unor noi lucrări de exploatare, să se poată estima înaintea începerii exploatării care vor fi efectele acelei exploatări.

Principalii parametri de care depinde scufundarea în cazul exploatării în soluție a sării sunt: timpul, proprietățile fizico-mecanice ale rocilor acoperitoare, grosimea planșeului acoperitor și diametrul golului de dizolvare.

S-a stabilit funcții de dependență între scufundare și timp, s-a determinat forma ecuației albiei de scufundare exprimată în funcție de scufundarea maximă și distanța față de centrul albiei, dependența întinderii albiei de poziția și dimensiunile golului subteran, dependența scufundării din centrul albiei de poziția și dimensiunile golului subteran, s-a formulat ecuația scufundării într-un punct ținând cont de coordonatele punctului, diametrul cavernei și coeficienții specifici fiecărui zăcământ determinați din observațiile efectuate la suprafață în rețeaua de urmărire și pe baza principiului suprapunerii efectelor am determinat ecuația scufundării pentru cazul mai multor goluri subterane.

Pe baza măsurătorilor topografice de nivelment geometric de înaltă precizie s-a realizat analiza și interpretarea deplasărilor verticale obținute în anul 2015, în Câmpul de sonde Gura Slănic, Salina Târgu Ocna, jud. Bacău.

**Capitolul VII "CONCLUZII, CONTRIBUȚII PERSONALE ȘI PERSPECTIVE"** prezintă principalele idei sintetizate a rezultatelor obținute, contribuțiile personale aduse în lucrare și perspectivele de cercetare pe viitor.

**"Bibliografia"** cuprinde autorii și titlurile de cărți, reviste, articole din volumele unor conferințe și simpozioane, informații obținute pe cale electronică (site-uri internet) la care s-au făcut trimiteri pe parcursul lucrării.