

REZUMAT

Teza de abilitare are în vedere atât parcursul carierei mele academice, cât și preocupările și contribuțiile științifice, prin lucrări de referință în domeniul Mecanicii Rocilor și a Construcțiilor miniere subterane. Teza de doctorat susținută în 1999 la Facultatea de Mine a Universității din Petroșani, sub coordonarea Prof.univ.dr.ing. Cornel Hirian, prin tema aleasă „*Cercetări referitoare la caracterizarea comportamentului reologic al rocilor din bazinul Valea Jiului și implicațiile acestuia în asigurarea stabilității lucrărilor miniere orizontale principale*”, a reprezentat un domeniu de cercetare foarte vast și destul de puțin dezvoltat până acum în țară și străinătate. Tocmai prin dificultatea, pretențiile, dar și prin importanța tehnico - economică pe care a prezentat-o la momentul respectiv și care o prezintă chiar și la ora actuală, problematica abordată în teză o consider ca fiind de excepție, fiind prima teză din domeniul reologiei rocilor realizată în România. A fost prima abordare teoretică și analitică a problematicii comportamentului reologic a rocilor cu implicații asupra stabilității lucrărilor subterane.

O parte din activitățile de cercetare inițiate prin teza de doctorat au fost preluate, dezvoltate și continuate până la finalizarea acestei teze de abilitare, în sensul că cercetările și studiile efectuate s-au îndreptat spre problema evaluării și analizei factorilor care influențează stabilitatea – fiabilitatea lucrărilor miniere situate în diferite condiții.

Având deschiderea teoretică, dată de teza de doctorat, parcursul de carieră s-a constituit din două mari direcții:

1. primă direcție a constat în măsurătorile și observațiile de laborator și in situ, în baza cărora am inițiat și propus metodologii de prelucrare și interpretare a rezultatelor obținute practic din încercări (elucidarea stării naturale de tensiune; caracterizarea comportamentului la deformare a unui masiv de rocă; starea secundară de tensiune - deformare a rocilor din jurul lucrărilor miniere orizontale; caracterizarea condițiilor geominiere de stabilitate; studierea regimului de manifestare a presiunii și calculul acestuia în contextul mecanismului de interacțiune masiv de rocă - sistem de susținere – timp);
2. un studiu teoretico – analitic al problemei stabilității lucrărilor subterane, prin care: am analizat o serie de ipoteze și am pus bazele unor modele matematice de analiză a comportamentului rocilor și a stabilității lucrărilor; modelele geomecanice în contextul interacțiunii masiv de rocă – sistem de susținere; am stabilit legi de variație în timp a parametrilor care influențează stabilitatea lucrărilor subterane.

Cercetările și studiile efectuate s-au îndreptat pe de o parte spre problema stabilității – fiabilității lucrărilor miniere situate în condiții dificile din punct de vedere geomecanic, iar pe de altă parte cercetările au cuprins și domeniul exploatării sării geme, în sensul analizei comportamentului micro și microscopic al acestui material bazat, pe o cercetare geomecanică de detaliu de laborator și in situ, dar și prin prisma analizei stabilității lucrărilor subterane executate în masive de sare pe perioada exploatării, cât și în ideea că golurile subterane create vor avea o altă destinație după exploatarea zăcămintelor de sare (cavități de stocare a produselor petroliere în special, dar și a altor tipuri de substanțe, o eventuală stocare de deșeuri radioactive etc.).

Pentru rezolvarea problemelor complexe cu care se confruntă subteranul în general și lucrările miniere în particular, unghiul de abordare a fost teoretico – analitico – experimental, astfel că acest studiu s-a constituit într-un demers interdisciplinar și multidisciplinar.

Teza de abilitare realizată după 16 ani de la susținerea tezei de doctorat, prezintă într-un mod structurat și documentat principalele realizări profesionale și contribuțiile științifice din această perioadă, fiind structurată în trei părți.

Prima parte a tezei de abilitare prezintă informații referitoare la activitatea de cercetare științifică; principalele realizări științifice post-doctorale care au stat la baza dezvoltării carierei mele profesionale și științifice, continuarea de fapt a preocupărilor de cercetare care au existat chiar din perioada studenției, când această activitate am desfășurat-o în cadrul colectivelor de cercetare științifică mixte cadre didactice – studenți (**Capitolul 1**). Tematica abordată în cadrul activității de cercetare a fost variată. Atenția a fost acordată prezentării rezultatelor obținute, a unor ipoteze,

modele matematice și metodologii proprii stabilite și dezvoltate pentru diferite situații concrete pe care le-am studiat, bazate pe viziunea proprie a fenomenelor și proceselor care au loc în masivele de rocă.

A doua parte a tezei cuprinde o serie de direcții de dezvoltare a carierei viitoare academice și științifice, care se vor completa reciproc, vizând obiective specifice.

În **partea a treia** a tezei sunt prezentate referințele bibliografice personale și generale asociate primelor două părți.

Capitolul 2 cuprinde analiza stabilității lucrărilor miniere orizontale, analiză care a fost realizată în contextul urmării și caracterizării stabilității lucrărilor, plecând de la caracteristicile geomecanice a rocilor în care acestea au fost executate, pentru situațiile cele mai caracteristice ale bazinului Valea Jiului, având drept criteriu starea acestor lucrări ca și efect al nerespectării mecanismului interacțiunii masiv de rocă - sistem de susținere - timp. Analiza situației stabilității lucrărilor miniere orizontale principale a fost realizată în contextul unor parametri considerați prin condițiile naturale și a parametrilor determinați de condițiile de exploatare a acestor lucrări miniere, și anume: adâncimea de amplasare, natura rocilor în care sunt cantonate, forma și mărimea profilelor, tehnologia de execuție - săpare și susținere prin prisma cunoașterii intensității presiunii, caracterul deformării și mișcării rocilor pe contur, interdependența dintre gradul de deformare a rocilor, intensitatea de deformare și modul de realizare a stabilității prin intermediul susținerii.

Au fost stabilite legi de variație și corelații între parametri care influențează stabilitatea lucrărilor subterane, adâncimea critică de la care se poate delimita pe verticală comportamentul de deformare al rocilor, adică limită de separare a zonei comportamentului elastic de zona comportamentului plastic, respectiv dependența a convergenței de timp a rocilor și adâncimea de amplasare a lucrării. Este prezentat un mod simplist de analiză a masivelor de rocă sedimentare, în vederea stabilirii unui model geomecanic masiv de rocă – lucrare minieră (și care ar putea fi extins și la alte tipuri de lucrări subterane realizate în astfel de masive), aplicabil în contextul interacțiunii masiv de rocă – sistem de susținere, model care am considerat ca fiind necesar și care vine în sprijinul specialiștilor din domeniu.

Pe baza măsurătorilor modului de deformare a susținerilor în galeriile situate la diferite orizonturi și a prelucrării statistice matematice am obținut dependența capacității portante specifice minime necesare a susținerii arcuite metalice în funcție de valorile coeficientului de stabilitate, dependența presiunii asupra susținerii de coeficientul de stabilitate; a dependenței presiunii asupra susținerii în funcție de timp și dependența deplasărilor rocilor în funcție de timp, pentru coeficienții de stabilitate calculați. Prim intermediul criteriului de stabilitate „n” am stabilit legitățile principale ale manifestării regimului de presiune și am determinat valoric sarcinile asupra susținerilor culisante și deplasările acestora, în baza cărora s-a realizat o clasificare a condițiilor de lucru a susținerilor clasificare ce sistematizează aceste condiții în funcție de caracterul manifestării presiunii, de caracteristicile sistemului susținere – umplutură – masiv de rocă, relevându-se legăturile obiective dintre manifestarea presiunii și condițiile de lucru ale acesteia, prin intermediul criteriilor de stabilitate a masivului și parametrii susținerii. Pe baza cercetărilor complexe de laborator și in situ, combinate cu studiile analitice, am obținut informații obiective referitoare la legile prin intermediul cărora se poate caracteriza masivul de rocă din punct de vedere geomecanic, legități care stau la baza descrierii cantitative și calitative a modului de comportare la deformare a acestuia, care contribuie la înțelegerea modului de manifestare a regimului de presiune și permit elaborarea unor noi metode și stabilirea mijloacelor corespunzătoare în vederea asigurării stabilității lucrărilor miniere. Din analiza rezultatelor obținute cu referire la caracterizarea geomecanică a masivului de rocă aferent culcușului stratului 3 de la E.M. Petrița, a analizei stabilității lucrărilor miniere (direcționalele din culcușul stratului 3, orizont +50, 0, -50, -100, -150), a stării naturale de tensiune a masivului, a stării secundare de tensiune și pe baza criteriilor de stabilitate, am stabilit grafo-analitic modelul complex de interacțiune de tip elasto – vâsco – plastic, cu definirea liniei de imediată siguranță în raport cu modul de dezvoltare a zonei deformațiilor neelastice în funcție de mărimea lucrării, plasticitatea și caracteristicile reologice ale rocilor, tipul susținerii și de adâncimea de amplasare a lucrării în raport cu suprafața (definind și cele 3 zone care se formează în jurul lucrărilor, cu determinarea deplasării suferită de rocă până la montarea susținerii. În baza acestor date și informații care au fost obținute, s-a stabilit mecanismul de interacțiune în cazul galeriei direcționale din culcușul stratului 3 E.M. Petrița, orizont -150.

Capitolul 3 are la bază un studiu strict bibliografic pe care l-am realizat pe perioada unui an de zile în Franța, incluzând o inventariere a exploatărilor de sare și contextelor geologice și

hidrogeologice asociate acestora; evidențierea mai multor tipuri de configurații de exploatare pot fi asociate tipurilor de riscuri specifice. În acest sens, s-a încercat stabilirea efectelor pentru a putea identifica mecanismele și fenomenele asociate cavităților saline. În acest capitol, atenția a fost îndreptată în principal pe studiul comportamentului neelastice – reologic al sării, mai precis pe o sinteză a legilor de comportament existente în literatură, scopul fiind ca în baza informațiilor din literatură să realizez un program numeric de calcul care să simuleze comportamentul termo – hidro – mecanic al sării în contextul analizei stabilității pe termen lung a cavităților subterane, inclusiv a celor umplute cu saramură. Ca ingineri și cercetători în domeniul mecanicii rocilor și structurilor subterane, interesează în mod deosebit modul de comportare neelastice, reologic al rocilor. În acest sens, împreună cu o serie de cercetători francezi am pus bazele unui program de calcul, THYME++, conceput pentru a putea introduce o lege de comportament a sării geme, care să țină seama de influența vâscoplasticității și a fisurării – fracturării masivelor de sare; aspectul numeric al acestei probleme a impus introducerea unei asemenea legi într-un program de calcul, pentru ca în continuare, în baza informațiilor obținute prin analiză numerică, să se poată trece la modelarea lucrărilor subterane executate în masivele de sare și analiza stabilității acestora, fie în cazul extragerii sării geme pe cale solidă, fie prin saramură.

În **capitolul 4** este prezentat programul de calcul numeric THYME++ dezvoltat pentru a putea studia comportamentul complex al rocilor și în special al sării, în funcție de condițiile reale întâlnite în practică și o parte din rezultatele obținute prin introducerea în program a legii lui Lemaître.

Capitolul 5 include cercetările în domeniul stabilității lucrărilor executate în masivul de sare de la Praid, metode proprii de analiză și interpretare a stării de tensiune. În urma încercărilor triaxiale de tip cubic și a experimentărilor de laborator am propus o altă manieră de caracterizare a stării naturale de tensiune și anume, prin stabilirea drumului tensiunilor, adică în ce condiții, când și la ce adâncime diapirul de sare de la Praid trece de la un comportament elastic la unul neelastice sau de la un comportament stabil la unul instabil. Măsurătorile in situ au fost corelate cu rezultatele obținute în laborator pe baza încercărilor realizate pe modele camere – pilieri, dar și pe baza încercărilor reologice la fluaj pe sarea de la Praid și interpretarea curbilor reologice, concluzionând că pilierii analizați și existenți la Salina Praid se află în domeniul de stabilitate din punct de vedere al comportamentului de fluaj, domeniu ce poate fi estimat pentru sarea de la Praid în limitele $(0,3 - 0,45) \sigma_{rc}$. Pentru evaluarea pe cale analitică a stabilității sistemului de exploatare a sării geme pe cale uscată odată cu creșterea adâncimii, s-a propus o metodologie bazată pe principiul interacțiunii pilier – cameră – masiv de sare, procedeu bazat pe principiul interacțiunii, prin care se poate stabili starea secundară de tensiune – deformare din pilier cu luarea în considerare a comportamentului reologic al sării, modificarea formei pilierilor și a tehnologiei de extragere. Acest algoritmul prezentat poate fi extins în domeniul exploatării, acolo unde se folosește metoda de exploatare cu camere și pilieri. Pornind de la informațiile teoretice și datele practice care confirmă că distribuția stării secundare de tensiune în secțiunea transversală a pilierilor este în strânsă corelație cu capacitatea portantă a acestora, dar având în vedere faptul că în același timp, controlul stabilității pilierilor implică identificarea stării lor limită, adică găsirea unui model cu un număr cât mai mic de parametri implicați și utilizarea lui ca model standard, am considerat că soluționarea unei asemenea probleme poate fi abordată prin intermediul entropiei, ca măsură atât a nedeterminării, dar și a incertitudinii. Astfel am realizat un model matematic care este bazat pe conceptul de entropie, model prin care se poate analiza stabilitatea pilierilor de orice formă.

Capitolul 6 cuprinde sinteza metodologiei de realizare a unei proceduri de urmărire și monitorizare a stabilității lucrărilor miniere, adică procedurile generale și specifice necesare a fi respectate în vederea asigurării stabilității lucrărilor subterane utilizate în scopul depozitării deșeurilor radioactive.