

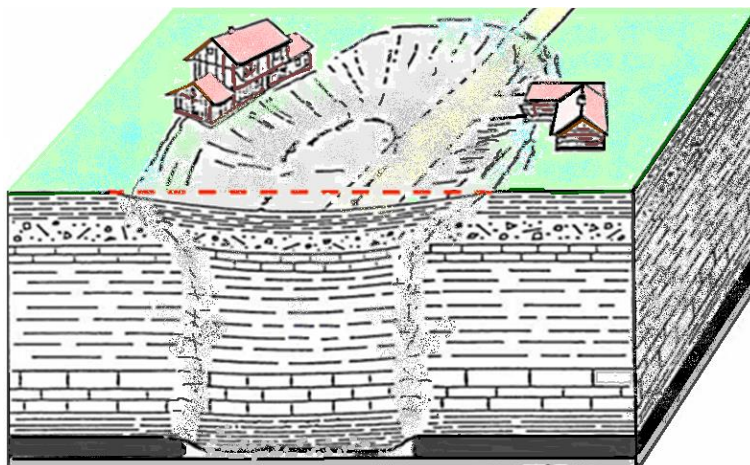
**MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE  
UNIVERSITATEA DIN PETROȘANI  
ȘCOALA DOCTORALĂ  
DOMENIUL DE DOCTORAT MINE, PETROL ȘI GAZE**

**Drd. Ing. Floarea Dacian – Andrei**

# **TEZĂ DE DOCTORAT**

**CERCETĂRI PRIVIND STABILITATEA TERENURILOR  
STRATIFICATE ȘI A OBIECTIVELOR DE LA SUPRAFAȚĂ ÎN  
CAZUL EXPLOATĂRII STRATELOR GROASE DE CĂRBUNE  
DIN BAZINUL MINIER VALEA JIULUI**

## **-REZUMAT-**



**Coordonator de doctorat:  
Prof. univ. dr. ing. COZMA EUGEN**

**Petroșani 2017**

## CUPRINS REZUMAT

<b>CUPRINS REZUMAT</b>	.....	<b>1</b>
<b>CUPRINSUL TEZEI DE DOCTORAT</b>	.....	<b>2</b>
<b>CUVINTE CHEIE</b>	.....	<b>6</b>
<b>MOTIVAȚIA ȘI OBIECTIVUL PRINCIPAL AL CERCETĂRII</b>	.....	<b>6</b>
<b>STRUCTURA TEZEI DE DOCTORAT</b>	.....	<b>6</b>
<b>CONCLUZII, CONTRIBUȚII ȘI PROPUNERI</b>	.....	<b>8</b>

# CUPRINS

.....INTRODUCERE .....	1
.....CAPITOLUL I	
<b>CARACTERIZAREA GEOLOGICĂ, GEOMECANICĂ A BAZINULUI MINIER VALEA JIULUI .....</b>	<b>3</b>
<b><i>1.1 Caracterizarea geologică a bazinului minier Valea Jiului .....</i></b>	<b>3</b>
1.1.1. Prezentare generală .....	3
1.1.2. Situația geologică și economică a perimetrelor miniere din bazinul minier Valea Jiului care constituie obiectul studiului .....	5
1.1.3. Tectonica zăcământului .....	8
1.1.4. Prezentarea stratelor de cărbune .....	9
1.1.5. Petrografia cărbunelui .....	10
1.1.6. Structura și textura rocilor și cărbunilor din bazinul Valea Jiului .....	10
<b><i>1.2. Caracterizarea geomecanică a rocilor și cărbunilor din bazinului Valea Jiului .....</i></b>	<b>11</b>
1.2.1. Generalități .....	11
1.2.2. Caracterizarea geo-mecanică a rocilor .....	12
1.2.3. Caracterizarea geomecanică a cărbunilor din bazinul Valea Jiului .....	15
.....CAPITOLUL II	
<b>STAREA DE TENSIUNI ȘI DEFORMAȚII DEZVOLTATĂ ÎN ROCILE DIN ACOPERIȘ ÎN URMA EXPLOATĂRII STRATELOR GROASE DE CĂRBUNE CU ÎNCLINARE MICĂ ȘI MEDIE .....</b>	<b>16</b>
<b><i>2.1. Metode și tehnologii de exploatare a stratelor groase de cărbuni de înclinare mică și medie din Valea Jiului .....</i></b>	<b>16</b>
2.1.1. Metode de exploatare cu surparea rocilor înconjurătoare aplicate la stratele groase cu înclinare mică și medie .....	19
2.1.2. Metode de exploatare cu banc de cărbune subminat aplicate la stratele groase cu înclinare mică și medie .....	21
<b><i>2.2. Starea de tensiuni și deformații dezvoltată în jurul fronturilor lungi de abataj .....</i></b>	<b>24</b>
2.2.1. Starea de tensiuni și deformații dezvoltată în jurul fronturilor lungi de abataj cu dirijarea presiunii prin surparea rocilor înconjurătoare .....	24
2.2.2. Starea de tensiuni și deformații dezvoltată în jurul fronturilor lungi de abataj cu dirijarea presiunii prin surparea cărbunelui și rocilor înconjurătoare (cu banc de cărbune subminat) .....	27
<b><i>2.3. Stabilitatea terenurilor de la suprafață aflate sub influența exploatărilor miniere subterane .....</i></b>	<b>29</b>
2.3.1. Fenomenul de transmitere a deformării rocilor până la suprafață .....	29
2.3.2. Parametrii albiei de scufundare .....	31
2.3.3. Metode de analiză a principalilor parametri ai albiilor de scufundare ....	33
<b><i>2.4. Concluzii .....</i></b>	<b>34</b>
.....CAPITOLUL III	
<b>MONITORIZAREA DEFORMAȚIILOR TERENULUI ȘI A OBIECTIVELOR DE LA SUPRAFAȚĂ, CA URMAREA EXPLOATĂRII SUBTERANE A STRATELOR DE CĂRBUNI .....</b>	<b>35</b>
<b><i>3.1. Introducere .....</i></b>	<b>35</b>

<b>3.2. Metoda topografică. Noțiuni generale și descrierea metodei</b> .....	35
3.2.1. Proiectarea și materializarea în teren a stațiilor topografice de urmărire ...	36
3.2.2 Realizarea observațiilor .....	38
3.2.3. Prelucrarea datelor obținute din măsurători .....	40
<b>3.3. Fotogrammetria terestră</b> .....	43
3.3.1. Principalele aspecte ale unui proiect de fotografiere .....	43
<b>3.4. Aerofotogrammetria</b> .....	45
3.4.1 Realizarea planului de zbor .....	45
3.4.2 Achiziția corectă a datelor .....	46
3.4.3 Calibrarea aparatului de fotografiat .....	46
3.4.4 Procesarea imaginilor .....	47
3.4.5. Avantaje generate de utilizarea aerofotogrammetriei .....	48
<b>3.5. Fotogrammetria digitală de joasă altitudine</b> .....	48
<b>3.6 Scanarea laser aeriană</b> .....	49
3.6.1. Componentele de bază a părții hardware ale unui sistem de scanare laser aeriană .....	49
3.6.2 Modul de funcționare .....	50
3.6.3. Avantaje ale utilizării tehnologiei de scanare laser aeriană .....	51
<b>3.7. Utilizarea înclinometrelor la determinarea parametrilor de scufundare a terenului</b> .....	51
3.7.1. Elementele componente ale sistemului .....	52
3.7.2. Avantajele utilizării înclinometrelor .....	52
<b>.....CAPITOLUL IV</b>	
<b>MODELAREA CU ELEMENTE FINITE A DEFORMĂRII TERENULUI DE LA SUPRAFAȚĂ, ÎN CONDIȚIILE EXPLOATĂRII STRATELOR GROASE DE CĂRBUNI DIN VALEA JIULUI</b> .....	53
<b>4.1. Definiția termenului de model în mecanica rocilor</b> .....	53
<b>4.2. Principalele funcții ale modelării în mecanica rocilor</b> .....	54
4.2.1. Funcția descriptivă .....	54
4.2.2. Funcția explicativă .....	54
4.2.3. Funcția de previziune .....	55
4.2.4. Funcția operațională .....	55
<b>4.3. Modelele numerice</b> .....	56
<b>4.4. Metoda elementelor finite</b> .....	57
<b>4.5. Punerea în operă a metodei elementelor finite</b> .....	59
4.5.1. Găsirea limitelor problemei .....	59
4.5.2. Realizarea discretizării cu elemente finite a modelului .....	59
4.5.3. Problema celei de-a treia dimensiuni .....	60
4.5.4. Condițiile la limită și condițiile inițiale .....	60
4.5.5. Introducerea datelor legate de caracteristicile masivului și a altor elemente din structura modelului .....	61
4.5.6. Rezultatele calculelor .....	61
<b>4.6. Încărcarea tensiunilor în modelarea cu elemente finite</b> .....	61
4.6.1. Starea de tensiuni din masivul de roci .....	61
4.6.2. Principiul superpoziției efectelor în modelarea cu elemente finite .....	62
4.6.3. Coeficientul Lambda ( $\lambda$ ) în modelarea cu elemente finite .....	63
<b>4.7. Modelarea numerică cu ajutorul softului cu elemente finite CESAR – LCPC</b> ..	65
4.7.1. Generalități privind softul CESAR-LCPC .....	65
4.7.2. Componentele versiunii 4 a soft-ului cu elemente finite CESAR-LCPC .....	66
4.7.3. Modelul numeric cu elemente finite în softul CESAR-LCPC .....	69

<b>4.8. Credibilitatea modelelor numerice</b> .....	70
4.8.1. Generalități .....	70
4.8.2. Validarea modelelor .....	70
4.8.3. Calajul modelelor .....	71
4.8.4. Retro-analiza în modelarea cu elemente finite .....	71
<b>4.9. Analiza de sensibilitate a scufundării <math>W_{max}</math> și deplasării orizontale <math>U_{max/min}</math> la variația principalilor factori geo-minieri din modelele cu elemente finite</b> .....	74
<b>4.10. Concluzii</b> .....	77
<b>.....CAPITOLUL V</b>	
<b>ANALIZA DEFORMĂRII TERENULUI ȘI A UNOR OBIECTIVE DE LA SUPRAFAȚA MINELOR LUPENI ȘI PAROȘENI</b> .....	79
<b>5.1. Introducere</b> .....	79
<b>5.2. Analiza deformării terenului și obiectivelor de la suprafața minei Lupeni</b> ....	79
5.2.1. Analiza deformării terenului de la suprafața minei Lupeni .....	79
5.2.2. Analiza deformării unor obiective de la suprafață în cazul minei Lupeni ..	83
5.2.3. Influența factorului timp asupra scufundării terenului de la suprafața minei Lupeni .....	85
<b>5.3. Analiza deformării terenului de la suprafață în cazul minei Paroșeni</b> .....	88
5.3.1. Analiza deformării terenului de la suprafață în cazul minei Paroșeni .....	88
5.3.2. Influența factorului timp asupra scufundării terenului de la suprafața minei Paroșeni .....	91
5.3.3. Modelarea numerică a fenomenului de scufundare a terenului la mina Paroșeni .....	93
<b>5.4. Concluzii</b> .....	98
<b>.....CAPITOLUL VI</b>	
<b>OPTIMIZAREA AMPLASĂRII UNEI CONDUCTE PRINCIPALE DE GAZE ÎN PERIMETRUL MINIER PAROȘENI PE BAZA MODELĂRII CU ELEMENTE FINITE 3D A STABILITĂȚII TERENULUI AFECTAT DE EXPLOATAREA STRATELOR GROASE</b> .....	99
<b>6.1 Modelarea cu elemente finite în 3D</b> .....	102
<b>6.2. Analiza rezultatelor obținute din modelarea 3D</b> .....	103
6.2.1. Analiza deplasărilor orizontale și verticale aferente traseului 1 al conductei .....	106
6.2.2. Analiza deplasărilor orizontale și verticale dezvoltate pe traseul 2 al conductei .....	107
6.2.3. Analiza comparativă a comportării terenului de la suprafață pe cele două trasee alese pentru amplasarea conductei .....	109
<b>6.3. Trasarea pilierului de siguranță pentru o conductă principală</b> .....	109
<b>6.4. Concluzii</b> .....	113
<b>.....CAPITOLUL VII</b>	
<b>STUDIUL COMPORTĂRII CLĂDIRILOR SITUATE ÎN ZONA DE INFLUENȚĂ A EXPLOATĂRII STRATELOR GROASE DE CĂRBUNI PRIN MODELAREA CU ELEMENTE FINITE ÎN 3D</b> .....	114
<b>7.1. Descrierea modelelor cu elemente finite</b> .....	114
<b>7.2. Analiza deformațiilor terenului în urma exploatării subterane</b> .....	118
7.2.1. Exploatarea în felii, cu front lung de abataj și surparea rocilor din acoperiș	118

7.2.2. Exploatarea integrală a stratului de 9m, cu front lung de abataj și banc de cărbune subminat .....	124
7.2.3. Analiza comparativă a deformării terenului de la suprafață în funcție de metoda de exploatare și grosimea stratului .....	125
<b>7.3. Evaluarea impactului sistemului de exploatare subterană asupra clădirilor cu un nivel, două și trei după criteriul Von Mises .....</b>	<b>126</b>
7.3.1. Impactul exploatării subterane asupra structurii clădirii cu un nivel .....	127
7.3.2. Impactul exploatării subterane asupra structurii clădirii cu două niveluri ..	128
7.3.3. Impactul exploatării subterane asupra structurii clădirii cu trei niveluri ....	130
<b>7.4. Analiza tensiunilor principale minime și maxime generate de exploatarea subterană asupra clădirilor cu un nivel, două și trei .....</b>	<b>131</b>
7.4.1. Analiza stabilității clădirii cu un singur nivel .....	132
7.4.2. Analiza stabilității clădirii cu două niveluri .....	135
7.4.3. Analiza stabilității clădirii cu trei niveluri .....	137
<b>7.5. Evaluarea distrugerilor structurilor de la suprafață provocate de exploatarea subterană .....</b>	<b>140</b>
<b>7.6. Concluzii .....</b>	<b>144</b>
<b>.....CAPITOLUL VIII</b>	
<b>CONCLUZII, CONTRIBUȚII ȘI PROPUNERI .....</b>	<b>147</b>
8.1. Concluzii .....	147
8.2. Contribuții .....	151
8.2.1. Contribuții teoretice .....	151
8.2.2. Contribuții practice / aplicative .....	152
8.3. Propuneri .....	153
<b>.....BIBLIOGRAFIE .....</b>	<b>154</b>
<b>.....ANEXE.....</b>	<b>162</b>
<b>Anexa 1-Funcții de profil și funcții de influență.....</b>	<b>163</b>
<b>Anexa 2-Măsurători topografice efectuate în stațiile de urmărire.....</b>	<b>165</b>
<b>Anexa 3-Valoarea solicitărilor în structura unei clădiri cu un singur nivel.....</b>	<b>170</b>
<b>Anexa 4-Valoarea solicitărilor în structura unei clădiri cu două niveluri.....</b>	<b>173</b>
<b>Anexa 5-Valoarea solicitările în structura unei clădiri cu trei niveluri.....</b>	<b>176</b>
<b>Anexa 6-Tensiunile dezvoltate în structura unei clădiri cu un singur nivel.....</b>	<b>179</b>
<b>Anexa 7-Forțele specifice dezvoltate în structura unei clădiri cu un nivel.....</b>	<b>185</b>
<b>Anexa 8-Momentele specifice de încovoiere dezvoltate în structura unei clădiri cu un singur nivel.....</b>	<b>191</b>
<b>Anexa 9-Tensiunile dezvoltate în structura unei clădiri cu două niveluri.....</b>	<b>197</b>
<b>Anexa 10-Forțele specifice dezvoltate în structura unei clădiri cu două niveluri.....</b>	<b>203</b>
<b>Anexa 11-Momentele specifice de încovoiere dezvoltate în structura unei clădiri cu două niveluri.....</b>	<b>209</b>
<b>Anexa 12-Tensiunile dezvoltate în structura unei clădiri cu trei niveluri.....</b>	<b>215</b>
<b>Anexa 13-Forțele specifice dezvoltate în structura unei clădiri cu trei niveluri.....</b>	<b>221</b>
<b>Anexa 14-Momentele specifice de încovoiere dezvoltate în structura unei clădiri cu trei niveluri.....</b>	<b>227</b>

## **CUVINTE CHEIE**

Valea Jiului, exploatare subterană, cărbune, subsidență, metoda topografică, modelare numerică, modelare cu elemente finite, deformarea terenului, comportarea clădirilor

## **MOTIVAȚIA ȘI OBIECTIVUL PRINCIPAL AL CERCETĂRII**

Fenomenul de deformare și deplasare a suprafeței terenurilor ca urmare a explotării subterane și-a făcut simțită prezența și în unul din cele mai importante bazine miniere ale României, bazinul minier Valea Jiului.

Acest fenomen este unul foarte complex, generat de un amalgam de factori (caracteristici fizico-mecanice ale rocilor, factori de natură minieră, factori de geometrizare a zăcămintelor, factori perturbatori etc.) însă, cu toate că a fost studiată de numeroși cercetători în domeniu, funcțiile de predicție rezultate sunt specifice fiecărui caz în parte.

Dorința de dezvoltarea a acestei regiuni a Văii Jiului și transformarea dintr-o zonă monoindustrială în una de dezvoltare comunitară, punând accentul pe reutilizarea terenurilor de la suprafață, a dat naștere unui astfel de studiu aprofundat al fenomenului de subsidență generat de exploatarea stratelor groase de cărbune din bazinul minier Valea Jiului și al efectelor pe care exploatarea subterană le are asupra terenurilor și obiectivelor de la suprafață, concretizat în prezenta teză de doctorat.

Obiectivul principal al acestei lucrări a fost acela de a obține o previziune cât mai precisă a fenomenelor de subsidență și a efectelor pe care le are aceasta asupra obiectivelor de la suprafață, prin utilizarea unei metode numerice de analiză și prognoză și anume metoda elementelor finite.

## **STRUCTURA TEZEI DE DOCTORAT**

Pentru îndeplinirea acestui obiectiv principal am structurat teza de doctorat în opt capitole care se întrepătrund, ducând astfel la un studiu aprofundat și omogen.

În mod firesc, punctul de început în acest demers îl constituie crearea unei imagini de ansamblu asupra bazinului minier Valea Jiului. Această misiune îi revine primului capitol al tezei prin atingerea a două obiective secundare și anume (i) caracterizarea geologică a bazinului minier Valea Jiului și (ii) caracterizarea geomecanică a rocilor, respectiv a cărbunilor din bazinul Valea Jiului.

Capitolul doi este dedicat prezentării pur teoretice a modului de dezvoltare a stării de tensiuni și deformații în rocile din acoperiș în urma exploatării stratelor groase de cărbune cu înclinare mică și medie, printr-o expunere succintă dar relevantă. În acest scop, în prima parte a capitolului se pune accentul pe descrierea pe scurt a metodelor și tehnologiilor de exploatare a stratelor groase de cărbuni de înclinare mică și medie utilizate în Valea Jiului și sublinierea principalelor aspecte necesare înțelegerii modului de transmitere a deformării rocilor până la suprafață și care conduc la crearea unei denivelări, numite albie de scufundare. Parametrii albiei de scufundare și metodele de analiză a principalilor parametri ai albiilor de scufundare sunt prezentați în încheierea acestui capitol.

O parte importantă a acestui proces de cercetare științifică o constituie prezentarea stadiului actual al metodelor de monitorizare a deformațiilor terenului și a obiectivelor de la suprafață, ca urmarea exploatării subterane a stratelor de cărbuni utilizate la nivel național și internațional, acest rol revenindu-i capitolului trei.

Linia directoare în sintetizarea nivelului actual al cunoașterii în acest domeniu a fost dată evoluția în timp a acestor metode, punându-se accentul pe principalele etape de lucru, principiile de bază, elementele componente ale sistemului și modul de funcționare.

Ca o continuare firească a celor prezentate în capitolul trei, capitolului patru îi revine sarcina de a prezenta în detaliu unul din cele mai moderne mijloace de studiu a diferitelor fenomene geomecanice care apar în urma realizării excavațiilor miniere și anume modelarea cu elemente finite. În studiile de caz realizate în cadrul acestei teze, modelarea numerică s-a realizat cu ajutorul software-ului CESAR-LCPC, de aceea în cea de-a doua parte a acestui capitol am pus accentul pe modelarea numerică cu ajutorul aplicației CESAR-LCPC cu evidențierea familiilor de elemente disponibile în această aplicație, legile de comportament utilizate în mecanică, etapele fundamentale de construire și de calcul ale modelelor.

Capitolul cinci se bazează pe cercetările efectuate în cele două perimetre miniere, Lupeni și Paroșeni, dar și pe realizarea unor modele cu elemente finite în 3D.

Cercetările efectuate în cele două perimetre miniere au cuprins: o aproximare statistico-matematică a măsurătorilor efectuate de-a lungul timpului; utilizarea și verificarea modului în care funcția de profil specifică bazinului minier Valea Jiului aproximează scufundările măsurate.

Modelarea cu elemente finite prezentată la finalul acestui capitol s-a realizat cu ajutorul soft-ului cu elemente finite CESAR-LCPC, cu procesorul CLEO3D și a cuprins o modelare numerică a unei părți din câmpul minier Paroșeni, cu dublu scop: (i) de a estima măsurătorile din teren, (ii) de a se constitui într-un preambul al capitolului șase, capitol în care este analizată tot cu ajutorul modelării numerice influența pe care o au spațiile exploatare din acest câmp minier



asupra unei conducte principale de transport gaze naturale de mari dimensiuni, în vederea optimizării amplasării acesteia.

Analiza modului de comportament a unor clădiri afectate de exploatarea subterană s-a realizat cu ajutorul modelelor cu elemente finite în 3D, în cadrul capitolului șapte, și a cuprins clădiri cu un nivel, cu două și trei niveluri situate la suprafața de la zi a zăcămintelor de cărbuni din Valea Jiului, în urma extragerii cu un front lung de abataj a unui strat gros, cu înclinare redusă, în cazul sistemelor de exploatare în felii cu surparea rocilor înconjurătoare și cu banc de cărbune subminat.

Evaluarea impactului diferitelor sisteme de exploatare subterană asupra acestor clădiri s-a realizat prin utilizarea criteriului Von Mises și prin analiza tensiunilor principale minime și maxime, la care au fost supuse acestea. De asemenea, cu ajutorul acestor modele s-au identificat elementele structurale ale clădirilor cu un nivel, două și trei niveluri, cele mai afectate de starea de tensiuni și deformații generate de exploatarea subterană, în diferite faze de extragere a câmpului de abataj.

## **CONCLUZII, CONTRIBUȚII ȘI PROPUNERI**

Putem afirma faptul că metodele de monitorizare a deplasării și deformării terenurilor aflate sub influența exploatărilor subterane constituie un element foarte important în stabilirea efectelor generate de extragerea cărbunelui în subteran. De aceea, în această lucrare, s-a realizat o prezentare a diverselor metode de urmărire/monitorizare a deformării terenului de la suprafață, pornind de la procedeele clasice și continuând cu cele mai noi tehnici utilizate pe plan mondial. Cele mai riguroase și sofisticate metode de analiză și prognoză a fenomenului de subsidență sunt metodele numerice de calcul. Acestea includ: metoda elementelor finite, metoda diferențelor finite și metoda elementelor de frontieră; însă, cea mai largă răspândire, în diferite domenii de cercetare, o are modelarea cu ajutorul metodei elementelor finite. Analiza stabilității terenului de la suprafață, în câmpurile miniere Lupeni și Paroșeni, prin modelarea cu metoda elementelor finite, s-a practicat și în această lucrare de doctorat, utilizând soft-ului CESAR-LCPC, versiunea 4, care cuprinde procesorul CLEO 2D și CLEO 3D.

În această lucrare, analiza deformării terenului și a unor obiective de la suprafață a fost orientată în două direcții și anume: a) analiza deformării terenului și obiectivelor de la suprafața minei Lupeni; b) analiza deformării terenului de la suprafață în cazul minei Paroșeni.

Atât în cazul minei Lupeni, cât și al minei Paroșeni aliniamentele folosite la monitorizarea în timp a suprafeței terenului au fost realizate cu scopul practic de a urmări

stabilitatea anumitor obiective (o zonă de teren, în cazul câmpului minier Lupeni; un drum, în cazul câmpului minier Paroșeni). Cu toate acestea, utilizând o funcție de profil pentru prognoza scufundărilor, specifică bazinului minier Valea Jiului, care are la bază aproximarea statistico-matematică a măsurătorilor efectuate de-a lungul timpului, s-au estimat foarte bine măsurătorile efectuate.

Pentru a studia comportamentul clădirilor situate sub influența spațiilor exploatare ale zăcămintelor de cărbuni cu înclinare redusă din Valea Jiului, cu ajutorul softului CESAR-LCPC, s-au realizat 216 modele teoretice tridimensionale de calcul ale unei clădiri din beton armat cu unul, două și trei niveluri, supusă sarcinilor generate de deplasarea și deformarea terenului afectat de exploatarea subterană. Modelele numerice în 3D conțin un strat gros de cărbune orizontal, cu o grosime medie de 9m sau de 8m, situat la o adâncime medie de 300m, măsurată de la suprafață. Dimensiunile în plan orizontal ale clădirii sunt de 20 m, lungime și 10 m, lățime. Exploatarea stratului a fost realizată cu un front lung de abataj de 150m, într-un câmp de abataj cu extinderea maximă pe direcție de 400 m. Efectul exploatării subterane asupra clădirii a fost analizat în 12 secvențe de exploatare / poziții ale frontului de abataj.

În urma analizei rezultatelor de calcul, s-a constatat că la extragerea primei felii, indiferent de grosimea acesteia, evoluția deplasării orizontale este una accentuată, datorită unei detensionări prealabile a masivului de roci din acoperiș, în momentul extragerii primei felii; în situația exploatării celei de-a doua felii, deplasarea orizontală nu prezintă o evoluție la fel de accentuată, ca în cazul extragerii primei felii.

Un alt studiu important, conținut de teza de doctorat, este legat de comportarea sub influența exploatării subterane a construcțiilor cu o lungime foarte mare, cum sunt conductele magistrale de gaze. Și în acest caz, în condițiile câmpului minier Paroșeni, s-a apelat la modelarea numerică în 3D, tot cu ajutorul softului CESAR-LCPC, versiunea 4 - procesorul CLEO3D. Acest studiu s-a bazat pe unul din proiectele Societății Naționale de Transport Gaze Naturale TRANSGAZ S.A.

Sintetizând cele prezentate până acum se poate stabili care este contribuția autorului prezentei teze la stadiul cunoașterii în domeniu:

- Descrierea stării de tensiuni și deformații dezvoltate în jurul fronturilor lungi de abataj cu dirijarea presiunii prin surparea rocilor înconjurătoare și cu dirijarea presiunii prin surparea cărbunelui și a rocilor înconjurătoare (cu banc de cărbune subminat).
- Clasificarea metodelor utilizate în calculul de prognoză a deformării terenului.
- Prezentarea metodelor moderne de urmărire a fenomenului de subsidență, a etapelor principale, a elementelor componente și a avantajelor generate de utilizarea acestora.

- Definirea termenului de model și descrierea principalelor funcții ale modelării, în mecanica rocilor.
- Descrierea etapelor fundamentale necesare în rezolvarea probleme legate de stabilitatea excavațiilor subterane cu ajutorul elementelor finite.
- Prezentarea schematică a elementelor componente ale soft-ului CESAR-LCPC versiunea 4.
- Modelarea numerică cu ajutorul soft-ului cu elemente finite CESAR-LCPC, cu procesorul CLEO3D a unei părți din câmpul minier Paroșeni, în vederea estimării măsurătorilor din teren.
- Realizarea a 216 modele cu elemente finite în 3D și analiza modului de comportament a unor clădiri cu un nivel, cu două și trei niveluri situate la suprafața de la zi a zăcămintelor de cărbuni din Valea Jiului, în urma extragerii cu un front lung de abataj a unui strat gros, cu înclinare redusă, în cazul sistemelor de exploatare în felii cu surparea rocilor înconjurătoare și cu banc de cărbune subminat.
- Identificarea elementelor structurale ale clădirilor cu un nivel, două și trei niveluri, cele mai afectate de starea de tensiuni și deformații generată de exploatarea subterană, în diferite faze de extragere a câmpului de abataj.
- Modelarea cu elemente finite în 3D a unei părți din perimetrul minier Paroșeni cu scopul de a determina influența pe care o au spațiile exploatare din acest câmp minier asupra unei conducte principale de transport gaze naturale de mari dimensiuni, în vederea optimizării amplasării acesteia.

În urma finalizării acestui studiu au rezultat o serie de propuneri care pot conduce la perfecționarea cercetărilor din acest domeniu. Dintre acestea amintim:

1) aplicarea unor metode moderne de urmărire a scufundării (de exemplu, aerofotogrammetria de joasă altitudine), în condițiile în care o parte a terenurilor afectate de exploatarea subterană în Valea Jiului au fost retrocedate vechilor proprietari;

2) generarea de noi aplicații bazate pe alte tipuri de metode numerice (de exemplu, prin utilizarea soft-urilor UDEC, 3DEC, PFC, FLAC 3D etc.), în afara metodei elementelor finite, pentru analiza fenomenelor de scufundare din Valea Jiului, care să permită rularea modelelor de dimensiuni foarte mari și analiza marilor deformații;

3) utilizarea în modelarea numerică de noi legi de comportament (de exemplu, elasto - plastic, plastic etc.), care să permită o aproximare mai bună a comportamentului masivului de roci aflat sub influența exploatării subterane;

4) diversificarea tipurilor de construcții luate în analiză în modelarea numerică, pentru a stabili diferite corelații existente între tipul și dimensiunile acestora, materialele din care sunt construite, starea de tensiuni și deformații dezvoltată în urma diferitelor faze de exploatare și comportamentul acestor construcții aflate la suprafață.

Având în vedere rezultatele cercetării și concluziile desprinse, prezentate anterior, consider că prezenta lucrare și-a atins obiectivele propuse și constituie încă un pas spre perfecționarea cercetărilor din acest domeniu.