

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE**  
**UNIVERSITATEA DIN PETROȘANI**  
**FACULTATEA DE INGINERIE MECANICĂ ȘI ELECTRICĂ**

# **TEZĂ DE DOCTORAT**

**(REZUMAT)**

**STUDII ȘI CERCETĂRI PRIVIND  
POSIBILITĂȚILE AMPLASĂRII UNOR  
CONSTRUCȚII PE UN VERSANT INSTABIL  
ÎN ZONA DE EXPLOATARE SUBTERANĂ A  
CĂRBUNELUI DIN VALEA JIULUI -  
PERIMETRUL URICANI**

**CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC,  
Prof. univ. dr. ing. ARAD VICTOR**

**DOCTORAND,  
Ing. MOLDOVAN ANA-CODRUȚA**

**Petroșani  
- 2015 -**

## CUPRINS

<b>Cuvânt înainte</b> .....	1
<b>Introducere</b> .....	2
<b>Capitolul I. Stadiul actual al cunoașterii amplasării unor construcții pe un versant instabil în zona de exploatare subterană a cărbunelui din Valea Jiului -Perimetrul Uricani</b> .....	
<b>1.1. Poziția geografică și delimitarea teritoriului</b> .....	5
<b>1.2. Scurt istoric</b> .....	6
<i>1.2.1. Geologia bazinului Valea Jiului</i> .....	6
<i>1.2.2. Gomorfologia bazinului Valea Jiului</i> .....	7
<i>1.2.3. Clima orașului Uricani</i> .....	8
<i>1.2.4. Hidrologia bazinului Valea Jiului</i> .....	9
<i>1.2.5. Pedologia bazinului Valea Jiului</i> .....	11
<i>1.2.6. Resursele subsolului</i> .....	12
<b>1.3.Stadiul actual al cunoașterii amplasării unor construcții pe un versant instabil în zona de exploatare subterană, din Uricani</b> .....	13
<b>Capitolul II . Caracterizarea geomecanică a rocilor din bazinul minier Uricani</b>	
<b>2.1.Importanța cunoașterii caracteristicilor geomecanice, ale rocilor din Uricani</b> .....	17
<b>2.2. Proprietățile fizice ale rocilor din Uricani</b> .....	17
<i>2.2.1. Densitatea specifică-reală</i> .....	18
<i>2.2.2. Densitatea specifică aparentă-volumetrică</i> .....	18
<i>2.2.3. Umiditatea</i> .....	19
<i>2.2.4. Porozitatea și cifra porilor</i> .....	19
<b>2.3. Proprietățile mecanice ale rocilor din Uricani</b> .....	21
<i>2.3.1.Rezistența de rupere la compresiune monoaxială</i> .....	21
<i>2.3.2. Rezistența de rupere la tracțiune</i> .....	22
<i>2.3.3. Rezistența la încovoiere</i> .....	23
<i>2.3.4. Rezistența la forfecare</i> .....	23
<i>2.3.5. Coeziunea și unghiul de frecare interioară</i> .....	24
<b>2.4.Characteristicile elastice ale rocilor, din Uricani</b> .....	25
<b>2.5. Proprietățile reologice ale rocilor de la Uricani</b> .....	26
<b>2.6. Proprietățile tehnologice - abrazivitatea rocilor din Uricani</b> .....	28
<b>2.7.Characterizarea geomecanică a rocilor haldate</b> .....	28
<b>2.8.Situația haldelor în Valea Jiului</b> .....	30
<i>2.8.1. Situația haldelor active</i> .....	30
<i>2.8.2. Situația haldelor inactive</i> .....	31
<b>2.9.Studiul geotehnic pentru determinarea fenomenelor de instabilitate a versantului</b> .....	33
<b>2.10.Concluzii privind comportamentul rocilor de la Uricani</b> .....	34
<b>Capitolul III. Utilizarea programelor informatice în analiza stabilității versanților</b>	
<b>3.1. Cauzele alunecărilor de teren de la Uricani</b> .....	37
<b>3.2. Evaluarea stabilității de ansamblu a versantului din Uricani</b> .....	38
<i>3.2.1. Analiza stabilității versantului</i> .....	38
<i>3.2.2. Confirmarea alunecării primare a unui versant preexistent</i> .....	38
<i>3.2.3. Stabilitatea versantului existent și determinarea parametrilor reziduali ai</i>	

<i>rezistenței la forfecare.....</i>	40
<i>3.2.4. Evaluarea împingerilor asupra sprijinirii în ipoteza versantului excavat, calculate pe baza echilibrului limită.....</i>	43
<b>3.3. Sarcina limită aferentă interacțiunii dintre coloane și versant.....</b>	44
<b>3.4. Metode de calcul pentru analiza stabilității versanților.....</b>	45
<b>Capitolul IV Metode de consolidare a versanților. Construcția coloanelor forate în vederea protecției versantului -faze tehnologice-</b>	
<b>4.1. Metode de prevenire, combatere și remediere a alunecărilor de teren.....</b>	48
<b>4.2. Construcția coloanelor forate în vederea protecției versantului - coloane forate-faze tehnologice.....</b>	54
<b>4.3. Calculul ramforsării.....</b>	55
<i>4.3.1. Etapele parcurse în calcularea ramforsării.....</i>	55
<i>4.3.2. Descrierea soluției constructive adoptate.....</i>	56
<i>4.3.3. Ipoteze și pași de calcul pentru analiza în elemente finite.....</i>	56
<i>4.3.4. Ipoteza în care coloanele sunt susținute de doua ancore funcționale.....</i>	58
<i>4.3.5. Ipoteza de calcul pentru coloane susținute de un rând de ancore, superioare - avarie la ancorele inferioare.....</i>	60
<i>4.3.6. Ipoteza de calcul pentru coloane susținute de un rând de ancore, inferioare - avarie la ancorele superioare.....</i>	61
<i>4.3.7. Calculul articulației plastice în încastrarea coloanelor susținute de ambele rânduri de ancore.....</i>	62
<i>4.3.8. Calculul reactivării alunecării.....</i>	63
<i>4.3.9. Calculul forțelor axiale de pretensionare.....</i>	64
<i>4.3.10. Concluzii privind rezultatele obținute.....</i>	65
<b>4.4. Procedee de analiză și proiectare a stabilității versanților din halde.....</b>	66
<i>4.4.1. Grupa metodelor echilibrului limită sau metode statice.....</i>	67
<i>4.4.2. Grupa metodelor hiperstatice.....</i>	70
<i>4.4.3. Grupa metodelor mixte.....</i>	70
<i>4.4.4. Metode probabilistice.....</i>	70
<i>4.4.5. Metodele echilibrului limită de analiză a stabilității versanților.....</i>	71
<b>4.5. Pregătirea terenului, trasarea și pichetarea lucrărilor.....</b>	73
<b>Capitolul V Cercetări privind posibilitatea amplasării unor construcții în zona de exploatare subterană a cărbunilor</b>	
<b>5.1. Tipuri de scufundări ale terenului de suprafață.....</b>	74
<b>5.2. Analiza impactului produs asupra terenului de la suprafață, la Uricani, în urma exploatării subterane a unor zăcăminte din România.....</b>	79
<i>5.2.1. Particularități privind formarea și comportarea în timp a haldelor de steril .....</i>	80
<i>5.2.2. Forme specifice de degradare a mediului produs de halde de steril .....</i>	81
<b>5.3. Criterii pentru evaluarea distrugerii structurilor de la suprafață provocate de exploatarea subterană E.M.Uricani.....</b>	84
<b>5.4. Metode de reducere a deformațiilor terenului de suprafață.....</b>	86
<b>5.5. Concluzii.....</b>	88
<b>Capitolul VI Urmărirea comportării în timp a versantului și construcției. Aparate de măsură și control</b>	
<b>6.1. Montarea traductoarelor de presiune.....</b>	89
<b>6.2. Montarea rocmetrelor.....</b>	91
<i>6.2.1. Generalități.....</i>	91

<b>6.3. Pilaștri și marci de microtriangulație.....</b>	<b>92</b>
<b>Capitolul VII Concluzii și contribuții</b>	
<i>7.1. Concluzii.....</i>	<i>95</i>
<i>7.2. Contribuții personale.....</i>	<i>96</i>
<b>ANEXE</b>	
Armarea coloanelor forate.....	100
Bibliografie.....	102

**Cuvinte cheie** : versanți, consolidare, coloane forate, construcția coloanelor forate, aparate de măsură și control, programe informatice.

## **Introducere**

Teza de doctorat reprezintă activitatea de cercetare a autorului între anii 2012 – 2015. Majoritatea rezultatelor prezentate în teză au fost diseminate în reviste și la conferințe de specialitate.

Problema stabilității versanților în roci este legată și de activitatea miniera de producție din exploatarea la zi. Dacă evaluarea stabilității versanților în cazul construcțiilor este o problemă oarecum simplă și realizabilă cu un preț redus, ea se constituie o problemă de prim ordin atât din punct de vedere tehnic cât și economic în cazul carierelor.

În urma extragerii unui volum de substanțe minerale utile dintr-un zăcământ, starea de tensiuni și deformații din masiv se modifică, având ca efect distrugerea stabilității rocilor înconjurătoare, astfel că rocile fracturate de pe conturul excavației se pun în mișcare, deplasarea transmițându-se în masiv pe o distanță ce este în funcție de capacitatea acestora de a se afâna și a umple golul rezultat în urma exploatării. Deplasarea suprafeței este rezultatul redistribuirii tensiunilor din masivul de roci, sub influența excavațiilor subterane create de activitățile miniere, ori ca efect al asecării unor formațiuni acvifere. Scufundările sau deranjamentele provocate suprafeței terenului pot fi continue sau discontinue.

Plecând de la aceste considerente lucrarea de față se constituie într-o analiză a posibilităților de amplasare a construcțiilor pe un versant stabilizat și monitorizat cu aparate de măsură și control.

Rezumatul conținutului fiecărui capitol este următorul:

**Capitolul 1** „*Stadiul actual al cunoașterii amplasării unor construcții pe un versant instabil în zona de exploatare subterană a cărbunelui din Valea Jiului -Perimetrul Uricani*”(pag.5)

În acest capitol se descrie stadiul actual al cunoașterii amplasării unor construcții pe versantul instabil din zona de exploatare minieră Uricani. Se face un scurt istoric al zonei, geologia, geomorfologia, hidrografia, pedologia bazinului Valea Jiului, clima orasului Uricani, o scurta prezentare a rezervelor de carbune și a situației actuale a rezervelor de huila din Uricani, redată tabelar.

S-au făcut observații în teren în vederea precizării detaliilor referitoare la condițiile de stabilitate ale deluviului de pantă și rocii stâncoase în amplasament, a condițiilor de acces și de realizare tehnologică a lucrării.

**Capitolul 2** „*Caracterizarea geomecanică a rocilor din bazinul minier Uricani*” (pag.17)

Prezintă necesitatea cunoașterii proprietăților rocilor din zona studiată care este esențială în orice investigație a mecanicii rocilor, legată fie de domeniul mineritului, al construcțiilor hidrotehnice, industriale, rutiere, etc., fie de însăși procesele tehnologice de săpare, exploatare, tăiere sau evacuare.

Este prezentată tabelar situația haldelor active și inactive.

Se prezintă un studiu tehnic pentru determinarea fenomenelor de instabilitate a versantului și sunt prezentate caracteristicile geomecanice ale huilei din bazinul minier Uricani în trei categorii cu plaja de valori ale acestora.

**Capitolul 3** „*Utilizarea programelor informatice în analiza stabilității versanților*” (pag.37)

În acest capitol se face o descriere a cauzelor alunecărilor de teren din zona Uricani, influența unor factori asupra stabilității versanților este prezentată într-un tabel. Contine o evaluare a stabilității de ansamblu a versantului Uricani, modelul de calcul schematizat pentru versantul preexistent fiind prezentat cu ajutorul unei figuri.

Cu ajutorul tabelelor sunt redate valorile forțelor de infiltrație, rezultatele calculelor de stabilitate și rezistența la forfecare, calculul forțelor de infiltrație și a componentelor pe axele de coordonate pentru versantul existent, stabilitatea la alunecare în ipoteza statică și în ipoteza pseudo-statică. Reprezentarea celor 4 suprafețe de alunecare a excavației în versant și a rezultatelor forțelor de infiltrație este redată printr-o figură sugestivă. Capitolul redă de asemenea metodele de calcul pentru analiza stabilității versanților și sunt prezentate sub formă tabelară caracteristicile a 6 metode de calcul.

**Capitolul 4** „*Metode de consolidare a versanților. Construcția coloanelor forate în vederea protecției versantului -faze tehnologice-*” (pag.48)

Sunt descrise fazele tehnologice de construcție a coloanelor forate, iar la calculul ramforsării prezintă etapele de calcul în elemente finite cu ajutorul a 2 programe de calcul, unul specializat pe analiza structurală, iar altul pe comportarea masivelor de pământ și rocă.

Calculul este realizat și în ipotezele reactivării alunecării, precum și forțelor axiale de pretensionare în cazul soluției tehnice de ancorare, cu diagramele caracteristicilor de pretensionare a ancorelor.

**Capitolul 5** „*Cercetări privind posibilitatea amplasării unor construcții în zona de exploatare subterană a carbunilor*” (pag.74)

Sunt prezentate tipurile de scufundări ale terenului de suprafață, analiza impactului produs asupra terenului în urma exploatarea subterană a unor zăcăminte din România, criteriile pentru evaluarea distrugerii structurilor de la suprafață provocate de exploatarea subterană, metode de reducere a deformațiilor terenului de suprafață.

**Capitolul 6** „*Urmărirea comportării în timp a versantului și construcției. Aparat de măsură și control*” (pag.89)

Pentru urmărirea comportării în timp a versantului, dacă mai sunt mișcări ale rocilor generând instabilitate, și a construcției de susținere, dacă presiunea pe coloane este mai mare decât cea la care este calculată să reziste coloanele, se propune montarea de traductoare de presiune în versant și pe coloane și folosirea rocmetrelor pentru urmărirea comportării în timp a fundațiilor coloanelor.

**Capitolul 7** „*Concluzii și contribuții*” (pag.95)

Lucrarea reprezintă o modalitate de analiză și rezolvare a problematicii stabilizării și consolidării versanților, și o analiză a posibilităților de amplasare a construcțiilor pe un versant stabilizat și monitorizat cu aparate de măsură și control.

Pentru consolidarea versanților cu elemente de susținere ancorate sunt mai avantajoase din punct de vedere tehnic și economic decât zidurile de sprijin de greutate, care au un consum mare de manoperă și materiale. Spre deosebire de construcțiile de susținere obișnuite cu ziduri,

piloți sau coloane, ancorele dau posibilitatea presării masei de pământ instabile, pe roca de bază, formând o prismă de reazem ce preia împingerea terenului alunecator din amonte.

În urma elaborării prezentei lucrări s-au desprins o serie de contribuții personale și anume:

1. În baza literaturii de specialitate s-a permis evidențierea factorilor ce influențează stabilitatea versanților, dintre acestea remarcându-se, în mod special, varietatea rocilor și a structurilor geologice.

2. Am analizat versantul și influența unor factori diferiți asupra instabilității versantului

3. Am elaborat Studiul Geotehnic pentru determinarea fenomenelor de instabilitate a versantului, pentru caracteristicile fizico-mecanice ale terenului de fundare.

4. Am presupus o configurație plauzibilă a unui versant ipotetic preexistent destul de apropiat de configurația actuală.

5. Am urmărit comportarea versantului în vederea calibrării parametrilor reziduali rezistenței de forfecare.

6. Am recurs la o soluție de sprijinire ce cuprinde :

- un șir de coloane din beton armat;
- o grindă de coronament din beton armat;
- două rânduri de ancoraje libere de foraj.

7. Am definit trei pași de calcul care influențează în mare etapele semnificative din perioada execuției.

8. Am luat în calcul ipoteza coloanelor susținute numai de un șir de ancore ( avarie la celălalt șir ).

9. Propun realizarea unui sistem de drenaj a apei provenite din izvoarele subterane și prin dispunerea de barbacane de scurgere a apei, apa își modifică direcția de curgere și reduce declanșarea alunecării de teren pe o lungime de 40,00 m.

10. Am propus montarea de traductoare de presiune în versant și pe coloane.

11. Am propus folosirea rocmetrului pentru urmărirea în timp a fundațiilor coloanelor.

12. Propun folosirea metodei de microtriangulației pentru urmărirea comportării în timp a construcțiilor masive, cât și a terenurilor din jurul acestora.

13. Din închirierea și vinderea terenului pentru realizarea de case de vacanță și/sau zone de agrement, de către beneficiar - autoritatea locală, am estimat recuperarea investiției în aproximativ 10 ani de la stabilizarea versantului. 10% din suprafața terenului stabilizat reprezintă construirea de căii de comunicații între construcțiile ce vor fi realizate.

14. Am propus analiza acțiunii seismice asupra versantului.

15. Am făcut o evaluare a posibilei investiții prin două metode : metoda comparației directe și metoda comparației prin bonitate.

În prezenta teză, rezultatele obținute, crează posibilitatea lărgirii domeniului de aplicare a unor metode combinate de stabilizare și consolidare a versanților pentru diferite situații care impun construcții de pamânt, lucrări în roci de diverse structuri,ș.a., și a amplasării construcțiilor.

### **Bibliografie (pag.102)**

Pentru realizarea acestei lucrări m-am folosit de bibliografia care m-a ajutat să-mi fundamentez și să-mi edific soluțiile și calculele, în așa fel încât propunerile și contribuțiile cu privire la o modalitate de analiză și rezolvare a problematicii stabilizării și consolidării versanților, și o analiză a posibilităților de amplasare a construcțiilor pe un versant stabilizat și monitorizat cu aparate de măsură și control.