

UNIVERSITATEA DIN PETROȘANI
CENTRUL DE DOCTORAT ȘI FORMARE CONTINUĂ
DOMENIUL DE DOCTORAT: MINE, PETROL ȘI GAZE

TEZĂ DE DOCTORAT

- REZUMAT -

*EVALUAREA DEPLASĂRILOR ȘI
DEFORMĂȚILOR CONSTRUCȚIILOR DE LA
SUPRAFAȚĂ DIN ZONELE DE SUBSIDENȚĂ ALE
BAZINULUI MINIER VALEA JIULUI*

Doctorand:
Ing. NICULAE (MARIAN) Ramona - Rafila

Coordonator:
Prof.univ.dr.ing. COZMA Eugen

2018

CUPRINS

INTRODUCERE

CAPITOLUL I – *DEFINIREA FENOMENULUI DE SUBSIDENȚĂ*

CAPITOLUL II – *METODE UTILIZATE ÎN CALCULUL DE PROGNOZĂ*

CAPITOLUL III – *METODE UTILIZATE LA URMĂRIREA DEPLASĂRII TERENURILOR ȘI CONSTRUCȚIILOR*

CAPITOLUL IV – *APLICAREA METODEI FUNCȚIILOR DE INFLUENȚĂ ÎN VEDEREA PROGNOZĂRII DEFORMĂRII SUPRAFEȚEI ÎN CONDIȚIILE MINELOR DIN VALEA JIULUI*

CAPITOLUL V – *EVALUAREA DEFORMĂRII ÎN TIMP A SUPRAFEȚEI ÎN CAZUL EXPLOATĂRII MINIERE LONEA CU AJUTORUL MĂSURĂTORILOR EFECTUATE PRIN SCANARE LASER*

CAPITOLUL VI – *ANALIZA COMPORTĂRII CONSTRUCȚIILOR SITUATE ÎN ZONA DE INFLUENȚĂ A EXPLOATĂRII SUBTERANE PRIN MODELARE NUMERICĂ ÎN 3D*

CAPITOLUL VII – *ANALIZA PRIN MODELARE NUMERICĂ ÎN 3D A MODULUI DE COMPORTARE A UNUI PUȚ LA APROPIEREA SPAȚIULUI EXPLOATAT*

CAPITOLUL VIII – *CONCLUZII, CONTRIBUȚII ȘI PROPUNERI*

BIBLIOGRAFIE

ANEXE

SINTEZA PRINCIPALELOR PĂRȚI ALE TEZEI DE DOCTORAT

În lucrarea de față sunt prezentate rezultatele cercetărilor realizate cu privire la fenomenul de subsidență, apărut ca urmare a exploatării subterane a zăcămintelor de cărbune, în condițiile geologice și miniere din bazinul minier Valea Jiului.

Fenomenul de subsidență a început să fie analizat încă de la începutul secolului al 19-lea. La început, se dorea doar cunoașterea gradului de afectare a suprafeței și a perioadei de timp în care suprafața este în mișcare. Odată cu intensificarea activității miniere subterane și cu dezvoltarea zonelor rezidențiale în regiunile miniere a devenit necesară minimizarea pagubelor produse de exploatarea subterană.

Exploatarea cărbunelui a condus la probleme importante în Germania, Rusia, China, Polonia, Australia, România ș.a. Extragerea gazelor naturale a condus la deplasarea suprafeței în regiuni precum Po Delta din Italia și în marele câmp de gaze naturale din Groningen,

Olanda, provocând daune însemnate infrastructurii. Exploatarea petrolului a generat fenomene de subsidență în porturi importante precum Wilmington, Los Angeles, Long Beach etc. Deplasarea fundului mării în jurul platformelor de producție Ekofish din Marea Nordului reprezintă o amenințare pentru siguranța personalului, a echipamentelor și a platformelor. Extragerea intensivă a apei din pânza freatică creează probleme majore atât în zonele aride sau semi-aride cât și în orașele mari sau în zone intens populate (cazul Californiei, Mexico City, Jakarta, Londra, Osaka etc.).

La nivelul țării noastre există numeroase cazuri în care exploatarea subterană a anumitor zăcăminte a condus la pagube însemnate printre care putem aminti: *exploatarea zăcămintelor de cărbune din bazinul minier Valea Jiului, județul Hunedoara* (mina Lonea, mina Livezeni, mina Paroșeni, etc.), *exploatarea zăcămintelor de sare gemă la Ocna Mureș, județul Alba* (mina Iosif–Francisc, mina Ferdinand, mina Ștefania, mina 6 Martie, mina 1 Mai), *exploatarea zăcămintelor de sare gemă la Ocnele Mari, județul Vâlcea*, *exploatarea zăcămintelor de lignit din bazinul Olteniei* (mina Berbești, mina Dragotești), *exploatarea zăcămintelor de minereuri* (mina Ghelari, mina Bălan, E.M. Gura Barza – Mina Musariu).

Drept urmare, în momentul de față problemele cu care se confruntă cercetătorul fenomenelor de subsidență sunt următoarele:

- monitorizarea deplasării suprafeței;
- urmărirea comportării construcțiilor aflate în zona de influență a exploatării;
- prognoza fenomenului de subsidență;
- minimizarea daunelor provocate de exploatarea subterană prin dezvoltarea metodelor și tehnologiilor de exploatare, prin protejarea construcțiilor, planificare teritorială etc.

Acesta este și obiectivul principal al acestei teze de doctorat, urmărindu-se cercetarea aprofundată a fenomenelor de subsidență apărute ca urmare a exploatării zăcămintelor de cărbune, în condițiile minelor din Valea Jiului.

Pentru îndeplinirea acestui obiectiv, în prima parte (**capitolele I, II și III**), după scoaterea în evidență a fenomenului de subsidență, rezultat ca urmare a exploatării subterane, au fost evaluate măsurătorile realizate în stațiile de urmărire de la suprafață, în cazul principalelor câmpuri miniere existente. Analiza datelor rezultate din măsurători, din păcate, nu oferă suficiente date în vederea realizării unui studiu complet din punct de vedere științific, întrucât majoritatea stațiilor de urmărire nu au fost amplasate corespunzător (acestea având în general rolul de a urmări deplasarea anumitor obiective de la suprafață). De asemenea, este de menționat că măsurătorile nu cuprind perioada completă de mișcare a suprafeței sub influența spațiului exploatat (de la începerea exploatării și până la încetarea mișcării suprafeței), întrucât stațiile de urmărire au fost amplasate în general la un anumit timp după începerea

exploatării, iar de-a lungul timpului mare parte din reperele care formează stațiile de urmărire au dispărut, măsurătorile fiind astfel incomplete.

Trebuie menționat deasemenea că în majoritatea stațiilor de urmărire au fost realizate doar măsurători de nivelment (geometric sau trigonometric), astfel fiind determinată doar scufundarea suprafeței, deplasarea orizontală (parametru deosebit de important în ceea ce privește analiza stabilității obiectivelor de la suprafață) neputând fi determinată.

În ceea ce privește construcțiile civile sau industriale situate în zona de influență a exploatării subterane, la nivelul exploatărilor miniere din Valea Jiului momentan nu se realizează o monitorizare (în general se verifică stabilitatea anumitor construcții miniere protejate prin pilieri de siguranță). Pentru despăgubirea anumitor proprietăți afectate de exploatarea subterană se realizează în general o evaluare cantitativă a distrugerilor provocate de exploatare, fără o urmărire prealabilă a deformării în timp a construcțiilor.

În cazul acestei lucrări, pentru a cunoaște mărimea degradării construcțiilor aflate în zona de influență a exploatării, a fost materializat un sistem de monitorizare a fisurilor (în cazul construcțiilor din zona Lonea-Defor aflate în zona de influență a exploatării), însă datorită perioadei scurte de observare încă nu pot fi trase anumite concluzii.

În vederea cunoașterii deplasărilor maxime ce pot apărea în anumite situații date (pentru condițiile din bazinul Văii Jiului), în **”Capitolul IV”** am apelat la prognoza deplasării suprafeței cu ajutorul metodei funcțiilor de influență, utilizând metoda Knothe-Budryk pentru trei unități miniere și anume: mina Lonea, mina Livezeni și mina Paroșeni, concluzionând faptul că, prin intermediul acestei metode poate fi prognozată cu precizie ridicată scufundarea, deplasarea orizontală și mărimea zonei afectate de exploatare (aria de influență) în cazul stratelor orizontale sau cu înclinare mică. În cazul stratelor cu înclinare medie sau mare (mina Lonea) s-a realizat o prognoză cantitativă a deplasărilor apărute la suprafață, însă funcția de influență nu poate surprinde fenomenele complicate de alunecare a rocilor după planele de stratificație.

În continuare, pentru a cunoaște mărimea deplasării suprafeței în cazul exploatării miniere Lonea s-a apelat la o metodă modernă de evaluare (**”Capitolul V”**), comparând două modele de elevație ale terenului, pentru două perioade de timp (anul 1980 și anul 2017).

Primul model de elevație al terenului, cel aferent anului 1980 a fost obținut prin digitizarea planurilor topografice vechi cu curbe de nivel, iar cel de-al doilea, aferent anului 2017, a fost obținut prin măsurători realizate cu ajutorul tehnologiei scanării laser aeriene.

Determinarea scufundării suprafeței s-a realizat făcând diferența dintre cele două modele de elevație. Astfel, s-a constatat că suprafața a fost afectată semnificativ în această perioadă, scufundările maxime apărute la suprafață depășind valoarea de 20m.

Evaluarea cantitativă a deplasărilor orizontale apărute la suprafață nu poate fi realizată prin această metodă însă, comparând cele două modele de elevație ale terenului, se poate observa că la suprafață au apărut rupturi importante cauzate în general de deplasări orizontale mari.

În continuare, pentru cunoașterea modului de comportare a construcțiilor situate în zona de influență a exploatării, am apelat tot la metodele de prognoză și anume, la metoda modelării numerice cu elemente finite, utilizând pentru aceasta programul CESAR-LCPC).

Pentru aceasta, au fost analizate două situații și anume:

- modul de comportare a unor construcții de la suprafață de diferite lungimi și realizate din materiale diferite (**”Capitolul VI”**);
- modul de comportare a unei lucrări miniere verticale la apropierea spațiului exploatat (**”Capitolul VII”**).

În ceea ce privește modul de comportare a construcțiilor de la suprafață sub influența exploatării subterane, au fost analizate construcții cu două nivele (parter și etaj), de diferite lungimi ($X_{ca} = 50m, 75m, 100m, 125m$ și $150m$) și respectiv două tipuri de materiale (beton și zidărie).

În urma acestei analize putem concluda următoarele:

- prezența construcțiilor în modelele numerice nu prezintă nici un fel de influență asupra evoluției scufundării și a deplasărilor orizontale apărute la suprafață;
- toate tipurile de construcții analizate sunt afectate de exploatarea subterană încă din primele faze ale exploatării;
- în cazul construcțiilor din beton, rezistența de rupere la tracțiune este depășită la o lungime a spațiului exploatat de $X_{ca} = 50-100m$ iar rezistența de rupere la compresiune este depășită pentru $X_{ca} = 100-150m$;
- în cazul construcțiilor din zidărie cu planșee din beton, rezistența de rupere la tracțiune este depășită la o lungime a spațiului exploatat de $X_{ca} = 50-100m$ iar rezistența de rupere la compresiune este depășită pentru $X_{ca} = 150-200m$ (pentru construcțiile cu lungimea cuprinsă între $100-150m$, pentru cele cu lungimea de $50m$ și $75m$ rezistența de rupere la compresiune este depășită pentru $X_{ca} = 200-300m$);
- în cazul construcțiilor din beton, tensiunile cele mai mari apar în general în colțurile fundației și în colțurile ferestrelor, iar în cazul construcțiilor din zidărie tensiunile cele mai importante apar în planșeul dintre parter și etaj;
- în cazul construcțiilor din beton, tensiunile dezvoltate în structura de rezistență sunt de până la 15 ori mai mari decât în cazul construcțiilor din zidărie;

- în ceea ce privește lungimea construcției, se constată că cele mai mari tensiuni apar în construcțiile cu lungimea cuprinsă între 100m și 125m (pentru condițiile analizate).

În ceea ce privește modul de comportare a unei lucrări miniere subterane ca urmare a apropierii frontului de abataj, a fost analizată stabilitatea unui puț de la suprafață în cazul în care frontul de abataj ajunge până la o distanță de 5m de peretele puțului. S-a presupus că stratul exploatat este orizontal, cu grosimea de 5m și exploatarea are loc la adâncimea de 200m.

În modelarea numerică au fost surprinse 9 faze de exploatare cu o extindere a panoului de la $X_{ca} = 0m, 25m, 50m, 75m, 100m, 125m, 150m, 175m$ și $200m$ (adică au fost modelate stările de tensiune în puțul de beton, pornind de la o stare de tensiune a puțului neafectat de exploatare, $X_{ca} = 0m$, apoi crescând succesiv dimensiunea spațiului exploatat cu câte 25m).

În urma acestei analize se pot desprinde următoarele concluzii:

- exploatarea subterană exercită o anumită influență asupra puțului încă din prima fază a exploatării;

- pe măsura avansării abatajului tensiunile și deformațiile cresc lent, aproape liniar, până la o apropiere de puț de cca. 40-50m după care acestea au o creștere bruscă;

- rezistența la tracțiune a betonului (utilizat în construcția puțului) este depășită pentru o apropiere de puț mai mică de 155m;

- rezistența la compresiune este depășită pentru o distanță mai mică de 130m, pentru condițiile luate în considerare;

- drept urmare, în vederea protejării acestui puț este necesar a se impune un pilier de siguranță a cărui limită să fie mai mare de 155m;

- în cazul în care această limită este depășită, structura de rezistență a puțului va fi grav afectată (primele fisuri apărând la partea superioară a puțului datorită tensiunilor de tracțiune) făcând imposibilă utilizarea acestuia în condiții de siguranță.

În final putem menționa faptul că realizarea unor astfel de analize pot conduce nu doar la o mai bună înțelegere a fenomenului de subsidență ci și la dezvoltarea unor soluții tehnice de protejare a obiectivelor situate în zona de influență a exploatării, sau de diminuare a efectelor negative generate de exploatarea subterană.

Ultimul capitol, ”**Concluzii, contribuții și propuneri**”, încheie teza prin prezentarea concluziilor finale și a contribuțiilor personale, din care pot enumera:

- materializarea unei stații de urmărire a comportării suprafeței în zona Lonea-Defor;

- materializarea unui sistem de monitorizare a fisurilor apărute în structura construcțiilor situate în zona de influență a exploatării (zona Lonea-Defor);

- prognoza deplasării suprafeței prin metoda funcțiilor de influență, în cazul exploatării stratelor orizontale sau cu înclinare mică (cazul minelor Livezeni și Paroșeni);
- aplicarea metodei funcțiilor de influență în vederea prognozării deplasării suprafeței în cazul exploatării stratelor cu înclinare medie și mare (cazul minei Lonea);
- evaluarea scufundării totale a suprafeței utilizând tehnici și tehnologii moderne de măsurare și analiză (studiu de caz mina Lonea);
- aplicarea modelării numerice în 3D în vederea studierii modului de comportare a construcțiilor în funcție de lungimea acestora, sub influența exploatării subterane;
- analiza modului de comportare a construcțiilor sub influența exploatării subterane, în funcție de materialul de construcție, utilizând modelarea numerică în 3D;
- analiza prin modelare numerică în 3D a modului de comportare a unui puț la apropierea spațiului exploatat.

Din greutățile întâmpinate în realizarea prezentei teze de doctorat se desprind următoarele propuneri:

- pentru urmărirea deplasării suprafeței ca urmare a exploatării subterane, pe lângă aliniamentele de urmărire amplasate în scopul urmăririi deplasării anumitor obiective, să fie amplasate și anumite aliniamente principale conform în conformitate cu literatura de specialitate;
- materializarea aliniamentelor de urmărire să fie făcută prin țărugi metalici amplasați până la o adâncime corespunzătoare, astfel încât să nu fie afectați de fenomenul de îngheț-dezghet, sau de alți factor externi și să existe pe întreaga perioadă de monitorizare;
- pe lângă stațiile de monitorizare a deplasării suprafeței să fie materializate și o serie de stații de urmărire a comportării construcțiilor;
- aplicarea tehnologiilor moderne de măsurare atât în cazul suprafețelor cât și în cazul construcțiilor;
- analiza fenomenului de subsidență și prin intermediul altor metode de studiu (de exemplu utilizarea programelor de calcul bazate pe metoda elementelor distincte sau metoda diferențelor finite).