

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

TEZĂ DE DOCTORAT
- *REZUMAT* -

**ANALYSIS OF VENTILATION NETWORKS
AFFECTED BY THE PHENOMENON OF
EXPLOSION**

**Conducător de doctorat,
Prof. univ. dr. ing. COZMA EUGEN**

**Doctorand,
Ing. GHERGHE ION**

Petroșani, 2019

CUPRINS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| INTRODUCERE | 1 |
| Capitolul I - Noțiuni de aeraj general | 3 |
| Capitolul II - Analiza rețelelor de aeraj | 22 |
| Capitolul III - Utilizarea echipamentelor it și a programelor specializate pentru rezolvarea rețelelor de ventilație | 43 |
| Capitolul IV - Analiza sistemului de aeraj aferent minei Lupeni după reactualizarea rețelei de aeraj | 57 |
| Capitolul V - Riscul de explozie | 71 |
| Capitolul VI - Explozii în minele subterane de cărbuni | 84 |
| Capitolul VII - Modificările survenite în rețeaua de aeraj ca urmare a apariției unui fenomen de tip explozie | 95 |
| Capitolul VIII - Efectul unei explozii asupra stației principale de aeraj | 105 |
| Capitolul IX - Stabilirea zonelor critice în raport cu riscul de explozie la nivelul rețelei de aeraj aferente minei Lupeni | 124 |
| Capitolul X - Simularea unor fenomene de explozie la nivelul rețelei de aeraj aferente minei Lupeni | 134 |
| Capitolul XI - Concluzii finale, contribuții proprii | 154 |
| BIBLIOGRAFIE | 164 |
| ANEXE | 171 |

Activitatea de cercetare derulată în vederea elaborării tezei și îndeplinirii obiectivelor specifice este axată pe doi vectori caracteristici temei propuse și anume, prin prisma folosirii echipamentelor IT specializate utilizate pentru modelarea, simularea și determinarea repartiției optime a debitelor de aer a obiectivele miniere aflate în funcțiune respectiv optimizarea și simularea pe rețelele complexe de aeraj a unor fenomene virtuale de tip explozie care pot să apară în diferite zone ale rețelei de lucrări miniere subterane.

Teza cuprinde un număr de 163 pagini, este structurată pe 11 capitole la care se adaugă bibliografia și anexele.

Primul capitol intitulat „*Noțiuni de aeraj general*” face o trecere în revistă a parametrilor climatului minier, a confortului muncii și legătura sa cu factorii climaterici, respectiv noțiuni despre tirajul natural cu prezentarea metodelor de calcul a tirajului natural și realizarea aerajului general.

Prin ”tiraj natural” a unei exploatare miniere subterane, se înțelege vehicularea aerului în rețeaua de lucrări miniere sub influența factorilor naturali. Formarea tirajului natural este posibilă în cazul prezenței a două sau mai multe lucrări miniere verticale sau înclinate și a densităților diferite ale aerului în aceste lucrări

Referitor la aerajul general se prezintă legile de bază care guvernează aerajul minier și în mod special tipurile de ventilatoare utilizate în industria minieră

Ventilarea în minele subterane este necesară pentru a dilua și elimina substanțele periculoase, a controla mediul termic, și a asigura oxigen pentru oameni.

În capitolul II cu titlul „*Analiza rețelelor de aeraj*” se tratează tehnicile aplicabile pentru rezolvarea rețelelor de aeraj și impactul calculatoarelor digitale în domeniul planificării aerajului.

Se pornește de la analiza legilor fundamentale aplicate rețelelor de aeraj și anume legile lui Kirchhoff, legea pătratică a debitului de aer care reprezintă relația de bază pentru planificarea curentă a aerajului, respectiv metodele de rezolvare a rețelelor de aeraj .

Prima metodă implică combinarea tuturor ramificațiilor legate în serie și în paralel sub forma rezistențelor echivalente. Cea de-a doua metodă este soluția analitică a ecuațiilor obținute prin aplicarea directă a legilor lui Kirchoff.

A treia metodă constă în utilizarea modelelor fizice sau analogice de reprezentare a sistemului de aeraj al minei și, în final, ultima metodă, cea a aproximărilor succesive care a câștigat teren odată cu evoluția calculatoarelor electronice.

Metoda selectată pentru o anumită problemă depinde de complexitatea rețelei care urmează a fi analizată.

În cadrul capitolului III intitulat „*Utilizarea echipamentelor IT și a programelor specializate pentru rezolvarea rețelelor de ventilație*” sunt analizate metodele și mijloacele

moderne utilizabile pentru modelarea, rezolvarea, optimizarea și simularea rețelelor complexe de aeraj

În acest sens sunt descrise și analizate cele mai performante programe specializate în domeniul ventilației miniere, cum sunt: VentSim Visual Advanced, VentGraph, 3D-Canvent, MVS - Servicii de ventilație pentru mină, VentPC, MineFire, DuctSIM, Vuma-3D, și Ven Pri.

Ventilarea a fost o preocupare principală în minele subterane de sute de ani, dar până la introducerea analizei computerizate a rețelei de aeraj, în ultimii 40 de ani, planificarea și modelarea de ventilație a fost în mare măsură dificilă, bazându-se pe experiență, presupuneri și calcule extinse.

Chiar și atunci când software-ul de ventilație pe calculator a permis simulări ale rețelelor mari de aeraj, procesul de lucru și interpretarea rezultatelor a rămas accesibil doar pentru experți în domeniu. Programele specializate au drept scop de a face simularea rețelelor de ventilație accesibil pentru orice inginer de mină sau specialist în ventilație

În capitolul IV cu titlul „*Analiza sistemului de aeraj aferent minei Lupeni după reactualizarea rețelei de aeraj*”, se tratează profesional rețeaua de aeraj a minei.

Astfel, s-a analizat la nivel de detaliu structura rețelei de aeraj a minei Lupeni, cu descrierea circuitelor principale și secundare de aeraj respectiv utilizarea bazei de date aparținând programului VentSim Visual Advanced pentru reactualizarea și rezolvarea rețelei de aeraj a minei Lupeni, folosită în faza intermediară, datele geodezice specifice modificărilor structurale ale rețelei de aeraj, respectiv măsurătorile debit-metrice și depresiometrice efectuate in situ.

Pentru reactualizarea rețelei de aeraj a minei Lupeni modelată și rezolvată în cele două etape (inițială și intermediară), în prima fază a fost scoasă din funcțiune stația principală de ventilație Puț aeraj 1 Est amplasată pe ramificația 290-291.

Au fost eliminate din baza de date inițială un număr de 77 circuite și ramificații cu numere unice de înregistrare, adăugându-se un număr de 27 circuite și ramificații cu numere unice de înregistrare

Pentru rezolvarea rețelei de aeraj a minei Lupeni s-au introdus un număr de 343 de noduri și 449 de ramificații.

În capitolul V cu titlul, „*Riscul de explozie*”, se prezintă noțiuni teoretice despre natura riscului, clasele de gravitate, relația dintre risc și securitate cu noțiunea despre riscul acceptabil, respectiv factorii de risc de accidentare și îmbolnăvire profesională, grupate după criteriul elementului generator din cadrul sistemului de muncă.

De asemenea în cadrul riscului de explozie s-a tratat fenomenul de explozie, cu mecanismul de producere, factorii de influență și parametrii exploziilor.

Principala măsură de prevenire a exploziilor este realizarea unei ventilații corespunzătoare care asigură diluarea gazelor explozive.

Aerisirea lucrărilor miniere are drept scop atingerea a trei obiective principale:

- asigurarea concentrației de oxigen necesară personalului existent în subteran;
- diluarea gazelor explozive și /sau toxice care pot apărea în rețeaua de lucrări miniere;
- evacuarea umidității și căldurii rezultate ca urmare a activității umane respectiv a gradientului geotermic, care se degajă în rețeaua de lucrări miniere.

În capitolul VI intitulat „*Explozii în minele subterane de cărbuni*” se prezintă mediile explozive cu zonele de acumulare și sursele de inițiere, exploziile subterane și efectele exploziilor subterane.

Pentru ca un fenomen de explozie să se poată produce trebuie ca să se suprapună în timp și spațiu cei trei factori –combustibilul, oxigenul necesar pentru participarea la explozie din aer, respectiv sursa eficientă care să prezinte o energie suficient de mare pentru a iniția amestecul.

De asemenea sunt prezentate zone posibile de acumulare a metanului și / sau a prafului de cărbune respectiv sursele potențiale care pot fi întâlnite în subteran de producere a exploziilor

La nivelul lucrărilor miniere subterane se pot produce următoarele tipuri de explozii și anume:

- explozii de metan;
- explozii de praf de cărbune;
- explozii de gaz metan și praf de cărbune.

În cadrul efectelor exploziilor subterane se prezintă fenomenele de explozie cu efectele pe care le produc și anume, efecte dinamice, termice și chimice.

În capitolul VII cu titlul „*Modificările survenite în rețeaua de aeraj ca urmare a apariției unui fenomen de tip explozie*” sunt prezentate noțiuni referitoare la rețelele de aeraj și modificările survenite în rețelele de aeraj ca urmare a producerii unui fenomen de tip explozie

O rețea de aeraj este formată din noduri și ramificații. De asemenea rețeaua de aeraj este formată din circuite și subcircuite, care generează scheme canonice simplu și complex diagonale. La nivelul ramificațiilor acestea sunt legate în serie în paralel sau diagonal

Pentru dirijarea curenților de aer la nivelul fiecărei ramificații respectiv pentru închiderea spațiilor exploatate se utilizează construcțiile de aeraj.

Astfel în cazul producerii unei explozii în subteran apar perturbări majore în rețeaua de aeraj generate de:

- distrugerea parțială a ușilor de reglare și de izolare;
- distrugerea totală a ușilor de reglare și de izolare;
- distrugerea construcțiilor de izolare;

- surpări care se produc pe lucrările miniere adiacente epicentrului exploziei;

Datorită apariției acestor situații pot să apară următoarele efecte:

- păstrarea sensului de curgere a aerului cu:
 - reducerea debitului de aer pe anumite ramificații;
 - creșterea debitului de aer pe anumite ramificații;
- inversarea sensului de curgere a aerului pe anumite ramificații;
- intensificarea fenomenelor de combustie spontană existente;
- apariția unor noi fenomene de combustie spontană;
- creșterea concentrațiilor de oxid de carbon (până la 2-3% vol.);
- scăderea conținutului de oxigen (până la 3-7% vol.).

În capitolul VIII cu titlul „*Efectul unei explozii asupra stației principale de aeraj*” s-a realizat analiza efectului unei explozii asupra stației principale de aeraj respectiv analiza fenomenelor tranzitorii.

În funcție de intensitate, fenomenul de tip explozie care apare în subteran, poate fi de intensitate mică, medie și mare. În funcție de intensitate o explozie subterană poate dezvolta o presiune de până la 11 atmosfere.

Stația principală de aeraj, la minele grizutoase, este amplasată întotdeauna în aval de locul producerii unei explozii subterane, pe traseul de evacuare a aerului viciat, fiind ultima porțiune a rețelei de aeraj înainte ca unda dinamică să pătrundă în atmosferă

Cea mai des întâlnită situație privind efectul unei explozii asupra stației principale de aeraj este varianta care generează efecte distructive, cu menținerea capacității de funcționare a ventilatoarelor principale, atunci când intensitatea exploziei este suficient de mare încât forțele generate de unda dinamică să fie superioare rezistenței de rupere la tracțiune/compresiune /forfecare/flambare aferente materialelor din care sunt construite construcțiile de aeraj din cadrul stației principale de aeraj.

În capitolul IX cu titlul „*Stabilirea zonelor critice în raport cu riscul de explozie la nivelul rețelei de aeraj aferente minei Lupeni*” s-a realizat analiza detaliată a rețelei de aeraj cu prezentarea mediilor explozive, zonele de acumulare și sursele potențiale de producere a exploziilor subterane respectiv analiza riscului de explozie aferente minei Lupeni.

În cazul particular al rețelei de aeraj aferente minei Lupeni a fost realizată o analiză a mediilor posibile care pot conduce la apariția fenomenului de explozie respectiv a surselor care pot genera fenomene de explozie pentru fiecare zonă a minei și lucrare minieră în parte.

S-a făcut Analiza riscului de explozie prin - analiza și evaluarea riscului de explozie, analizorul de risc specific avariilor miniere, analizorul de risc profesional respective grila de apreciere a nivelului de risc

În urma realizării operației de evaluare a riscului de explozie, la nivelul rețelei de aeraj aferente minei Lupeni, au rezultat un număr de 10 zone critice apreciate, de la nivelurile de risc mediu până la nivelul foarte ridicat.

În capitolul X cu titlul „*Simularea unor fenomene de explozie la nivelul rețelei de aeraj aferente minei Lupeni*” se prezintă simularea unor fenomene de tip explozie la nivelul rețelei de aeraj aferente minei Lupeni.

Pentru realizarea simulărilor în vederea stabilirii efectelor posibile ale unui fenomen de explozie s-a luat în considerare rezultatele analizei riscului de explozie, realizată pe rețeaua complexă de aeraj aferentă minei Lupeni, rețea actualizată cu ajutorul programului Ventsim Visual Advanced.

Din cele zece zone vulnerabile obținute în urma analizei riscului de explozie, a fost aleasă zona vulnerabilă constituită la nivelul Abatajului cu banc subminat pan. 7C/3/IV, cota 320 m, ramificațiile 374-375.

Pentru realizarea simulărilor, în raport cu intensitatea fenomenului de explozie, a fost aleasă următoarea structură:

- explozie de intensitate mică – 2 bari;
- explozie de intensitate medie – 6 bari;
- explozie de intensitate mare – 10 bari;

În cadrul capitolului XI „*Concluzii finale, contribuții proprii*” am expus concluziile tezei și contribuțiile personale.

În continuare prezint câteva din contribuții personale:

- în lucrarea științifică, am prezentat aspecte tehnice legate de microclimatul minier specific exploatărilor subterane de cărbuni superiori, în scopul obținerii unui grad înalt de confort al muncii;

- am prezentat pe larg diferite metode de calcul și dimensionare a tirajului natural specific rețelelor de aeraj adânci, respectiv cu diferență de cotă apreciabilă între lucrările miniere de legătură cu suprafața;

- de asemenea, în lucrarea științifică am prezentat modul de realizare al aerajului general pentru cazul rețelelor de aeraj complexe vizând în special tipurile de ventilatoare care pot fi utilizate;

- în lucrarea științifică, am sintetizat tehnicile de rezolvare a rețelelor de aeraj;

- pentru rezolvarea rețelei complexe de aeraj aferentă minei Lupeni, am analizat programele specializate utilizabile în acest scop: VentSim Visual Advanced, 3D-CANVENT, VentPri, VentGraph, Vuma-3D, VentPC, MineFire, DuctSIM și CLIMSIM;

- în cadrul tezei de doctorat, am analizat și rezolvat rețeaua complexă de aeraj aferentă minei Lupeni cu ajutorul programului 3D-CANVENT;

- în lucrarea științifică, pentru modelarea, rezolvarea și optimizarea rețelei de aeraj aferentă minei Lupeni am utilizat următorii pași:

- obținerea hărților topografice generale din planul de bază și pe orizonturi, respectiv a hărților spațiale de aeraj;

- identificarea nodurilor și ramificațiilor la nivelul rețelei de aeraj;

- obținerea coordonatelor geodezice aferente nodurilor identificate;

- realizarea campaniilor de măsurători la nivelul fiecărei ramificații, măsurători care au cuprins: determinarea parametrilor aerodinamici și de stare specifici fiecărei ramificații;

- prelucrarea datelor într-o manieră compatibilă cu baza de date a programului;

- introducerea datelor tehnice referitoare la coordonatele geodezice și realizarea modelării rețelei de aeraj;

- introducerea în baza de date a programului a datelor tehnice rezultate din măsurători;

- echilibrarea rețelei de aeraj;

- rezolvarea rețelei de aeraj;

- optimizarea rețelei de aeraj;

- obținerea rezultatelor sub formă tabelară.

- în cadrul tezei de doctorat, am realizat modelarea, rezolvarea și optimizarea rețelei de aeraj reactualizată aferentă minei Lupeni cu ajutorul programului VentSim Visual ADVANCED. Pentru aceasta am utilizat banca de date din cadrul programului 3D-CANVENT respectiv toate etapele prezentate anterior;

- pentru înțelegerea aprofundată a fenomenului de explozie, am prezentat pe larg noțiunile tehnice legate de riscul de explozie;

- în lucrarea științifică, am prezentat mediile explozive, zonele de acumulare respectiv sursele de inițiere specifice minelor subterane de cărbuni;

- totodată am analizat tipurile de explozii care se pot produce în subteran;

- am realizat o analiză aprofundată a efectelor exploziilor subterane din punct de vedere dinamic, termic și chimic;

- am realizat analiza modificărilor survenite la nivelul unei rețele de aeraj în condițiile apariției unui fenomen de explozie, în special, la nivelul construcțiilor de aeraj respectiv la nivelul microclimatului subteran;

- pentru înțelegerea detaliată cu privire la efectul unei explozii asupra stației principale de aeraj, am realizat o analiză aprofundată a efectului unei explozii asupra lucrărilor miniere aferente stației principale de aeraj;

- de asemenea, am realizat o analiză a fenomenelor tranzitorii care apar în timpul producerii unui fenomen de tip explozie;

- în scopul identificării zonelor critice în raport cu riscul de explozie, am realizat la nivelul rețelei complexe de aeraj a minei Lupeni, o analiză detaliată pentru a stabili mediile explozive, a zonelor de acumulare respectiv surselor de inițiere specifice lucrărilor miniere subterane;

- în cadrul tezei de doctorat, am realizat o analiză profesională a riscului de explozie la nivelul întregii rețele de aeraj aferente minei Lupeni;

- în lucrarea științifică, ca urmare a identificării zonelor critice rezultate în urma analizei riscului de explozie, am realizat pe baza rețelei complexe de aeraj a minei Lupeni, reactualizate, modelată, rezolvată și optimizată, simularea unui fenomen de explozie virtuală de intensitate mică-2 bari;

- de asemenea, am realizat simularea unui fenomen de explozie virtuală de intensitate medie-6 bari;

- totodată am realizat simularea unui fenomen de explozie virtuală de intensitate mare-10 bari

- în lucrarea științifică, am realizat simularea privind posibilitatea de aerisire prin tiraj natural, a rețelei complexe de aeraj a minei Lupeni în condițiile ipotetice de eliminare a forței motrice generate de ventilatorul principal, în condițiile virtuale de producere a unei explozii de intensitate mare-10 bari;

Orice demers științific este perfectibil și poate să comporte îmbunătățiri, perfecționări și adăugiri.

Rezultatele demersului științific pot fi aplicate în mod specific la rețeaua de aeraj aferentă minei Lupeni, dar tehnica și mijloacele utilizate pot fi aplicate la orice rețea de aeraj, indiferent de complexitatea acesteia.