



MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE
UNIVERSITATEA DIN PETROȘANI
FACULTATEA DE MINE



TEZĂ DE DOCTORAT
- REZUMAT -

***CERCETĂRI PRIVIND RESTABILIREA REȚELELOR DE AERAJ
MINIER, ÎN URMA UNUI FENOMEN DE TIP EXPLOZIE***

Conducător Științific
Prof.univ.dr.ing. Victor ARAD

Doctorand
Ing. Marius Cornel ȘUVAR

Petroșani

2017

CUPRINS

INTRODUCERE

CAPITOLUL I.	STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII PRIVIND EXPLOZIILE DE GAZ METAN ȘI PRAF DE CĂRBUNE, PE PLAN NAȚIONAL ȘI INTERNAȚIONAL
CAPITOLUL II.	METODE CLASICE DE REZOLVARE A REȚELELOR DE AERAJ
CAPITOLUL III.	METODE MODERNE DE REZOLVARE A REȚELELOR DE AERAJ
CAPITOLUL IV.	STUDIUL DE CAZ: ANALIZA SISTEMULUI DE AERAJ AL MINEI PETRILA
CAPITOLUL V.	STUDIUL EFECTELOR EXPLOZIEI ASUPRA REȚELEI DE AERAJ
CAPITOLUL VI.	ANALIZA FENOMENELOR TRANZITORII
CAPITOLUL VII.	POSSIBILITĂȚI DE STABILIRE A STRUCTURII UNEI REȚELE DE AERAJ AFECTATE DE EXPLOZIE
CAPITOLUL VIII.	ANALIZA ȘCENARIILOR POST-INCIDENT
CAPITOLUL IX.	POSSIBILITĂȚI DE RESTABILIRE A UNEI REȚELE DE AERAJ AFECTATE DE UN FENOMEN DE EXPLOZIE
CAPITOLUL X.	CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE
BIBLIOGRAFIE	

La nivel global, aproape că nu există industrie minieră care să nu fi fost afectată dramatic de fenomene de tip explozie apărute în exploatarea subterană a cărbunelui, având ca factori determinanți atmosferele gazoase explozive, praful de cărbune sau mixturile dintre acestea. Potențialul distructiv al acestor explozii este foarte ridicat, cauzând de cele mai multe ori pierderi însemnate de vieți omenești. Metodele de exploatare utilizate, în special metoda cu banc subminat, pot favoriza creșterea posibilității acumulărilor mari de metan, prin sistemele de aeraj, acest gaz reprezentând, alături de praful de cărbune, principala sursă de formare a atmosferelor potențial explozive, cu toate consecințele defavorabile asupra asigurării nivelului adecvat de securitate a muncii în subteran și a unui mediu atmosferic corespunzător desfășurării normale a activităților de extracție.

În acest context, realizarea și menținerea unui aeraj corespunzător, care să permită vehicularea unor cantități mari de aer proaspăt către lucrările miniere active și care să poată efectua diluarea metanului cu aer proaspăt, până la concentrații de 5-10 ori mai mici decât limita inferioară de explozivitate, reprezintă mijlocul principal de prevenire și combatere a exploziilor în subteran.

Restabilirea rețelei de aeraj, în urma unui fenomen de tip explozie, în cazul în care funcționarea stației principale nu este afectată, constituie un proces complex prin care se urmărește limitarea și înlăturarea pericolului de reapariție a atmosferei explozive / toxice, și atingerea treptată a condițiilor normale de lucru. Metoda de restabilire propusă în această lucrare constă în refacerea succesivă,

asistată de computer, a construcțiilor de aeraj deteriorate de trecerea undei de șoc prin ansamblul de lucrări miniere, respectiv în restabilirea debitelor și a sensului de curgere a curenților de aer.

Domeniul modelării și simulării computerizate a rețelelor de aeraj minier, utilizând aplicații software specializate, moderne, este, din păcate, prea puțin atins și exploatat în practica inginerescă națională. Pe plan internațional, există și se utilizează, în majoritatea țărilor cu tradiție în exploatarea subterană a cărbunelui, pachete software dedicate, dezvoltate în vederea proiectării rețelelor de aeraj complexe, modelării și simulării computerizate a oricărei situații tehnic posibile, pe tot ciclul de funcționare a exploatărilor miniere.

Relevanța lucrării

Avantajele utilizării tehnicilor de simulare computerizată, în controlul și conducerea rețelelor de aeraj, se pot sintetiza în patru direcții fundamentale:

- *Suport în alegerea soluțiilor tehnice corecte* – simulările computerizate permit utilizatorului să testeze în detaliu orice aspect al unei modificări propuse sau orice set de scenarii, fără a consuma nici o resursă în acest proces.

- *Explorarea posibilităților* - odată realizat modelul virtual, inginerul de aeraj poate încorpora în acesta orice modificare și poate evalua și observa efectul acestor schimbări, în cadrul unor simulări, aproape în timp real, fără necesitatea alterării sistemului real.

- *Diagnosticarea problemelor* – diagnosticarea problemelor și obținerea unei vederi de perspectivă asupra importanței oricărei componente ale sistemului și a variabilelor care influențează calitativ și cantitativ funcționarea rețelei de aeraj, conduc la creșterea nivelului de cunoaștere și înțelegere a efectelor acestora asupra performanței întregului sistem, în special în etapa proiectării minei.

- *Instrumente importante de planificare a modificărilor în rețeaua de aeraj.* Operarea unei unități miniere reprezintă un proces caracterizat printr-o dinamică continuă, pe tot parcursul său de funcționare, pe măsură ce se deschid noi fronturi de lucru sau se închid spații exploatare, vechi. Tehnicile de simulare computerizată, având integrate capacități de reprezentare grafică tridimensională, posibilități de import din aplicații CAD, vizualizarea animată a oricărui detaliu din rețea, etc. constituie caracteristici deosebit de importante puse la dispoziția operatorului. Simularea scenariilor de tip “what if?” devine astfel deosebit de facilă, atât în etapa de proiectare inițială a sistemului de aeraj, cât și de reproiectare, în cazul schimbărilor intervenite în timp.

Pornind de la avantajele evidente oferite de aceste pachete software specializate, teza de doctorat și-a propus următoarele **obiective**:

- Analiza fenomenelor gazodinamice specifice exploatărilor grizutoase de cărbune, în special a conceptelor de explozie și protecție la explozie, prin rezolvarea și optimizarea rețelelor de aeraj;
- Analiza efectelor exploziei asupra rețelei de aeraj , respectiv asupra stației principale de aeraj, în toate variantele tehnic posibile;
- Studiul detaliat al efectelor perturbațiilor rezultate în urma exploziei, care conduc la apariția și manifestarea fenomenelor tranzitorii la nivelul stațiilor principale de aeraj;
- Cunoașterea și aplicarea metodelor moderne de rezolvare a rețelelor de aeraj minier, care presupun utilizarea unor pachete software pentru modelarea, simularea și rezolvarea rețelelor de aeraj;
- Realizarea unui algoritm de tip sistem de suport decizional pentru managementul situațiilor post-incident, în vederea facilitării procesului deosebit de complex al stabilirii acțiunilor care trebuie întreprinse cu maximă operativitate pentru restabilirea sistemului de ventilație și implicit a condițiilor de sănătate și securitate a lucrătorilor.

Pentru realizarea acestui demers științific, au fost desfășurate o serie de **activități de cercetare**, dintre care putem menționa:

- Documentarea și aprofundarea cunoștințelor în domeniul aerajului minier, a impactului metanului și prafului de cărbune asupra mediului subteran, a securității și sănătății lucrătorilor;
- Descrierea mecanismului exploziei din punct de vedere termodinamic și cinetic, prezentarea efectelor constatate în aprinderi și explozii de metan și praf de cărbune, a modului de afectare a rețelei de aeraj și a stațiilor principale de ventilatoare;
- Documentarea și analiza metodelor moderne de rezolvare a rețelelor de aeraj care presupun utilizarea unor aplicații specializate de modelare și simulare computerizată respectiv permit modelarea la scară reală a geometriei și structurii rețelei de lucrări de aeraj, luând în considerare întregul complex de factori specifici termodinamici și de microclimat;
- Realizarea unui studiu de caz privind analiza sistemului de aeraj al unei unități miniere active în acel moment și rezolvarea în paralel a rețelei de aeraj cu ajutorul aplicațiilor specializate 3D-CANVENT, respectiv VENTSIM VISUAL ADVANCED.
- Realizarea un studiu de caz, prin simularea unor scenarii de explozie, tehnic posibile, cu diverse grade de intensitate (mică - 2 bar, medie – 6 bar, respectiv mare – 10 bar), aplicate asupra modelului virtualizat al rețelei de aeraj aferente Exploatării Miniere Uricani, în vederea stabilirii structurii rețelei afectate de explozie;
- Elaborarea un algoritm de tip sistem de suport decizional pentru managementul situațiilor post-incident. Aplicația propusă este

compusă din două module principale: Modul pentru simularea unei explozii la nivelul unei rețele de aeraj; Modul pentru simularea procesului etapizat de refacere a unei rețele de aeraj, afectate de explozie.

În cadrul tezei de doctorat, am utilizat aplicația 3D-CANVENT, de proveniență canadiană, datorită posibilităților de integrare facilă în sistemul de suport decizional.

Teza de doctorat este structurată pe 9 capitole, un capitol introductiv, un capitol prezentând Concluzii și Contribuții personale, respectiv o parte conținând referințele bibliografice utilizate în redactarea lucrării.

Primul capitol, intitulat “ **Stadiul actual al cunoașterii privind exploziile de gaz metan și praf de cărbune, pe plan național și internațional**”, prezintă câteva considerații teoretice privind riscurile de explozie asociate metanului și prafului de cărbune. Mecanismul exploziei este descris atât din punct de vedere *termodinamic*, cât și *cinetic*. Sunt prezentate principalele caracteristici ale exploziilor amestecului aer-metan, respectiv al exploziilor în care este implicat praful de cărbune și sunt evidențiate particularitățile comune și individuale, în cazul ambelor tipuri de explozii.

Capitolul al doilea, “**Metode clasice de rezolvare a rețelelor de aeraj**”, tratează principalele metode utilizate de-a lungul timpului pentru rezolvarea sau calculul sistemului de aeraj. Sunt evidențiate atât *metodele analitice*, care presupun formularea legilor care guvernează fenomenele de curgere a aerului, sub forma unor sisteme de ecuații ce pot fi rezolvate analitic (metodele algebrice sau parametrice, metoda tabelului scalar, metodele grafice, metoda bifurcării ramificațiilor, metodele analogice), cât și *metodele numerice*, dezvoltate mai târziu, odată cu avansul tehnologiei informației și popularizării calculatoarelor personale. Aceste metode numerice rezolvă sistemele de ecuații prin tehnici iterative cu aproximații succesive, până la atingerea unei soluții cu un grad de precizie specificat.

Cea mai populară metodă numerică de rezolvare a sistemelor de aeraj este cea dezvoltată de profesorul Hardy Cross, inițial utilizată pentru sistemele de distribuție a apei, fiind ulterior modificată și adaptată pentru sistemele de aeraj. Astăzi, această tehnică stă încă la baza multor aplicații software moderne, specializate în modelarea, rezolvarea și simularea sistemelor de aeraj minier.

Al treilea capitol, “**Metode moderne de rezolvare a rețelelor de aeraj minier**”, prezintă o documentare privind principalele aplicații software cu caracter comercial, disponibile în prezent la nivel mondial. Diferite din punct de vedere al interfeței cu utilizatorul, platformei hardware căreia îi sunt dedicate sau metodei numerice pe care sunt fundamentate, etc. toate aceste aplicații specializate în problematica aerajului minier prezintă elemente structurale de bază comune. Astfel, datele de intrare se pot constitui sub forma unor fișiere sau pot fi introduse

manual, prin interfața grafică. Baza de date a ventilatoarelor reprezintă biblioteci de date conținând informații pe baza cărora se stabilesc curbele caracteristice ale ventilatoarelor. Modulul de analiză a rețelei de aeraj prezintă particularități în funcție de fiecare aplicație în parte, având la bază procesul de selecție al circuitelor sau ochiurilor de rețea, precum și metoda Hardy Cross, fiind optimizat în vederea maximizării fluxului de date, a reducerii timpului necesar alegerii ochiurilor de rețea și obținerii convergenței la soluția finală, a procesului iterativ.

Sunt prezentate sumar caracteristicile principalelor aplicații informatice sau pachete de simulare din domeniul aerajului: MFIRE, VNETPC, CLIMSIM, MIVENDES, Geomin – Ventilation Design, MINVENT, VENTDAT, VUMA-3D, VENPRI, ICAMPS MineVent, VENTGRAPH, 3D-CANVENT, VENTSIM, cu un accent deosebit pe ultimele două dintre acestea, care au fost utilizate de către autor în elaborarea simulărilor computerizate prezentate în teză.

În următorul capitol, intitulat “**Studiu de caz: Analiza sistemului de aeraj al minei Petrița**”, este analizat sistemul de aeraj al Exploatării Miniere Petrița, în condițiile normale de funcționare ale acesteia, la nivelul anilor 2013-2014.

Pentru cunoașterea valorilor reale ale parametrilor aerodinamici specifici lucrărilor miniere din componența rețelei de aeraj a minei, s-au efectuat măsurători debitmetrice și depresiometrice.

Rețeaua de aeraj studiată a fost rezolvată prin reactualizare. Au fost introduse un număr de 130 de noduri, respectiv 158 de ramificații.

Ca urmare a modelării și rezolvării rețelei de aeraj, atât cu programul specializat 3D-CANVENT, cât și cu programul specializat VENTSIM VISUAL ADVANCED, s-a constatat faptul că rezultatele obținute sunt compatibile, iar diferențele sunt absolut neglijabile. Spre exemplu, la nivel de mină, cu ajutorul programului 3D-CANVENT s-a obținut un debit de 45,11 m³/s, iar cu ajutorul VENTSIM VISUAL ADVANCED, un debit de 45,1m³/s, rezultând o abatere de 0.02%, o abatere infinit mai mică decât valoarea acceptată în condiții de validare a rezultatelor, în cazul repartiției debitelor de aer, la nivelul unei rețele de aeraj.

Capitolul V, “**Studiul efectelor exploziei asupra rețelei de aeraj**”, tratează efectele trecerii undei de suprapresiune și a frontului flăcării prin lucrările din rețeaua de aeraj, conducând la apariția unor perturbări violente a regimului curgerii aerului, atât în amonte cât și în aval de locul de producere a exploziei. Datorită presiunilor mari generate de explozie în lucrările miniere, apar forțe uriașe care acționează asupra tuturor obstacolelor întâlnite pe direcția de propagare a undei dinamice, cauzând distrugerea parțială sau totală a ușilor de reglare sau de izolare, distrugerea construcțiilor de izolare, surpări pe lucrările miniere adiacente epicentrului. Astfel, se pot înregistra modificări semnificative de debite de aer pe anumite ramificații, inversări ale sensului de curgere a aerului, intensificarea proceselor de combustie spontană existente, creșteri ale concentrației de CO, respectiv reduceri ale conținutului de oxigen.

Stația principală de aeraj, amplasată întotdeauna în aval de locul producerii unei explozii subterane, în cazul minelor grizutoase, este afectată la rândul său, în

funcție de distanța față de epicentrul exploziei, de intensitatea acesteia, dar și de structura sa proprie. Efectele pot fi nedistructive sau distructive.

În capitolul VI, “**Analiza fenomenelor tranzitorii**”, sunt studiate etapele caracteristice fenomenelor tranzitorii, manifestate la nivelul stațiilor principale de aeraj, în condițiile producerii unei explozii.

Capitolul VII, “**Posibilități de stabilire a structurii unei rețele de aeraj afectate de explozie**”, este elaborat sub forma unui studiu de caz, prin realizarea unor simulări de explozie pe modelul virtual al rețelei de aeraj aferente Exploatarii Miniere Uricani.

Pentru a stabili structura unei rețele de aeraj după producerea unei explozii, utilizând tehnicile de modelare și simulare computerizată, este necesară parcurgerea următoarelor etape:

- modelarea inițială și rezolvarea rețelei de aeraj în condiții normale de funcționare;
- stabilirea influenței fenomenului de explozie asupra rețelei de aeraj;
- rezolvarea rețelei de aeraj în raport cu modificările generate de explozie.

Pentru rezolvarea rețelei de aeraj în condiții normale de funcționare, a fost realizat modelul virtual tridimensional al rețelei unității miniere, utilizând aplicația 3D-CANVENT. Au fost introduse un număr de 349 de noduri, respectiv 458 de ramificații.

În vederea stabilirii influenței exploziei asupra sistemului de aeraj se stabilesc, în primă fază, condițiile inițiale: rețeaua de aeraj, zona afectată, lungimea și secțiunea abatajului, lungimea lucrărilor pe care are loc acumularea de metan, volumul amestecului exploziv, concentrația amestecului aer-metan, natura sursei de inițiere, presiunea de explozie.

Au fost elaborate în cadrul acestui capitol simulări asupra modelului virtual al rețelei, pentru a stabili efectele unor explozii de intensități diferite (mică, medie și mare) sub aspect structural și funcțional al rețelei de aeraj alese.

Capitolul VIII prezintă “**Analiza scenariilor post-incident**” – o analiză detaliată a rețelei de aeraj, din punctul de vedere al zonelor posibile de acumulare a metanului și / sau a prafului de cărbune și al existenței surselor de inițiere a exploziilor în lucrările miniere. În urma analizei riscului de explozie, se pot identifica un număr de zone vulnerabile. Dacă se cunoaște apriori efectul exploziei asupra rețelei de aeraj, atunci este posibilă rezolvarea rețelei în raport cu modificările survenite post-incident.

În finalul capitolului este prezentat detaliat algoritmul unui sistem de suport decizional pentru managementul situațiilor post-incident, utilizând aplicații software specializate pentru rezolvarea rețelei de aeraj. Metoda care stă la baza acestui algoritm presupune existența a două module de bază, unul pentru simularea unei explozii la nivelul unei rețele de aeraj, iar al doilea, pentru simularea procesului etapizat de refacere asistată de calculator a unei rețele de aeraj, afectate de explozie.

Capitolul IX prezintă, sub forma unui studiu de caz, **Posibilități de restabilire a unei rețele de aeraj afectate de un fenomen de tip explozie**. Metoda propusă în acest context presupune restabilirea etapizată a construcțiilor de aeraj, *pe baza traseelor critice*. Pentru identificarea acestor trasee critice, trebuie stabilite mai întâi construcțiile de aeraj în raport cu gradul de urgență aferent acestora.

Aceste grade de urgență se stabilesc în funcție de riscul generat de distrugerea acestora asupra lucrărilor miniere active, atât din punct de vedere al debitului absolut de gaze explozive degajat necontrolat în lucrările active și insuficient diluat, cât și din punct de vedere al producerii unei noi explozii, în condițiile existenței probabile a unei surse eficiente de aprindere.

Traseele critice sunt reprezentate deci de circuitele de aeraj pe care sunt amplasate construcțiile de aeraj cuprinse în cele 4 grade de urgență definite.

Restabilirea rețelei de aeraj se realizează etapizat, asistată fiind de calculator. În cadrul fiecărei etape se procedează la determinarea parametrilor de funcționare și rezolvarea rețelei de aeraj în noile condiții date.

În vederea exemplificării, în acest capitol se prezintă un nou studiu de caz, privind restabilirea rețelei de aeraj aferente Exploatării Miniere Uricani, afectate de un potențial fenomen de explozie, de intensitate medie – 6 atm. În vederea realizării simulărilor, epicentrul exploziei a fost ales pe ramificația 176-177 Abataj cu Banc Subminat panoul 5 Str. 3, Bloc IV S.

A fost aplicat algoritmul de restabilire a rețelei de aeraj prezentat la capitolul VIII, iar ca software specializat pentru rezolvarea rețelei, s-a utilizat pachetul informatic 3D-CANVENT, apelat de către algoritmul sistemului de suport decizional, atât în etapa de stabilire a structurii rețelei post-incident, cât și în etapele de restabilire, pe baza traseelor critice, în raport cu fiecare grad de urgență.

Ultimul capitol, ”**Concluzii și contribuții personale**”, încheie teza prin prezentarea concluziilor finale, precum și a contribuțiilor personale aduse prin prezenta lucrare. Au fost subliniate viitoarele direcții de cercetare posibil de urmat, utilizând rezultatele obținute prin intermediul acestei teze de doctorat. Principalele contribuții personale, aplicative, sunt enumerate în continuare:

- ✓ Am realizat un studiu de caz privind analiza sistemului de aeraj al unei unități miniere active în acel moment și rezolvarea în paralel a rețelei de aeraj cu ajutorul aplicațiilor specializate 3D-CANVENT, respectiv VENTSIM VISUAL ADVANCED.
- ✓ Pentru rezolvarea rețelei de aeraj aferentă Exploatării Miniere Petrila în cadrul capitolului IV am parcurs următoarele etape:
 - pe baza hărților topografice de bază și de orizont, respectiv a hărților spațiale de aeraj am identificat nodurile și ramificațiile rețelei de aeraj;

- am obținut de la serviciul topografic al Exploatării Miniere Petrița coordonatele geodezice, respectiv geometrice, aferente nodurilor și ramificațiilor;
 - am participat la pregătirea datelor în urma efectuării campaniei de măsurători depresiometrice din subteran;
 - am calculat parametri aerodinamici aferenți ramificațiilor rețelei de aeraj într-o formă accesibilă bazelor de date ale programelor 3D-Canvent, respectiv Ventsim Visual Advanced;
 - am introdus coordonatele geodezice și parametri aerodinamici în bazele de date amintite anterior;
 - am echilibrat rețeaua de aeraj;
 - am rezolvat rețeaua de aeraj și am obținut rezultatele specifice cu ajutorul ambelor aplicații software;
 - în urma modelării și rezolvării rețelei de aeraj, atât cu programul specializat 3D-CANVENT, cât și cu VENTSIM Visual Advanced, s-a constatat faptul că rezultatele obținute sunt comparabile, iar diferențele sunt absolut neglijabile, din punct de vedere valoric (cu o abatere de 0.02%, infinit mai mică decât valoarea acceptată în condiții de validare a rezultatelor, în cazul repartiției debitelor de aer, la nivelul unei rețele de aeraj).
 - am realizat optimizarea rețelei de aeraj aferentă Exploatării Miniere Petrița, utilizând cele două pachete software menționate.
- ✓ Pentru a stabili structura rețelei de aeraj afectate de explozie, am realizat un studiu de caz, efectuând simulări de scenarii de explozie, tehnic posibile, cu diverse grade de intensitate (mică - 2 bar, medie – 6 bar, respectiv mare – 10 bar), asupra modelului virtualizat al rețelei de aeraj aferente Exploatării Miniere Uricani. Pentru rezolvarea acestui studiu, au fost parcurse următoarele etape:
- Modelarea și rezolvarea rețelei de aeraj aferente EM Uricani, în condiții normale de funcționare. Pentru realizarea modelului au fost introduse un număr de 349 de noduri, respectiv un număr de 458 de ramificații;
 - Stabilirea influenței fenomenului de explozie asupra rețelei de aeraj, calculul parametrilor de explozie: viteza de creștere a presiunii, determinarea cantității echivalente în TNT, determinarea gradientului de pierdere a presiunii de explozie în raport cu distanța de propagare;
 - Identificarea efectelor exploziei asupra rețelei de aeraj a minei Uricani, în cazul unui fenomen de explozie de intensitate mică, medie și mare; determinarea construcțiilor de reglare și izolare care sunt afectate de unda dinamică generată de explozie, pentru fiecare caz în parte;
 - Rezolvarea rețelei de aeraj a minei Uricani, pentru fiecare dintre cele trei scenarii de explozie;

- Analiza modificărilor debitelor de aer, respectiv a sensului și distribuției acestora, a efectului exploziei asupra rezistenței aerodinamice la nivelul stațiilor principale de aeraj;
 - Analiza modificărilor parametrilor funcționali specifici ventilatoarelor din stațiile principale de aeraj, respectiv trasarea curbelor caracteristice ale acestora, în urma exploziei;
- ✓ Am prezentat o analiză a riscului de explozie, la nivelul rețelei de aeraj, în vederea identificării zonelor vulnerabile. Astfel:
- am enumerat zonele posibile de acumulare a metanului (abataje cu front scurt, abataje cu front lung, galerii direcționale principale de aeraj, spații exploatate și izolate) și / sau a prafului de cărbune (abataje cu front scurt, abataje cu front lung, galerie direcțională principală de transport, plan înclinat de transport, galerie transversală principală de transport, trasee de aeraj, etc.);
 - Am descris sursele potențiale de producere a exploziilor în subteran, ținând cont de natura acestora;
 - În urma unei analize riguroase a riscului de explozie, am identificat scenariile posibile corespunzătoare situațiilor critice. În raport cu fiecare zonă vulnerabilă se stabilesc efectele exploziei în raport cu intensitatea și locul producerii acesteia.
- ✓ Am elaborat un algoritm de tip sistem de suport decizional pentru managementul situațiilor post-incident, în vederea facilitării procesului deosebit de complex al stabilirii acțiunilor care trebuie întreprinse cu maximă operativitate pentru restabilirea sistemului de ventilație și implicit a condițiilor de sănătate și securitate a lucrătorilor. Aplicația propusă este compusă din două module principale:
- Modul pentru simularea unei explozii la nivelul unei rețele de aeraj;
 - Modul pentru simularea procesului etapizat de refacere a unei rețele de aeraj, afectate de explozie.
- ✓ În cadrul tezei de doctorat, am utilizat aplicația 3D-CANVENT, de proveniență canadiană, datorită posibilităților de integrare facilă în sistemul de suport decizional.
- ✓ Am creat modulul pentru simularea unei explozii la nivelul unei rețele de aeraj care realizează următoarele acțiuni:
- selectare rețea de aeraj referitoare la zona afectată (bazin minier, unitate minieră, sector, orizont, lucrare minieră), din liste derulante;
 - pornire aplicație 3D-CANVENT și încărcare fișier rețea de aeraj;
 - export informații specifice noduri și ramificații, pentru rețeaua modelată și rezolvată pentru condiții normale de lucru, într-un fișier de manevră, format fișier text;
 - calcul distanțe între nodurile rețelei (calculul lungimii galeriilor de aeraj);

- selectarea , prin intermediul interfeței grafice, a locului de producere și a intensității exploziei;
 - rularea algoritmului de calcul a propagării exploziei prin ansamblul de lucrări miniere și simularea acestei propagări, în raport cu locul de producere și intensitatea fenomenului;
 - clasificarea lucrărilor de aeraj distruse, stabilirea construcțiilor de aeraj care fac parte din cele patru grade de urgență;
 - deschidere program 3D-CANVENT și fișier rețea de aeraj, în condiții post incident.
- ✓ Am creat modulul pentru restabilirea rețelei de aeraj care realizează restabilirea etapizată, prin simulări succesive, în condiții de securitate a rețelei de aeraj, pe baza traseelor critice, în raport cu gradele de urgență. Gradele de urgență se stabilesc în raport cu riscul generat de distrugerea acestora asupra lucrărilor miniere active atât din punct de vedere al debitului absolut de gaze explozive degajat necontrolat în lucrările active și insuficient diluat, cât și din punct de vedere al producerii unei noi explozii în condițiile existenței, cel mai probabil, a unei surse eficiente de aprindere.
 - ✓ Am realizat un studiu de caz având ca obiectiv restabilirea rețelei de aeraj a minei Uricani, în urma unui scenariu ipotetic de explozie cu intensitate medie – 6 bar.

Direcții viitoare de cercetare

Cercetările în această direcție vor continua pe următoarele coordonate tematice:

- ✓ Realizarea unei aplicații software care să transpună, prin intermediul unui limbaj de programare modern, algoritmul sistemului de suport decizional propus în cadrul acestei lucrări științifice;
- ✓ Extinderea domeniului de cunoștințe cu privire la riscul de aprindere a atmosferelor explozive, prin utilizarea modelărilor numerice folosind tehnici CFD (Computational Fluid Dynamics) a fenomenelor fizice din subteran.