

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

TEZĂ DE DOCTORAT

**OPTIMIZAREA REȚELELOR DE AERAJ
LA MINELE DIN VALEA JIULUI, SUPUSE
PROCESULUI DE ÎNCHIDERE, ÎN VEDEREA
CREȘTERII SECURITĂȚII MUNCII**

**OPTIMIZATION OF JIU VALLEY MINE
VENTILATION, SUBJECT TO CLOSURE,
IN ORDER TO INCREASE WORK SAFETY**

**Conducător științific,
Prof. univ. dr. ing. COZMA EUGEN**

**Doctorand,
Ing. RĂDOI GHEORGHE-FLORIN**

Petroșani, 2018

CUPRINS

INTRODUCERE	1
CAPITOLUL I.	
STABILIREA LEGITĂȚILOR	
CARE DEFINESC CURGEREA AERULUI	4
<i>I.1. Legile de bază folosite în aeraj</i>	<i>5</i>
<i>I.2. Determinarea factorului de frecare</i>	<i>5</i>
<i>I.3. Rezistențele lucrărilor miniere</i>	<i>6</i>
<i>I.4. Rezistența traseelor de aeraj și legarea lor în sisteme</i>	<i>8</i>
<i>I.5. Legile fundamentale ale rețelelor de aeraj</i>	<i>13</i>
CAPITOLUL II	
CONSIDERAȚII PRIVIND SISTEMELE DE INCHIDERE APLICATE	
LA MINELE DIN CADRUL BAZINULUI MINIER VALEA JIULUI	16
<i>II.1 Descrierea bazinului minier Valea Jiului</i>	<i>17</i>
<i>II.2 Descrierea geologică a minei Paroșeni</i>	<i>20</i>
<i>II.3 Rețeaua de lucrări miniere aferente minei Paroșeni</i>	<i>24</i>
<i>II.4. Soluții de închidere aplicate la minele din Valea Jiului</i>	<i>30</i>
<i>II.4.1. Principii tehnice privind închiderea minelor</i>	<i>31</i>
<i>II.4.1.1. Închiderea lucrărilor miniere subterane și de legătură cu suprafața</i>	<i>33</i>
<i>II.4.1.2. Reabilitarea zonelor afectate de activități miniere</i>	<i>39</i>
<i>II.4.1.3. Apele de mină</i>	<i>47</i>
<i>II.4.2. Soluția de închidere aferentă minei Paroșeni</i>	<i>48</i>
<i>II.5. Considerații privind realizarea aerajului minei Paroșeni</i>	<i>64</i>
CAPITOLUL III	
APLICAȚII IT UTILIZATE ÎN AERAJUL MINIER	66
<i>III.1. Descrierea programului 3D CANVENT</i>	<i>67</i>
<i>III.1.1. Aplicațiile 3D CANVENT</i>	<i>68</i>
<i>III.1.2. Construirea unui model de ventilație cu ajutorul programului 3D CANVENT și funcționarea acestuia</i>	<i>69</i>
<i>III.2. Analiza metodelor de rezolvare a rețelelor de aeraj complexe cu ajutorul software-urilor specializate</i>	<i>72</i>
<i>III.2.1. VentSim Visual Advanced</i>	<i>72</i>
<i>III.2.2. MVS - Servicii de ventilație pentru mină</i>	<i>76</i>
<i>III.2.3. Vuma-3D</i>	<i>77</i>
<i>III.2.4. VentGraph</i>	<i>77</i>
<i>III.2.5. Ven Pri</i>	<i>80</i>

CAPITOLUL IV	
ANALIZA ȘI REZOLVAREA REȚELEI DE AERAJ AFERENTE MINEI PAROȘENI CU AJUTORUL PROGRAMULUI 3D CANVENT	82
<i>IV.1. Distribuția debitelor de aer pe circuitele de aeraj aferente minei Paroșeni</i>	<i>82</i>
<i>IV.2. Reactualizarea rețelei de aeraj a minei Paroșeni</i>	<i>89</i>
CAPITOLUL V	
ANALIZA COMPARATIVĂ A REȚELEI DE AERAJ A MINEI PAROȘENI	98
<i>V.1. Analiza rețelei de aeraj a Minei Paroșeni cu ajutorul programului 3D CANVENT</i>	<i>98</i>
<i>V.2. Analiza rețelei de aeraj a Minei Paroșeni cu ajutorul programului VENTSIM VISUAL ADVANCED</i>	<i>101</i>
CAPITOLUL VI	
ANALIZA REȚELEI DE VENTILAȚIE A MINEI PAROȘENI PE PERIOADA DE ÎNCHIDERE	108
<i>VI.1. Etapa de închidere nr. 1, exploatarea abatajului mecanizat Panoul 3, strat 3, bloc V, felia 2, orizont 250 și Panoul 2, strat 5, bloc II, orizont 250</i>	<i>108</i>
<i>VI.2. Etapa de închidere nr. 2, aerisirea minei cu ajutorul Stației de ventilatoare VOKD 2.4</i>	<i>113</i>
<i>VI.3. Etapa de închidere nr. 3, aerisirea minei cu ajutorul Stației de ventilatoare VOD 3.0</i>	<i>117</i>
<i>VI.4. Etapa de închidere nr. 4, aerisirea minei cu ajutorul Stației de ventilatoare VOD 3.0</i>	<i>122</i>
<i>VI.5. Etapa de închidere nr. 5, aerisirea minei cu ajutorul Stației de ventilatoare VOD 3.0</i>	<i>127</i>
<i>VI.6. Etapa de închidere nr. 6, aerisirea minei cu ajutorul Stației de ventilatoare VOD 3.0</i>	<i>132</i>
<i>VI.7. Etapa de închidere nr. 7, aerisirea minei cu ajutorul Stației de ventilatoare VOD 3.0</i>	<i>137</i>
<i>VI.8. Etapa de închidere nr. 8, aerisirea minei cu ajutorul Stației de ventilatoare VOD 3.0</i>	<i>145</i>
CAPITOLUL VII	
CONCLUZII FINALE, CONTRIBUȚII PROPRII	154
<i>VII.1. Concluzii finale</i>	<i>154</i>
<i>VII.2. Contribuții proprii</i>	<i>158</i>
<i>VII.3. Direcții viitoare de cercetare</i>	<i>159</i>
BIBLIOGRAFIE	160
ANEXE	171
<i>ANEXA I Date tehnice specifice rețelei de aeraj a minei Paroșeni în condiții de bază</i>	<i>172</i>

<i>ANEXA II Date tehnice specifice rețelei de aeraj a minei Paroșeni în etapa de închidere nr. 1</i>	<i>177</i>
<i>ANEXA III Date tehnice specifice rețelei de aeraj a minei Paroșeni în etapa de închidere nr. 2</i>	<i>182</i>
<i>ANEXA IV Date tehnice specifice rețelei de aeraj a minei Paroșeni în etapa de închidere nr. 3</i>	<i>188</i>
<i>ANEXA V Date tehnice specifice rețelei de aeraj a minei Paroșeni în etapa de închidere nr. 4</i>	<i>194</i>
<i>ANEXA VI Date tehnice specifice rețelei de aeraj a minei Paroșeni în etapa de închidere nr. 5</i>	<i>199</i>
<i>ANEXA VII Date tehnice specifice rețelei de aeraj a minei Paroșeni în etapa de închidere nr. 6</i>	<i>204</i>
<i>ANEXA VIII Date tehnice specifice rețelei de aeraj a minei Paroșeni în etapa de închidere nr. 7</i>	<i>209</i>
<i>ANEXA IX Date tehnice specifice rețelei de aeraj a minei Paroșeni în etapa de închidere nr. 8</i>	<i>214</i>

Demersul științific intitulat "Optimizarea rețelelor de aeraj la minele din Valea Jiului, supuse procesului de închidere, în vederea creșterii securității muncii,, a fost conceput ca un ghid tehnic necesar și util pentru supravegherea aerajului pe perioada de închidere, etapizată, a lucrărilor miniere subterane.

Lucrarea științifică cuprinde șapte capitole care includ atât noțiuni teoretice cât și aspecte practice privind rețelele complexe de aeraj și în mod special contribuțiile personale în acest domeniu.

Capitolul I, "Stabilirea legităților care definesc curgerea aerului,, cuprinde legile de bază care guvernează aerajul minier și în mod special curgerea aerului laminar sau turbulent pe aliniamentul lucrărilor miniere. Se pornește de la legile transformărilor în gaze, se continuă cu caracteristicile ale vehiculării aerului pe suprafețe cu rugozitate și se finalizează cu analiza legilor fundamentale aplicate rețelelor de aeraj și anume Kirchhoff și Atkinson.

În cadrul capitolului II, "Considerații privind sistemele de închidere aplicate la minele din cadrul bazinului minier Valea Jiului,, se analizează caracteristicile generale specifice bazinului minier Valea Jiului cu focalizare pe descrierea geologică a pachetului de roci din zona câmpului minier Paroșeni, respectiv descrierea rețelei de lucrări miniere aferente minei Paroșeni.

De asemenea sunt analizate soluțiile tehnice generale de închidere prin prisma închiderii lucrărilor miniere subterane și de legătură cu suprafața, reabilitarea zonelor afectate, respectiv problema apelor de mină, cu focalizarea pe identificarea și dezvoltarea soluțiilor de închidere aferente minei Paroșeni.

În cadrul capitolului III, "Aplicații IT utilizate în aerajul minier,, 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: 3D-Canvent, VentSim Visual Advanced, MVS - Servicii de ventilație pentru mină, Vuma-3D, VentGraph și Ven Pri.

În cadrul capitolului IV, "Analiza și rezolvarea rețelei de aeraj aferente minei Paroșeni cu ajutorul programului 3D-Canvent,, se tratează profesional rețeaua de aeraj a minei Paroșeni. În acest sens s-a analizat la nivel de detaliu structura rețelei de aeraj a minei Paroșeni, respectiv s-au descris și efectuat etapele necesare pentru reactualizarea rețelei de aeraj a minei Paroșeni, care a cuprins obținerea hărților topografice în plan, respectiv schema spațială de aeraj, identificarea nodurilor și ramnificațiilor pe partea grafică, obținerea coordonatelor geodezice specifice fiecărui nod de rețea, realizarea campaniilor de măsurători privind parametrii aerodinamici, electrici și de stare specifice rețelei de aeraj, respectiv stației principale de aeraj, calculul parametrilor mășurați și obținuți într-o manieră accesibilă bazei de date a programului IT utilizat, introducerea în baza de date a programului a datelor obținute, modelarea rețelei de aeraj, echilibrarea rețelei de aeraj, rezolvarea rețelei de aeraj, optimizarea rețelei de aeraj și obținerea rezultatelor.

În cadrul capitolului V, "Analiza comparativă a rețelei de aeraj a minei Paroșeni,, este realizată o analiză comparativă a parametrilor aerodinamici specifici rețelei complexe de aeraj a minei Paroșeni, modelate și rezolvate cu două programe specializate diferite, anume 3D-Canvent, respectiv VentSim Visual Advanced. Pe baza datelor rezultate prin rezolvarea rețelei de aeraj cu cele două programe IT a fost obținută validarea rezultatelor. În acest sens a fost obținută o abatere de 0,14 %, care reprezintă o valoare foarte bună având în vedere că validarea este valabilă până la valoarea abaterii de 5 %.

În cadrul capitolului VI, "Analiza rețelei de ventilație a minei Paroșeni pe perioada de închidere,, este realizată o analiză exhaustivă a rețelei de aeraj pe etape de închidere, după cum urmează:

- a) etapa de închidere nr. 1, exploatarea abatajului mecanizat Panoul 3, stratul 3, bloc V, felia 2, orizont 250 și Panoul 2, stratul 5, bloc II, orizont 250;
- b) etapa de închidere nr. 2, aerisirea minei cu ajutorul Stației de ventilatoare VOKD 2.4;
- c) etapa de închidere nr. 3, aerisirea minei cu ajutorul Stației de ventilatoare VOD 3.0;
- d) etapa de închidere nr. 4, aerisirea minei cu ajutorul Stației de ventilatoare VOD 3.0;
- e) etapa de închidere nr. 5, aerisirea minei cu ajutorul Stației de ventilatoare VOD 3.0;
- f) etapa de închidere nr. 6, aerisirea minei cu ajutorul Stației de ventilatoare VOD 3.0;
- g) etapa de închidere nr. 7, aerisirea minei cu ajutorul Stației de ventilatoare VOD 3.0;
- h) etapa de închidere nr. 8, aerisirea minei cu ajutorul Stației de ventilatoare VOD 3.0.

Analiza rețelei de aeraj pe perioada de închidere a cuprins toate etapele necesare privind modelarea, determinarea repartiției optime a debitelor de aer, optimizarea, respectiv, simularea pentru fiecare etapă de închidere luată separat.

În finalul lucrării științifice sunt prezentate concluziile rezultate în urma abordării demersului științific cu focalizare pe contribuțiile personale și originale privind tehnica de supraveghere a aerajului pe etape de închidere, care sunt prezentate în continuare:

- pentru fundamentarea demersului științific am stabilit în mod concret legitățile care definesc curgerea aerului la nivelul lucrărilor miniere de aeraj;
- am identificat particularitățile specifice din punct de vedere geologic aferente minei Paroșeni;

- în lucrarea științifică am realizat o descriere exhaustivă a rețelei complexe de aeraj aferente minei Paroșeni;
- în cadrul tezei de doctorat am stabilit principiile tehnice de bază privind închiderea obiectivelor miniere cu focalizare directă pe închiderea lucrărilor subterane și de legătură cu suprafața, respectiv reabilitarea zonelor afectate de activități miniere;
- pe baza principiilor tehnice privind închiderea obiectivelor miniere am realizat soluția de închidere aferentă minei Paroșeni;
- pentru tratarea la nivel superior a restrângerii treptate a rețelei complexe de aeraj am realizat o analiză complexă a instrumentelor IT specializate care pot fi utilizate pentru simularea și determinarea repartiției optime a debitelor de aer la nivelul rețelelor de aeraj;
- pentru analiza și determinarea repartiției optime a debitelor de aer la nivelul rețelei complexe de aeraj a minei Paroșeni am realizat o analiză detaliată a structurii rețelei de aeraj pe circuite și subcircuite;
- în cadrul tezei de doctorat am folosit, în prima parte, programul 3D-Canvent pentru reactualizarea rețelei complexe de aeraj a minei Paroșeni în scopul aducerii la zi a acesteia;
- pentru a asigura acuratețea rezultatelor obținute privind repartiția debitelor de aer la nivel de ramnificație, am realizat reactualizarea prin modelarea și rezolvarea rețelei complexe de aeraj a minei Paroșeni cu ajutorul programului specializat VentSim Visual Advanced;
- având ca bază rețeaua complexă de aeraj reactualizată a minei Paroșeni, am realizat o analiză comparativă prin utilizarea celor 2 programe specializate 3D-Canvent, respectiv VentSim Visual Advanced;
- în cadrul demersului științific am realizat validarea rezultatelor obținute în urma modelării și rezolvării rețelei complexe de aeraj a minei Paroșeni cu ajutorul celor 2 programe specializate 3D-Canvent, respectiv VentSim Visual Advanced;
- pentru asigurarea condițiilor optime de sănătate și securitate la locurile de muncă, am stabilit opt etape de închidere;
- în cadrul tezei de doctorat am realizat simularea pe baza rețelei de aeraj reactualizate a minei Paroșeni, în raport cu fiecare etapă de închidere;
- în cadrul fiecărei etape de închidere am realizat modelarea, echilibrarea, determinarea repartiției optime a debitelor de aer și simularea rețelei complexe de aeraj reactualizate a minei Paroșeni cu ajutorul programului specializat 3D-Canvent;
- cu ajutorul simulărilor succesive, pe etape de închidere, am obținut repartiția optimă a debitelor de aer la nivel de ramnificație;

- pentru caracterizarea din punct de vedere economic a procesului de ventilație pe etape de închidere, am obținut prețul de cost al acțiunii de vehiculare a aerului cu ajutorul stației principale la nivelul întregii rețele de aeraj.

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