



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2021 00641**

(22) Data de depozit: **25/10/2021**

(41) Data publicării cererii:  
**28/04/2023** BOPI nr. **4/2023**

(71) Solicitant:  
• **INCD-INSEMEX PETROȘANI,**  
*STR.GEN.VASILE MILEA, NR.32-34,*  
*PETROȘANI, HD, RO*

(72) Inventatori:  
• **CIOCLEA DORU,**  
*STR.1 DECEMBRIE 1918, BL.65, AP.15,*  
*PETROȘANI, HD, RO;*  
• **GĂMAN GEORGE ARTUR,**  
*STR. INDEPENDENȚEI, BL. 3, AP. 15,*  
*SC. 1, ET. 3, PETROȘANI, HD, RO;*  
• **GHICIOI EMILIAN, STR. GEN. VASILE**  
*MILEA, BL.17, SC.1, AP.9, ET.4,*  
*PETROȘANI, HD, RO;*  
• **GHERGHE ION, STR. AVIATORILOR**  
*BL. 62A, AP. 33, PETROȘANI, HD, RO;*

• **RĂDOI FLORIN,**  
*STR. NICOLAE TITULESCU NR. 69, BL. D8,*  
*SC. 2, AP. 51, VULCAN, HD, RO;*  
• **BOANTĂ CORNELIU, STR. LUNCA NR. 6,**  
*PETRILA, HD, RO;*  
• **IANC NICOLAE, STR. 1 DECEMBRIE 1918,**  
*BL. 124, AP. 28, PETROȘANI, HD, RO;*  
• **CHIUZAN EMERIC, STR.TIMIȘOAREI,**  
*NR.8, AP.3, PETROȘANI, HD, RO;*  
• **TOMESCU CRISTIAN, STR.GENERAL**  
*VASILE MILEA, BL.28C, SC.2, AP.37,*  
*PETROȘANI, HD, RO;*  
• **MATEI ADRIAN, STR. TAIA NR. 106,**  
*PETRILA, HD, RO;*  
• **DRĂGOESCU RĂZVAN, STR.PĂCII, BL.14,**  
*SC.II, AP.29, PETROȘANI, HD, RO;*  
• **CĂMĂRĂȘESCU ALEXANDRU,**  
*STR.INDEPENDENȚEI, BL.1, SC.II, AP.29,*  
*PETROȘANI, HD, RO*

(54) **METODĂ DE CONDUCERE A AERAJULUI**

(57) **Rezumat:**

Invenția se referă la o metodă de conducere a aerajului pentru exploatarea din subteran. Metoda, conform invenției, cuprinde etapele de modelare și rezolvare succesivă a rețelelor complexe de aeraj, optimizare succesivă a rețelelor de aeraj, realizare a unui centru expert de conducere a rețelelor de aeraj critice, creare de mașini virtuale pentru fiecare rețea complexă de aeraj, asigurare a corespondenței dintre mașina virtuală

și rețeaua de aeraj deservită, asigurare a accesului unității miniere la mașina virtuală repartizată, asigurare a securizării legăturii dintre centrul expert și unitatea minieră, soluționare operativă a problemelor tehnice care apar la nivelul rețelei de aeraj apelante.

Revendicări: 1  
Figuri: 23



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr. ....	a 2021 ep 641
Data depozit ....	25-10-2021

101

## METODĂ DE CONDUCERE A AERAJULUI

**Invenția se referă** la o metodă de conducere a aerajului.

La exploatarea subterană a cărbunilor se utilizează sisteme de lucrări miniere care prezintă un grad de complexitate ridicat, putând atinge lungimi cumulate de zeci sau sute de kilometri. Asociat sistemelor de lucrări miniere avem rețelele de aeraj cu rol de vehiculare a unor debite de aer importante cu ajutorul sistemelor de ventilare speciale.

Stratele de cărbuni respectiv masivul de rocă în care sunt cantonate acestea, sunt purtătoare de gaze explozive de tipul metanului și omologi ai acestuia. Pe parcursul săpării și utilizării lucrărilor miniere gazele migrează, pătrunzând în secțiunea liberă a acestora. Pe parcursul exploatării în subteran a substanțelor minerale utile în general respectiv a cărbunilor în special, la nivelul lucrărilor miniere active pot să apară gaze explozive de tipul amoniac  $\text{NH}_3$ , oxid de carbon  $\text{CO}$ , hidrogen sulfurat  $\text{H}_2\text{S}$ , metan  $\text{CH}_4$ , hidrocarburi  $\text{C}_n\text{H}_n$ , hidrogen  $\text{H}_2$ , gaze toxice de tipul amoniac  $\text{NH}_3$ , oxid de carbon  $\text{CO}$ , hidrogen sulfurat  $\text{H}_2\text{S}$ , oxizi de azot  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ , dioxid de sulf  $\text{SO}_2$ , gaze asfixiante de tipul metan  $\text{CH}_4$ , hidrocarburi  $\text{C}_n\text{H}_n$ , hidrogen  $\text{H}_2$ , azot  $\text{N}_2$ , dioxid de carbon ( $\text{CO}_2$ ) sau gaze radioactive de tipul radon  $\text{R}_n$ , Thoron ( $\text{T}_h$ ).

Prezența gazelor explozive în concentrații periculoase, oxigenul existent în aerul vehiculat pe aliniamentul lucrărilor miniere respectiv apariția unei surse eficiente de aprindere conduce, în condițiile suprapunerii acestor trei elemente în timp și spațiu, la apariția fenomenelor de tip explozie. Dacă unul dintre aceste trei elemente lipsește, atunci fenomenul de explozie nu poate avea loc. Dacă nivelul concentrației de oxigen nu este permis să scadă sub 19% Vol., iar sursele eficiente au caracter preponderent intempestiv și sunt generate pe parcursul desfășurării activității de exploatare, atunci principala cale de acțiune rămâne eliminarea gazelor explozive în concentrații periculoase. Pe lângă gazele explozive și celelalte tipuri de gaze: toxice, asfixiante sau radioactive pot să se acumuleze în concentrații periculoase, peste limitele maxime admise de legislația în vigoare. Principala măsură de prevenire a atmosferelor explozive, toxice, asfixiante sau radioactive este realizarea unei ventilații corespunzătoare care asigură diluarea gazelor.

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

- să asigure concentrația minimă de oxigen (19 % vol.) la nivelul lucrărilor miniere active;
- să asigure diluarea corespunzătoare a gazelor explozive /toxice/ asfixiante / radioactive ;
- să preia căldura degajată de procesele tehnologice care se desfășoară în subteran, de masivul de roci și de zăcământ, energie geotermică, de procesele de oxidare a substanțelor minerale organice, și să o evacueze la suprafață;

- să preia umiditatea existentă în lucrările miniere subterane și să o evacueze la suprafață.

Buna funcționare a unei rețele complexe de aeraj depinde de numărul stațiilor principale de aeraj, de tipul și parametrii funcționali aferenți ventilatoarelor din cadrul stațiilor principale de aeraj, de tipul, forma, dimensiunile și starea lucrărilor miniere precum și de numărul și tipul construcțiilor de aeraj.

Pentru realizarea unui aeraj eficient [1;6] este necesară asigurarea debitelor optime de aer la nivelul fiecărei ramificații. În acest scop sunt necesare aplicarea unor sisteme de calcul matematice pentru rezolvarea rețelelor de aeraj.

Metodele clasice de conducere a aerajului implică rezolvarea manuală a rețelelor de aeraj cu ajutorul schemelor spațiale de aeraj respectiv a schemelor canonice.

Metodele moderne de conducere a aerajului implică sisteme software specializate care utilizează aparate matematice complexe pentru obținerea repartiției optime a debitelor de aer la nivelul tuturor ramificațiilor.

Astfel că rezolvarea rețelelor de aeraj prin utilizarea unor sisteme software specializate și a echipamentelor IT, respectiv prin aplicarea în practică a rezultatelor obținute, se poate reduce pericolul de explozie ceea ce conduce la creșterea gradului de securitate în cazul exploatării subterane a cărbunilor.

**În prezent la nivel mondial** sunt cunoscute mai multe metode de conducere a rețelelor de aeraj [3;4;5]. Dintre acestea amintim:

- Conducerea rețelelor de aeraj prin modelarea, rezolvarea și simularea rețelelor de aeraj cu ajutorul programului 3D CANVENT. Care constă în modelarea, rezolvarea și simularea rețelelor de aeraj pe baza parametrilor determinați prin măsurători in situ respectiv printr-o prezentare grafică 3D în sistem monofilar. Dezavantajul aplicării acestui procedeu constă în faptul că sistemul de conducere al rețelei de aeraj cu ajutorul programului este discontinuu și unilateral. Amplasamentul în care se realizează rezolvarea rețelei de aeraj este de obicei diferit de locația exploatării miniere.

- Conducerea rețelelor de aeraj prin modelarea, rezolvarea și simularea rețelelor de aeraj cu ajutorul programului VENTSIM care constă în modelarea, rezolvarea și simularea rețelelor de aeraj pe baza parametrilor determinați prin măsurători in situ respectiv printr-o prezentare grafică 3D în sistem monofilar respectiv în sistem solid cu posibilitatea de a roti rețeaua de aeraj în toate direcțiile. Dezavantajul aplicării acestui procedeu constă în faptul că sistemul de conducere al rețelei de aeraj cu ajutorul programului este unilateral. Amplasamentul în care se realizează rezolvarea rețelei de aeraj este de obicei diferit de locația exploatării miniere.

**În prezent la nivel național** nu este cunoscută nici o metoda de conducere a aerajului care să cuprindă utilizarea un sistem interactiv cu ajutorul tehnicii de calcul.

**Problema tehnică pe care o rezolvă invenția** constă în aplicarea unei metode de conducere a aerajului care cuprinde utilizarea unui program de modelare, rezolvare și simulare a mai multor rețele complexe de aeraj și realizarea unui sistem interactiv de conducere a aerajului.

**Prezenta invenție se bazează** pe conducerea inteligentă și interactivă a rețelelor de aeraj prin utilizarea unui program de modelare, rezolvare și simulare a mai multor rețele complexe de aeraj și realizarea unui sistem interactiv de conducere a aerajului. Pentru aceasta mai întâi se modelează și rezolvă succesiv rețelele complexe de aeraj, se optimizează succesiv rețelele complexe de aeraj, se realizează un centru expert de conducere al rețelelor de aeraj, se creează mașini virtuale pentru fiecare rețea complexă de aeraj, se asigură corespondența dintre mașina virtuală și rețeaua de aeraj deservită, se asigură accesul unității miniere la mașina virtuală repartizată, se asigură securizarea legăturii dintre centrul expert și unitatea minieră, se soluționează operativ problemele tehnice care apar la nivelul rețelei de aeraj apelante.

**Invenția prezintă următoarele avantaje:**

- metoda de conducere a aerajului este inteligentă și operativă;
- permite conducere a aerajului pentru toate rețelele de aeraj amplasate într-un bazin minier respectiv la nivel de regiune sau țară;
- asigură modelarea și rezolvarea rețelelor complexe de aeraj;
- asigură optimizarea rețelelor complexe de aeraj;
- asigură simularea oricăror situații tehnic posibile la nivelul rețelelor complexe de aeraj;
- reprezintă un instrument extrem de util pentru prevenirea formării atmosferelor explozive, toxice, asfixiante sau radioactive;
- investiția pentru aplicarea metodei de conducere a aerajului este redusă;
- metoda de conducere a aerajului are efecte multiple, pe lângă modelarea , rezolvarea respectiv optimizarea rețelelor de aeraj permite proiectarea privind extinderea rețelei de aeraj, alegere ventilatoarelor, vizualizarea debitelor pierdute prin spațiile închise;
- ușor de utilizat;
- ușor de întreținut;
- eficiență maximă în conducerea rețelelor de aeraj;
- asigură acces liber și nelimitat din partea unității miniere la propria rețea de aeraj;
- asigură accesul în timp real la rețeaua de aeraj proprie;
- asigură transferul în timp real al datelor tehnice legate de rețelele de aeraj între centrul expert și unitățile miniere;
- asigură anticiparea oricăror perturbații posibile ce ar putea apărea la nivelul rețelelor de aeraj deservite;
- evită accesul unei unități miniere la altă rețea de aeraj, decât cea proprie;
- asigură o abordare unitară, coerentă și rapidă cu caracter preventiv a managementului rețelelor de aeraj;
- oferă informații vitale pentru personalul tehnic cu responsabilități în domeniul sănătății și securității în muncă și în mod special în conducerea aerajului;
- se pretează la orice exploatare minieră subterană de substanțe minerale utile;
- asigură creșterea gradului de securitate și sănătate la exploatarea subterană a substanțelor minerale utile.

**În continuare se prezintă un exemplu de aplicare a metodei de conducere a aerajului, conform invenției în legătură cu fig. 1;2;3;4;5,6;7,8,9,10,11,12;13,14; 15;16;17,18,19,20;21,22 și 23 care reprezintă**

**fig. 1 - „rețeaua de aeraj a minei Lonea modelată, rezolvată și optimizată cu programul 3D CANVENT ”.**

**fig. 2- „rețeaua de aeraj a minei Petrila modelată, rezolvată și optimizată cu programul 3D CANVENT ”.**

**fig. 3- „rețeaua de aeraj a minei Livezeni modelată, rezolvată și optimizată cu programul 3D CANVENT ”.**

**fig. 4- „rețeaua de aeraj a minei Vulcan modelată, rezolvată și optimizată cu programul 3D CANVENT ”.**

**fig. 5- „rețeaua de aeraj a minei Paroșeni modelată, rezolvată și optimizată cu programul 3D CANVENT ”.**

**fig. 6- „rețeaua de aeraj a minei Lupeni modelată, rezolvată și optimizată cu programul 3D CANVENT ”.**

**fig. 7- „rețeaua de aeraj a minei Uricani modelată, rezolvată și optimizată cu programul 3D CANVENT ”.**

**fig. 8- „Serverul administrator cu mașina virtuală pe care este instalată rețeaua complexă de aeraj a minei Lonea”.**

**fig. 9- „Serverul administrator cu mașina virtuală pe care este instalată rețeaua complexă de aeraj a minei Petrila”.**

**fig. 10- „Serverul administrator cu mașina virtuală pe care este instalată rețeaua complexă de aeraj a minei Livezeni”.**

**fig. 11- „Serverul administrator cu mașina virtuală pe care este instalată rețeaua complexă de aeraj a minei Vulcan”.**

**fig. 12- „Serverul administrator cu mașina virtuală pe care este instalată rețeaua complexă de aeraj a minei Paroșeni”.**

**fig. 13- „Serverul administrator cu mașina virtuală pe care este instalată rețeaua complexă de aeraj a minei Lupeni”.**

**fig. 14- „Serverul administrator cu mașina virtuală pe care este instalată rețeaua complexă de aeraj a minei Uricani”.**

**fig. 15- „Calculatorul utilizator desemnat amplasat la sediul minei Lonea”.**

**fig. 16- „Calculatorul utilizator desemnat amplasat la sediul minei Petrila”.**

**fig. 17- „Calculatorul utilizator desemnat amplasat la sediul minei Livezeni”.**

**fig. 18- „Calculatorul utilizator desemnat amplasat la sediul minei Vulcan”.**

**fig. 19- „Calculatorul utilizator desemnat amplasat la sediul minei Paroșeni”.**

**fig. 20- „Calculatorul utilizator desemnat amplasat la sediul minei Lupeni”.**

**fig. 21- „Calculatorul utilizator desemnat amplasat la sediul minei Uricani”.**

**fig. 22- „Rezolvarea unei probleme tehnice apărute la abataj panou nr. 4, stratul 3, blocul VI, orizont 300, E.M. Paroșeni ”.**

**fig. 23- „Rezolvarea unei probleme tehnice apărute la abataj nr. 3, stratul 3, blocul V - S, orizont 300, E.M. Uricani”.**

Metoda de conducere a aerajului, **conform invenției**, constă în modelarea, rezolvarea și optimizarea rețelelor complexe de aeraj în condiții normale de lucru, realizarea unui centru expert, realizarea unor mașini virtuale pe care sunt instalate programul 3D CANVENT cu rețelele de aeraj modelate, rezolvate și optimizate, crearea legăturilor cu unitățile miniere și rezolvarea situațiilor tehnic posibile în timp real [2].

Pentru aceasta se modelează și rezolvă succesiv rețelele complexe de aeraj. Pentru aceasta mai întâi se stabilesc parametrii funcționali aferenți ventilatorului activ în condiții normale de lucru. În acest sens se obține punctul de funcționare  $P_f(Q_v, h_v)$  reprezentat de intersecția curbei ventilatorului și curba rezistenței minei.

Parametrii funcționali sau curbele caracteristice ale ventilatoarelor principale se determină prin încercări de laborator, încercări uzinale și în condiții de exploatare.

Încercările de laborator se realizează pe modele și au ca scop determinarea curbelor caracteristice, precum și studierea influenței diferiților factori asupra performanțelor ventilatoarelor.

Încercările uzinale urmăresc stabilirea curbelor caracteristice ale ventilatoarelor realizate la scară industrială, care diferă de curbele caracteristice obținute prin recalcularea, parametrilor ventilatoarelor model în baza legilor de similitudine .

Se constată diferențe importante și între curbele caracteristice obținute în condiții de exploatare și cele determinate prin încercări uzinale datorită modificării caracteristicilor aerodinamice ce pot surveni cu ocazia montării la rețea a ventilatoarelor principale, precum și în timpul funcționării acestora.

Modificarea caracteristicilor aerodinamice este cauzată în principal de următorii factori:

- proiectarea și amplasarea necorespunzătoare a stațiilor principale de ventilație la rețeaua de lucrări miniere;
- proiectarea și execuție defectuoasă a canalelor de aeraj;
- montarea și asamblarea greșită a agregatului ventilator, motor;
- lipsa echilibrărilor dinamice ale axului rotorului și cuplajelor ventilatorului după punerea în funcțiune;
- utilizarea unor motoare electrice neadecvate prescripțiilor tehnice ale producătorului;
- lipsa întreținerii și verificărilor tehnice periodice prescrise de producător și prevăzute în legislația în vigoare;
- modificarea turației ventilatorului;
- modificarea câmpului de viteze la intrarea aerului în ventilator;

Modificarea caracteristicilor aerodinamice are ca efect realizarea parametrilor debit, presiune, putere absorbită și randament, diferiți de cei obținuți prin încercări uzinale. Din aceste motive este necesar ca după montarea la rețea a ventilatoarelor principale să se determine curbele caracteristice ale acestora în condiții de exploatare.

În timpul exploatării, funcție de durata de exploatare, de condițiile de mediu în care funcționează și de calitatea operațiilor de întreținere, pot avea loc modificări ale caracteristicilor aerodinamice ale ventilatoarelor, care determină realizarea unor parametri diferiți față de cei obținuți la punerea în funcțiune.

În acest context performanțele ventilatoarelor pot să scadă în timpul exploatării, reducându-se astfel capacitatea de aerisire a acestora.

Rezultă deci că performanțele ventilatoarelor din dotarea instalațiilor principale de ventilație se pot determina numai prin stabilirea curbelor caracteristice specifice acestora în condiții de exploatare.

În România, parametri funcționali sau curbele caracteristice, în timpul exploatării, se determină pentru ventilatoarele principale cu un debit nominal mai mare de 500 m<sup>3</sup>/min. la punerea în funcțiune a acestora la rețeaua de aeraj, precum și la intervale de 2 ani, după reviziile complete.

Aceste curbe sunt:

- curba de presiune ,  $h_v = F(Q)$  ;
- curba puterii,  $P_a = F(Q)$  ;
- curba randamentului,  $\eta = F(Q)$  .

În vederea obținerii datelor necesare reprezentării grafice a curbelor caracteristice determinate în condiții de exploatare, ventilatorul funcționează la diferite regimuri de lucru, care se pot obține fie prin obturarea treptată a canalului de aeraj cât și prin scurtcircuitarea aerului cu suprafața.

La fiecare regim de lucru se execută simultan măsurători pentru determinarea debitului ventilatorului, depresiunii ventilatorului și puterii electrice absorbite din rețea.

Folosind acești parametri, se pot determina prin calcul puterea utilă, randamentul instalației de ventilație și consumul de energie, la toate regimurile de lucru la care a fost supus ventilatorul.

În vederea utilizării raționale a ventilatoarelor principale, curba de presiune este delimitată de 3 domenii, după cum urmează:

- domeniul stabil și economic;
- domeniul instabil;
- domeniul neeconomic.

Domeniul stabil și economic cuprinde partea mediană a curbei de presiune, având o pantă continuu crescătoare până la punctul „maxim” al curbei.

Domeniul instabil cuprinde partea curbei cuprinsă între domeniul stabil și axa ordonatelor. În acest domeniu curba poate cuprinde inflexiuni, una sau mai multe funcție de tipul ventilatorului.

În cazul funcționării ventilatorului în domeniul instabil debitul și depresiunea pot oscila brusc și în limite largi având loc fenomenul numit „pompaș”, în cazul ventilatoarelor axiale.

Funcționarea ventilatoarelor în domeniul instabil, în regim de pompaș, are efecte negative atât asupra instalației, cât și asupra stării de securitate din subteran.

Astfel, datorită șocurilor dinamice produse de fenomenul de pompaș instalația se poate deteriora ajungând până la ruperea axului de antrenare al ventilatorului .

În subteran, prin reducerea bruscă și într-o măsură importantă a debitului de aer, se pot produce acumulări de gaze în concentrații periculoase.

Domeniul neeconomic cuprinde partea inferioară a curbei, fiind caracterizat prin valorile reduse ale randamentului instalației de ventilație.

La funcționarea ventilatorului în domeniul instabil se obțin valori reduse ale randamentului fiind totodată și neeconomic.

În vederea aprecierii eficienței instalațiilor principale de ventilație este necesară determinarea prin măsurători a următorilor parametri:

- Debitul ventilatorului  $Q_v$  ( $m^3/min$ );
- Depresiunea ventilatorului,  $h_v$  (Pa);
- Debitul minei,  $Q_m$  ( $m^3/min$ );
- Depresiunea minei,  $h_m$  (Pa);
- Debitul de aer scurtcircuitat cu suprafața,  $Q_{sc}$  ( $m^3/min$ );

$$Q_{sc} = Q_v - Q_m \text{ (} m^3/min \text{);}$$

- Depresiunea canalului de aeraj,  $h_c$  (mm  $H_2O$ );

$$h_c = h_v - h_m \text{ (Pa);} \quad 1 \text{ mm } H_2O = 9,81 \text{ Pa}$$

- Rezistența aerodinamică a rețelei de aeraj  $R_r$  ( $k\mu$ )

$$R_r = \frac{h_v}{Q_v^2} \text{ (} Ns^2/m^8 \text{)} \quad 1 \text{ } k\mu = 9,806 \text{ } Ns^2/m^8$$

- Rezistența aerodinamică a minei,  $R_m$  ( $k\mu$ )

$$R_m = \frac{h_m}{Q_m^2} \text{ (} Ns^2/m^8 \text{)}$$

- Rezistența aerodinamică a canalului de aeraj,  $R_c$  ( $k\mu$ ):

$$R_c = \frac{h_c}{Q_v^2} \text{ (} Ns^2/m^8 \text{)}$$

- Orificiul echivalent al rețelei,  $A_r$  ( $m^2$ ):

$$A_r = \frac{0,38}{\sqrt{R_r}} \text{ (} m^2 \text{)}$$

- Orificiul echivalent al minei,  $A_m$  ( $m^2$ ):

$$A_m = \frac{0,38}{\sqrt{R_m}} \text{ (} m^2 \text{)}$$

- Puterea utilă,  $P_u$  (kW):

$$P_u = \frac{Q_v \cdot h}{102} \text{ (kW)}$$

- Puterea absorbită din rețeaua electrică,  $P_a$  (kW);

- Randamentul instalației de ventilație,  $\eta$  (%):

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} 100 \text{ (}\% \text{)}$$

- Valoarea procentuală a pierderilor de aer prin scurtcircuitări cu suprafața în raport cu debitul minei,  $P_{sc}$  (%):

$$P_{sc} = \frac{Q_u - Q_m}{Q_m} 100 \text{ (}\% \text{)}$$

- Consumul anual de energie electrică aferent instalației principale de ventilație,  $E$  (kWh / an):



$$E = P_a \times 24 \times 365 \text{ (KWh / an)}$$

Pentru stațiile principale de ventilatoare dotate cu 2 agregate de ventilație care funcționează jumătate de an, alternativ avem:

$$E1 = \frac{P_{a1} \cdot 24 \cdot 365}{2} \text{ (kWh/an)}$$

$$E2 = \frac{P_{a2} \cdot 24 \cdot 365}{2} \text{ (kWh / an)}$$

$$E_t = E1 + E2 \text{ (kWh / an)}$$

Pentru modelarea, rezolvarea și optimizarea rețelelor complexe de aeraj se poate utiliza programul 3D-CANVENT care este o aplicație Windows și a fost proiectat în sprijinul planificării, proiectării și analizării sistemelor de ventilație minieră. 3D-Canvent combină o utilizare facilă a reprezentării grafice cu capacitatea proiectării rețelelor în 3D, care permite opțiunea vizualizării rețelei în sistem bidimensional (X-Y, X-Z, Y-Z) și/sau model tridimensional (X-Y-Z). 3D-Canvent se bazează pe legile lui Kirchoff, utilizând tehnica iterativă Hardy-Cross în scopul convergenței către o soluție optimă.

3D-CANVENT poate simula sistemele de ventilație în funcțiune, care includ parametrii cum ar fi: debitele de aer și distribuția lor în sistem, pierderile de presiune prin frecare, performanțele ventilatoarelor, necesitățile de energie a aerului și costurile de funcționare atât pentru fiecare lucrare minieră luată separat cât și pentru întreaga rețea. Aceste simulări se efectuează pentru dezvoltarea modelelor de ventilație bazate pe datele fizice de intrare rezultate din concepția proiectelor miniere și a parametrilor de ventilație proiectați utilizați la determinarea rezistențelor estimate ale lucrărilor miniere din rețea. Oferind informațiile care caracterizează rețeaua de ventilație (rezistențe sau elemente geometrice) și localizarea și caracteristicile ventilatoarelor principale, 3D – CANVENT va furniza listări și scheme tridimensionale ale următorilor parametri de ventilație:

- Distribuția debitelor de aer în sistemul de ventilație;
- Pierderile de presiune prin frecare pentru fiecare lucrare minieră în parte;
- Rezistențele lucrărilor miniere;
- Parametrii ventilatoarelor principale;
- Pierderile de energie a aerului în lucrările miniere;
- Costurile de funcționare a sistemului de ventilație (lei/an – bazate pe costurile de energie și randamentele ventilatoarelor principale).

Programul permite introducerea „nodurilor suprafață” astfel încât celelalte noduri să fie exprimate în relație cu aceste noduri.

Au fost emise clauze pentru introducerea a 5 tipuri diferite de date referitoare la ramificații pentru a permite calculul valorilor rezistențelor totale, fie pornind de la suprafață, perimetru și lungime (P, A) sau înălțime, lățime și lungime (H, W), pentru fiecare lucrare minieră. Este posibil să se introducă rezistența ramificației ca „rezistență impusă”, rezistența pe unitate de lungime (UR/m) sau ca valori presiune – debit (P-Q).

Orice ventilator poate fi introdus fie sub forma unei presiuni impuse fie ca o curbă caracteristică de presiune (P) – debit (Q).

Punctul de funcționare a ventilatorului se calculează din debitul masic de aer care curge prin ochi la condiții de echilibru și comparat cu datele de intrare „impuse”. Dacă un ventilator trebuie să funcționeze la un debit de aer situat sub cel impus atunci 3D-Canvent va analiza rezultatul obținut comparându-l cu alte tipuri de ventilatoare impuse. Ventilatorul cu cel mai mare procent de impunere este înlocuit din rețea, acțiune urmată de un mesaj de atenționare. Ventilatoarele sunt din nou analizate pentru impunere, procesul repetându-se până ce toate ventilatoarele impuse sunt înlocuite obținându-se un echilibru practic.

Programul are următoarele caracteristici:

- Reprezentarea schematică iterativă a rețelei, în culori, în sistem 3D/2D. Permite opțiuni de vizualizare. Permite opțiuni de vizualizare a modelului rețelei în același timp sub formă bidimensională (X-Y, X-Z, Y-Z) și tridimensional (X-Y-Z);
- Rotirea în sistem 3D permite ca rețeaua modelată să fie rotită în timp real pentru a ajuta vizualizarea și dezvoltarea modelului de ventilație;
- Introducerea datelor în schemele 3D/2D sau prin vizualizare pe tabele (editare /vizualizare date);
- Capacitate de prezentare a distribuției vechi/noi a debitelor de aer în reprezentare 3D/2D;
- Codificarea culorilor pentru ramificații în funcție de tipul lucrării miniere;
- Capacitatea de a trata aranjarea ventilatoarelor în serie sau în paralel;
- Afișare, tipărire și trasare a curbelor caracteristice ale ventilatoarelor și a punctelor lor de funcționare (curba caracteristică a ventilatorului și curba rezistenței minei);
- Copierea și lipirea funcțiilor dispersate. Rețelele existente sau părți ale acestora pot fi conectate într-un model singular;
- Utilizează simboluri grafice pentru ventilatoare, construcții de reglare uși, diguri etc.;
- O funcție de transfocalizare permite localizarea dinamică a imaginilor redată în schemele tri- sau bidimensionale.

Rezolvarea rețelelor complexe de aeraj presupune parcurgerea mai multor etape după cum urmează:

- Marcarea pe planurile de bază, pe planurile la nivel de orizont respectiv pe schema spațială de aeraj aferentă minei a nodurilor sau joncțiunilor aferente rețelei de ventilație;
- Obținerea coordonatelor geodezice specifice nodurilor sau joncțiunilor aferente rețelei de aeraj;
- Stabilirea ramificațiilor specifice rețelei de aeraj cu ajutorul hărții spațiale;
- Introducerea coordonatelor geodezice specifice joncțiunilor precum și a ramificațiilor existente, în baza de date a software-ului;
- Modelarea rețelei de aeraj;
- Efectuarea unor campanii de măsurători de specialitate la nivelul tuturor ramificațiilor, care cuprinde:

lucrărilor miniere;  
 lucrărilor miniere;  
 aerului.

- măsurători privind parametrii aerodinamici ai lucrărilor miniere;
- măsurători privind parametrii geometrici ai lucrărilor miniere;
- măsurători privind parametrii fizici și de stare ai aerului.

- Calculul parametrilor aerodinamici specifici rețelei de aeraj și transformarea acestora într-o formă accesibilă bazei de date a programului specializat;
- Determinarea parametrilor funcționali aferenți ventilatoarelor active și de rezervă din cadrul stațiilor principale de ventilație, la diferite unghiuri de înclinare a paletelor;

- Introducerea valorilor parametrilor specifici rețelei de ventilație respectiv ale ventilatoarelor principale, în baza de date a programului specializat de exemplu 3D CANVENT;

- Reprezentarea grafică a rețelei de aeraj, care se poate realiza în sistem monofilar 2D sau în sistem 3D;

- Echilibrarea rețelei de aeraj;

- Rezolvarea rețelei de aeraj;

- Obținerea rezultatelor privind repartitia debitelor de aer la nivel de ramificație;

Se optimizează succesiv rețelele complexe de aeraj, etapă care necesită definitivarea tipului și poziției construcțiilor de aeraj necesare pentru sectorizarea rețelei de aeraj pentru asigurarea debitelor necesare la fronturilor de lucru respectiv pentru asigurarea stabilității rețelei de aeraj, fig. nr. 1;2;3;4;5;6 și 7.

Se realizează un centru expert de conducere al rețelelor de aeraj. Pentru aceasta, într-o locație desemnată, se va monta un server care va juca rol de administrator. Serverul administrator ales poate fi de tip HC Proliant ML 110 G 6 cu monitor LED 21,5”.

Caracteristicile tehnice minime necesare ale severului sunt următoarele:

- processor – CPU CORE 2 QUAD INTEL XEON X3430 2.4GHz;
- 2x2 GB RAM;
- 2x500 GB HDD;
- 2x2 GB RAM DDR3 1333MHz ECC;

- Placa video – Gigabyte GeForce GT430 1024MB DDR3, 128 bits;

Caracteristicile tehnice minime ale monitorului sunt următoarele:

- diagonala – 21,5”;
- full HD;
- HDMI.

De asemenea este necesar un sistem de operare utilizat pentru serverul administrator și care poate fi Microsoft Windows Server Standard, 64 biți.

Se creează mașini virtuale pentru fiecare rețea complexă de aeraj. Pentru realizarea mașinilor virtuale se utilizează Software VMware workstation 7

VMware Workstation este o suită de software de tip mașină virtuală pentru calculatoare cu arhitecturi x86 și x86-64 oferită de VMware, care permite

utilizatorilor să creeze mai multe x86 și x86-64 calculatoare virtuale și de a folosi una sau mai multe dintre aceste mașini virtuale simultan cu cea care găzduiește sistemul de operare. Fiecare instanță de mașină virtuală poate executa propriul sistem de operare al clienților, inclusiv Windows, Linux, variantele BSD, și altele. VMware Workstation permite rularea pe un sistem fizic (mașină fizică) a mai multor instanțe sau mai multor sisteme de operare în același timp.

Sistemul pune la dispoziția mașinilor virtuale aceleași resurse hardware existente fizic pe sistemul gazdă, cum ar fi: plăci de rețea, unități optice, unități de hard disk, echipamente USB. VMware Workstation simulează hardware suplimentar: imagini ISO pot fi adăugate ca unități CD-ROM, iar fișiere .vmdk, ca unități hard disk; interfața de rețea poate fi configurată să utilizeze protocolul NAT (Network Address Translation) prin mașina gazdă, astfel încât să nu fie necesară asignarea unei adrese IP pentru fiecare mașină virtuală. Fiecare mașină virtuală este dedicată unei rețele complexe de aeraj și va avea propriul sistem de operare. Pentru mașinile virtuale se utilizează sisteme de operare identice tip Desktop Windows XP Professional, 32 biți. Pe fiecare mașină virtuală se va încărca programul specializat 3D CANVENT și rețeaua de aeraj desemnată fig. 8;9;10;11;12;13 și 14.

Se asigură corespondența dintre mașina virtuală și rețeaua de aeraj deservită. Pentru aceasta se asigură legătura dintre fiecare mașină virtuală instalată pe serverul administrator și calculatorul corespondent, desemnat la nivelul unității miniere. Corespondența respectiv transmiterea la distanță a datelor se realizează securizat prin intermediul internetului, utilizând Software - ul Real VNC Enterprise Edition.

VNC (Virtual Network Computing) este un software de acces la distanță care permite vizualizarea și interacțiunea cu un computer (denumit "server VNC"), utilizând un program simplu (denumit "VNC viewer") instalat pe un alt calculator aflat oriunde în lume și conectat la internet. Cele două calculatoare nu trebuie să aibă aceeași configurație sau să ruleze același sistem de operare, fiind permise conexiuni între sisteme Windows, Linux sau Mac.

Principiu de conectare: RealVNC utilizează protocolul RFB, inițiat implicit pe portul TCP 5900. La instalarea serverului, acest port trebuie deschis în firewall-ul local, iar dacă conexiunea se realizează printr-un router NAT, portul TCP 5900 (sau cel personalizat) trebuie forward-at în soft-ul acestuia.

Conexiunile realizate sunt securizate, datele fiind criptate folosind standardul industrial AES 128 biti. Suplimentar, utilizatorul trebuie să se autentifice pentru a se conecta la serverul VNC. Regulile de autentificare sunt deosebit de stricte, imediat după instalare. Implicit, serverul VNC este configurat pentru autentificarea cu datele de acces de pe sistem.

Se asigură accesul unității miniere la mașina virtuală repartizată. Pentru realizarea accesului de la distanță se instalează pe fiecare dintre cele 7 calculatoare, amplasate la nivelul unităților miniere și care joacă rol de utilizator, câte un software Real VNC Viewer care să permită această facilitare fig. 15;16;17;18;19;20 și 21.

Se asigură securizarea legăturii dintre centrul expert și unitatea minieră.

În acest scop se introduc datelor de autentificare, IP aferent mașinii virtuale de pe server respectiv o parolă de acces.

Accesul la rețeaua proprie se securizează prin introducerea de credențiale de acces individualizate pentru fiecare utilizator.

Se soluționează operativ problemele tehnice care apar la nivelul rețelei de aeraj apelante. Atunci când apare o situație specială la nivelul managementului rețelei de aeraj, responsabilul cu aerajul de la unitatea minieră utilizatoare, ia legătura cu specialistul de serviciu de la centrul expert care comută pe mașina virtuală care conține rețeaua de aeraj corespunzătoare. Se transmit direct datele problemei iar specialistul de la centrul expert asistat de responsabilul cu aerajul de la utilizator, rezolvă problema în mod interactiv și în timp real.

Simularea situațiilor tehnic posibile, situații de avarie de exemplu, în scopul obținerii soluției de aeraj optime, în timp real, pentru menținerea condițiilor de securitate și sănătate în subteran, ține de cunoașterea respectiv descrierea operativă și în detaliu a problemei de către specialistul responsabil de la unitatea minieră precum și cunoașterea în detaliu a rețelei de aeraj analizată respectiv abilitatea specialistului din centrul expert de a lucra rapid cu ajutorul programului specializat. Simularea și soluția identificată rapid se obține în timp real și este vizualizată și disponibilă permanent și pentru specialistul responsabil de la unitatea minieră. În acest fel nu mai este necesar nici un alt protocol intermediar. Sistemul asigură salvarea simulărilor realizate pe rețeaua de aeraj modelată, rezolvată și optimizată, în directorul predefinit, în vederea asigurării trasabilității modificărilor operate pe rețeaua de aeraj. În acest scop se amplasează o cameră web pe serverul administrator amplasat la centrul expert, pe care inițial a fost precum și o altă cameră web pe calculatorul utilizatorului, amplasat la sediul unității miniere fig. 22 și 23.

Aplicarea metodei de conducere a aerajului, cuprinde următoarele etape: modelarea și rezolvarea succesivă a rețelelor complexe de aeraj, optimizarea succesivă a rețelelor complexe de aeraj fig. 1;2;3;4,5,6 și 7, se realizează un centru expert de conducere al rețelelor de aeraj, se creează mașini virtuale pentru fiecare rețea complexă de aeraj fig. 8;9;10;11,12,13 și 14, se asigură corespondența dintre mașina virtuală și rețeaua de aeraj deservită, se asigură accesul unității miniere la mașina virtuală repartizată fig. 15;16;17;18;19;20 și 21, se asigură securizarea legăturii dintre centrul expert și unitatea minieră, se soluționează operativ problemele tehnice care apar la nivelul rețelei de aeraj apelante fig. 22 și 23.

Metoda de conducere a aerajului a fost aplicată la toate exploatările miniere din Valea Jiului și anume exploatările miniere Lonea, Petrița, Livezeni, Vulcan, Paroșeni, Lupeni și Uricani.

Aplicarea metodei de conducere a aerajului, a rezultat ca o necesitate a eficientizării managementului rețelelor de aeraj precum și pentru creșterea gradului de securitate și sănătate în muncă la exploatarea substanțelor minerale utile în subteran.

**Revendicări:**

Metoda de conducere a aerajului, prin conducerea inteligentă și interactivă a rețelelor de aeraj prin utilizarea unui program de modelare, rezolvare și simulare a mai multor rețele complexe de aeraj și realizarea unui sistem interactiv de conducere a aerajului, **caracterizată prin aceea că**, se modelează și rezolvă succesiv rețelele complexe de aeraj, după care se optimizează succesiv rețelele complexe de aeraj, se realizează un centru expert de conducere al rețelelor de aeraj, după care se creează mașini virtuale pentru fiecare rețea complexă de aeraj, se asigură corespondența dintre mașina virtuală și rețeaua de aeraj deservită, se asigură accesul unității miniere la mașina virtuală repartizată, se asigură securizarea legăturii dintre centrul expert și unitatea minieră, se soluționează operativ problemele tehnice care apar la nivelul rețelei de aeraj apelante.

88

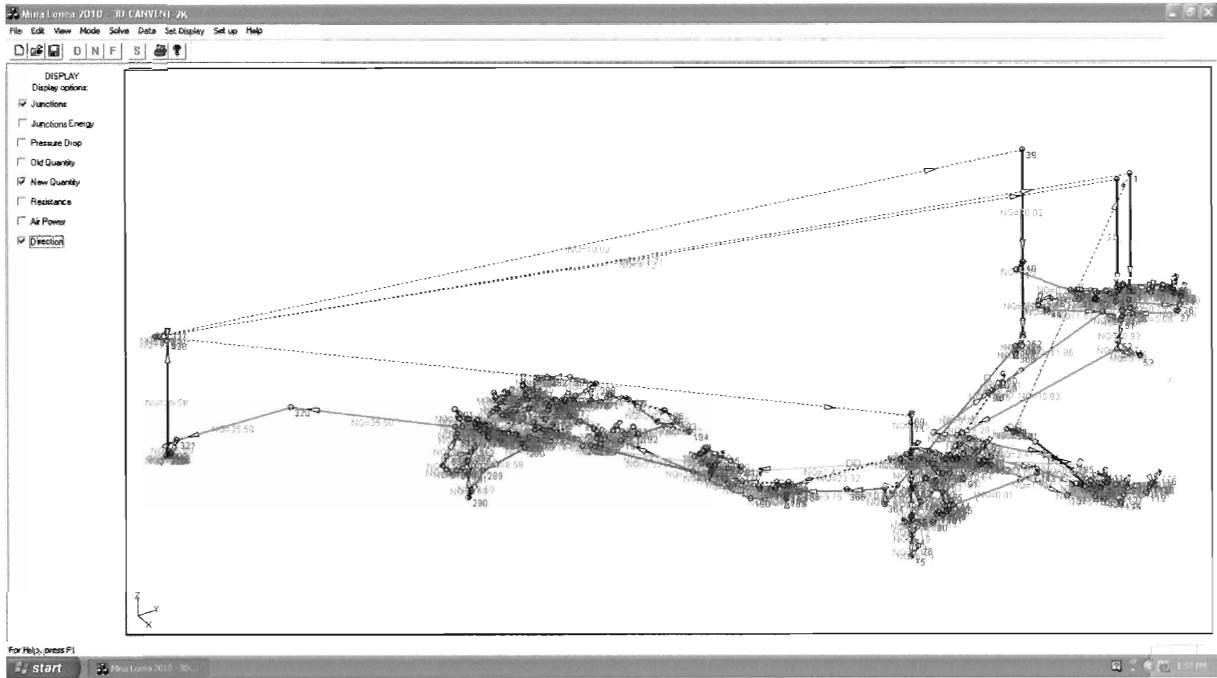


Fig. 1

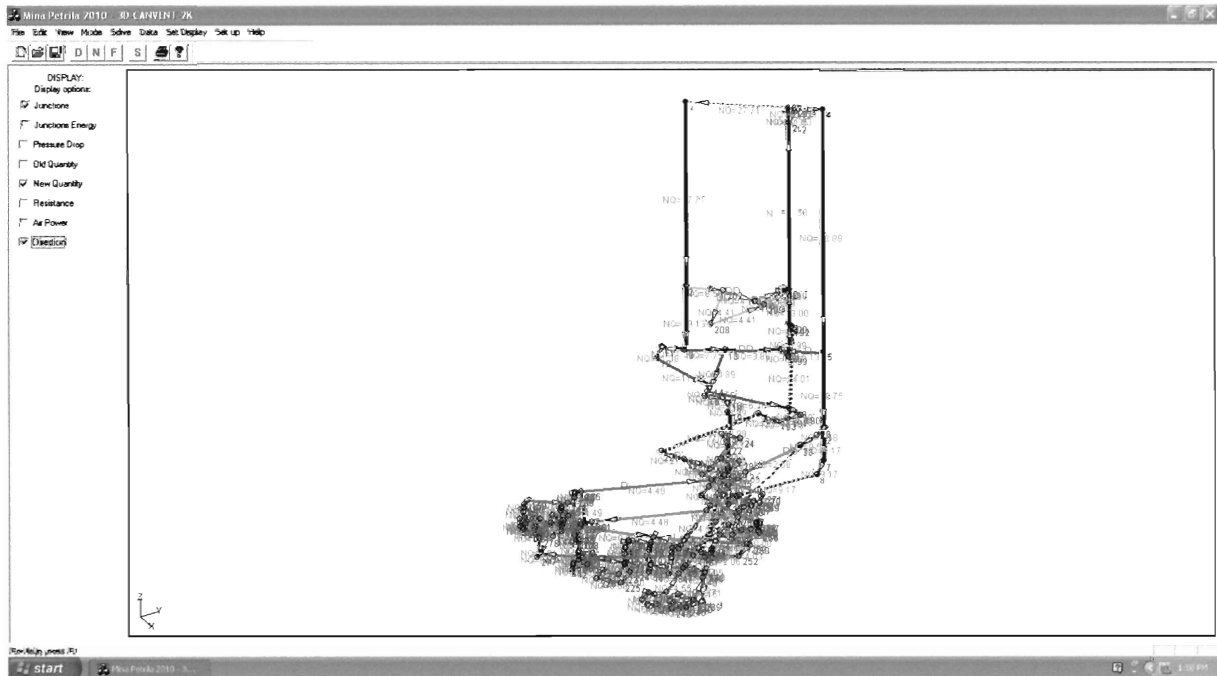


Fig. 2





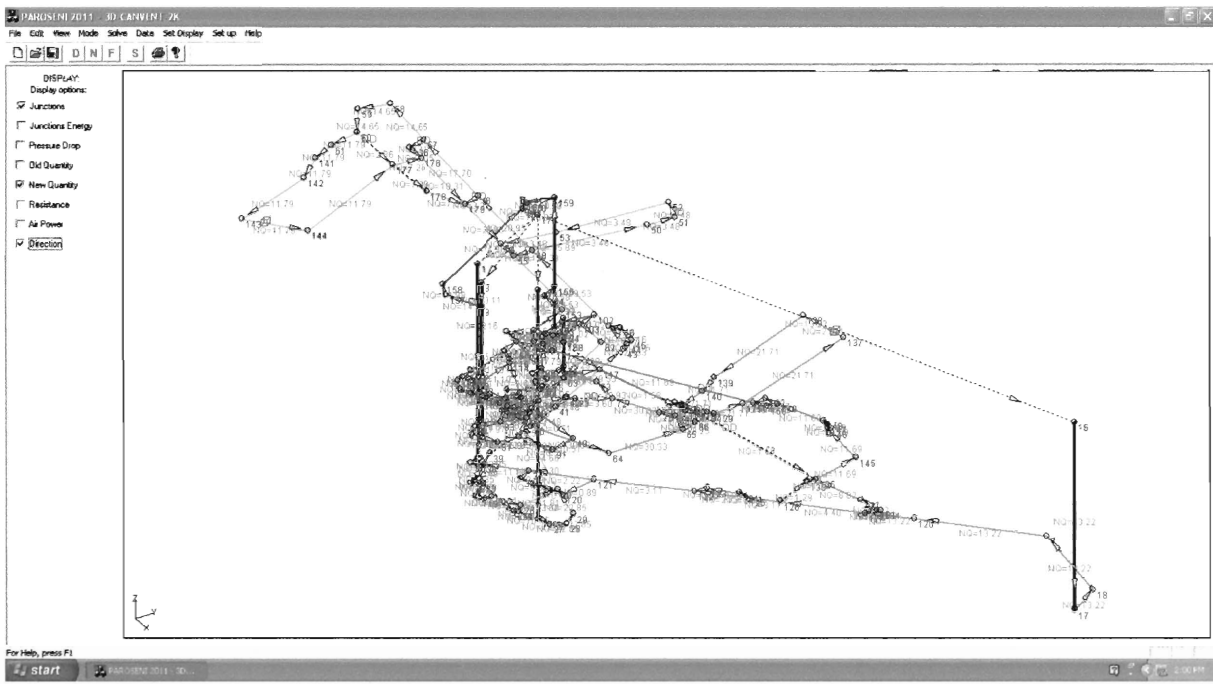


Fig. 5

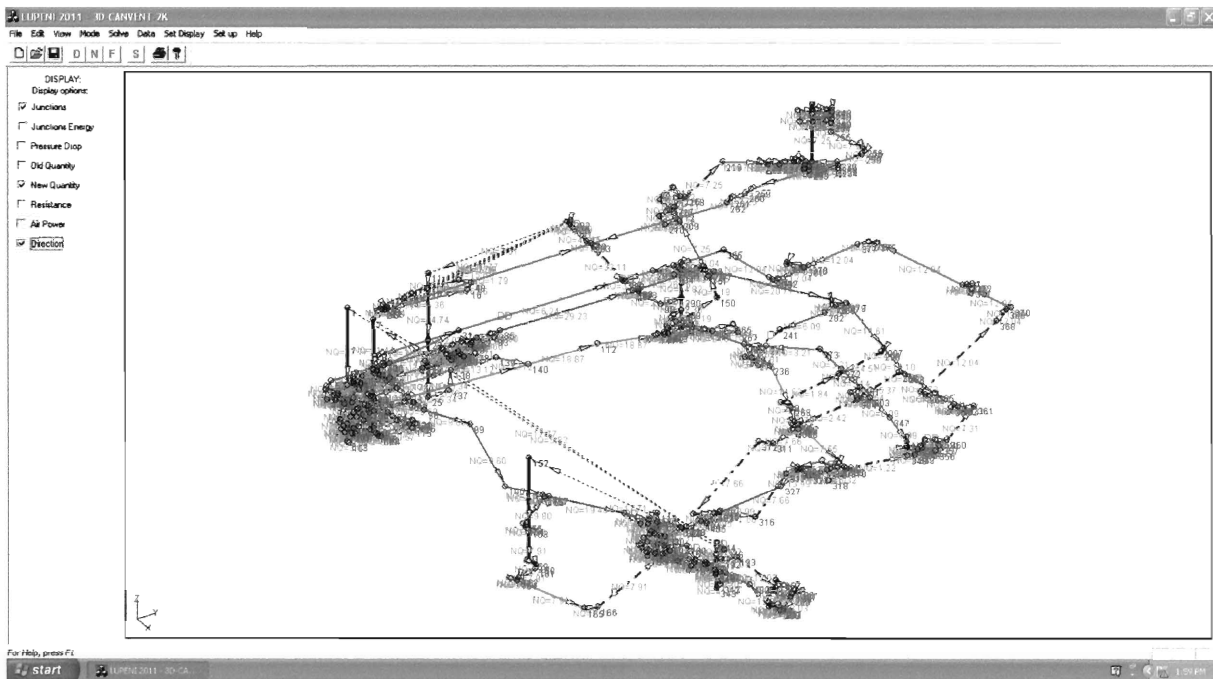


Fig. 6

85

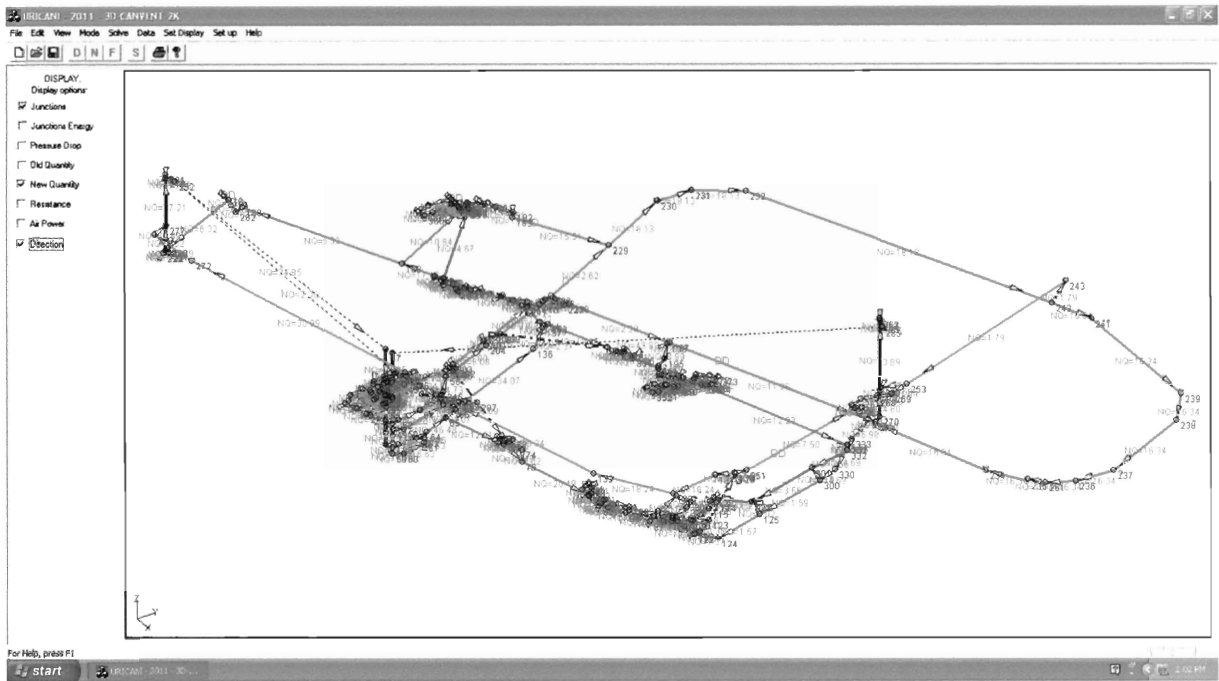


Fig. 7

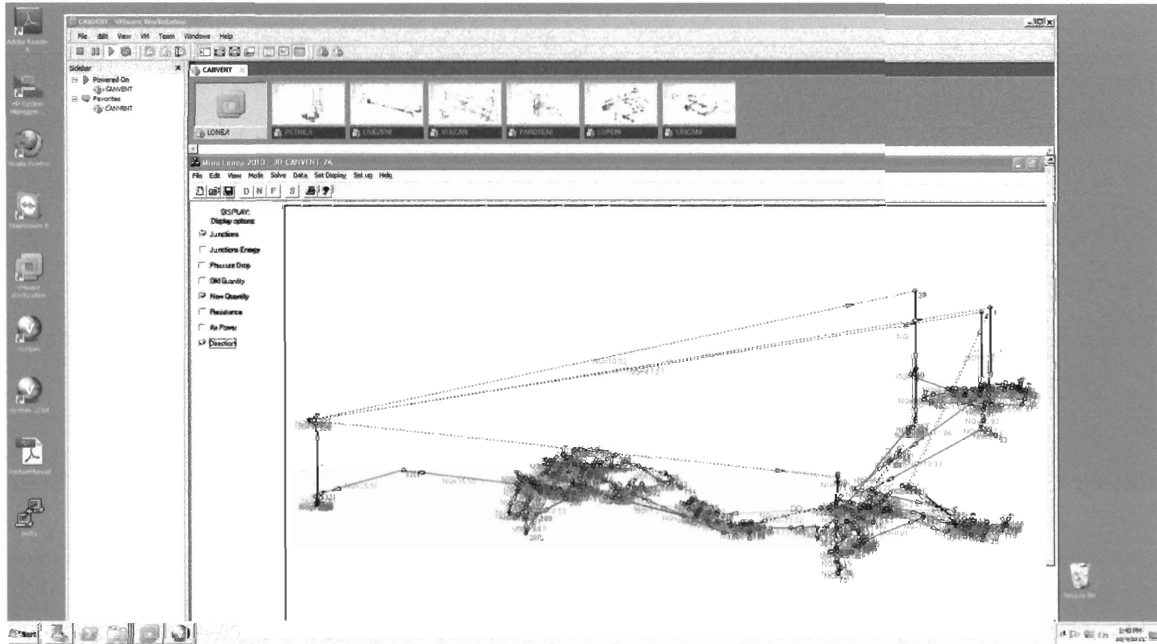


Fig. 8

84

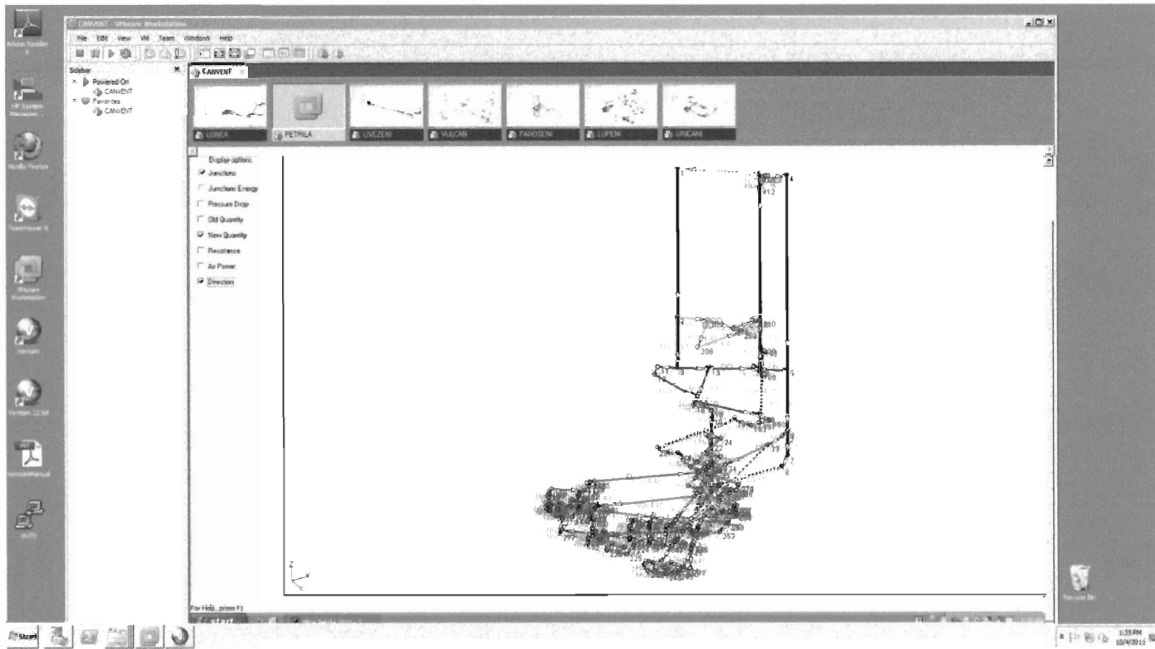


Fig. 9

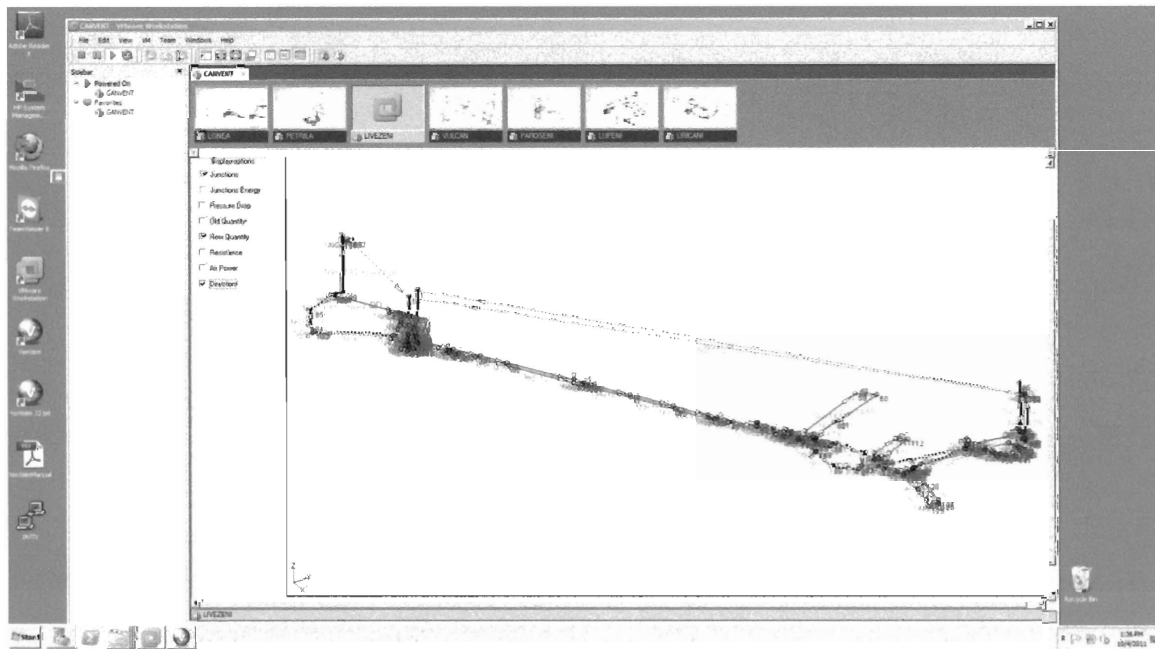


Fig. 10

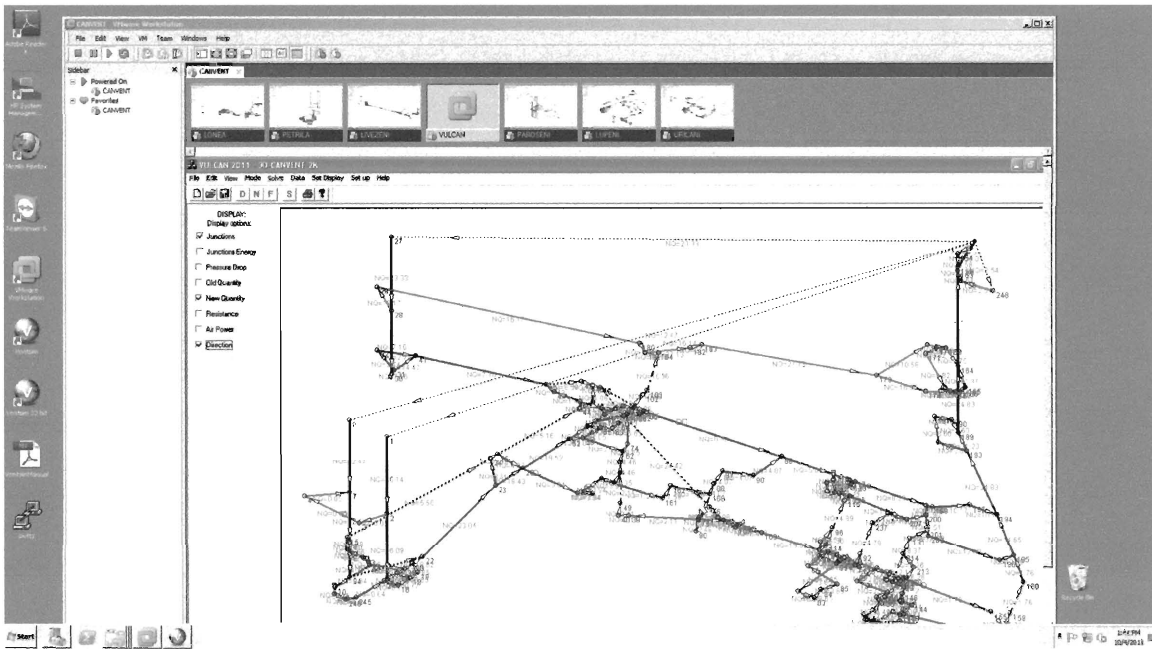


Fig. 11

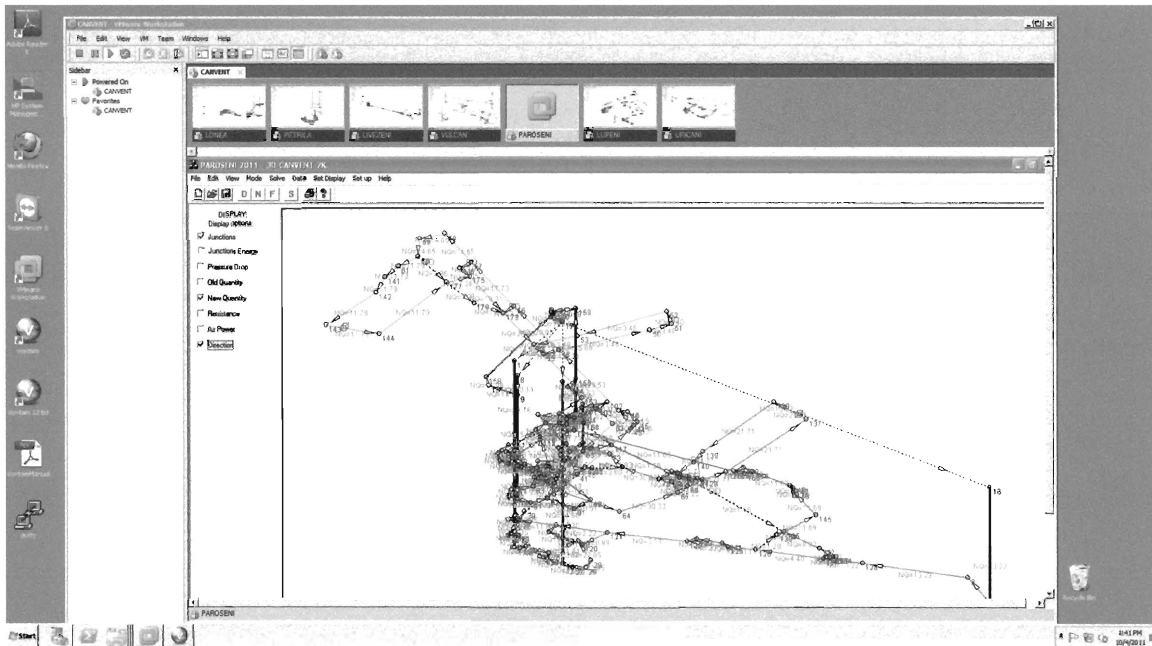


Fig. 12

82

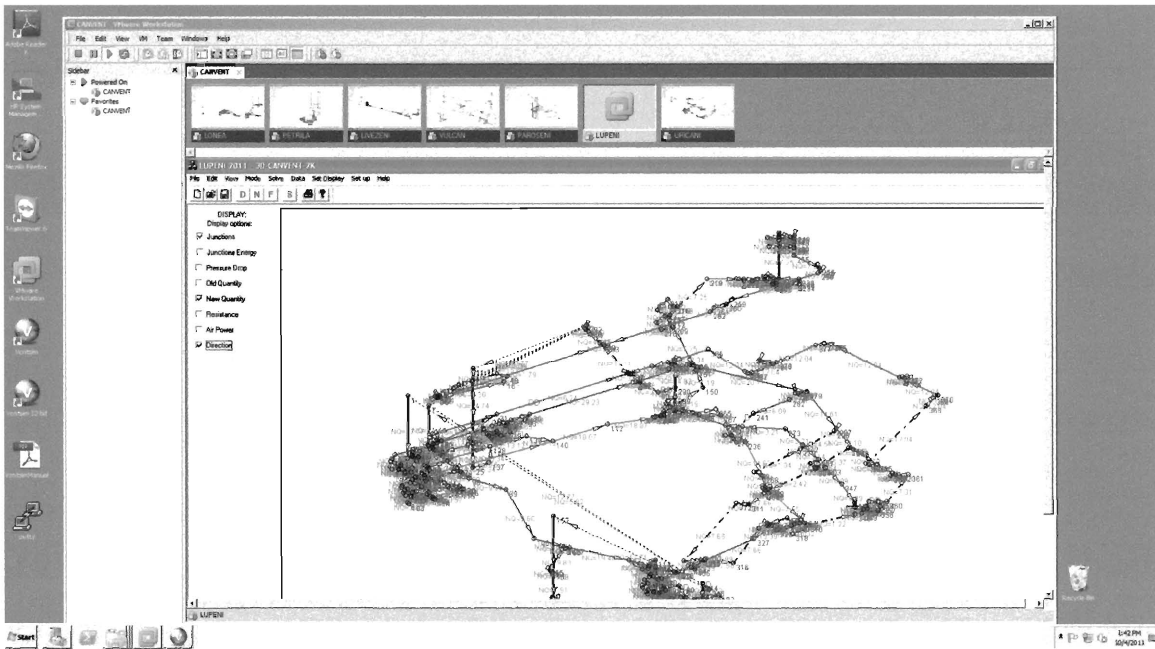


Fig. 13

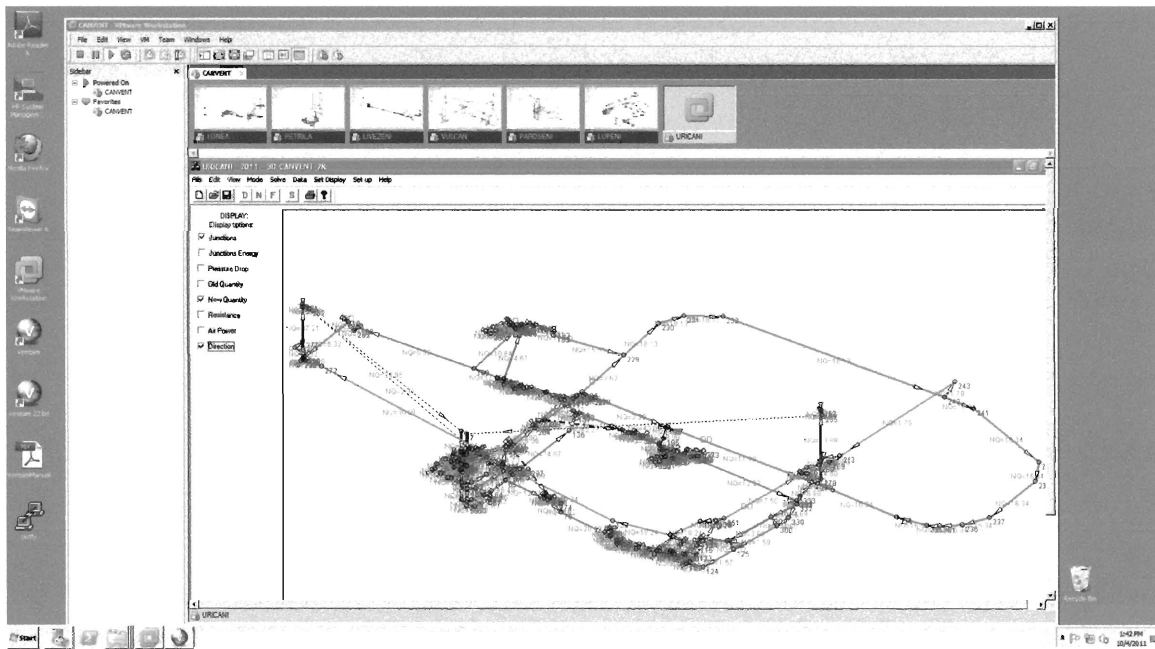


Fig. 14

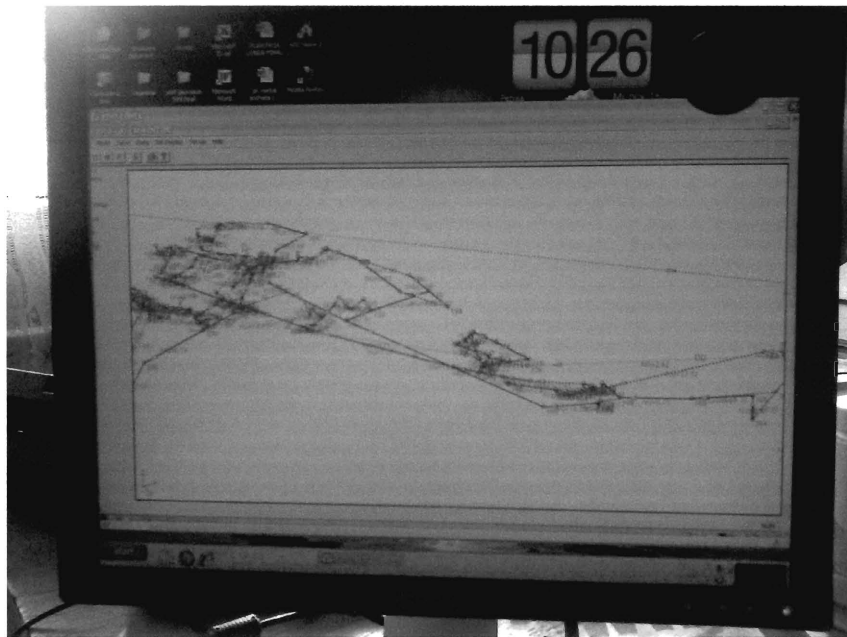


Fig. 15

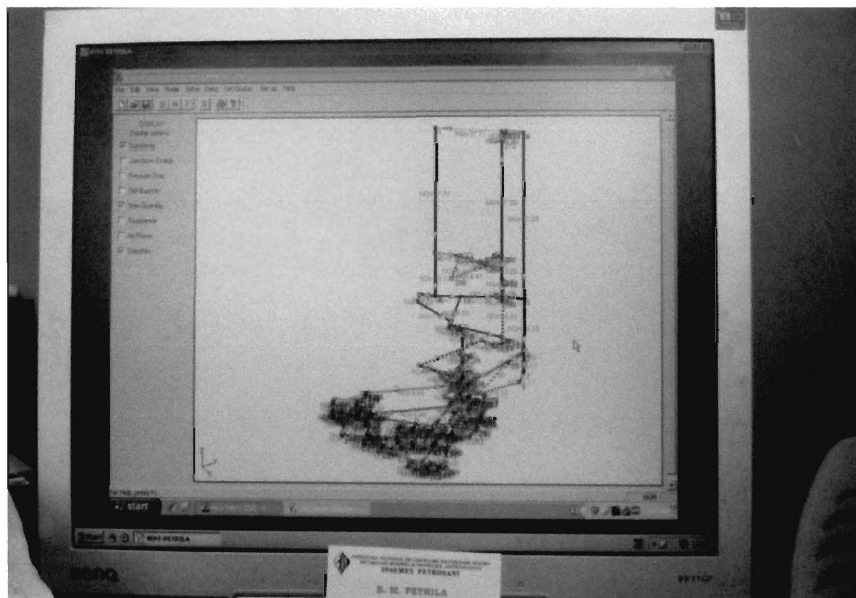


Fig. 16

80

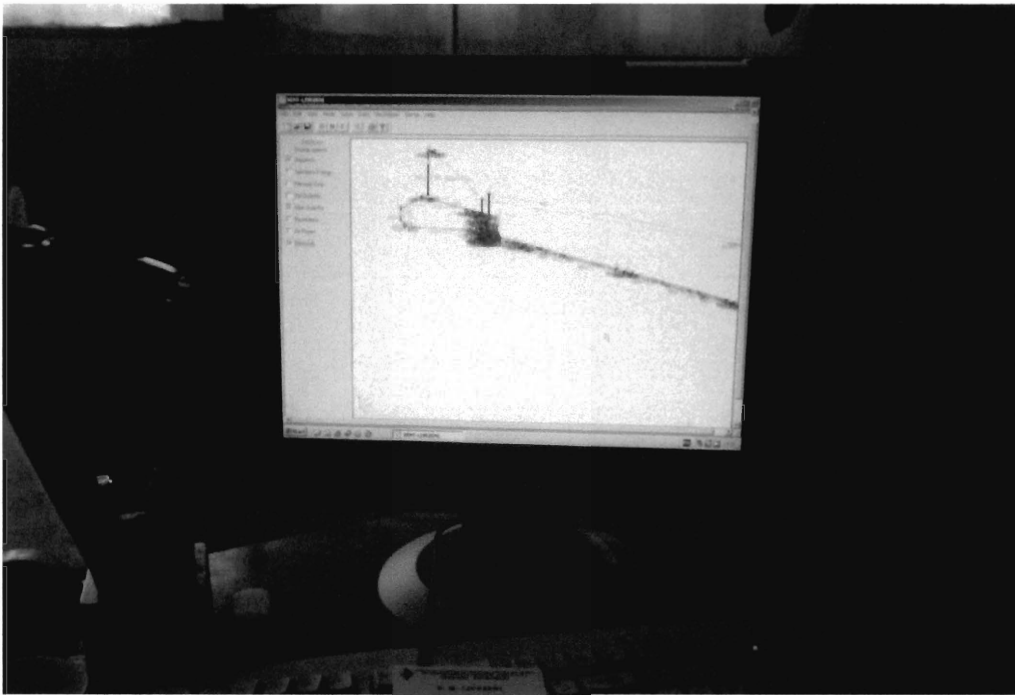


Fig. 17

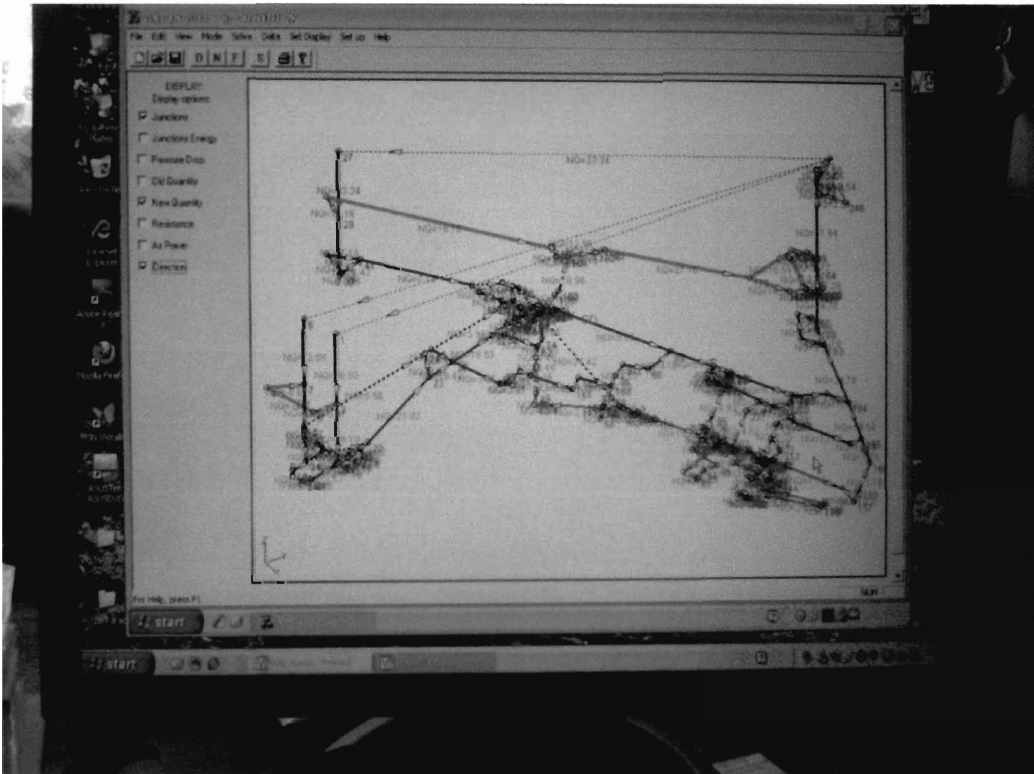


Fig. 18

79

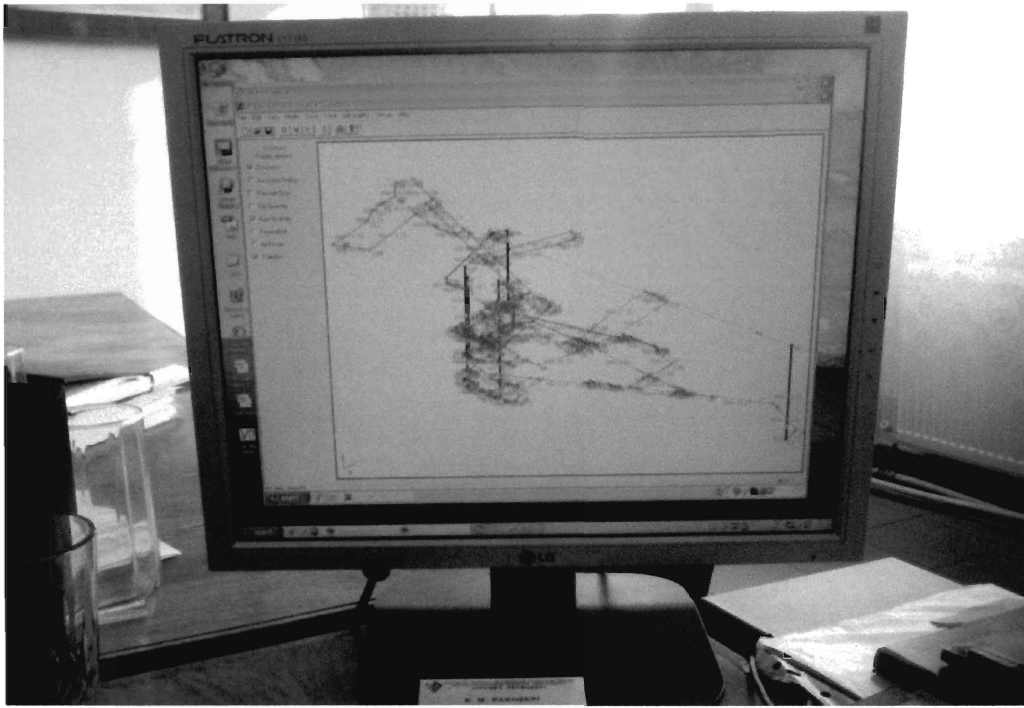


Fig. 19

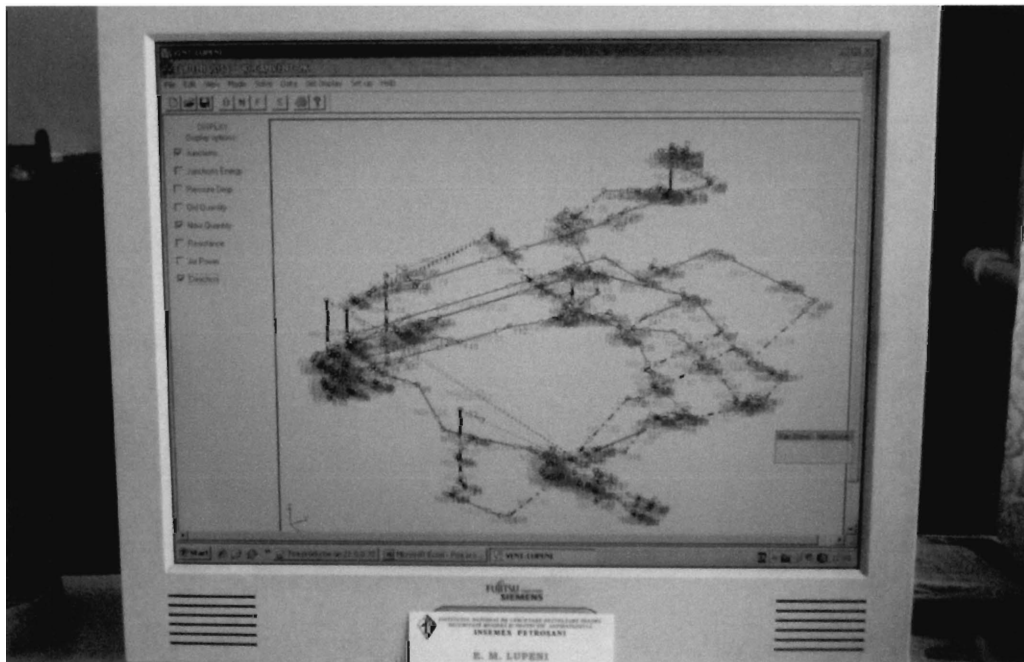


Fig. 20



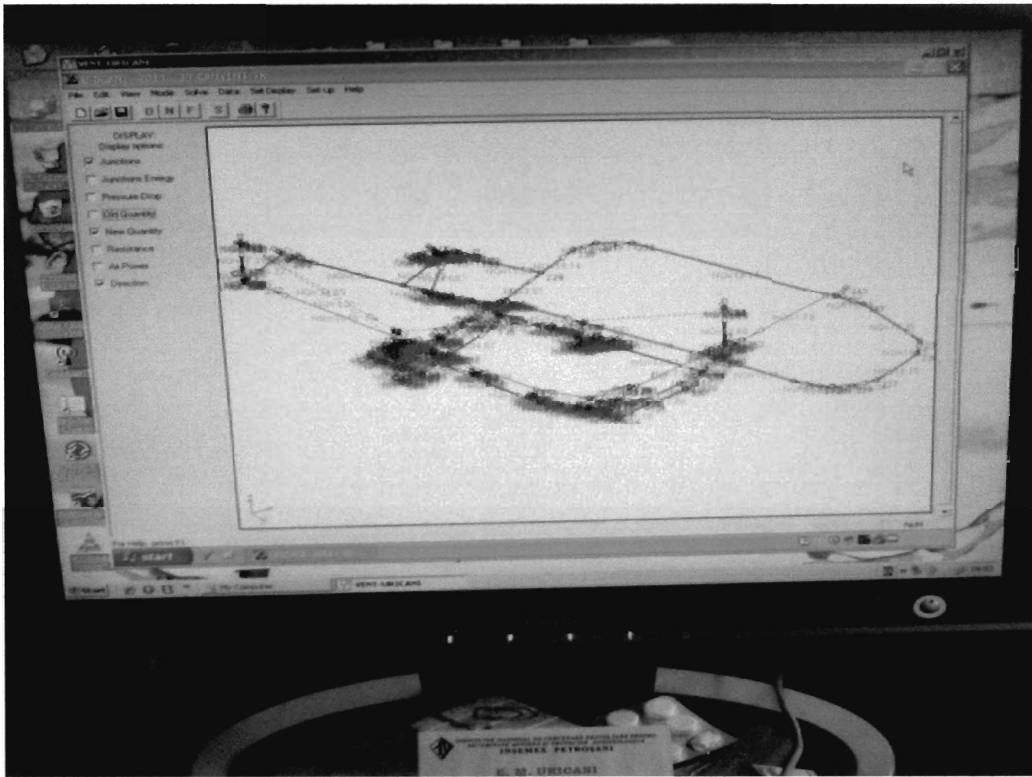


Fig. 21



Fig. 22

