



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2014 00841

(22) Data de depozit: 10.11.2014

(41) Data publicării cererii:
29.05.2015 BOPI nr. 5/2015

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE
DEZVOLTARE PENTRU SECURITATE
MINIERĂ ȘI PROTECȚIE ANTIEXPLOZIVĂ -
INSEMEX PETROȘANI,
STR. GENERAL VĂSILE MILEA NR.32-34,
PETROȘANI, HD, RO

(72) Inventatori:
• CIOCLEA DORU, BD.1 DECEMBRIE 1918,
BL.65, SC.2, ET.1, AP.15, PETROȘANI, HD,
RO;
• GĂMAN GEORGE ARTUR,
STR. INDEPENDENȚEI, BL. 3, AP. 15,
SC. 1, ET. 3, PETROȘANI, HD, RO;

• LUPU CONSTANTIN, STR.CARPAȚI BL.4,
SC.5, AP.8, 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;
• BOANȚĂ CORNELIU, STR. LUNCA NR. 6,
PETRILA, HD, RO;
• ȘUVAR MARIUS, STR. MALEIA NR. 39,
PETROȘANI, HD, RO

(54) METODĂ DE DETERMINARE A STRUCTURII UNEI REȚELE
DE VENTILAȚIE AFECTATE DE UN FENOMEN DE EXPLOZIE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de determinare a structurii unei rețele de ventilație afectate de un fenomen de explozie, ce are la bază determinarea pierderii presiunii de explozie, manifestată radial, pe aliniamentul lucrărilor miniere, începând din epicentrul localizat la nivelul unei ramificații, până la nivelul ramificațiilor unde presiunea de explozie devine nulă. Metoda conform invenției constă în aceea că mai întâi se realizează analiza riscului de avarie de tip explozie la nivelul întregii rețele de aeraj, prin intermediul căreia se stabilesc zonele vulnerabile la producerea fenomenelor de tip explozie, după care se stabilește gradientul minim de pierdere de presiune la nivelul rețelei de aeraj, iar la nivelul zonelor vulnerabile din punct de vedere al producerii fenomenelor de tip explozie se aplică presiunea de explozie în raport cu intensitatea fenomenului, după care se stabilește pierderea de presiune manifestată radial pe aliniamentul lucrărilor miniere, în raport cu epicentrul, și se determină astfel aria de afectare a rețelei de aeraj prin compararea presiunii de explozie la nivelul unei ramificații, cu presiunea minimă necesară distrugerii construcțiilor de aeraj, ramificațiile interconectate, dispuse radial în raport cu epicentrul exploziei, la nivelul cărora presiunea de explozie este mai mică decât presiunea minimă necesară distrugerii construcțiilor de aeraj, reprezentând conturul exterior al ariei rețelei de aeraj, afectate de explozie, metoda prețându-se astfel la orice exploatare minieră subterană, de substanțe minerale utile la care există riscul de formare a amestecurilor explozive.

Revendicări: 1
Figuri: 2

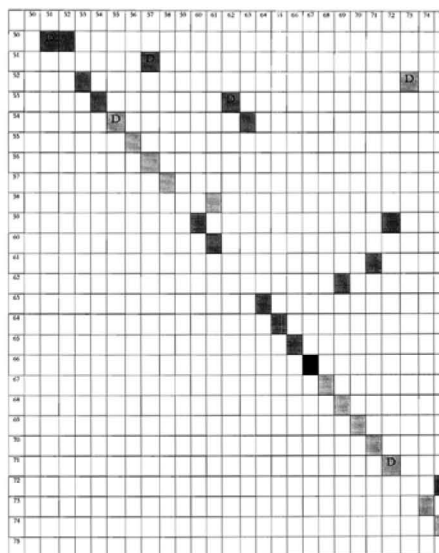


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



10

METODĂ DE DETERMINARE A STRUCTURII UNEI REȚELE DE VENTILAȚIE AFECTATE DE UN FENOMEN DE EXPLOZIE

Invenția se referă la o metodă de determinare structurii unei rețele de ventilație afectate de un fenomen de explozie.

La exploatarea subterană a cărbunilor se utilizează sisteme de lucrări miniere care prezintă un grad de complexitate ridicat, putând atinge lungimi cumulate de zeci de kilometri [8]. 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. Rețelele de aeraj sunt formate din totalitatea lucrărilor miniere pe care se vehiculează debite de aer [14]. Structural, acestea cuprind noduri și ramificații. Nodurile unei rețele de aeraj sunt generate de intersecția a două sau mai multe lucrări miniere iar ramificațiile reprezintă porțiunea de rețea dintre două noduri consecutive. În consecință o rețea de aeraj cuprinde sute sau chiar mii de noduri și ramificații.

Pe parcursul procesului de extragere a cărbunilor se degajă cantități importante de gaze inflamabile respectiv se formează praf de cărbune, care în condiții propice pot conduce la apariția fenomenului de explozie.

La nivelul lucrărilor miniere subterane în raport cu substanța combustibilă se pot produce următoarele tipuri de explozii:

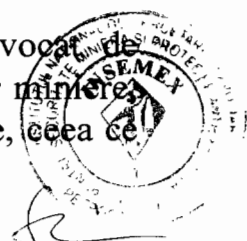
- Explozii de metan;
- Explozii de praf de cărbune;
- Explozii de gaz metan și praf de cărbune.

Pentru un amestec exploziv de metan aer, sursa de inițiere trebuie să prezinte o energie de activare cuprinsă între 125,4 și 292,4 Kj/mol. Pentru inițierea și propagarea unei explozii într-un amestec exploziv constituit din praf de cărbune și aer căldura necesară propagării reacției trebuie să fie mai mare de 2299 Kj/m³.

Explozia amestecului metan aer are loc dacă gazul este prezent în concentrații cuprinse între limitele inferioare și superioare de explozivitate și anume 4,5-15 % vol. Concentrația stoechiometrică pentru amestecul exploziv metan-aer este de 9,46%vol. Creșterea temperaturii amestecului exploziv, a presiunii amestecului precum și a energiei de aprindere pot lărgii intervalul de explozivitate.

Temperatura de aprindere a amestecului exploziv gaz metan-aer este cuprinsă între 650°C-750 ° C iar presiunea dezvoltată de explozia amestecului este cuprinsă între 1 și 8 bari. Viteza de propagare a exploziei amestecului aer – metan poate depăși 1000m/s.

După inițierea amestecului exploziv aer - metan, curentul provoacă de expansiunea termică a gazului, datorită conformației tubulare a lucrărilor miniere, ceea ce atinge viteze mari și produce o încrețire a suprafeței undei de combustie,



conduce la creșterea cantității de gaze arse în unitatea de timp. Acest fapt prin întoarcere produce o turbulență și mai mare și deci o încrețire mai accentuată a suprafeței unde de combustie astfel încât generează accelerarea acesteia.

Concentrația minimă explozivă a prafului de cărbune este cuprinsă între 5gr/m^3 și 50gr/m^3 și este influențată de componenții petrografici ai cărbunilor. Cărbunii din bazinul minier Valea Jiului prezintă o concentrație minimă explozivă de 40gr/m^3 .

Temperatura flăcării generate de explozia amestecurilor de praf de cărbune-aer poate atinge valori cuprinse între 2500 K și 2800 K. Presiunea dezvoltată de explozia amestecului de praf de cărbune - aer este cuprinsă între 1 și 11 bari. Viteza de propagare a exploziei amestecului de praf de cărbune-aer în proporții stoechiometrice poate atinge valori de 1000 m/s.

Sub acțiunea unei surse eficiente de aprindere, asupra amestecului exploziv de praf de cărbune, se produce încălzirea particulelor fine de cărbune în suspensie ceea ce conduce la o degajare de gaze cum sânt: hidrogenul, metanul, alte hidrocarburi, oxid de carbon, acid carbonic și vapori de apă. Gazele combustibile, rezultate din încălzirea particulelor de cărbune, formează cu aerul amestecuri explozive care se aprind și astfel încălzesc stratul următor al amestecului praf de cărbune-aer, care provoacă o altă degajare de gaze combustibile. Fenomenul se autoîntreține dezvoltându-se accelerat și continuă până la epuizarea amestecului praf de cărbune-aer.

În condițiile exploatarei subterane a cărbunilor superiori, apar simultan gazul metan și praful de cărbune. Atunci când se produce o explozie aceasta implică participarea atât a gazului metan cât și a prafului de cărbune. În ceste cazuri intensitatea și efectele exploziilor sunt amplificate. Datorită participării celor două elemente pot să apară explozii succesive cu extindere extrem de mare și efecte devastatoare.

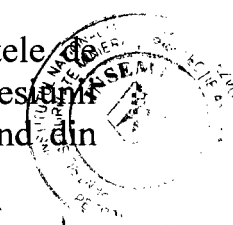
Fenomenul de explozie a reprezentat obiectul cercetărilor multor specialiști de la Plasche F., Freytag H. H., Bardocz V., Hîndoreanu E., Barthnecht W., Bana F., Cîrloganu C, Cleuet A. Gros P. până la Sochet I., Zheng. Z., Li J., Lei P., Jialei T. și Yabo X [1;2;3;4;7;9;10;11;12;13;15].

În prezent la nivel mondial această problemă se studiază cu ajutorul tehnicii CFD (Computational Fluid Dynamics), care este o ramură a mecanicii fluidelor ce utilizează metode numerice și algoritmi pentru a rezolva și analiza problemele care implică fluxuri de fluide. Utilizarea acestei tehnici laborioase la nivelul unei rețele complexe de ventilare excede posibilitățile tehnice obișnuite actuale, motiv pentru care aplicarea acesteia este limitată la lucrări miniere sau cel mult zone reduse ale rețelelor de aeraj.

În prezent la nivel național nu este cunoscută nici o metoda de stabilire a structurii unei rețele de ventilație afectată de un fenomen de explozie.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în determinarea structurii unei rețele de ventilație afectate de un fenomen de explozie.

Prezenta invenție se bazează pe determinarea structurii unei rețele de ventilație afectate de un fenomen de explozie, prin determinarea pierderii presiunii de explozie, manifestată radial, pe aliniamentul lucrărilor miniere, începând din



epicentru localizat la nivelul unei ramificații, până la nivelul ramificațiilor unde presiunea de explozie devine nulă [5;6]. Pentru aceasta mai întâi se realizează analiza riscului de avarie de tip explozie la nivelul întregii rețele de aeraj, prin intermediul căreia se stabilesc zonele vulnerabile la producerea fenomenelor de tip explozie. După această etapă se stabilește gradientul minim de pierdere de presiune la nivelul rețelei de aeraj. La nivelul zonelor vulnerabile din punct de vedere al producerii fenomenelor de tip explozie se aplică presiunea de explozie în raport cu intensitatea fenomenului. Se stabilește pierderea de presiune manifestată radial pe aliniamentul lucrărilor miniere în raport cu epicentrul și se determină astfel aria de afectare a rețelei de aeraj prin compararea presiunii de explozie la nivelul unei ramificații cu presiunea minimă necesară distrugerii construcțiilor de aeraj. Ramificațiile interconectate, dispuse radial în raport cu epicentrul exploziei la nivelul cărora presiunea de explozie este mai mică decât presiunea minimă necesară distrugerii construcțiilor de aeraj reprezintă conturul exterior al ariei rețelei de aeraj, afectate de explozie.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

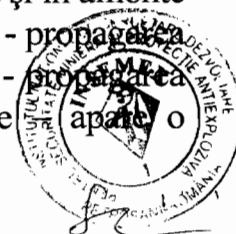
- metoda implică realizarea analizei riscului de avarie de tip explozie la nivelul întregii rețele de aeraj, analiză care oferă o serie de date foarte importante din punct de vedere al sănătății și securității în muncă;
- de asemenea metoda permite stabilirea unui gradient minim al pierderii presiunii de explozie la nivelul rețelei de aeraj;
- metoda permite determinarea apriori a ariei unei rețele de aeraj afectate de o explozie în raport cu intensitatea acesteia ;
- de asemenea metoda permite stabilirea numărului și a poziției construcțiilor de aeraj afectate de explozie;
- oferă informații vitale atât pentru personalul tehnic cu responsabilități în domeniul sănătății și securității în muncă, în mod special în coordonarea aerajului cât și pentru comandamentul pentru intervenție în caz de incidente majore.
- se pretează la orice exploatare minieră subterană de substanțe minerale utile la care există riscul de formare a amestecurilor explozive.

În continuare se prezintă un exemplu de aplicare a metodei de determinare a ariei de afectare a structurii unei rețele de ventilație afectate de un fenomen de explozie, **conform invenției** în legătură cu fig. 1 și fig. 2 care reprezintă:

fig. 1 - „Determinarea ramificațiilor afectate pe direcția de propagare a exploziei”.

fig. 2- „ Determinarea pierderii presiunii de explozie pe direcția de propagare a acesteia”.

Metoda de determinare apriori a ariei de afectare a structurii unei rețele de ventilație afectate de un fenomen de explozie , **conform invenției**, constă în stabilirea ramificațiilor afectate de frontul unei dinamice generate de fenomenul de explozie, atât în aval de ramificația care reprezintă epicentrul exploziei, cât și în amonte de epicentru, fig. nr. 1, unde culoarea roșie simbolizează epicentrul, galben - propagarea unei dinamice în același sens cu direcția de curgere a aerului, portocaliu - propagarea unei dinamice în sens invers cu direcția de curgere a aerului, verde



propagare succesivă în ambele sensuri decalate în timp, iar simbolul D reprezintă construcții de aeraj.

Pentru aceasta se determină pierderea presiunii de explozie începând cu epicentrul și continuând radial, prin calcularea presiunii în noduri, fig. nr. 2, unde culoarea roșie simbolizează epicentrul, albastru – nodurile amplasate în aval, iar verde nodurile amplasate în amonte.

Datorită complexității mari ale rețelelor de aeraj, pentru a se determina zonele vulnerabile susceptibile pentru producerea fenomenelor de explozie trebuie să se realizeze analiza riscului de avarie de tip explozie care implică analiza aprofundată a întregii rețele de aeraj la nivel de ramificație din punct de vedere al riscului de acumulare a gazelor și prafurilor explozive și al sursei potențiale de aprindere de natură electrică, mecanică, combustii spontane. Pentru a se identifica zonele vulnerabile se facilitează transformarea abordării subiective în abordare obiectivă prin utilizarea aparatului matematic specific precum și a unui analizor de risc specializat și dimensionat obiectiv.

După stabilirea zonelor vulnerabile se stabilește zona care va fi analizată și pentru aceasta se vor identifica ramificațiile potențial afectate amplasate radial și dispuse în aval și amonte de epicentru.

După această etapă se stabilește intensitatea exploziei. Având în vedere clasificarea exploziilor în raport cu viteza de propagare a exploziei respectiv presiunea de explozie specifică unui amestec de aer – metan cu sau fără aport de praf de cărbune sau a unui amestec aer – praf de cărbune cu sau fără aport de metan este redată o clasificare a exploziilor care să țină seama atât de viteza de propagare a exploziei cât și de presiunea dezvoltată de aceasta, astfel:

- 1) Explozie de intensitate mică
 $V < 1 M$ cu $v < 340$ m/s
 $P < 2$ bari
- 2) Explozie de intensitate medie
 $1 M < v < 2 M$ cu 340 m/s $< v < 680$ m/s
 2 bari $< P < 4$ bari
- 3) Explozie de intensitate mare
 $V > 2 M$ cu $v > 680$ m/s
 $P > 4$ bari

După stabilirea intensității exploziei respectiv a presiunii asociate se stabilește gradientul pierderii presiunii de explozie. Având în vedere faptul că fenomenul de explozie este extrem de complex respectiv faptul că în cadrul procesului intervin o serie de factori, care influențează desfășurarea și parametrii de explozie este mult mai practic determinarea unui parametru global de tipul gradientului de pierdere a presiunii de explozie dP/dx .

Gradientul pierderii presiunii de explozie a fost determinat practic în tunele experimentale de 100m și 896m unde au fost obținute valorile de 0,004 bari/m respectiv 0,0037 bari/m [1;15]. Având în vedere că experimentările realizate în tunele cu lungimi relativ reduse 100m respectiv 896 m comparativ lungimea lucrărilor miniere din cadrul unei mine subterane care poate însuma zeci de km, cu un grad ridicat de complexitate din punct de vedere structural,



6

gradientul pierderii de presiune este acoperitor la valoarea $dP/ds = 0,0035$ bar/m [6].

După stabilirea gradientului de pierdere a presiunii de explozie, se aplică presiunea de explozie pe ramificația identificată cu epicentrul exploziei și se calculează succesiv presiunea în noduri cu formula:

$$P_{x+1} = P_x - L_{x;x+1} \cdot dP/ds, \text{ bari, pentru nodurile situate în aval, sau}$$

$$P_{x-1} = P_x - L_{x-1;x} \cdot dP/ds, \text{ bari, pentru nodurile situate în aval}$$

Se repetă calculul până când presiunea manifestată la nivelul unei ramificații este mai mică decât 0,15 bari pentru construcțiile de izolare respective 0,07 bari pentru construcțiile de aeraj. Ramificațiile interconectate, dispuse radial în raport cu epicentrul exploziei la nivelul cărora presiunea de explozie este mai mică decât presiunea minimă necesară distrugerii construcțiilor de aeraj reprezintă conturul exterior al ariei rețelei de aeraj, afectate de explozie.

Aplicarea metodei de determinare a ariei de afectare a structurii unei rețele de ventilație după producerea unui fenomen de explozie, cuprinde următoarele etape: analiza de risc detaliată la nivelul întregii rețele de aeraj, prin care se stabilesc zonele vulnerabile din punct de vedere al producerii fenomenului de explozie, după care se stabilește zona vulnerabilă analizată precum și intensitatea exploziei, după aceasta se stabilesc ramificațiile afectate de unda dinamică generată de explozie fig. 1, după care se aplică presiunea de explozie în raport cu intensitatea acesteia pe ramificația care reprezintă epicentrul exploziei, se calculează apoi pierderea presiunii de explozie la nivel de noduri fig. 2. În final se repetă operația radial și succesiv până când presiunea de explozie manifestată la nivelul ramificațiilor dispuse radial este mai mică decât presiunea minimă necesară distrugerii construcțiilor de aeraj obținându-se astfel prin suprapunere peste fig. 1, aria de afectare a rețelei de aeraj după producerea unei explozii.

Metoda de determinare a ariei de afectare a structurii unei rețele de ventilație după producerea unui fenomen de explozie a fost aplicată la rețeaua de aeraj a Minelor Vulcan și Uricani din bazinul minier Valea Jiului.

Aplicarea metodei de determinare a ariei de afectare a structurii unei rețele de ventilație după producerea unui fenomen de explozie 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.



Bibliografie

- [1] **Bana F.** – *Studierea mecanismului de explozie a mediilor inflamabile constituite din metan și/sau praf de cărbune în amestec cu aerul în vederea stabilirii efectelor caracteristice*, **Studiu C.C.S.M. Petroșani 1985.**
- [2] **Bardocz V.** – *Stabilirea efectelor caracteristice ale avariilor miniere produse de aprinderea sau explozia unui mediu inflamabil, în vederea reproducerii condițiilor în care s-au produs*, **Studiu S.C.S.M. Petroșani 1973.**
- [3] **Barthnecht W.** - *Explosionen*, Springer Verlag, Berlin 1981.
- [4] **Cîrloganu C.** - *Combustii rapide*, E.T. București, 1986.
- [5] **Cioclea, D.** - *studiul fenomenelor tranzitorii la nivelul stației principale de ventilație, generate de exploziile subterane*, **Proiect NUCLEU 2012-2013, INCD - INSEMEX Petroșani.**
- [6] **Cioclea, D.** - *metodologie de stabilire a modificărilor mediului de lucru în subteran după producerea unei explozii în scopul protejării lucrătorilor*, **Proiect NUCLEU 2014, INCD - INSEMEX Petroșani.**
- [7] **Cleuet A. Gros P.** - *Les melanges explosifs*, INRS Bulletin, 1994.
- [8] **Covaci Șt.**- *Exploatarea miniere subterane, Vol I*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983.
- [9] **Freytag H. H.** - *Raumexplosionen*, Herausgeber Chemie GmbH Weinheim 1965.
- [10] **Hîndoreanu E.** – *Stabilirea efectelor caracteristice ale avariilor miniere produse de aprinderea sau explozia unui mediu inflamabil, în vederea reproducerii condițiilor în care s-au produs*, **Studiu S.C.S.M. Petroșani 1972.**
- [11] **Lei P., Jialei T., Yabo X.** – *Hazard characteristics from gas explosion in underground constructions*, **International Symposium ISSSE, China, 2012.**
- [12] **Plasche F.** - *Wetterlehre und brandbekämpfung im bergbau*, Fachbuchverlag Leipzig 1955.
- [13] **Sochet I.** – *Blast effect of external explosions*, **8th Internal Symposium on Hazards, Prevention, and Mitigation of Industrial Explosions**, Yokohama, Japan, 2010.
- [14] **Teodorescu, C., Gontean, Z., Neag, I.** - *Aeraj minier*, Editura Tehnică București, 1980,
- [15] **Zheng. Z., Li J.** – *Surface pressure of the mine refuge shelter in underground gas explosion*, **International Conference MEMS 2012.**



5

Revendicări:

Metoda de determinare a ariei de afectare a structurii unei rețele de ventilație după producerea unui fenomen de explozie, prin determinarea pierderii presiunii de explozie la nivelul ramificațiilor în raport cu epicentrul exploziei și dispuse succesiv și radial, **caracterizată prin aceea că**, se realizează analiza de risc detaliată la nivelul întregii rețele de aeraj, prin care se stabilesc zonele vulnerabile din punct de vedere al producerii fenomenului de explozie, după care se stabilește zona vulnerabilă analizată precum și intensitatea exploziei, după aceasta se stabilesc ramificațiile afectate de unda dinamică generată de explozie, după care se aplică presiunea de explozie în raport cu intensitatea acesteia pe ramificația care reprezintă epicentrul exploziei, se calculează apoi pierderea presiunii de explozie la nivel de noduri. În final se repetă operația radial și succesiv până când presiunea de explozie manifestată la nivelul ramificațiilor dispuse radial este mai mică decât presiunea minimă necesară distrugerii construcțiilor de aeraj obținându-se astfel prin suprapunere, aria de afectare a rețelei de aeraj după producerea unei explozii.



Y

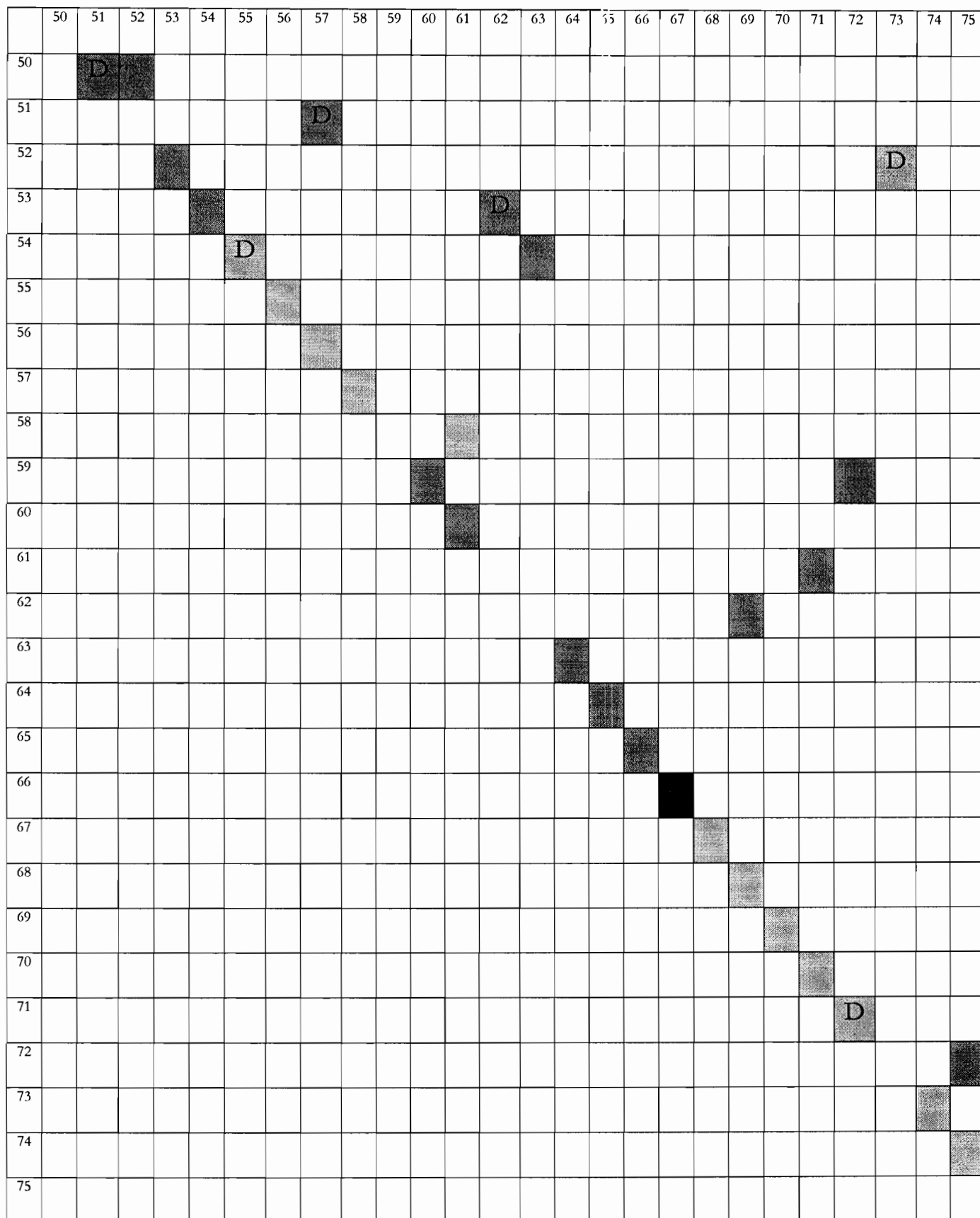
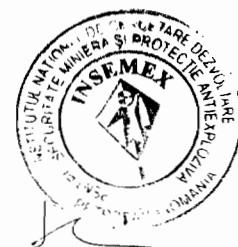


Fig. 1



	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
50	P																									
51		P																								
52			P																							
53				P																						
54					P																					
55						P																				
56							P																			
57								P																		
58									P																	
59										P																
60											P															
61												P														
62													P													
63														P												
64															P											
65																P										
66																	P									
67																		P								
68																			P							
69																				P						
70																					P					
71																						P				
72																							P			
73																								P		
74																									P	
75																										P

Fig. nr.2

