

ANALIZA DISPERSIEI POLUANȚILOR EMIȘI DE CENTRALELE ELECTRICE

Cristinel RACOCEANU
Universitatea „Constantin Brâncuși”
Târgu-Jiu, cristi@utgjiu.ro

ANALYSIS DISPERSION OF POLLUTANTS EMITTED BY ELECTRIC POWER

Cristinel RACOCEANU
University „Constantin Brâncuși”
Târgu-Jiu, cristi@utgjiu.ro

REZUMAT: Metodele de atenuare a impactului centralelor electrice asupra mediului generat de arderea cărbunului implică reducerea emisiilor poluante de CO₂, SO₂, NO_x, cenușă în aer. Studiul dispersiei poluanților permite identificarea zonelor afectate de emisiile de poluanți, precum și zonele în care concentrațiile de poluanți depășesc limitele legale.

CUVINTE CHEIE: Dispersie, poluanți, centrale electrice

1.MODELAREA DISPERSIEI POLUANȚILOR

Necesitatea reducerii poluării atmosferei a determinat instituțiile guvernamentale să emită standarde de calitate a aerului, care stabilesc valorile medii ale concentrațiilor de poluanți emiși de instalațiile de ardere staționare.

Intervalul de eșantionare este un factor important care trebuie luat în considerare atunci când o strategie de control a poluanților este implementată; ea trebuie să ia în considerare mecanismele fundamentale de transport și ale dispersiei atmosferice.

Cel mai important parametru care determină transportul, difuzia și de dispersia a poluanților este starea generală a vremii, sau, cu alte cuvinte, clima. Clima este caracterizată prin proprietățile fizice ale aerului (temperatură, densitate, gradient de temperatură) și de distribuția de presiune, care determină viteza și direcția vântului. Acești parametri influențează transportul și distribuția poluanților la diferite grade. De exemplu, la valori ridicate ale vitezei vântului, ar fi de așteptat ca penele de poluanți să fie transportate la distanțe mari, dar viteza mare a vântului îmbunătățește

ABSTRACT: The mitigation of power plants impact on environment generated through combustion of coal involves reducing pollutants emissions CO₂; SO₂, NO_x, airborne ash. The study of pollutants dispersion allows identifying of the areas affected by pollutants emissions as well as the areas in which concentrations of pollutants are beyond the legal limits.

KEYWORDS: Dispersion, pollutants, electric power

1.MODELLING OF POLLUTANTS DISPERSION

The necessity of reducing atmosphere pollutions led the government institutions to issue air quality standards, which establish the values of average concentrations of pollutants, sampled over a precise interval of time – values which should not be exceeded.

The sampling interval is an important factor that must be considered when a pollutants control strategy is implemented; it must consider the fundamental mechanisms of transport and atmospheric dispersion.

The most important parameter which determines the transport, diffusion and dispersion of the pollutants is the general condition of the weather, or, in other words, the climate. The climate is characterized by physical properties of the air (temperature, density, temperature gradient) and pressure distribution, which determines the velocity and the direction of the wind.

These parameters influence the transport and distribution of the pollutants to different degrees. For example, at high values of wind velocity, one would expect the pollutants to be borne at high distances but the high velocity of wind enhances the internal

turbulentele interne a efluentului și intensifică dispersia.

Pe de altă parte, la valori mici ale vitezei vântului, efluentul rămâne relativ compact, înălțimea de ridicare a efluentului este mare, iar dispersia este redusă, prin urmare, concentrația de poluanți este probabil să fie mai mare decât în cazul valorilor mari ale vitezei vântului.

Există, de asemenea, mecanisme complexe de feed-back: turbulentele atmosferice depind de proprietățile aerului și în special cu privire la gradientul de temperatură; gradientul de temperatură determină direcția și viteza vântului, nebulozitatea și distribuția determină viteza, în măsura în care radiația solară modifică gradientul de temperatură. Nivelul de nebulozitate determină intensitatea reacțiilor chimice între diferitele componente ale atmosferei. Toți acești factori fac dificilă dezvoltarea unui model determinist de dispersie și transport a poluanților (o strategie de calcul a concentrației poluanților în diferite puncte în spațiu).

[Ascultați](#)

[Citiți fonetic](#)

Cele mai multe modele se bazează pe ipoteze simplificatoare, valorile măsurate și teorii statistice.

Principala problemă care trebuie rezolvată în cazul emisiilor poluante este pe de o parte, de atenuare a potențialului lor nociv în atmosferă și pe de altă parte, asigurarea condițiilor de emisie în atmosferă, astfel că, atunci când vine vorba de revenirea efluentului înapoi la sol, concentrația să rămână sub valorile admise. Acest ultim aspect implică interacțiunea a trei factori: destinatarul, efluentul și condițiile de emisie. Fenomenele de transport și de dispersie a poluanților au loc în stratul limită atmosferic, între 500 și 1000 m deasupra solului. Valorile diferiților parametri care influențează mișcarea turbulentă în atmosferă nu sunt cunoscute cu precizie, pe de o parte, din cauza dificultăților și erorilor în măsurarea lor și pe de altă parte, din cauza fluctuațiilor rapide și aleatoare. Efluentul constă dintr-un amestec de particule

turbulence of the effluent and intensifies the dispersion.

On the other hand, at low values of wind velocity, the effluent remains relatively compact, the height of the effluent is large and the dispersion is reduced, therefore the concentration of the pollutants it is likely to be higher than in the case of large values of wind velocity.

There are also complex feed-back mechanisms: the atmospheric turbulence depends on the air properties and especially on the temperature gradient; the temperature gradient determines the direction and the velocity of the wind velocity, the distribution of nebulosity and the level of nebulosity determines the extent to which solar radiation modifies the temperature gradient. The level of nebulosity determines the intensity of chemical reactions between various components of the atmosphere.

All these factors make difficult to develop a determinist model for the dispersion and the transport of the pollutants (an a priori computing strategy of the pollutants concentration in various points in space). Most models rely on simplifying assumptions, measured values and statistical theories.

The main problem that must be solved in the case of pollutant emissions is on the one hand the mitigation of their harmful potential and the amount emitted in the atmosphere and on the other hand to ensure the emission conditions in the atmosphere so that when the effluent comes back to soil its concentration remain below the values admitted. This last aspect involves the interaction of three factors: the recipient, the effluent and the emission conditions.

The transport and dispersion of the pollutants takes place in the atmospheric boundary layer, between 500 and 1000 m above the soil.

The values of various parameters which influence the turbulent movement in the atmosphere are not precisely known, on the one hand due to the difficulties and errors in their measurement and on the other hand due to their fast and random fluctuations.

solide, lichide și gazoase. Printre gaze, sulf, azot și compuși de carbon apar cel mai frecvent (SO_2 , SO_3 , NO , NO_2 , CO). Prezența în efluent a unor compuși în diferite faze face dificilă determinarea compoziției exacte a efluentului și pe de altă parte, face posibil ca reacții chimice diferite să aibă loc ulterior emisiei. Astfel de reacții chimice introduc în descrierea completă a efluentului un număr suplimentar de variabile chimice și fizice.

Condițiile de emisie nu sunt în general problematice, deoarece acestea sunt cunoscute pentru regimul nominal de funcționare. Condițiile de emisie implică caracteristicile geometrice ale coșului de evacuare a fumului, relieful, prezența de obstacole naturale sau artificiale, în imediata apropiere a sursei și parametrii efluentului (temperatura, viteza, compoziție).

2. INSTALAȚIA EXPERIMENTALĂ

Pentru studiul dispersiei poluanților care rezultă din arderea lignitului la centralei Rovinari a-a folosit programul numeric de modelare ISC 3 Modelul a fost dezvoltat pe baza unor formule clasice de dispersie gaussiene descrise de Pasquill Condițiile de la starea de echilibru:

- emisia este continuă și uniformă
- distribuția pe orizontală a vitezelor vântului este omogenă;
- nu există frecare în plan vertical:
- gazul sau particulele sunt suficient de mici, astfel încât efectul gravitației pot fi neglijat;
- nu se produc reacții chimice
- ISC3 este cea mai recentă versiune a ISC (Surse Industriale Complexe). Modelele au fost evolutive, în sensul de a îmbunătăți ușurința în utilizare și ușurința de introducere a datelor de intrare în ceea ce privește distribuția spațială a surselor și a datelor meteorologice.

Oferta programului: datele furnizate la analiza de impact cel mai frecvent pentru

The effluent consists of a mixture of solid, liquid and gaseous particles. Among gases, the sulfur, nitrogen and carbon compounds occur most frequently (SO_2 , SO_3 , NO , NO_2 , CO). The presence in the effluent of more compounds in different phases makes difficult to determine the exact composition of the effluent and on the other hand makes possible for various chemical reactions subsequent to the emission to occur. Such chemical reactions introduce in the complete description of the effluent a supplementary number of chemical and physical variables.

The emission conditions are not generally speaking problematic since they are known for nominal regime of the installation. The emission conditions involve the geometrical characteristics of the chimney stack, the relief, the presence of natural or artificial obstacles in the vicinity of the source and the parameters of the effluent (temperature, velocity, composition).

2. THE EXPERIMENTAL INSTALLATION

For the study of pollutants dispersion resulting from lignite combustion at Rovinari power plant the numerical modeling program ISC 3 View (Industrial Source Complex, version 3, Office of Air Quality Planning and Standards, U.S. Environmental Protection Agency, S.U.A.). The model was developed on the basis of classic formulae of Gaussian dispersion described by Pasquill (The estimation of dispersion of windborne material, *Meteorological Magazine*).

Steady state conditions:

- emission is continuous and uniform
- the horizontal field of wind velocities is homogenous;
- no friction in vertical plane

The characteristics of the pollutant:

- the gas or the particulate are small enough so that the effect of gravity can be neglected;
- no chemical reactions
- total reflexion at the ground.

ISC3 is the latest version of ISC (Industrial Sources Complex). The models were

orice tip de sursă (staționare de mobile) pentru orice înălțime și pentru orice origine (industrie, instalații de ardere, ventilare, intersecții, parcuri), pentru orice dimensiune și pentru orice locație. Prin opțiunile pe care le oferă programul poate calcula valori medii de 30 de minute, zilnic, anual sau peste un interval de timp prescris.

Mai reprezentative sunt datele de intrare, concluziile mai veridice. În ceea ce privește concentrațiile emisiilor (datelor de intrare ale sursei) metoda de măsurare on-line este recomandată, în condiții de durată sau pentru prelucrarea statistică a datelor, folosind factorii de emisie. ISCST3 modelului de dispersie reprezintă un model la starea de echilibru Gaussian, care poate determina concentrațiile de poluanți generate de un număr mare de surse.

Posibilitățile de modelare ISCST3 sunt:

1. Modelarea dispersiei atmosferice a unui număr mare de poluanți
 2. Programul poate lua în considerare un număr mare de suprafață punctuale, sau surse de volum
 3. Debitul de poluanți poate fi considerat constant sau variabil mult de o oră, o lună sau un sezon. Acești factori de emisie pot fi definiți pentru una sau pentru mai multe surse
 4. Pozițiile punctelor de emisie și depunere la sol pot fi definite în coordonate carteziene sau polare.
 5. Se folosesc datele topografice ale terenului
 6. Programul folosește date reale meteorologice, care determina impactul asupra poluării atmosferice. Comparativ cu versiunile anterioare, programul ISC3 folosește o noua interfață pentru modelul ISCST3. Această interfață a fost dezvoltat special pentru sistemul de operare Microsoft Windows și funcționează, și sub Windows 95, Windows NT, și Windows for Workgroups
- Interfața ISC3. Programul folosește cinci meniuri diferite pentru definirea fișier de intrare de date pentru ISCST3 model:
1. meniul Control (CO), care specifică un scenariu de modelare.
 2. Surse poluante (SO), care precizează emisii

evolutive în sensul de îmbunătățire a ușurinței și prieteniei de introducere a datelor de intrare privind distribuția spațială a surselor și datelor meteorologice.

Programul oferă răspunsuri la cele mai frecvente analize de impact pentru orice tip de sursă (staționare sau mobilă) la orice înălțime și pentru orice origine (industrie, instalații de ardere, ventilație, intersecții, parcuri), pentru orice dimensiune și pentru orice locație.

Prin opțiunile pe care le oferă programul se pot calcula valori medii de 30 de minute, zilnic, anual sau peste un interval de timp prescris.

Cu cât datele de intrare sunt mai reprezentative, cu atât concluziile sunt mai veridice. În ceea ce privește concentrațiile emisiilor (datele de intrare ale sursei) metoda de măsurare on-line este recomandată, în condiții de durată sau pentru prelucrarea statistică a datelor, folosind factorii de emisie. ISCST3 modelului de dispersie reprezintă un model la starea de echilibru Gaussian, care poate determina concentrațiile de poluanți generate de un număr mare de surse.

Posibilitățile de modelare ISCST3 sunt:

The dispersion model ISCST3 represents a steady state Gaussian model that can determine the concentrations of pollutants generated by a large number of sources. A few modeling capabilities of ISCST3 are:

1. Modelarea dispersiei atmosferice a unui număr mare de poluanți
 2. Programul poate lua în considerare un număr mare de suprafață punctuale, sau surse de volum
 3. Debitul de poluanți poate fi considerat constant sau variabil mult de o oră, o lună sau un sezon. Acești factori de emisie pot fi definiți pentru una sau pentru mai multe surse
 4. Pozițiile punctelor de emisie și depunere la sol pot fi definite în coordonate carteziene sau polare.
 5. Se folosesc datele topografice ale terenului
 6. Programul folosește date reale meteorologice, care determina impactul asupra poluării atmosferice. Comparativ cu versiunile anterioare, programul ISC3 folosește o noua interfață pentru modelul ISCST3. Această interfață a fost dezvoltat special pentru sistemul de operare Microsoft Windows și funcționează, și sub Windows 95, Windows NT, și Windows for Workgroups
- Interfața ISC3. Programul folosește cinci meniuri diferite pentru definirea fișier de intrare de date pentru ISCST3 model:
1. meniul Control (CO), care specifică un scenariu de modelare.
 2. Surse poluante (SO), care precizează emisii

Compared to the previous versions the program *ISC3 View* uses a new interface for the ISCST3 model. This interface was developed especially for operating system Microsoft Windows and operates as well under Windows 95, Windows NT, and Windows for Workgroups

The interface *ISC3 View* uses five different menus for defining the input data file for the

poluante;

3. MENIUL Receptoare (RE), care ia în considerare zonele cu topografie complexă

6. Meniul de ieșire (OU), care specifică datele de ieșire pentru o analiză completă a impactului asupra aerului. În programul ISC3 fiecare din cele șase opțiuni este reprezentată de o pictogramă (figura 1), care la rândul său deschide prima fereastră a meniului. Restul opțiunilor sunt specificate în colțul de jos a fiecărei ferestre.

Programul ISC3 Vezi permite modelarea unui număr maxim de 300 de surse utilizând o matrice cu maxim 1200 receptori și un număr maxim de patru grupuri de surse de emisie a poluanților.

La sfârșitul procesului de introducere a datelor programul realizează o verificare a datelor introduse în scenariile de modelare în fereastra cu titlul proiectului analizat (figura 3).

În partea de sus a ferestrei sunt specificate fișiere de intrare și de ieșire și în partea inferioară este afișat un mesaj de confirmare. Verificarea datelor de intrare se realizează de către un procesor post ISC View Post, care poate furniza curbele de concentrație egală pentru datele definite în fiecare scenariu. Curbele sunt întocmite pentru concentrații de poluanți la nivelul solului ținând cont de forma de relief a lungul întregii zone analizate.

model ISCST3:

1. Control menu (CO), which specifies a modeling scenario.
2. Sources menu (SO), which specifies the pollutants emissions;
3. The receivers menu (RE), which specifies the matrix of receivers
4. Meteorological conditions (ME), which specifies the meteorological data for the location considered
5. Complex terrain configuration (TE) – the option that takes into account the areas with complex topography
6. Output menu (OU), which specifies the output data for a complete analysis of impact on air

In the program ISC3 View each of the six options is represented by an icon (figure 1), which in its turn opens the first window of the menu. The rest of the options are specified in the lower corner of each window.

The program ISC3 View allows modeling of a maximum number of 300 sources using a matrix with maximum 1200 receivers and a maximum number of four groups of sources.

At the end of the data input process the program is run after a check of the data introduces in the modeling scenarios in the window titled Project status (figure 3).

In the upper side of window are specified the input and output files and in the lower side a confirmation message is displayed.

The check of the input data is achieved by a post processor ISC View Post that can draw the curves of equal concentration for the data defined in each scenario. The curves are drawn at the ground level

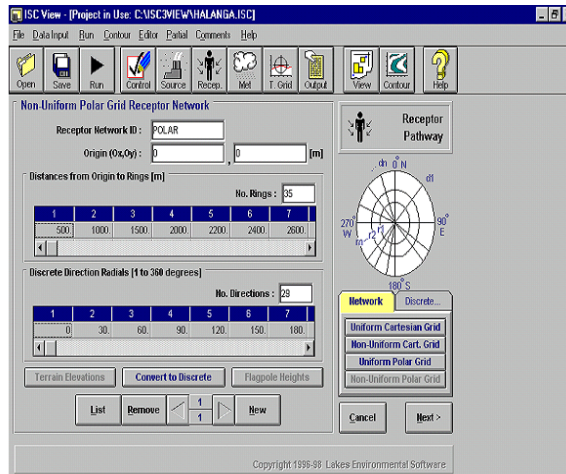


Figura 1. Meniul general ISC3

Figure 1. The window for the receiver matrix

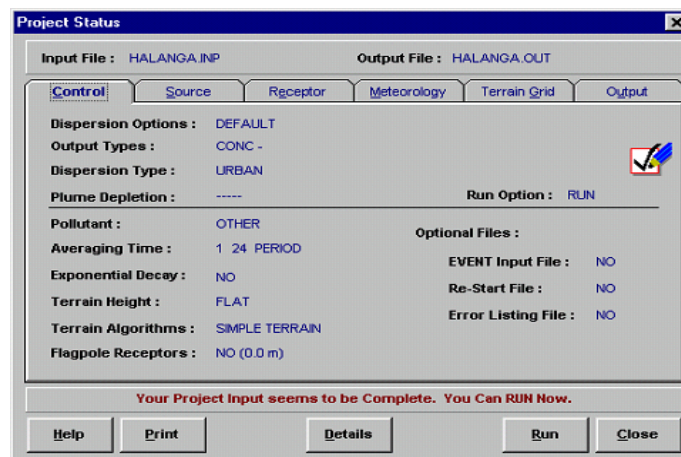


Figura 2. Fereastra cu date introduse

Figure 2. The window for the receiver matrix



Figura 3. Interfață window

Figure 3. The check window

În tabelul 1 sunt prezentate rezultatele măsurătorilor efectuate la centralei Rovinari, în octombrie 2010. Datele au fost folosite pentru simulări cu ISC 3

In table 1 are presented the results of measurements carried out at Rovinari power plant in October 2010. The data was used for simulations with ISC 3 View

3. REZULTATE EXPERIMENTALE

3. EXPERIMENTAL RESULTS

Tabelul 1. *Rezultatele măsurătorilor*

Nr. crt.	Parametrii	Simbol	U.M.	cazan C4 , coș de fum nr.2	cazane C5;C6 , coș de fum nr. 3
1	Temperatura gazelor de ardere la evacuare	t_{gc}	0C	137	158
2	Înălțimea coșului de fum	H_c	m	250	250
3	Diametrul de vârf al coșului de fum	D_c	m	8	8
4	Viteza gazelor de ardere la evacuare	w_{gc}	m/s	16,4	14,1
5	Concentrația monoxidului de carbon	M_{CO}	mg/s	9800	11230
6	Concentrația oxizilor de azot	M_{NO_x}	mg/s	143200	161400
7	Concentrație bioxidului de sulf	M_{SO_2}	mg/s	1030600	1222600
8	Concentrația cenușii	m_p	mg/s	172900	71990

Table 1. *Results of measurements*

Nr. crt.	Parameter	Symbol	U.M.	Boiler C4 , chimney stack 2	Boilers C5;C6 , chimney stack 3
1	Temperature of flue gas at the chimney stack	t_{gc}	0C	137	158
2	Height of the chimney stack	H_c	m	250	250
3	Diameter of the chimney stack	D_c	m	8	8
4	Velocity of flue gas	w_{gc}	m/s	16,4	14,1
5	Mass flow rate of carbon monoxide	M_{CO}	mg/s	9800	11230
6	Mass flow rate of nitrogen oxides	M_{NO_x}	mg/s	143200	161400
7	Mass flow rate of sulfur oxides	M_{SO_2}	mg/s	1030600	1222600
8	Mass flow rate of ash	m_p	mg/s	172900	71990

In tabelul 2 sunt prezentate valorile concentrațiilor la sol pentru CO pentru scenariul simulate cu programul informatic precum și valorile admise de legislație STAS 12574-87; in figurile 4 și 5 sunt prezentate curbele de izoconcentrație ale CO pe intervale de o oră și zilnic (exprimate în $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$). Emisiile de CO pe coșurile 2 și 3 sunt reprezentate la distanțe de 5 km de centrul grilei.

In table 2 are presented the values of concentrations measured at receivers, as evaluated by the simulation program (for carbon monoxide) as well as the limits specified by STAS 12574-87; in figures 4 and 5 are presented the hourly and daily average distributions of CO (expressed in $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) generated by chimney stacks 2 and 3 at ground at 5 km distances measured from the center of the matrix.

Tabelul 2. Valorile imisiilor măsurate pentru CO

Table 2. Values of concentration measured at the receivers for CO

(CO _{max}) _{30min}	(CO _{max}) _{30min}			(CO _{max}) _{24ore}		(CO _{max}) _{24ore}	
(C _{max}) _{STAS} [μg/m ³ _N]	C _{computed} [μg/m ³ _N]	X [m]	Y [m]	(C _{max}) _{STAS} [μg/m ³ _N]	C _{computed} [μg/m ³ _N]	X [m]	Y [m]
6000	3,41	2973	2676	2000	0,48	2973	2676

Tabelul 3. Valorile imisiilor măsurate pentru NO_x

Table 3. Values of concentration measured at the receivers for nitrogen oxides

(NO _x) _{max}) _{30min}	(NO _x) _{max}) _{30min}			(NO _x) _{max}) _{24ore}		(NO _x) _{max}) _{24ore}	
(C _{max}) _{STAS} [μg/m ³ _N]	C _{computed} [μg/m ³ _N]	X [m]	Y [m]	(C _{max}) _{STAS} [μg/m ³ _N]	C _{computed} [μg/m ³ _N]	X [m]	Y [m]
300	24,97	0	3500	100	4,37	2973	2676

În tabelul 3 sunt prezentate distribuțiile oră și pe zi de oxizi de azot (exprimate în g/m³_N μ) emise de coșuri de 2 și 3 la distanțe de 5 km măsurată de la centrul de grilei.

In table 3 are presented the hourly and daily distributions of nitrogen oxides (expressed in μg/m³_N) emitted by chimney stacks 2 and 3 at 5 km distances measured from the center of the matrix.

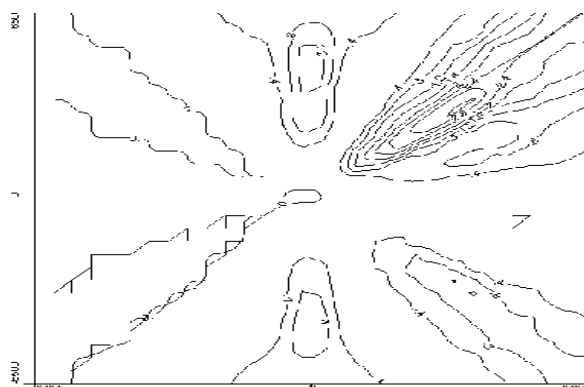


Figure 4. Distribuția orară a CO emis pe coșurile de fum 2 și 3 la distanțe de 5 km față de centrul grilei.

Figure 4. Hourly distribution of CO emitted by chimney stacks 2 and 3 at ground over distances of 5 km

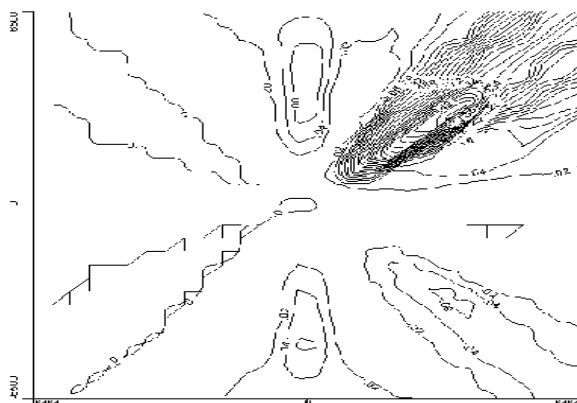


Figure 5. Distribuția zilnică a CO emis pe coșurile de fum 2 și 3 la distanțe de 5 km față de centrul grilei.

Figure 5. Daily distribution of CO emitted by chimney stacks 2 and 3 at ground over distances of 5 km

4. CONCLUZII

Așa cum relevă tabelul 2, valorile calculate ale concentrațiilor de CO la receptor sunt mult mai mici decât valorile maxime admise în conformitate cu STAS12574-84. valoarea maximă (CO_{max}) la 30min este întâlnită în satul Cilnic și (CO_{max}) calc.24ore este întâlnită în satul Timiseni. valorile calculate ale concentrațiilor de oxizi de azot sunt mult mai mici decât valorile maxime admise conform STAS 12574-84. (NO_x max) la 30min este întâlnită în satul Poiana și (NO_x max) la 24ore este întâlnită în satul Virt.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Moțoiu, C.: *Centrala termoelectrică și mediul înconjurător*, Energetica, vol.1, Editura Tehnică, București, 1986, p.140-144.
 [2] Racoceanu, C.: *Studiul de audit pentru C.T.E. Rovinari*, Referat nr.2 teza de doctorat, Universitatea Politehnica Timișoara, 1997.

4. CONCLUSIONS

As the table 2 reveals, the calculated values of CO concentrations at the receiver are much lower than the maximum values admitted according to STAS12574-84. The maximum value (CO_{max})_{computed.30min} is encountered in the village of Cilnic and (CO_{max})_{calc.24ore} is encountered in the village of Timiseni.

The computed values of concentrations of nitrogen oxides are much lower than the maximum values admitted according to STAS 12574-84. (NO_x max)_{computed.30min} is encountered in village of Poiana and (NO_x max)_{computed.24ore} is encountered in the village of Virt.

REFERENCES

- [1] Moțoiu, C.: *Centrala termoelectrică și mediul înconjurător*, Energetica, vol.1, Editura Tehnică, București, 1986, p.140-144.
 [2] Racoceanu, C.: *Studiul de audit pentru C.T.E. Rovinari*, Referat nr.2 teza de doctorat,

- [3] ***** *Aer din zonele poluate. Condiții de calitate*, STAS 12574-87. Universitatea Politehnica Timișoara, 1997.
- [4] Ionel, Ioana: *Dispersia noxelor*, Note de curs, Universitatea "Politehnica" Timișoara, 1999. [3] ***** *Aer din zonele poluate. Condiții de calitate*, STAS 12574-87.
- [5] Totolici, D.: *Analiza automată continuă*, Editura Tehnică, București, 1967. [4] Ionel, Ioana: *Dispersia noxelor*, Note de curs, Universitatea "Politehnica" Timișoara, 1999.
- [6] ***** *ICS3 Dispersion Modelling Application*, Environmental Protection Agency, USA, 1998. [5] Totolici, D.: *Analiza automată continuă*, Editura Tehnică, București, 1967.
- [6] ***** *ICS3 Dispersion Modelling Application*, Environmental Protection Agency, USA, 1998.