

Ing. FRANCISC POPESCU

TEZA DE DOCTORAT

Coordonator științific
Prof. dr. ing. CORNELIU UNGUREANU

BIBLIOTECA CENTRALĂ
volum 667.712
369 E

2004

Ing. FRANCISC POPESCU

**Contribuții la stabilirea calității aerului
într-o zonă urbană, cu aplicație la orașul
Timișoara**

Teza de doctorat

Coordonator științific
Prof. dr. ing. CORNELIU UNGUREANU

Timișoara
2004

Studiul calității aerului în mediu urban și studiul privind dezvoltarea de combustibili alternativi din grăsimi deșeu de origine animală constituie o noutate în domeniul ergoecologiei la Universitatea Politehnică din Timișoara, dar și în România. Abordarea acestui domeniu mi-a fost facilitată și de faptul că, în calitate de absolvent al Facultății de Mecanică, specializarea Mașini Termice, am beneficiat pe parcursul anilor de o pregătire temeinică, sub îndrumarea prestigioșilor profesori din această universitate.

Am început studiile de doctorat în 2000, sub îndrumarea Domnului Prof. dr. ing. CORNELIU UNGUREANU, căruia doresc să-i mulțumesc atât pentru generozitatea de a accepta să-mi fie conducător științific, dar și pentru sfaturile și îndrumările pe care mi le-a acordat pe parcursul finalizării tezei.

Îmi exprim recunoștința față de Doamna Prof. Dr. Habil. Ing. IOANA IONEL atât pentru consultațiile acordate pe parcursul studiului teoretic al temei și al interpretării rezultatelor experimentale cât și pentru sprijinirea mea în implicarea în proiecte de cercetare naționale și internaționale relevante pentru tema cercetată.

Mulțumesc Fundației ALEXANDER von HUMBOLDT pentru acordarea bursei de studiu la Universitatea din München, în perioada 15 iunie 2001 – 15 noiembrie 2001.

Mulțumesc Domnului Prof. Dr. Ing. ROLAND MEYER-PITTRUFF pentru coordonarea stagiului meu de studiu la Universitatea din München, punându-mi la dispoziție aparatura necesară cercetărilor experimentale și mijloacele documentării bibliografice.

Mulțumesc întregului colectiv la catedrei de Termotehnică, Mașini termice și Autovehicule Rutiere sprijinul acordat și pentru disponibilitatea de a-mi împărtăși din experiența și cunoștințele domniilor lor în domeniul ergoecologiei și pentru aparatura de cercetare pusă la dispoziție.

Mulțumesc colegului meu ing. DANIEL BISORCA atât pentru sprijinul acordat în desfășurarea campaniilor de monitorizare a calității aerului, în special la achiziția și prelucrarea datelor meteorologice dar și pentru suportul moral oferit pe parcursul finalizării tezei.

Nu în ultimul rând, doresc să mulțumesc familiei mele, pentru că în toți acești ani au fost alături de mine, m-au încurajat în momentele dificile și s-au bucurat de realizările mele.

*Timișoara
Iunie 2004*

ing. Francisc Popescu

CUPRINS

Introducere.....	1
1. Studiul actual al cercetărilor privind stabilirea calității aerului în zone urbane.....	3
1.1. Probleme de mediu în perioada de tranziție.	4
1.2. Surse de poluare a atmosferei.	5
1.3. Norme de calitate a aerului atmosferic.....	7
1.4. Controlul calității aerului.	10
1.4.1. Obiectivele controlului calității aerului.	10
1.4.2. Elaborarea sistemului de control al calității aerului.	11
1.4.3. Metode de abordare.	12
1.4.4. Controlul calității aerului în zona centralelor termoelectrice.	12
1.4.5. Controlul calității aerului în zone urbane.	14
2. Originea și formarea poluanților.	15
2.1. Monoxidul de carbon.	16
2.2. Hidrocarburile.	17
2.3. Particule. Funginea.	17
2.4. Compuși ai sulfului.....	19
2.5. Oxizi de azot.....	20
2.5.1. Mecanismul termic de formare al oxizilor de azot.	20
2.5.2. Mecanismul prompt de formare a oxizilor de azot.	22
2.5.3. Mecanismul formării oxizilor de azot din azotul existent în combustibil.	22
3. Poluanții în atmosferă.	24
3.1. Reacțiile oxizilor de azot în atmosferă.....	25
3.2. Reacțiile CO în atmosferă.....	26
3.3. Reacțiile SO _x în atmosferă.....	27
3.4. Efectele nocive ale poluanților.....	28
3.4.1. Modificări climatice. Efectul de seră.	28
3.4.2. Efectele nocive ale oxizilor de sulf.....	30
3.4.3. Efectele nocive ale oxizilor de azot.	31
3.4.4. Efectele nocive ale oxizilor de carbon.	33
4. Stația de monitorizare a calității aerului.	35
4.1. Analizorul Monitor Labs - ML 8850S.....	37
4.1.1. Aspecte teoretice legate de fenomenul de fluorescență.	37
4.1.2. Sistemul de operare al analizorului ML 8850.....	38
4.1.3. Principalele caracteristici tehnice ale analizorului ML 8850S.	40
4.2. Analizorul Monitor Labs ML 8840.....	41
4.2.1. Aspecte teoretice legate de fenomenul de chemiluminiscență.	41
4.2.2. Sistemul de operare al analizorului ML 8840.....	42
4.2.3. Descrierea funcțională a analizorului ML 8840.....	44
4.2.4. Principalele caracteristici tehnice ale analizorului ML 8840.	46
4.3. Analizorul Horriba APMA 350E.	47
4.3.1. Principiul de funcționare al analizorului APMA 350E.....	47
4.3.2. Principalele caracteristici tehnice ale analizorului APMA 350E.....	48
4.4. Analizorul LSV3 pentru determinarea PM10.	49
4.4.1. Principiul de funcționare al analizorului LSV3.	49
4.4.2. Modul de operare al aparatului LSV3.	50
4.5. Sistemul de achiziție a datelor și de monitorizare a traficului auto.....	52
4.5.1. Componenta hardware.	52
4.5.2. Componenta software.	53
5. Cercetări experimentale privind influența sistemelor de încălzire individuale asupra calității aerului în Timișoara.....	55
5.1. Topografie.....	55
5.2. Calculul arderii.....	55
5.2.1. Calculul arderii gazului natural.	56
5.2.2. Calculul emisiei de noxe (arderea gazului natural)	57
5.2.3. Calculul arderii lemnului.....	58
5.2.4. Calculul emisiei de noxe (arderea lemnului)	59
5.3. Prelucrarea rezultatelor. Programul ISC3View.....	60

5.4. Rezultate. Concluzii	63
6. Cercetări experimentale privind calitatea aerului în Timișoara. Influența traficului. 66	
6.1. Monitorizarea calității aerului în intersecția B-dul. Mihai Viteazu – B-dul Vasile Pîrvan.	67
6.1.1. Rezultate experimentale.	67
6.1.2. Analiza rezultatelor experimentale.	69
6.2. Monitorizarea calității aerului în Piața Mărăști.....	70
6.2.1. Rezultate experimentale.	70
6.2.2. Analiza rezultatelor experimentale.	76
6.3. Monitorizarea calității aerului în Piața Victoriei.	77
6.3.1. Rezultate experimentale.	77
6.3.2. Analiza rezultatelor experimentale.	81
6.4. Monitorizarea calității aerului în intersecția Michelangelo.	82
6.4.1. Rezultate experimentale.	82
6.4.2. Analiza rezultatelor experimentale.	88
6.5. Monitorizarea calității aerului pe B-dul Republicii.	89
6.5.1. Rezultate experimentale.	89
6.5.2. Analiza rezultatelor experimentale.	93
6.6. Monitorizarea calității aerului în Parcul Rozelor.	94
6.6.1. Rezultate experimentale.	94
6.6.2. Analiza rezultatelor experimentale.	97
6.7. Monitorizarea calității aerului în Parcul Botanic.....	98
6.7.1. Rezultate experimentale.	98
6.7.2. Analiza rezultatelor experimentale.	101
6.8. Efectul suprapunerii emisiilor datorate surselor staționare și mobile.	102
6.8.1. Rezultate experimentale.	102
6.8.2. Analiza rezultatelor experimentale.	104
7. Cercetări experimentale privind obținerea unui combustibil ecologic alternativ, BIODIESEL, din grăsimi deșeu de origine animală.	105
7.1. Transesterificarea.....	105
7.2. Rezultate experimentale.....	106
7.2.1. Proprietățile grăsimilor deșeu	106
7.2.2. Încercări experimentale	109
7.3. Analiza rezultatelor	112
8. Concluzii generale.	114
8.1. Concluzii generale privind cercetările experimentale.....	114
8.2. Contribuții personale. Perspective.....	116
Bibliografie	117

Introducere

În general poluarea aerului reprezintă orice contaminare artificială a atmosferei care dăunează mediului ambiant, iar prin poluarea mediului înconjurător se înțelege ansamblul modificărilor defavorabile pe care le suferă calitățile naturale ale mediului sub influența activităților societății omenești.

Poluarea aerului se întâlnește în special în partea inferioară a troposferei terestre, în zona marilor orașe, zonelor industriale și chiar în zone alăturate întinse.

Noțiunea de calitate a vieții și-a modificat în ultimul timp conținutul. Ridicarea standardului de viață nu mai poate fi înțeleasă doar ca o diversificare a mijloacelor tehnico-materiale ci mai ales ca o integrare a omului în mediul ambiant, în condiții de confort și conservare a stării de sănătate. Fenomene ca efectul de seră, distrugerea stratului de ozon sau ploaia acidă sunt consecințe ale unei dezvoltări industriale iraționale și dovedesc că mediul înconjurător nu mai poate prelua la nesfârșit funcția de coș de gunoi al omenirii.

Un număr mare de cărți și reviste din toată lumea alertează în fiecare zi publicul cu amenințările care apasă asupra condițiilor noastre de viață viitoare, ca urmare a creșterii explozive a populației umane, a diminuării resurselor naturale și a degradării prin poluare a mediului înconjurător.

În perspectiva dezvoltării economice a Timișoarei trebuie să ținem cont și de potențialele consecințe asupra mediului. Pentru a putea lua măsuri de reducere a emisiilor poluante este necesară cunoașterea impactului surselor de poluare asupra mediului. Cea mai bună metoda de determinare a calității aerului o prezintă măsurătorile directe, având următoarele avantaje:

- oferă informații instantanee și continue despre calitatea aerului;
- permit alarmarea rapidă a populației în cazul depășirii valorilor de alertă;
- permit dezvoltarea strategiilor de mediu pe baze reale;
- permit evaluarea impactului de mediu a diferiților poluanți în zone strict delimitate;
- permit evaluarea schimbărilor microclimatului (urban în special);
- asigură culegerea directă a datelor măsurate în baze de date.

În lucrare se urmărește ca prim obiectiv *punerea în evidență a nivelului actual de poluare a atmosferei*, în Timișoara, a principalelor surse de poluare și interacțiunea dintre ele.

Un al doilea obiectiv în constituie prezentarea rezultatelor experimentale obținute pentru producerea unui combustibil alternativ ecologic, *BIODIESEL*, prin esterificarea grăsimilor deșeu, de origine animală.

Lucrarea cuprinde opt capitole și o anexă cu extrase din rezultatele determinărilor experimentale.

În **capitolul 1** se prezintă stadiul actual al cercetărilor în domeniu. Pornind de la problemele generale de mediu, sunt prezentate problemele de mediu în perioada de tranziție, sursele de poluare a aerului, normele de calitate a aerului și obiectivele controlului calității aerului.

În **capitolul 2** se prezintă originea și formarea poluațiilor.

În **capitolul 3** se prezintă evoluția poluațiilor în atmosferă, reacțiile acestora precum și efectele nocive ale principalelor specii de poluanți.

Capitolul 4 cuprinde descrierea stației de monitorizare a calității aerului și a programului de achiziție de date. Stația mobilă de monitorizare a calității aerului a fost construită în Laboratorul de Analize de Combustibil și Investigații Ecologice din cadrul Universității Politehnica Timișoara.

În **capitolul 5** se prezintă rezultatele experimentale privind influența sistemelor de încălzire individuale asupra calității aerului și descrierea programului de simulare numerică a dispersiei noxelor.

În **capitolul 6** se prezintă cercetările experimentale privind influența traficului asupra calității aerului în Timișoara, precum și suprapunerea efectelor poluării datorate surselor mobile și staționare.

Capitolul 7 cuprinde rezultatele cercetării experimentale privind obținerea unui combustibil ecologic alternativ, Biodiesel, metoda de obținere și avantajele acestuia asupra combustibililor convenționali.

În **capitolul 8** sunt prezentate concluziile generale, fiind evidențiate contribuțiile autorului la tematica studiată precum și perspectiva asupra continuării cercetărilor.

1. Studiul actual al cercetărilor privind stabilirea calității aerului în zone urbane.

Țările europene Centrale și de Est (ECE) și ale Comunității Statelor Independente (CSI) continuă să se confrunte cu probleme de mediu importante. Problemele prioritare specifice identificate includ: zone de poluare industrială severă; sisteme de producere și distribuție a energiei (și căldurii) ineficiente și intensiv poluante; poluarea intensificată produsă de transportul rutier; calitatea necorespunzătoare a apelor de suprafață și subterane; infrastructura municipală de mediu subdezvoltată și utilizarea ineficientă a resurselor naturale. Se impune o acțiune imediată pentru a lua în considerare creșterea economică durabilă din punct de vedere al mediului, prevenirea efectelor negative pe termen lung asupra sănătății umane și deteriorării, probabil ireversibile, a habitatelor naturale[1].

În timpul perioadei de tranziție s-a constatat o reducere a gradului de poluare în multe țări din regiunile ECE și CSI. Cele mai importante de atenționat se referă la reducerea în mod automat a unor poluanți cheie care însoțesc masivă reducerea producției industriale în primii ani ai tranziției. Astfel de reduceri ale poluării pot fi temporare în afara situațiilor în care relansarea economică nu ar fi separată de o creștere corespunzătoare a poluării. Restructurarea economică în economiile avansate în tranziție din ECE și CSI a condus la o producție mai eficientă și mai curată, iar introducerea graduală a reformelor bazate pe piață, cum ar fi reducerea subvențiilor și a controlului prețurilor, impunerea unor constrângeri bugetare severe, privatizarea și liberalizarea comerțului au dus beneficii de mediu suplimentare. Cu toate acestea, caracterul poluării în regiune și în țările vestice indică în mod clar că reforma economică singură, nu este suficientă pentru a rezolva problemele de mediu [2,3].

Politicile de mediu mai eficiente, însoțite de practici îmbunătățite de implementare și de punere în aplicare, sunt de asemenea necesare, fiind gradual introduse în regiunile ECE și CSI. În cele mai avansate economii în tranziție, se acordă atenție și dezvoltării inițiativelor politice care, în mod simultan, se adresează preocupărilor de mediu și furnizează semnale pe termen lung pentru modele de dezvoltare economică. În țările ECE, accesul în Uniunea Europeană a acționat ca un catalizator pentru multe din aceste inițiative. Costurile de satisfacere a cerințelor de mediu ale accesului în UE, estimate la 120 miliarde de EURO numai pentru sectoarele de aer, apă și deșeuri, furnizează un punct de referință pentru elaboratorii politicilor din aceste țări și oferă o indicație asupra urgenței problemelor de mediu cu care se confruntă aceste țări. În următorii 10 – 20 de ani vor fi necesare investiții anuale de mediu de până la 2-4% din PIB[4].

Politica de mediu occidentală a abordat destul de eficient problemele esențiale în cele mai multe din domeniile care în prezent constituie probleme prioritare în ECE și CSI. Nivele mai mari de investiții, dezvoltarea și introducerea tehnologiilor moderne și eficiența crescută a proceselor industriale și de termoficare au contribuit la scăderea intensității poluării în cele mai multe economii occidentale.

Noțiunea de calitate a vieții și-a modificat în ultimul timp conținutul. Ridicarea standardului de viață nu mai poate fi înțeleasă doar ca o diversificare a mijloacelor tehnico-materiale ci mai ales ca o integrare a omului în mediul ambiant, în condiții de confort și conservare a stării de sănătate. Fenomene ca efectul de seră, distrugerea stratului de ozon sau ploaia acidă sunt consecințe ale unei dezvoltări industriale iraționale și dovedesc că mediul înconjurător nu mai poate prelua la nesfârșit funcția de coș de gunoi al omenirii[5].

1.1. Probleme de mediu în perioada de tranziție.

Colapsul comunismului în Europa de Est (ECE) și dezmembrarea Uniunii Sovietice care a urmat, au evidențiat tabloul real al problemelor de mediu cu care se confruntă regiunea.

Începutul tranziției economice a fost caracterizat de un declin major al producției datorat, în primul rând, colapsului producției industriale. Toate țările din regiune au trecut prin perioade severe datorită inflației, șomajul a crescut în mod dramatic în majoritatea țărilor în primul rând ca rezultat al declinului activităților economice iar mai târziu datorită restructurării întreprinderilor. În continuare se sintetizează problemele de mediu în perioada de tranziție din țările ECE[6]:

- Niveluri ridicate ale poluării aerului, apei și cu deșuri provenite din marile centre industriale, care au condus la crearea unor zone fierbinți regionale cu consecințe grave asupra sănătății umane și a mediului natural.
- Niveluri ridicate ale poluării aerului ambiental în marile așezări datorită emisiilor industriale, sistemelor ineficiente de încălzire bazate în mare măsură pe cărbune, păcură sau lignit, precum și datorită gazelor de eșapament de la automobilele vechi.
- Folosirea ineficientă și irațională a resurselor naturale, cum ar fi lemnul, mineralele, petrolul, solul și apa, care conduc la numeroase probleme de mediu.
- Poluarea aproape în întregime a apelor de suprafață cu efluenți industriali și din agricultură sau cu ape uzate municipale (conținând metale grele, substanțe chimice toxice, nitrați).
- Calitatea inferioară a apei subterane în multe zone (calitatea apei subterane în zone întinse este necunoscută datorită inexistenței activității de monitoring).
- Soluri contaminate, în unele zone, datorită practicilor nesatisfăcătoare de management al deșeurilor, depunerilor aerului poluat și folosirii substanțelor chimice în agricultură; eroziuni severe ale solului datorită practicării agriculturii intensive și unor politici privind gospodărirea apelor ineficiente.
- Poluarea mediului, din trecut, de la așezările militare și industriale abandonate (deșuri toxice, soluri degradate etc.). Răspunderea de mediu a afectat procesul de privatizare, scăzând în mod semnificativ valoarea unor proprietăți privatizate.
- Managementul deșeurilor a fost neglijat în trecut, iar astăzi este încă insuficient abordat în multe zone ale regiunii. Există încă numeroase locuri necontrolate și ilegale de depunere a deșeurilor. Capacitățile și facilitățile de depozitare și prelucrare corespunzătoare a deșeurilor lipsesc în mare măsură. Există relativ puține deșuri care să fie refolosite și/sau reciclate. (Din păcate, unele sisteme de reciclare, de exemplu recipientele pentru colectat sticlă, au dispărut)
- Infrastructura municipală de mediu (de ex. alimentarea cu apă, colectarea și tratarea apelor uzate, termoficarea de cartier, managementul deșeurilor) este adesea sub capacitatea necesară, în stare improprie de funcționare sau pur și simplu nu există. Segmente mari de populație nu sunt conectate la sistemele de canalizare și în multe cazuri nu au acces continuu la apa potabilă de calitate.
- Constrângerile dezvoltării economice asupra vulnerabilității ecosistemelor evaluabile și bio-diversității. Una dintre moștenirile pozitive ale economiei centralizate a fost aceea ca țările ECE/CSI au moștenit mari zone de habitate naturale pure sau aproape naturale, în mare măsură datorită politicii

comuniste de a concentra industria și așezările umane în centre urbane, infrastructurile nedezvoltate în zonele rurale iar în zonele naturale și cu păduri să se producă o dezvoltare restrictivă.

1.2. Surse de poluare a atmosferei.

În funcție de natură, poluarea poate fi: fizică, chimică și biologică.

Poluarea fizică a atmosferei este consecința adaosului de energie. Adaosul poate fi sub formă de: energie mecanică, fapt care generează poluarea sonoră, energie calorică, ce produce poluarea termică și energie radiantă, ce determină poluarea cu radiații penetrante.

Poluarea sonoră este consecința oscilațiilor sonore ale aerului, percepute de organul auditiv ca zgomote și vibrații. Zgomotele pot fi armonice (tonale), plăcute auzului, sau nearmonice (atonale), neplăcute auzului (se datorează vibrațiilor)[7].

Poluarea termică a aerului se produce direct sau indirect. *Poluarea termică directă* este consecința degajării în atmosferă a unei cantități mari de energie calorică, rezultată din diferite activități umane, așa cum sunt activitățile casnice, industriale, agricole, de transport etc., fapt care atrage încălzirea aerului din atmosfera inferioară, cu modificări ale climatului local. *Poluarea termică indirectă* este consecința efectului de seră, care are loc în troposferă.

Prin poluarea cu radiații penetrante se înțelege fenomenul de emisie și propagare în spațiu a unor unde sau particule însoțite de transport de energie. Radiațiile penetrante sunt reprezentate de radiații electromagnetice (x și gama) și corpusculare (fluxuri de particule atomice: alfa, beta, pozitroni și neutroni)[8].

Poluarea radioactivă se face cu radionuclizi sub formă lichidă, solidă sau gazoasă și poate fi naturală și artificială, sau chiar accidentală, ca în cazul poluării radioactive a aerului ca urmare a accidentului de la Cernobîl (figura 1.1).



Figura 1.1. Accidentul de la Cernobîl

Sursele naturale sunt reprezentate în special de apele radioactive, dar și de rocile radioactive.

Sursele artificiale cele mai importante sunt reprezentate de extragerea și prelucrarea minereurilor radioactive, obținerea de combustibili nucleari, de centralele nucleare-electrice, reactoare și acceleratoare de particule, aparatura de cercetare cu izotopi radioactivi, etc. Un loc aparte în poluarea artificială îl ocupă accidentele nucleare și exploziile nucleare.

Poluarea chimică a atmosferei este consecința depășirii nivelurilor normale ale unor componente naturali (dioxid de carbon sau ozon) sau a expulzării în atmosferă a unor substanțe străine de compoziția naturală a acesteia (gaze, pulberi, etc.).

Sursele de poluare chimică sunt naturale și artificiale.

Sursele de poluare chimică naturală sunt reprezentate de eroziunea solului, erupțiile vulcanice, descompunerile substanțelor organice, incendiile pădurilor, etc. Acestea au o importanță limitată pentru zonele unde se produc și sunt mult mai reduse ca sursele artificiale.

Sursele de poluare chimică artificială sunt mult mai numeroase și în creștere ca pondere, afectând zone din ce în ce mai întinse. Poluarea chimică artificială a atmosferei nu are granițe, fiind transnațională. Aceasta se realizează din: surse staționare și mobile. încălzitul locuințelor, preparatul hranei, fumatul, etc.

Sursele staționare (figura 1.2) cuprind procesele de combustie și procesele industriale diverse.

Procesele de combustie se referă la arderea combustibililor fosili (cărbune, petrol, gaze naturale) pentru obținerea de energie în scopuri industriale (centrale electrice).



Figura 1.2.
Surse de poluare staționare

Cărbunele constituie combustibilul cel mai frecvent folosit, dar și cel mai poluant. Fumul rezultat din ardere conține suspensii și gaze. Suspensiile conțin: carbon, siliciu, aluminiu, oxizi de fier, zinc, cadmiu, vanadiu, nichel, seleniu, etc., iar gazele conțin: vapori de apă, oxizi de azot, dioxid de sulf, oxid de carbon, acid fluorhidric, aldehide, etc.

Prođușii de petrol reprezintă, de asemenea, combustibili cu o pondere importantă în procesele de combustie, din sursele staționare. Din arderea acestora rezultă, ca principali poluanți: oxizi de azot, oxizi de carbon, dioxizi de sulf, hidrocarburile policiclice și cenușa bogată în sulfați, seleniu, vanadiu, etc[9].

Gazele naturale sunt combustibilul fosil cu potențialul poluant cel mai redus. Totuși, și din arderea acestora rezultă oxizi de azot, oxizi de carbon și hidrocarburi.

Procesele industriale diverse se referă la: metalurgia feroasă, metalurgia neferoasă, industria materialelor de construcții și industria chimică.

Metalurgia feroasă este poluantă în toate fazele de producție (coxificare, aglomerarea minereurilor, producerea de fontă în furnale, rafinarea metalelor în oțelării, etc.). Acestea poluează, atât cu substanțe în suspensie (oxid de fier, mangan, arsen, nichel, silicați, cărbune, fluoruri), cât și cu gaze (oxizi de carbon, oxizi de sulf și sulfati, hidrogen sulfurat, etc.).

Metalurgia neferoasă poate elimina în atmosferă oxizi de plumb, zinc, cupru, bariu, cadmiu, fluoruri, oxizi de sulf, oxizi de carbon, oxizi de azot, etc.

Industria materialelor de construcții (fabrici de ciment, gips, var, asbest, etc.) poluează cu suspensii de materii prime și de produs finit și cu diferite gaze rezultate din arderea combustibililor fosili.

Industria chimică (fabrici de îngrășăminte, pesticide, acizi, cauciuc, mase plastice, celuloză, medicamente, etc.) evacuează o gamă variată de gaze, vapori și materiale în suspensie dintre cele mai toxice.

Sursele mobile (figura 3) sunt reprezentate de mijloacele de transport rutiere, feroviare, aeriene și maritime. Mijloacele de transport, indiferent de natura lor, poluează atmosfera cu produși de ardere a combustibililor fosili, lichizi, din care rezultă: funingine, oxizi de carbon, oxizi de azot, hidrocarburi, suspensii, plumb, etc.

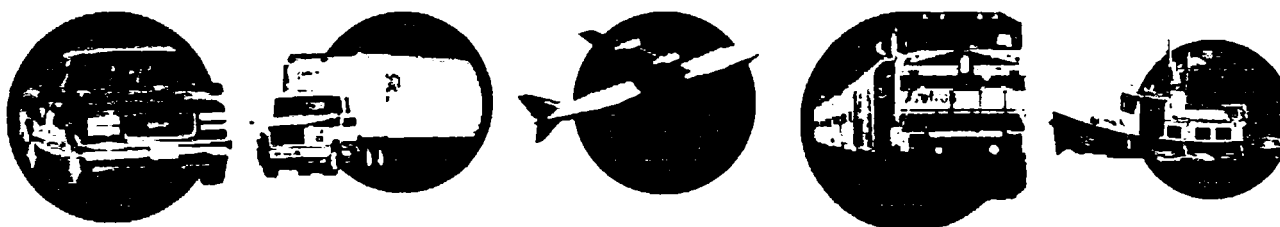


Figura 1.3. Surse mobile de poluare a atmosferei

Încălzitul locuințelor și prepararea hranei poluează cu pulberi, cenușă, oxid de carbon, dioxid de sulf, atât aerul încăperilor (în cazul încălzirii individuale), cât și a localităților (evacuări prin coșuri care se acumulează în bazinul aerian respectiv). Realizarea unor sobe cu randament din ce în ce mai ridicat reprezintă încă o preocupare de primă actualitate în întreaga lume.

Fumatul tutunului poluează nu numai aerul inhalat de fumător, ci și aerul încăperilor, cu pulberi fine de fum, nicotină, oxid de carbon, hidrocarburi și compuși cancerigeni ai azotului și alte circa 1000 substanțe identificate.

1.3. Norme de calitate a aerului atmosferic.

Poluarea mediului a devenit o problemă social-economică contemporană care, în special în țările cu grad de industrializare avansat, a luat proporții de așa manieră, încât s-a impus adoptarea unor măsuri legislative pentru limitarea acțiunilor ei nocive.

În epoca contemporană se cunosc numeroase declarații și acțiuni cu caracter politic ale unor conducători de state sau ale unor mișcări ecologiste, prin care se arată influența nefastă a activității umane asupra mediului înconjurător și se subliniază necesitatea impunerii anumitor reguli unanim recunoscute și respectate pentru protecția acestuia.

Pe linia reuniunilor la nivel înalt, care își propun dezbaterile și găsirea de noi soluții pentru rezolvarea problemelor globale ale protecției mediului, se înscrie și Conferința Națiunilor Unite privind Mediul și Dezvoltarea, care a avut loc la Rio De Janeiro, în 1992, când a fost formulată *Declarația de la Rio* și care are ca principiu de bază dezvoltarea durabilă[5].

Principiile de Rio includ următoarele idei de bază:

- oamenii au dreptul să trăiască și să muncească într-un mediu sănătos, în armonie cu natura;

- dezvoltarea actuală nu trebuie să submineze necesitățile de dezvoltare și mediu ale generațiilor prezente și viitoare;
- națiunile au dreptul suveran să-și exploateze propriile resurse, fără a produce pagube în afara granițelor proprii;
- națiunile trebuie să reducă și să elimine modelele nedurabile de producție și consum;
- poluatorul trebuie să suporte costul poluării;
- procesul de dezvoltare a unei națiuni nu poate fi rupt de protecția mediului, acesta fiind parte integrantă a sa;

Pentru România, în ceea ce privește aspectele concrete actuale ale aplicării în legislația de mediu a principiilor de la Rio, trebuie ca acestea să se aplice în cadrul socio-economic al momentului. Acest cadru se caracterizează prin câteva repere de bază:

- România are un mediu natural eterogen, care, în linii generale, este într-o stare acceptabilă, exceptând unele efecte ale intervențiilor antropice brutale din ultimele decenii;
- asigurarea îmbunătățirii condițiilor de mediu reclamă: oprirea sau reducerea activităților intens poluante, restructurări industriale, refacerea treptată a mediului, începând cu cel natural și prevenirea prin control continuu a oricăror evenimente de natură să afecteze negativ mediul;
- lipsa actuală de fonduri, la nivelul întregii economii, impune ca intervențiile foarte costisitoare să beneficieze de împrumuturi și subvenții, introducerea unor descurajări (amenzi) pentru neluarea unor măsuri, valorificarea deșeurilor.

Astfel, începând cu anul 1993, în România au fost în vigoare mai multe normative și legi privind protecția mediului, începând cu ordinul 462/1993 elaborat de Ministerul Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului care fixează „Norme de limitare a emisiilor de poluanți pentru instalațiile de ardere”.

Astăzi se află în vigoare Legea Protecției Mediului 137 din 26 decembrie 1995, amendată și completată cu hotărâri și ordine ale Guvernului, cele mai recente fiind: HG 128 din 14.02.2002 și HG 162 din 20.02.2002 privind incinerarea deșeurilor; HG 541 LCP din 17.05.2003 privind stabilirea unor măsuri pentru limitarea emisiilor în aer ale anumitor poluanți proveniți din instalații mari de ardere; Ordinul 592 din 25.06.2002 privind stabilirea valorilor limită, a valorilor de prag și a criteriilor și metodelor de evaluare a dioxidului de sulf, dioxidului de azot și oxizilor de azot, pulberilor în suspensie (PM₁₀ și PM_{2,5}), plumbului, benzenului, monoxidului de carbon și ozonului în aerul înconjurător.[10]

Ordinul 592 din 25.06.2002 se aplică la:

- a) măsurarea și evaluarea calității aerului înconjurător în Sistemul național de evaluare și gestionare integrată a calității aerului;
- b) măsurarea și evaluarea calității aerului înconjurător în stațiile de monitorizare a calității aerului care nu fac parte din Rețeaua națională de monitorizare a calității aerului, exploatate de instituții publice sau autoritățile administrației publice locale, de către agenții economici, organizații neguvernamentale sau alte persoane juridice private, în scopul monitorizării impactului poluării atmosferice asupra sănătății populației și mediului.

Toate reglementările cu privire la regulile generale de supraveghere a aerului anterioare Ordinului 592 își încetează aplicarea. Obiectivul acestui normativ este de a preveni, a elimina, a limita deteriorarea, precum și de a îmbunătăți calitatea aerului în vederea evitării efectelor negative asupra sănătății omului și mediului în general, asigurând astfel alinierea la normele internaționale și la reglementările Uniunii Europene. În acest sens prezentul normativ conține prevederi cu privire la:

a) valorile limită pentru dioxid de sulf, dioxid de azot și oxizi de azot, pulberi în suspensie (PM_{10} și $PM_{2,5}$), plumb, benzen și monoxid de carbon în aerul înconjurător și valorile-tintă și obiectivele pe termen lung pentru ozon în aerul înconjurător;

b) pragurile de alertă pentru dioxid de sulf, dioxid de azot și ozon în aerul înconjurător și pragul de informare pentru ozon în aerul înconjurător;

c) evaluarea nivelurilor de dioxid de sulf, dioxid de azot și oxizi de azot, pulberi în suspensie (PM_{10} și $PM_{2,5}$), plumb, benzen, monoxid de carbon și ozon în aerul înconjurător;

d) informațiile ce trebuie comunicate publicului;

e) raportarea datelor rezultate din măsurători.

În acest Ordin sunt prevăzute valorile limită și criteriile de evaluare a oxizilor de azot, dioxidul de sulf, monoxidul de carbon, pulberi în suspensie, plumb, benzen, ozon în imisie, în tabelul 1.1 fiind prezentate (extras) valorile limită și perioadele de raportare pentru speciile de poluanți monitorizați în cercetările experimentale aferente prezentei lucrări.

Tabelul 1.1. Extrase din Ordinul 592 din 25.06.2002

SO₂	Perioada de mediere	Valoarea limită
Valoarea limită orară pentru protecția sănătății umane	1 h	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; a nu se depăși de peste 24 de ori într-un an calendaristic
Valoarea limită zilnică pentru protecția sănătății umane	24 h	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; a nu se depăși de peste 3 ori într-un an calendaristic
Valoarea limită pentru protecția ecosistemelor	An calendaristic și iarna (1 octombrie - 31 martie)	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO, NO₂, NO_x		
1. Valoarea limită orară pentru protecția sănătății umane	1 h	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO ₂ ; a nu se depăși de peste 18 ori într-un an calendaristic
2. Valoarea limită anuală pentru protecția sănătății umane	An calendaristic	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO ₂
PM₁₀		
1. Valoarea limită zilnică pentru protecția sănătății umane	24 h	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM ₁₀ ; a nu se depăși de peste 35 de ori într-un an calendaristic
2. Valoarea limită anuală pentru protecția sănătății umane	An calendaristic	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM ₁₀
CO		
Valoarea limită pentru protecția sănătății umane	Valoarea maximă zilnică a mediilor pe 8 ore*	10 mg/m^3
* - Valoarea maximă zilnică a mediilor pe 8 ore se alege prin examinarea mediilor curente pe 8 ore, calculate din date orare și actualizate din oră în oră. Fiecare medie pe 8 ore astfel calculată se înscrie pentru ziua în care intervalul s-a încheiat, respectiv prima perioadă de calcul pentru o zi începe la ora 17,00 din ziua anterioară și se termină la ora 1,00 din ziua respectivă; ultima perioadă de calcul pentru o zi este perioada de la ora 16,00 la ora 24,00 din ziua respectivă.		

De asemenea, în cadrul Ordinului 592 sau stabilit praguri de alertă pentru două specii de poluanți:

- dioxid de sulf: $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ măsurat timp de 3 ore consecutive în puncte reprezentative pentru calitatea aerului, pe o suprafață de cel puțin 100 km^2 sau pentru o întreagă zonă sau aglomerare, depinde care este mai mică

- dioxid de azot: $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ măsurat timp de 3 ore consecutive în puncte reprezentative pentru calitatea aerului, pe o suprafață de cel puțin 100 km^2 sau pentru o întreagă zonă sau aglomerare, depinde care este mai mică

Concentrațiile maxime admise ale poluanților sunt foarte importante pentru luarea de decizii în domeniul protecției calității aerului, fie că sunt utilizate în evaluări (prin simulare numerică) ale impactului unor instalații industriale asupra mediului, fie că sunt utilizate în supravegherea calității aerului drept niveluri de referință.

Concentrații maxime admise au fost stabilite în numeroase țări, fără însă să existe concordanță deplină între valori pentru unul și același poluant.

Baza pentru fixarea nivelurilor pe care le considerăm acceptabile pentru concentrațiile în aer ale poluanților o constituie observațiile privind aspectele adverse ale noxelor asupra omului. Pot fi luate în considerare și alte limite pentru puritatea aerului, cum ar fi cele ce garantează protecția faunei sau a florei, sau a unor materiale. În continuare este prezentat un exemplu referitor la bioxidul de azot, extras din „Air quality criteria for nitrogen oxides“ (US EPA). Pragul olfactiv (concentrația la care substanța este percepută prin miros) se situează la circa $225 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Expunerea la o concentrație de $9400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ timp de 10 minute are ca efect unele dificultăți respiratorii tranzitorii. Expunerea la $162000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ timp de 30 de minute conduce la edem pulmonar. La concentrații medii zilnice ale oxidului de azot cuprinse între 117 și $205 \mu\text{g}/\text{m}^3$ timp de șase luni, în prezența suspensiilor de nitrați la un nivel maxim de circa $3800 \mu\text{g}/\text{m}^3$, apar îmbolnăviri respiratorii acute. Se poate observa din aceste date că valorile în sine ale concentrației nu spun totul, adică ele ar fi incomplete dacă nu s-ar specifica alte două caracteristici și anume: perioada de mediere a concentrației și perioada de referință (sau de observare). Se poate observa de asemenea că expunerea la poluanții aerului poate fi de două feluri: expuneri de scurtă durată și expuneri de lungă durată. Expunerile de scurtă durată nu sunt specifice experiențelor, ci pot avea loc și în condiții reale, ca de pildă în cazul emisiilor accidentale de substanțe toxice în atmosferă[11].

1.4. Controlul calității aerului.

1.4.1. Obiectivele controlului calității aerului.

„Controlul calității aerului“ este conceptul ce definește procesul de observare și măsurare cantitativă, calitativă și repetitivă a concentrației unuia sau mai multor componente din aer, precum și ai altor indicatori ai stării mediului în concordanță cu un program prestabilit de măsurători în timp și spațiu.

Datele obținute din rețeaua de supraveghere și sistemul de control permit identificarea zonelor poluate și luarea rapidă a măsurilor strategice și tactice de combatere a poluării și de prevenire a accentuării acesteia[12].

Principalele obiective ale unui sistem de supraveghere și control al calității aerului (sistem de monitorizare) sunt:

- ✓ Supravegherea calității aerului, în comparație cu norme înainte stabilite și alarmarea în cazul depășirii accidentale sau sistematice a acestor norme;
- ✓ Identificarea surselor de poluare;
- ✓ Stabilirea poluării de fond și a tendințelor fenomenului de poluare;

- ✓ Previțiuni pe termen scurt, în scopul prevenirii efectelor catastrofale;
- ✓ Identificarea relațiilor cauză – efect în poluarea atmosferei;
- ✓ Evaluarea impactului de mediu a diferiților poluanți în zone strict delimitate;
- ✓ Evaluarea schimbărilor microclimatului (urban în special);
- ✓ Verificarea corectitudinii modelelor fizice și matematice de dispersie a poluanților gazoși și a particulelor solide în atmosferă.

1.4.2. Elaborarea sistemului de control al calității aerului.

Proiectarea unui sistem de control al calității aerului necesită câteva etape de elaborare. În primul rând trebuie stabilite foarte bine obiectivele programului de supraveghere precum și natura și mărimea erorilor care pot fi tolerate.

Concentrațiile de poluanți se modifică în spațiu și timp, pe o suprafață dată și este imposibil să se determine respectarea normelor privind calitatea aerului în fiecare loc din zona respectivă. Din această cauză măsurătorile trebuie tratate ca mostre pentru evaluarea în spațiu și timp a poluării. Suma dintre erorile datorate numărului finit de măsurători și erorile datorate imperfecțiunii aparatelor de măsurare dă o eroare globală care determină gradul de precizie a evaluării calității aerului. Această eroare globală nu trebuie să depășească eroarea maximă stabilită inițial în condițiile de proiectare[13].

În proiectarea și stabilirea unei rețele de supraveghere a calității aerului trebuie ținut cont de întreg ansamblul de factori determinanți ai calității aerului.

Etapile ce trebuie urmate în proiectarea unui astfel de sistem sunt:

- selectarea componentelor ce se doresc a fi măsurate într-o anumită zonă;
- stabilirea tipului fiecărui punct de măsurare – fix sau mobil;
- localizarea fiecărui punct de măsurare fix;
- selectarea instrumentației adecvate fiecărui punct de măsurare;
- determinarea frecvenței măsurătorilor;
- stabilirea tehnicilor de analiză;
- dezvoltarea unui subsistem de măsurare a datelor;
- dezvoltarea unui subsistem de transmisie și stocare centralizată a datelor;
- dezvoltarea unui sistem de analiză și interpretare a datelor.

Pentru a parcurge aceste etape, sunt necesare din start o mulțime de informații privind specificul zonei analizate și condițiile în care va funcționa rețeaua. Cele mai importante informații necesare sunt[14]:

- un inventar al surselor de poluare atmosferică, cu stabilirea caracterului acestora, surse fixe, surse mobile, surse de suprafață mare, surse permanente, surse ocazionale etc.;
- condițiile meteorologice, în special cele referitoare la direcția vânturilor dominante, a gradului de însorire și a posibilității apariției fenomenului de inversiune termică;
- relieful și topografia zonei;
- locurile în care poluarea aerului este evidentă și efectele acesteia în respectivul loc;
- informații privind realizarea de măsurători, în prezent sau în trecut, a calității aerului în zonă.

1.4.3. Metode de abordare.

Funcție de obiectivele stabilite pentru controlul calității aerului se alege un anumit mod de abordare a problemei cum ar fi [15]:

1. *O abordare specifică regiunii studiate*, prin împărțirea pe zone, considerate omogene din punct de vedere al folosirii pământului, emisiilor poluante, densității populației și condițiilor topografice. În fiecare zonă se determină concentrațiile de noxe și, pe baza unui model de circulație a aerului în regiune, se evaluează impactul poluanților în diferite puncte.

2. *O abordare statistică*, bazată pe analiza corelațiilor spațiale și temporale ale datelor măsurate de stațiile existente sau pe analiza modificărilor parametrilor poluării, determinați de o stație pilot de supraveghere, aflată în stare de funcționare în zonă. Tehnicile statistice folosite uzual sunt: criteriul distanței, coeficientul de variație geografică, analiza corelațiilor, analiza componentelor principale.

3. *O abordare tip grilă* care necesită un număr mare de măsurători în puncte uniform repartizate în teritoriu, aflate la intersecția dreptelor ce formează o grilă rectangulară, stabilită pe considerente de densitate a populației în zonă. Această abordare este folosită pentru stabilirea pozițiilor stațiilor pilot de supraveghere, folosind stații mobile.

4. *O abordare după un model* matematic și fizic care necesită cunoașterea valorilor exacte ale intensității surselor de poluare, ale duratei de emisie și ale condițiilor meteorologice în care are loc emisia. Prin aplicarea modelului matematic de dispersare a poluanților se evaluează concentrația acestora la distanță.

5. *O abordare empirică*, care implică realizarea de măsurători de-a lungul unui anumit traseu, stabilit inițial. Această abordare este convenabilă în evaluarea poluării pe arterele rutiere de trafic intens din zonele urbane.

Totuși cea mai bună strategie, pentru realizarea unei rețele eficiente de măsurare a distribuțiilor spațiale și temporale ale poluanților atmosferici, este o combinație a abordărilor specificate mai sus.

1.4.4. Controlul calității aerului în zona centralelor termoelectrice.

Dintre toate activitățile umane producția și consumul de energie electrică și termică sunt cele mai importante, în ceea ce privește impactul asupra mediului înconjurător în general și asupra calității aerului atmosferic.

Prezența masivă a bioxidului de sulf în atmosfera regiunilor cu mari centrale termoelectrice care funcționează pe cărbune sau păcură și în regiunile puternic industrializate (intens populate) este principala cauză a ploilor acide care cad în aceste regiuni și în zonele învecinate [15].

Producerea de energie electrică și termică pe bază de combustibili fosili are un puternic impact asupra mediului înconjurător, în special asupra atmosferei. Evaluarea acestui impact, împreună cu studiul eficienței economice a folosirii unui anumit combustibil și studiul eficienței consumului de energie (electrică și termică) trebuie să fie elemente de bază în conceperea unei politici energetice, în cadrul unui program de dezvoltare durabilă.

În evaluarea prețului de cost al energiei produse pe o anumită cale trebuie luate în considerare și efectele asupra mediului înconjurător și asupra sănătății oamenilor.

În cazul determinării calității aerului în zona centralelor termoenergetice este necesară o abordare specifică a regiunii îmbinată cu o abordare după un model matematic și fizic. Aceasta necesită:

- cunoașterea valorilor exacte ale intensităților surselor de poluare majoră, ale duratei de emisie și ale condițiilor meteorologice în care are loc emisia;
- împărțirea în zone considerate omogene din diferite puncte de vedere;
- evaluarea concentrațiilor de poluanți în diferite puncte pe baza modelului matematic de dispersie a acestora și modelului de circulație a aerului în regiune;
- urmărirea în timp a concentrațiilor de noxe în fiecare zonă;
- compararea mărimilor măsurate cu cele evaluate și corectarea modelelor matematice și fizice;
- evaluarea impactului poluanților în diferite puncte ale zonei de interes.

În figura 1.4 este prezentat, schematic, sistemul de monitorizarea aerului atmosferic în zona de influență a unei centrale termoelectrice. Măsurarea la sursă și eficientizarea arderii se face cu ajutorul analizoarelor automate de gaze de ardere (de tip TESTO, de exemplu), măsurarea în imediata vecinătate se realizează cu o rețea de supraveghere a calității aerului (spre exemplu cu senzori electrochimici SIEGER) iar măsurarea în zonele rezidențiale se realizează cu laboratoare mobile de determinare a calității aerului. Rezultatele măsurătorilor sunt transmise, analizate și stocate la un centru de monitorizare a calității aerului[6].

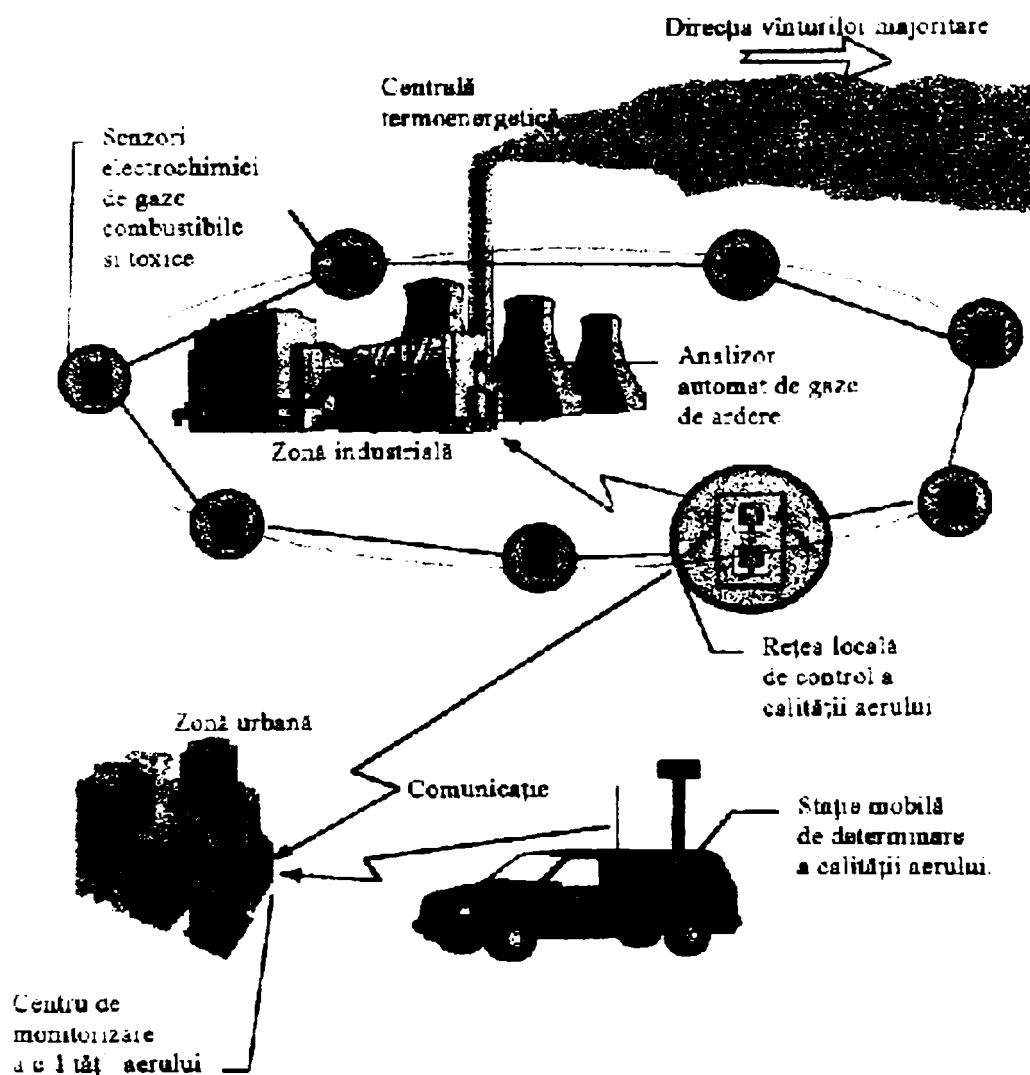


Fig.1.4. Sistem de monitorizare a calității aerului în zona centralelor termoelectrice

1.4.5. Controlul calității aerului în zone urbane

În ceea ce privește poluarea aerului în zonele urbane circa 50% din noxele emise se datorează traficului, chiar mult mai mult în zonele urbane lipsite de mari poluatori industriali. Controlul calității aerului în acest caz se face printr-un lanț de stații fixe, plasate în locurile cel mai intens poluate, cum ar fi: intersecțiile sau marile artere cu trafic intens. Se monitorizează în mod special poluanții SO_x , NO_x , CO, PM, O_3 și HC. Toate stațiile sunt echipate cu sisteme proprii de culegere a datelor meteorologice. Datele înregistrate de stațiile de pe teren sunt transmise la un centru de analiză și calcul, unde, în urma analizei, se iau decizii în ceea ce privește structura traficului. În figura 1.5 este prezentată stația mobilă a T.U.Graz, Austria, amplasată pentru măsurare într-o intersecție a orașului.



Fig. 1.5. Stația mobilă de monitorizare a calității aerului de la T.U. Graz, Austria

În ceea ce privește monitorizarea calității aerului pentru zone rezidențiale situația este similară, cu observația că stația de măsurare nu poate face deosebirea între noxele emise pe țevile de eșapament și noxele emise pe coșurile locuințelor. Pentru a stabili impactul sistemelor individuale de încălzire se pot alege două căi: fie se măsoară emisia la fiecare coș în parte, fie se investighează sursele de emisii statistic, funcție de tipul combustibilului utilizat, puterea cazanelor, timpii de funcționare, etc. rezultatele astfel obținute fiind apoi rulate într-un program de simulare a dispersiei noxelor. Este evident că prima soluție este nerealistă datorită volumului foarte mare de muncă necesar (pot fi mii de coșuri), rămânându-ne a doua soluție, întocmirea unei situații statistice a poluanților casnici[60].

2. Originea și formarea poluanților.

Cele mai importante grupe de surse de poluare antropogenice sunt arderea în procesele industriale, traficul auto, sistemele individuale de încălzire a locuințelor, buteliile cu spray, etc.

Majoritatea poluanților sunt produsul proceselor de ardere din marile centrale termice și centralelor de apartament și a arderii combustibilului în motoarele cu ardere internă, motiv pentru care aceste surse (industrie și trafic auto) sunt în prim planul oricărei cercetări legate de calitatea aerului[5, 21].

Principala metodă de obținere a energiei termice și electrice este arderea în focare a combustibililor fosili, în urma proceselor de ardere rezultând o varietate de substanțe ce poluează aerul. În diagrama 2.1 sunt prezentate sintetic cele mai importante dintre aceste substanțe și factorii care conduc la apariția acestora. Aceeași diagramă este în mare parte valabilă și în cazul arderii combustibililor în motoarele cu ardere internă (benzină și motorină), cu mențiunea că acești combustibili conțin mai puține impurități[19].

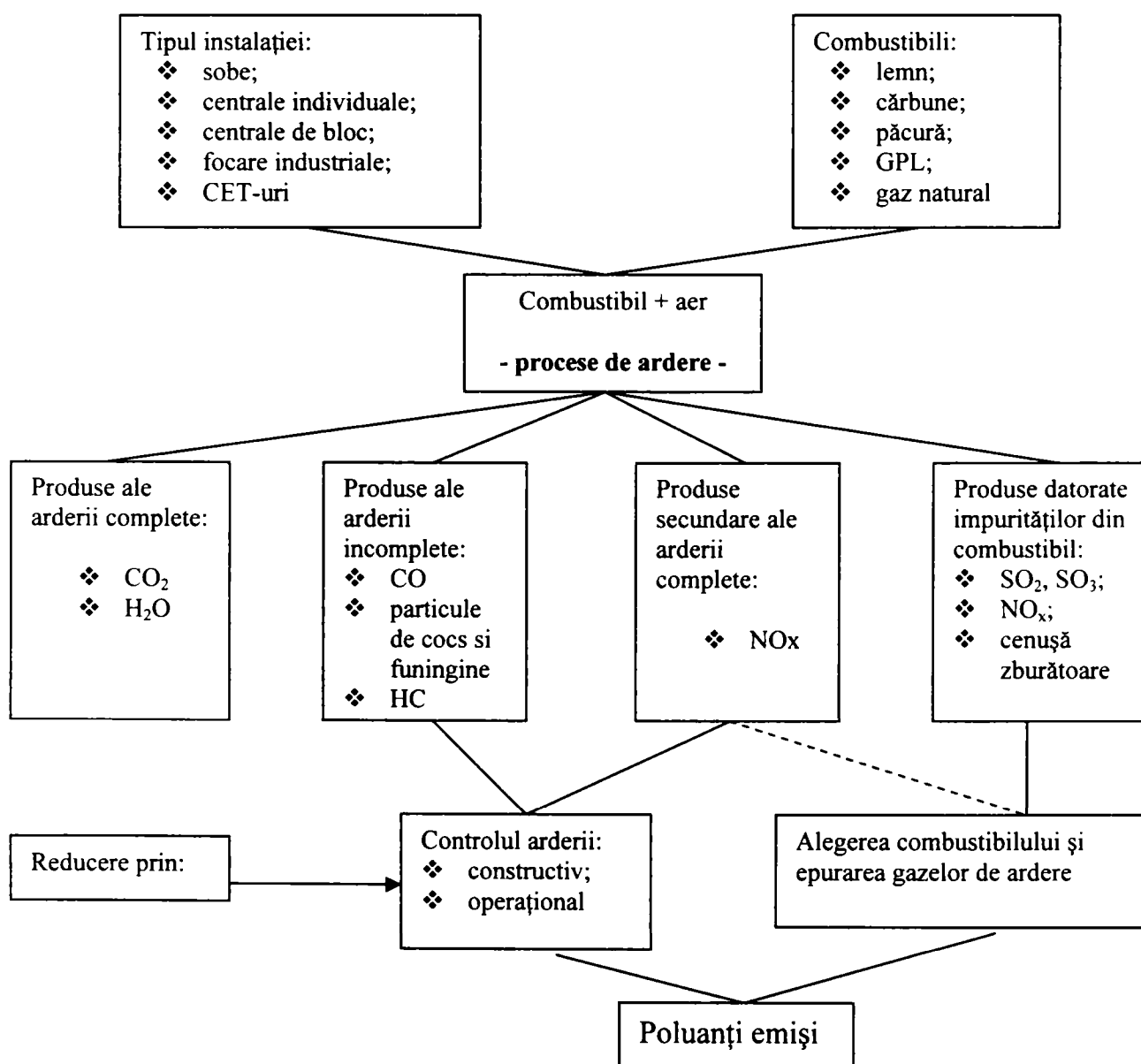
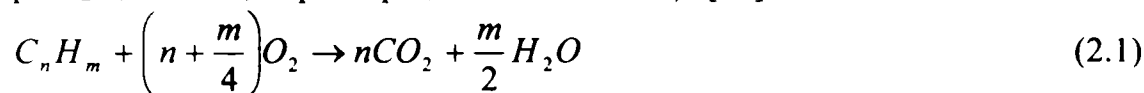


Figura 2.1. Surse și produse ale poluării antropogene.

Combustibilii fosili lichizi, gazoși și solizi sunt în principal formați din compuși ai hidrocarburi cu diferite rapoarte C/H.

În timpul arderii complete carbonul din combustibil reacționează cu oxigenul pentru a forma bioxid de carbon CO_2 și hidrogenul reacționează cu oxigenul pentru a forma apa H_2O , urmând, în principiu, următoarea reacție[12]:



Pentru realizarea arderii complete este necesară însă realizarea unui exces de aer corespunzător în focar, care depinde în principal de combustibilul folosit, procedeul de ardere și forma focarului. Lipsa aerului în zone ale focarului conduce la ardere incompletă și o emisie poluatoare mai consistentă. Pe lângă acest factor arderea incompletă mai este favorizată și de:

- amestec necorespunzător aer-combustibil (lipsă locală de aer);
- insuficienta pulverizare a combustibililor solizi sau insuficienta atomizare a combustibililor lichizi;
- răcirea bruscă a flăcării în apropierea pereților focarului;
- staționarea pentru un timp prea scurt a amestecului combustibil în zona de temperatură înaltă;
- flacără instabilă, etc.

2.1. Monoxidul de carbon

Monoxidul de carbon (CO) este un produs intermediar al proceselor de ardere, produsul final fiind CO_2 . Oxidarea CO necesită o așa-numită temperatură de aprindere de minimum 990 K, iar pentru o ardere completă un timp suficient de staționare în zone cu temperaturi de minim 990 K. Dacă temperatura de ardere este scăzută și timpul de staționare în flacără insuficient sau dacă există zone în care lipsește sau este prea puțin aer, o parte din CO nu se oxidează și este evacuat în atmosferă.

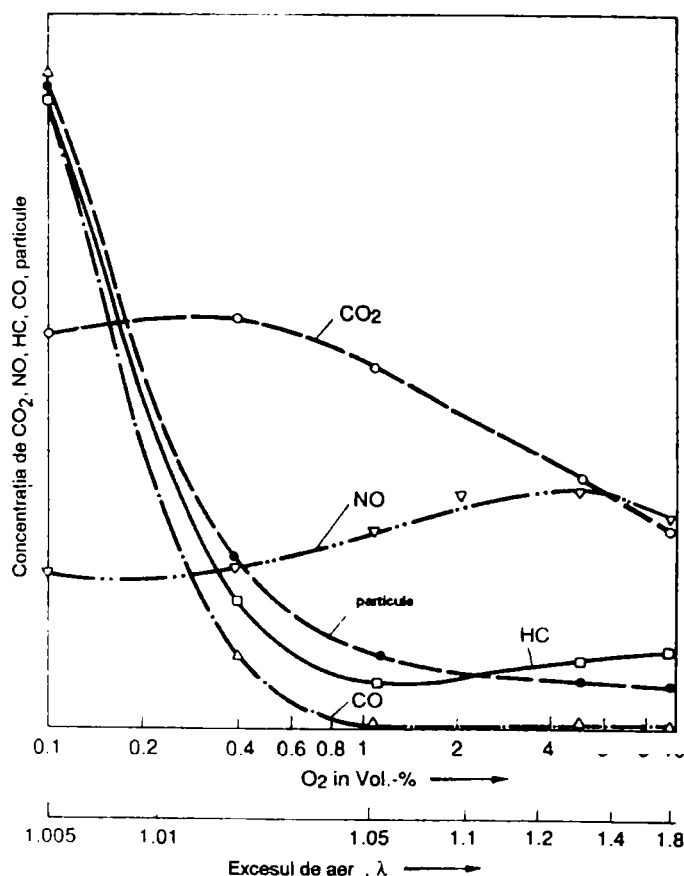


Figura 2.2. Dependenta concentrației de CO, CO₂, NO, HC și particule solide in gazele de ardere uscate in funcție de coeficientul excesului de ardere la arderea păcurii [19,20]

În figura 2.2 este prezentată spre exemplificare dependență emisiilor de CO de coeficientul excesului de aer λ și a conținutului de oxigen în timpul arderii păcurii. După cum se observă CO neoxidat crește rapid în lipsa aerului. De asemenea formarea particulelor solide și HC se intensifică cu scăderea coeficientului de exces de aer în zona arderii.

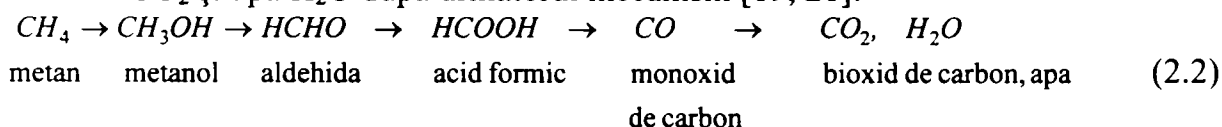
Care trebuie să fie valoarea coeficientului excesului de aer pentru ca arderea să fie completă depinde de temperatura de ardere, de timpul de ardere și de calitatea amestecului aer – combustibil.

În cazul instalațiilor de ardere cu încărcare manuală sau periodică condițiile de ardere se schimbă periodic. La încărcare flacăra este intensă și temperatura de ardere ridicată însă conținutul de aer scăzut, volumul de CO emis la coș fiind ridicat. În stadiile mai târzii ale arderii cantitatea de combustibil arde și crește excesul de aer conducând din nou la o creștere a emisiei de CO.

2.2. Hidrocarburile.

Dacă hidrocarburile nu sunt complet oxidate în timpul arderii, în gazele de ardere evacuate pot să apară diferite substanțe ca alcoolii, aldehide sau acizi organici.

În cazul unor condiții de oxidare stabile hidrocarburile se pot transforma în bioxid de carbon CO_2 și apă H_2O după următorul mecanism [19, 21]:



În timpul arderii incomplete sau în cazul unui amestec aer – combustibil în flacăra insuficient o parte de combustibil poate scăpa nears, antrenat de gazele de ardere evacuate. În cazul în care hidrocarburile nearse nu sunt evacuate ci, din contră, sunt captive în focar în zone lipsite sau cu foarte puțin aer apare fenomenul de descompunere termică (piroliză). Acest proces conduce la formarea de noi hidrocarburi (care nu au existat inițial în combustibil) prin separarea atomilor de hidrogen. Așa se formează hidrocarburile aromatice (benzen, toluen, etc.) și hidrocarburile aromatice policiclice, multe dintre ele fiind cunoscute ca fiind cancerigene.

Chiar dacă aceste subproduse sunt prezente în cantități mici în gazele evacuate ele sunt caracterizate de un miros dezagreabil. Ele apar în fumul de țigară, în gazele de evacuare ale instalațiilor de ardere și a motoarelor cu ardere internă însă incidența cea mai mare s-a observat la motoarele diesel.

2.3. Particule. Funinginea.

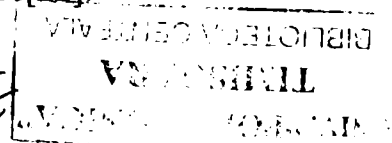
Procesul de formare al funinginii este identic cu cel de formare al hidrocarburilor policiclice aromatice. Dacă pe parcursul acestui proces hidrogenul este „rupt” din lanț se formează funinginea. Ea este formată în principal din aglomerări de carbon și parțial hidrocarburi.

Formarea funinginii este favorizată de lipsa oxigenului în baza flăcării, de amestecul combustibil – aer necorespunzător și de temperaturi înalte în această fază. De asemenea formarea funinginii depinde și de combustibilul folosit.

Fumul emis de instalațiile de ardere și de țevile de eșapament ale automobilelor este vizibil datorită particulelor solide și a picăturilor de apă aflate în suspensie în gazele de ardere evacuate. Particulele fine în amestec cu gazul purtător – gaze de ardere sau aer – poartă și denumirea de aerosoli au o importanță deosebită deoarece[22]:

6hh.712

369 E



- au masă redusă dar suprafață mare;
- sunt respirabile; pot avea efect toxic în sistemul respirator sau pot transporta în plămâni substanțe toxice datorită proprietății lor absorbante;
- majoritatea dispozitivelor de reținere a particulelor din gazele evacuate au o eficiență redusă în reținerea particulelor fine.

Un procentaj mare din aceste particule își au originea în procesul de ardere, formarea lor depinzând, în principal, de următorii factori:

- tipul de combustibil: gazos, păcură, cărbune, lemn, etc.;
- modul de preparare al combustibilului în vederea arderii;
- condițiile de ardere: temperatura flăcării, amestecul aer-combustibil, cantitatea de oxigen disponibil pentru ardere.

Particulele pot fi formate din următoarele componente:

- funingine;
- hidrocarburi condensate;
- cenușă;
- carbon nears.

La începutul arderii cărbunelui (în stare de praf) materiile volatile sunt primele eliberate în timp ce componentele minerale rămân aproape în totalitate nearse, vezi figura 3. Particulele mari de 1 – 20 μm se formează prin aglomerarea incluziunilor minerale pe suprafața particulelor de cocs aprins. În timpul fragmentării fiecărei particule de cocs se generează 3 – 5 particule mari de cenușă cu diametrul cuprins între 10 – 20 μm și un număr mare de particule cu diametrul de 1 – 3 μm . Particulele mai mici de 0.1 μm se formează în urma vaporizării și recondensării unei părți din componentele minerale din stratul limită ce înconjoară grăuntele de cărbune aprins. În condițiile arderii la temperaturi de 1400 – 1600 $^{\circ}\text{C}$ aproximativ 1% din componentele minerale se vaporizează conducând la vapori ca Na, As, Sb, Fe, Mg și SiO. După ce aceștia difuzează din statul limită de ardere a grăuntelui de cărbune în zone cu un conținut mai ridicat de oxigen, acești vapori se oxidează (nucleație omogenă) conducând la formarea unui număr mare de particule foarte fine iar prin coagularea acestor particule foarte fine se formează particule de 0.1 – 1 μm ce vor fi transportate de gazele de ardere evacuate la coș[19, 23].

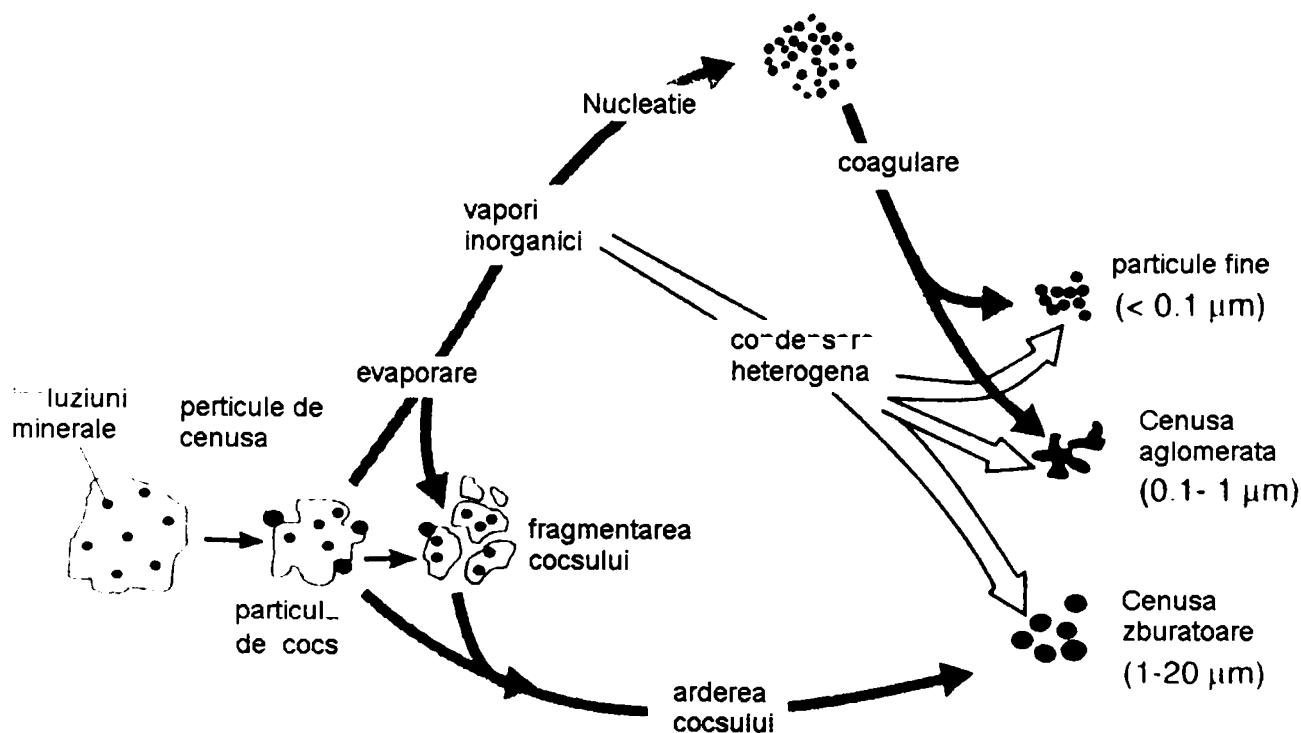


Figura 2.3. Formarea particulelor la arderea cărbunelui pulverizat

2.4. Compuși ai sulfului.

Bioxidul de sulf se formează pe durata arderii combustibililor minerali ce conțin sulf sau compuși ai sulfului. La formarea combustibililor minerali – cărbune, petrol, gaz natural – compuși ai azotului și sulfului au găsit o cale de a pătrunde în compoziția acestora prin intermediul aminoacizilor, compuși fundamentali ai proteinelor vegetale.

În cazul țițeiului, unde carbonul apare exclusiv sub formă de hidrocarburi, compușii sulfului apar sub formă organică, cum ar fi mercaptanul. Conținutul de sulf al petrolului depinde de originea acestuia, cum reiese din figura 2.4., în care cu negru este reprezentat conținutul de sulf iar cu gri conținutul de vanadiu al țițeiului[12].

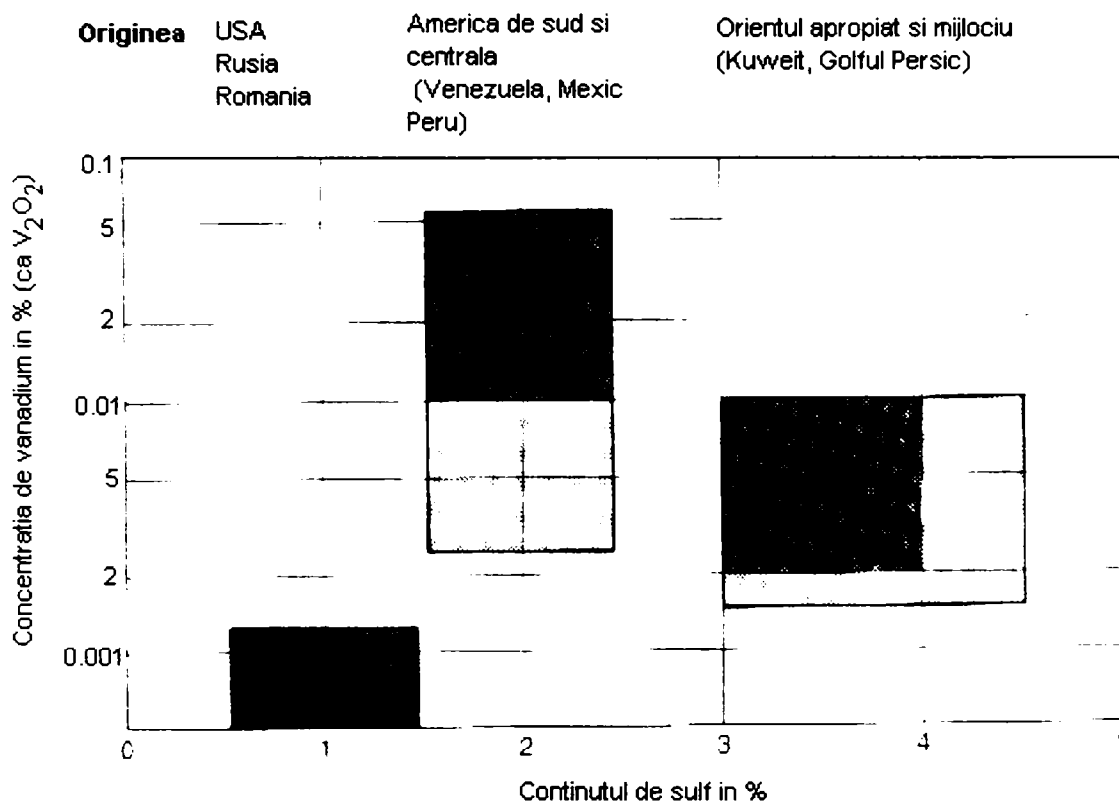
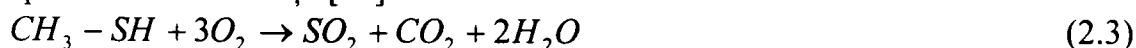


Figura 2.4. Conținutul de sulf al țițeiului, în diferite zăcăminte

În ceea ce privește gazul natural acesta are un conținut scăzut de sulf, de maxim 1 %, aflat în cea mai mare parte sub formă de H_2S (hidrogen sulfurat) care este însă înlăturată prin spălarea gazului în soluții alcaline sau soluții de amine înainte de distribuția în rețea.

Dacă sulful conținut de combustibil este ars în totalitate se formează bioxid de sulf (SO_2) după următoarea reacție[23]:



SO_2 este un gaz incolor cu miros înțepător și poate fi detectat în aer prin miros de la aproximativ $0.6 - 1 \text{ mg/m}^3$.

În timpul arderii incomplete, în lipsa aerului, se poate forma (din sulful conținut de combustibil) sulful elementar (S) și hidrogen sulfurat (H_2S), depinzând și de cât de ridicată este temperatura.



Hidrogenul sulfurat apare mai ales la arderea lignitului în instalații de ardere și este ușor sesizabil prin mirosul de ouă clocite chiar de la un nivel de 0.002 mg/m^3 . De asemenea și gazele extrase din unele zăcăminte conțin hidrogen sulfurat (Lacq – Franța, circa 15.45, Bibești Gorj – România, circa 5.17%, Romeglen Rimbey – Canada, circa

3.3%) substanță corozivă mai ales în prezența vaporilor de apă existenți întotdeauna în gazele naturale. Din această cauză, încă de la extracție, gazele care conțin hidrogen sulfurat sunt tratate în vederea eliminării acestui component. Gazele naturale provenite din zăcămintele românești, dar și cele importante din fosta URSS nu conțin compuși cu sulf.

Emisii de H_2S apar și la automobilele echipate cu catalizator. Când motorul funcționează cu amestec bogat excesiv, cu încărcare mare, compușii sulfului pot fi reduși la H_2S , producând un miros dezagreabil.

Pe durata arderii sau pe canalele de gaze bioxidul de sulf SO_2 poate fi oxidat în anhidridă sulfuroasă SO_3 . În combinație cu vaporii de apă aceasta formează acid sulfuric H_2SO_4 .

Conversia SO_2 în SO_3 are loc atât în flacără (în cazul unui exces mare de oxigen) cât și pe traseul gazelor de ardere, în prezența oxizilor de vanadiu și chiar de fier, care joacă rol de catalizator, mai ales la temperaturi de peste $800\text{ }^\circ\text{C}$. Astfel, pe traseul gazelor de ardere, în prezența vaporilor de apă, SO_3 se poate transforma în acid sulfuric H_2SO_4 , conducând la degradarea instalației prin corodare.



Anhidrida sulfuroasă, ajunsă în atmosferă, în perioadele de ceață și zile foarte umede se combină cu vaporii de apă și formează acidul sulfuric. Gradul de transformare poate ajunge până la 15.7%[5].

2.5. Oxizi de azot.

Oxizi de azot (NO_x) se formează în timpul procesului de ardere, la temperaturi înalte, prin oxidarea azotului din aerul de ardere și a azotului din combustibil. Într-o primă fază se formează oxidul de azot NO , în timp de bioxidul de azot NO_2 după ardere, când există mai mult oxigen și în atmosferă. Cantități mari de NO_2 sunt emise în cazul funcționării motoarelor diesel și a turbinelor cu gaz în sarcină redusă. Emisia de oxizi de azot se exprimă sub forma NO_x , deoarece, chiar dacă în flacără se formează cu precădere NO (aproximativ 95% din totalul oxizilor de azot), ulterior, în canalele de gaze și în atmosferă acesta se transformă în bioxid de azot NO_2 .

Există trei mecanisme de formare a oxizilor de azot:

- mecanismul termic de formare a oxidului de azot din aerul necesar arderii;
- mecanismul de formare a oxidului de azot din azotul existent în combustibil;
- mecanismul prompt de formare al oxidului de azot (timpuriu).

Aceste mecanisme sunt determinate de condiții particulare de ardere, temperatură, timp de staționare în flacără, concentrația oxigenului și de tipul de combustibil.

2.5.1. Mecanismul termic de formare al oxizilor de azot.

Acest mecanism a fost studiat de Zeldovici. Pentru acest tip de mecanism de formare a NO este responsabilă concentrația atomilor de oxigen liberi în timpul și după ardere. O dată cu creșterea temperaturii peste $1300\text{ }^\circ\text{C}$ crește și concentrația de oxigen O prin disocierea O_2 . În zone ale flăcării cu concentrație mare de oxigen sau în canalele de evacuare au loc următoarele două reacții[12,5]:



În zone cu ardere cu amestec bogat și la temperaturi de peste $1300\text{ }^\circ\text{C}$ are loc următoarea reacție:



Cantitatea de NO ce se formează prin acest mecanism este influențată de următorii factori:

- excesul de aer (λ) în flacără; emisia de NO scade cu scăderea excesului de aer;
- temperatura; emisia de NO crește (prin disocierea O_2) cu creșterea temperaturii;
- timpul de staționare a amestecului de gaze în zone cu temperaturi înalte; emisia de NO scade cu scăderea timpului de staționare.

Influența excesului de aer λ și a temperaturii de ardere asupra formării NO este prezentată în figura 2.5, ca rezultat a unor încercări de ardere a gazului natural în condiții de laborator [12].

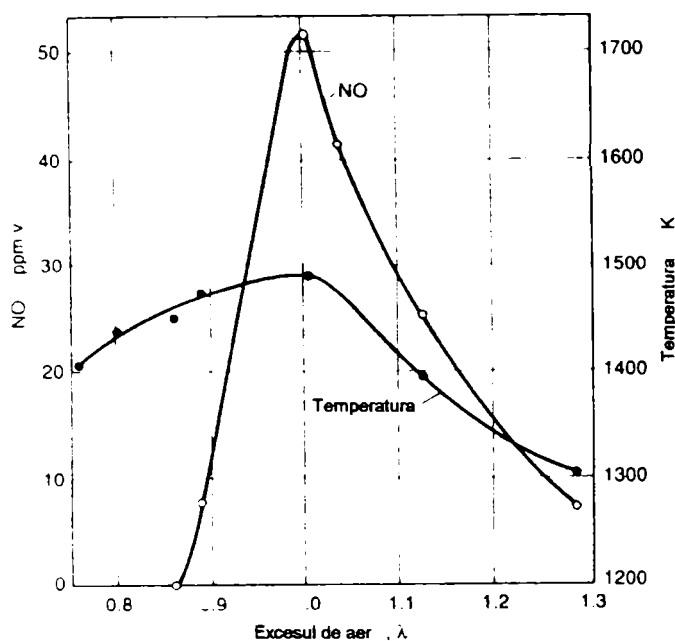


Figura 2.5.
Variația NO cu λ și temperatura [19]

Se poate observa că la creșteri mici ale excesului de aer se înregistrează creșteri rapide și majore ale emisieii de NO. Când flacăra este „răcită” de aerul introdus emisia de NO scade. Observațiile au fost făcute asupra unei flăcări ideale (arderea completă la $\lambda = 1$) obținută în laborator, condiții care nu se regăsesc în procesele de ardere industriale însă tendințele sunt aceleași [12].

În cazul instalațiilor mari de ardere staționare, la focarele cu evacuarea cenușii în stare uscată (pulverulentă), contribuția acestui mecanism este de aproximativ 20 % din cantitatea totală de oxizi de azot formată.

La focarele cu evacuarea cenușii în stare lichidă, procentul este mai ridicat, de până la 50 %. În cazul arderii păcurii sau a gazelor naturale, se poate conta pe o contribuție tot de circa 50 %, sau poate chiar ceva mai mare. Foarte importantă este valoarea coeficientului excesului de aer λ .

Un alt factor care influențează formarea de NO termic este *timpul de reacție*. Reacția, destul de complicată, decurge lent. Până la atingerea unei concentrații de echilibru - ea însăși dependentă de temperatură - se scurge un anumit timp.

Dacă se reușește scoaterea rapidă (bruscă) a reactanților din zona de reacție, înainte de a se atinge echilibrul, și trecerea acestora într-o zonă cu temperatură mai scăzută, se va produce mai puțin monoxid de azot termic, decât dacă acesta s-ar forma, în mod obișnuit, la temperatura de ardere.

Din cele prezentate rezultă următoarele considerații:

- formarea monoxidului de azot termic va avea loc acolo unde arderea decurge la temperaturi de peste 1300 °C;
- în focarele cu încărcare termică ridicată se va forma mai mult NO termic, decât în cele cu încărcare termică scăzută, datorită temperaturilor de ardere ridicate;

- o reducere minoră a temperaturii de ardere în focarele cu încărcare termică ridicată determină o reducere mult mai mare a cantității de monoxid de azot termic formată, comparativ cu situația în care aceeași măsură se ia pentru focarele cu încărcare termică mai scăzută. Explicația este legată de legea dependenței exponențiale a fenomenului de parametrul temperatură;

- dacă o flacără este răcită rapid, nu se atinge echilibrul pentru reacția de formare a monoxidului de azot termic;

- având în vedere că timpul pentru formarea monoxidului de azot este diferit pentru fiecare instalație, măsurile primare pentru reducerea formării de NO_x termic sunt specifice.

2.5.2. Mecanismul prompt de formare a oxizilor de azot.

În zonele de ardere cu conținut scăzut de oxigen se poate forma NO prin reacțiile dintre azotul molecular N₂ și radicali de tip CH și CN. Acest fenomen, de formare a NO prompt, a fost descoperit de Fenimore. Se consideră că următoarele reacții conduc la formarea NO prompt [5, 12]:



unde R – reziduu organic, reacția este generală, putând să apară pentru compuși ai azotului de tip HCN sau CN

Principali factori care influențează formarea oxidului de azot prompt sunt concentrația oxigenului atomic și coeficientul excesului de aer.

Cum formarea azotului atomic și a compușilor CN este posibilă doar în zone cu condiții substoichiometrice de ardere se poate considera că aportul acestui mecanism la formarea cantității totale de oxid de azot este neglijabil[12].

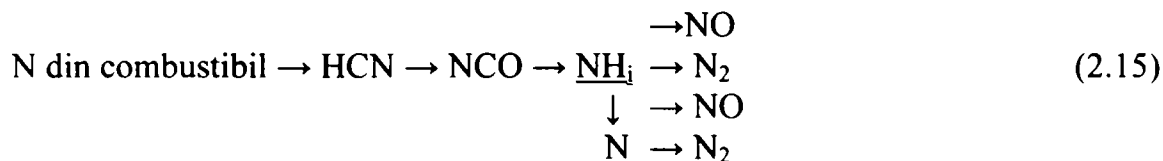
2.5.3. Mecanismul formării oxizilor de azot din azotul existent în combustibil.

Oxidul de azot provenit din azotul existent în combustibil se formează tot în flacără, după un *mecanism complex*, parțial necunoscut. Se știe că, mai întâi, iau naștere radicalii de forma CN, a căror evoluție în prezența oxigenului conduce la formarea de NO. Principali factori care determină cantitatea de NO formată sunt: *conținutul de azot al combustibilului, concentrația de oxigen în flăcără, timpul de reacție și temperatura flăcării.*

Mecanismul de formare a oxidului de azot termic este *mult mai lent* decât cel de formare a oxidului de azot prompt. Formarea monoxidului de azot din azotul conținut în combustibil decurge ceva mai repede decât formarea monoxidului de azot termic, dar *considerabil mai încet* decât formarea de monoxid de azot prompt.

Compușii pe bază de azot din combustibil provin din descompunerea proteinelor și a acidului nucleic din materialul fosil. Este vorba, în primul rând, de *compuși alifatici* ca aminele primare, secundare sau terțiare (RNH₂, R₁R₂NH, R₁R₂R₃N) sau compuși aromatici ca piridina (C₅H₅N) și pirolul (C₄H₅N).

Mecanismul complicat ce stă la baza formării de NO din azotul existent în combustibil se prezintă schematic astfel:



Se observă că din azotul conținut de combustibil se formează compuși secundari de genul HCN, NH, și/sau CN. Aceștia vor reacționa formând NO, respectiv N₂.

Energia de activare pentru producerea de azot molecular N₂ este cu puțin inferioară celei necesare pentru formarea de monoxid de azot (NO). Această diferență minimă, de numai 21-35 kJ/mol, explică influența redusă pe care o are temperatura în aceste două mecanisme.

Având în vedere valoarea redusă a energiilor de activare necesare în reacția de formare a NO din azotul conținut în combustibil, pe de o parte, respectiv influența minimă a temperaturii, pe de altă parte, se poate considera că procesul de formarea monoxidului de azot este încheiat, imediat în spatele flăcării.

În figura 2.6 este ilustrată influența temperaturii de ardere și concordanța cu cele trei mecanisme de formare a oxidului de azot, în care curbele superioare și inferioare definesc domeniul de formare a NO termic și din combustibil.

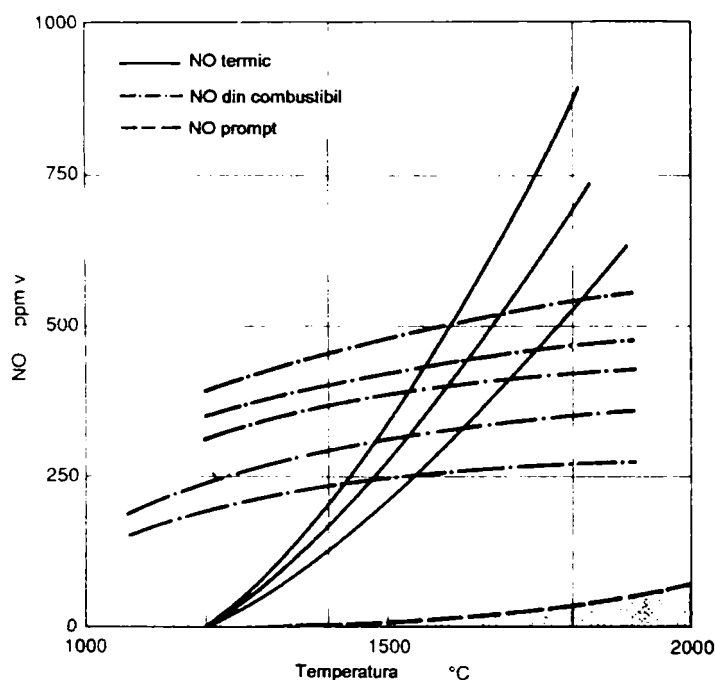


Figura 2.6. Dependenta de temperatură a mecanismelor de formare a NO[12], în care curbele delimitează domeniile de influență.

Parametrii importanți de influență pentru acest mecanism sunt concentrația de oxigen și conținutul inițial de azot existent, sub forma diferitelor combinații, în combustibil.

3. Poluanții în atmosferă.

După ce sunt emiși în atmosferă asupra poluanților acționează diferiți factori (difuzie, transport, factori meteorologici, reacții chimice, etc.) conducând la transformarea acestora și chiar la formarea de noi substanțe poluante. Astfel, după ce poluantul este eliberat în atmosfera, nu mai putem vorbi de *emisii* poluante ci de *imisii* poluante. Ca urmare, dacă emisia caracterizează impactul pe care sursa o are asupra mediului, imisia caracterizează calitatea aerului atmosferic, după ce asupra poluantului emis au acționat factorii enumerați mai sus.

În figura 3.1 este sintetizată relația între emisii și calitatea aerului (imisii). Deși situația prezentată este caracteristică traficului rutier, schema din figura de mai jos se poate aplica și altor surse de emisie cum ar fi sectorul industrial sau încălzirea locuințelor.

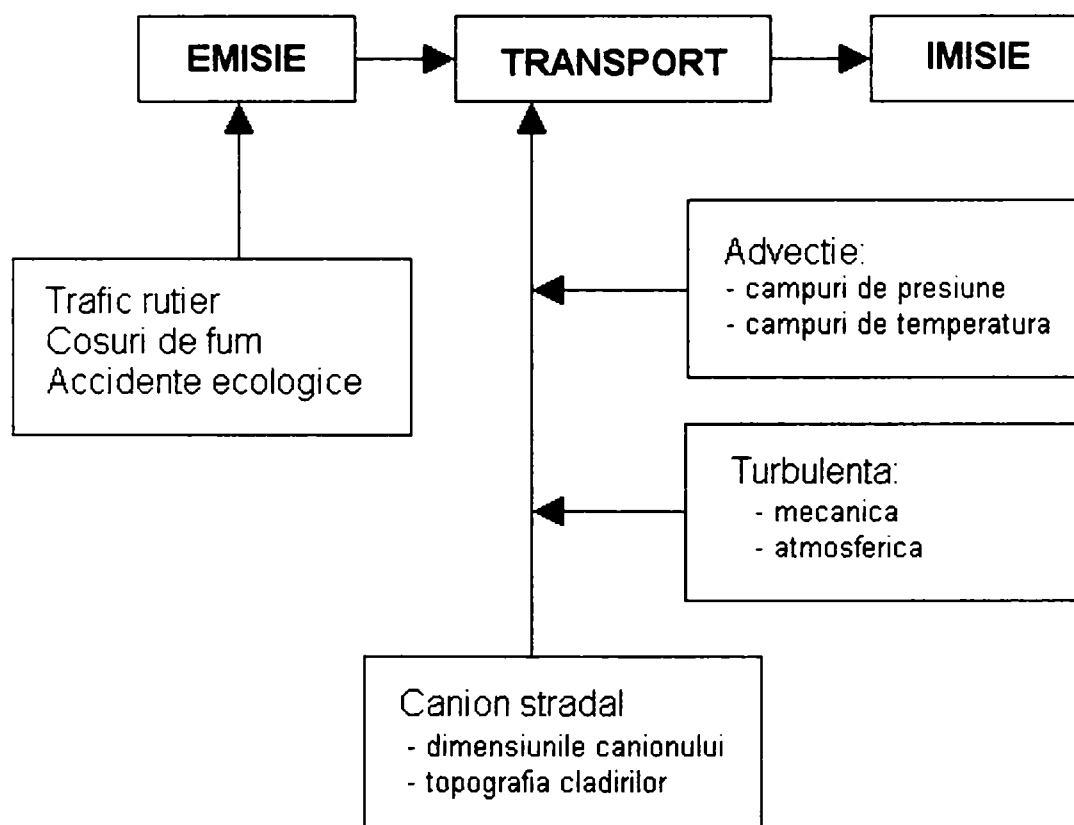


Figura 3.1. Relația emisie – imisie.

Sursa emițătoare este vehiculul în sine. Poluanții sunt emiși fie sub formă de gaze de ardere fie sub formă de gaze evaporative (din rezervorul de combustibil). Pe lângă acestea emisii poluante mai sunt și particule desprinse din anvelope, pierderi de lichid de frână, desprinderi de particule de pe plăcuțele de frână, etc. Valoarea emisiei depinde de tipul de autovehicul (vehicule ușoare sau grele, Diesel sau Otto, cu catalizator sau nu, putere motor,...) de comportarea în trafic (ralanti, accelerări, frânări,...) de volumul de trafic rutier, de condițiile de mediu și de mulți alți parametrii.

Transmiterea și dispersarea poluanților de la sursă la receptor este influențată de un număr mare de parametrii. Principalii parametrii sunt viteza, direcția vântului, reacțiile chimice. Dispersarea poluanților este dependentă de turbulența atmosferică. În zonele urbane principala sursă de turbulență o prezintă clădirile și vehiculele în sine. La nivelul străzii predomină turbulența mecanică. Deasupra nivelului străzii (partea superioară a clădirilor) rolul major îl joacă turbulența atmosferică. Dispersarea și transformările chimice pe care le suferă poluanții au loc în principal în troposferă[33].

În figura 3.2 este prezentată durata de viață în atmosfera a principalelor substanțe poluante.

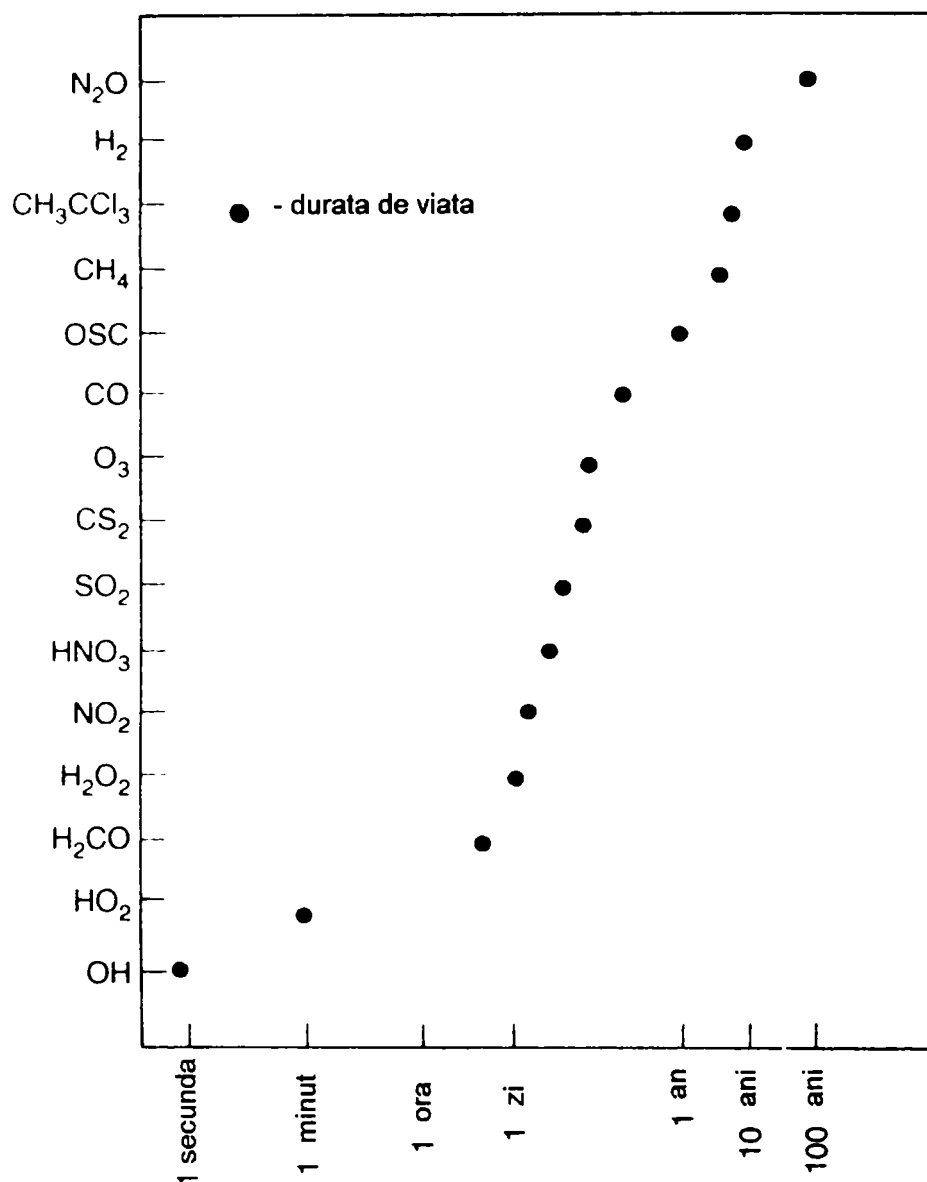


Figura 3.2.
Durata de viață a
poluanților în
atmosfera

Poluanții emiși în urma activității omului (SO₂, CO, NO_x, HC, etc.) sunt cei mai periculoși deoarece sunt puternic reactivi și chiar dacă au o durată de viață relativ scăzută, prin oxidarea lor apar produși secundari cum ar fi acidul sulfuric, ozon antropogenic, acid nitric și nitrați, compuși solubili, etc. mult mai periculoși.

3.1. Reacțiile oxizilor de azot în atmosferă.

Dintre oxizii de azot găsiți în atmosferă (NO, NO₂, N₂O) cel mai activ este oxidul de azot NO, urmând NO₂. În figura 3.4 sunt sintetizate reacțiile oxizilor de azot în atmosferă. Oxizii de azot intervin în reacțiile chimice din atmosferă atât ca inhibitori cât și ca promotori ai reacțiilor chimice, deoarece au caracter de radical. Cel mai important este oxidul de azot NO, format în urma proceselor de ardere, urmat de NO₂, format în aer, prin oxidarea NO. Figura 3.4 prezintă reacțiile NO în atmosferă într-o formă simplificată. Dintr-o varietate foarte mare de reacții posibile vor fi prezentate, în continuare, doar cele mai semnificative.

Oxidul de azot NO emis în atmosferă se oxidează în bioxid de azot NO₂ după următoarele reacții (cele mai importante)[41]:



Reacția NO cu oxigenul atmosferic are loc cu viteză mare însă când cantitatea de NO în atmosferă este mică reacția decurge lent.

Cea mai importantă reacție a NO în atmosferă este reacția cu ozonul O₃, reacție care are loc cu viteză mare.

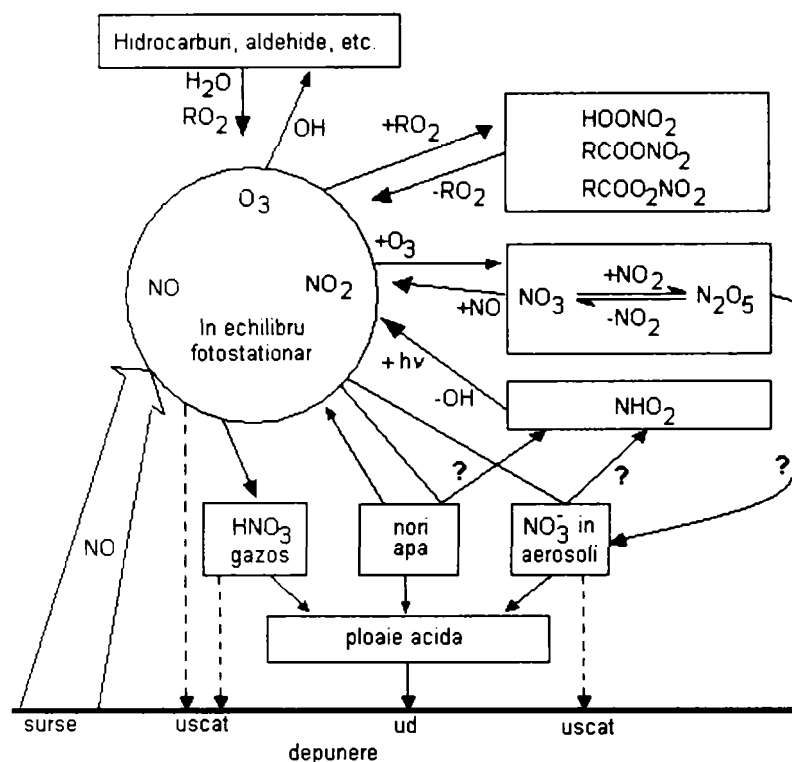


Figura 3.4.
Reacțiile NO_x în atmosferă[42]

O altă reacție importantă este oxidarea NO₂ în acid azotic (HNO₃) în faza gazoasă, care contribuie la acidificarea ploilor, prin difuzia în picăturile de apă.



unde M – partener pasiv



Prin măsurarea raportului sulfăți (SO₄²⁻) / nitrați (NO₃⁻) în apa de ploaie a arătat că oxizii de azot contribuie cu 30% la acidificarea apei de ploaie.

3.2. Reacțiile CO în atmosferă.

Oxidul de carbon CO este un gaz incolor și fără miros fiind principalul produs al arderii incomplete a combustibililor fosili.

Oxidul de carbon este un compus relativ stabil motiv pentru care participă într-o foarte mică măsură la reacții în atmosferă. Totuși, contribuie la formarea poluanților secundari, fiind unul din „responsabilii, alături de HC și NO_x, formării ozonului.

Cele mai importante reacții la care participă oxidul de carbon în atmosferă sunt reacțiile de oxidare cu oxigen molecular și radicali OH[12]:



Astfel CO contribuie indirect dar substanțial la formarea efectului de seră.



Figura 3.5.
Bazinul atmosferic al CO[101]

Figura 3.5 prezintă sintetic lanțul CO în atmosferă, sursele de emisie, transformarea emisie de CH_4 (parțial) în CO, depuneri atât prin mecanismul de depunere umed cât și uscat, etc.

3.3. Reacțiile SO_x în atmosferă

Din oxidarea sulfurii combustibil, cea mai mare parte (peste 95 %) se transformă în SO_2 , restul în SO_3 . Conversia SO_2 în SO_3 are loc în flacără, în cazul unui exces mare de oxigen, dar și pe traseul gazelor, în prezența oxidizilor de vanadiu și chiar de fier, care joacă rol de catalizator, mai ales la temperaturi de peste 800°C (1073 K)[51].

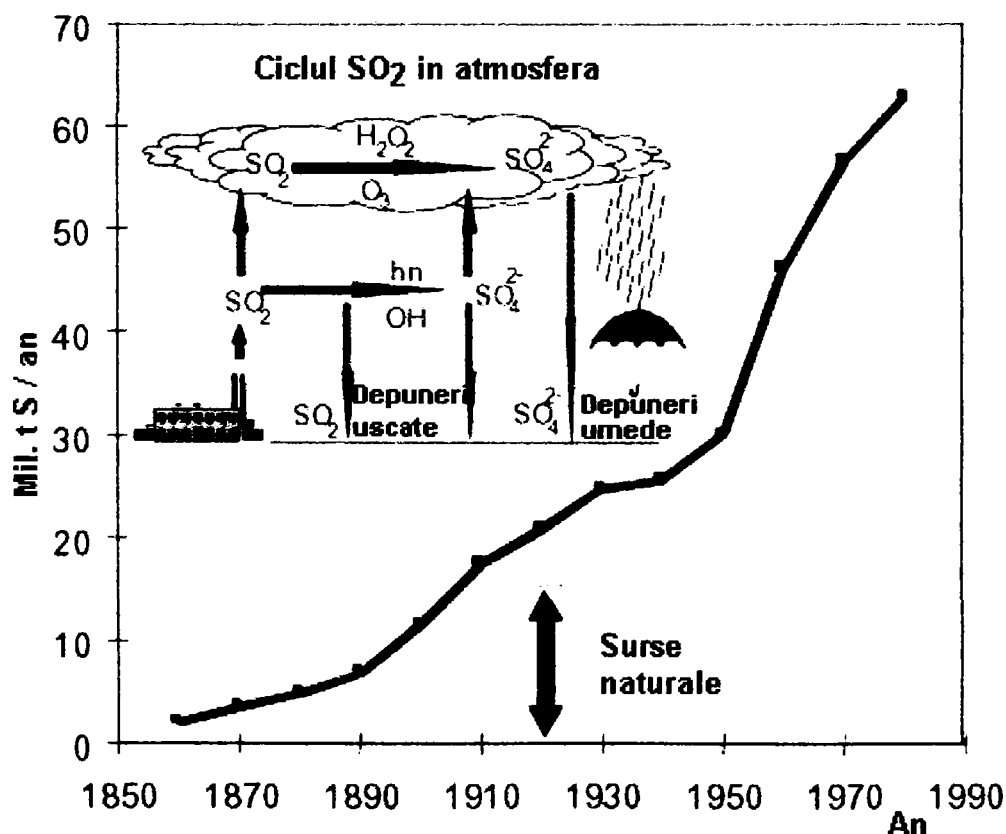
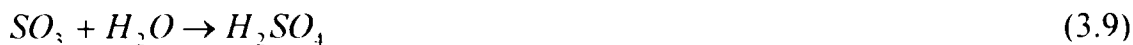


Figura 3.6.
Reacțiile SO_2 în atmosferă[85]

Evacuat în atmosferă, bioxidul de sulf (SO_2) reacționează în proporție de $(1 \div 2)^{\circ}/\infty/h$ cu oxigenul, sub acțiunea radiațiilor ultraviolete solare (**ruv**), dând naștere anhidridei sulfuroase (SO_3), conform relației:



Aceasta, la rândul ei, se combină cu vaporii de apă din atmosferă și formează acidul sulfuric. În perioadele de ceață și în zilele foarte umede se atinge un grad de transformare de până la 15.7 %.



Reacțiile de oxidare atmosferică ce implică O_2 , O_3 și radicalul hidroxil HO_2 sunt atât de lente încât sunt insignifiante.

Figura 3.6 prezintă ilustrativ ciclul SO_2 în atmosferă, precum și variația în timp a emisiilor de SO_2 , cu evidențierea aportului surselor antropogene față de cele naturale

3.4. Efectele nocive ale poluanților

Substanțele poluante emise în atmosferă nu acționează doar asupra acestora ci și asupra solului (litosfera), apei (hidrosfera) și a habitatului uman și animal (biosfera), asupra ecosferei în general, figura 3.7.

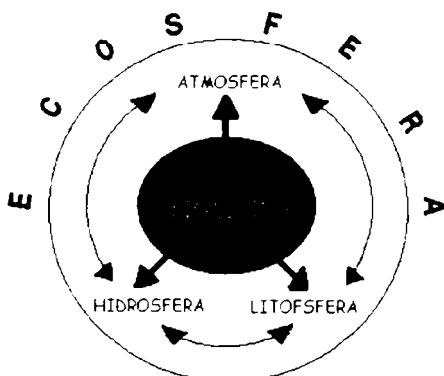


Figura 3.7. Ecosfera.

Amplitudinea efectelor negative ale poluării aerului variază considerabil. Efectele asupra omului pot varia de la simpla percepție a poluării până la iritare, îmbolnăvire și moarte, făcând distincție între poluarea (expunerea) temporară și reversibilă și expunerea permanentă și ireversibilă. Căutarea modelelor cauză – efect este deseori îngreunată de faptul că mai mulți factori (specii poluatoare) pot acționa simultan, efectul acțiunii comune a acestora fiind mai acut decât suma efectelor fiecărui factor în parte.

3.4.1. Modificări climatice. Efectul de seră.

Prin termenul „climă” se înțelege în general profilul mediu al condițiilor meteorologice într-o anumită zonă determinat pe o perioadă de mai mulți ani. Condițiile climatice depind de modificările ecosferei, balanța energetică (radiația) Pământului jucând un rol important.

Stratul de ozon stratosferic funcționează ca un filtru pentru radiația solară în spectrul ultraviolet (UV), făcând posibilă viața pe pământ. Gazele de seră ce se găsesc în mod natural în atmosferă mențin temperatura la suprafața pământului la o medie de 15 °C; fără aceste gaze temperatura medie a pământului ar fi de aproximativ -20°C. Modificări ale concentrației gazelor de seră în atmosferă pot intervenii dramatic în ciclul natural al radiației solare în UV și să modifice clima pe termen lung.

În tabelul 3.1 se prezintă principalele gaze cu efect de seră și tendința în timp a modificării concentrației acestora.

Tabelul 3.1. Gazele de seră cu tendință de creștere a concentrației

Nr. crt	Poluantul gazos	Valoarea actuală	Tendința în timp
1	CO ₂	345 ppm	+0.5 % = 1.6 ppm/an
2	CH ₄	1.65 ppm	+1.2 % = 27 ppb/an
3	N ₂ O	0.32 ppm	+0.2 % = 0.9 ppb/an
4	CF ₂ CL ₂	400 ppt	+4.5 % = 18 ppt/an
5	CFCL ₃	270 ppt	+5.2 % = 13 ppt/an

În figura 3.8 se ilustrează modul în care gazele de seră antropogene contribuie la creșterea temperaturii globale.

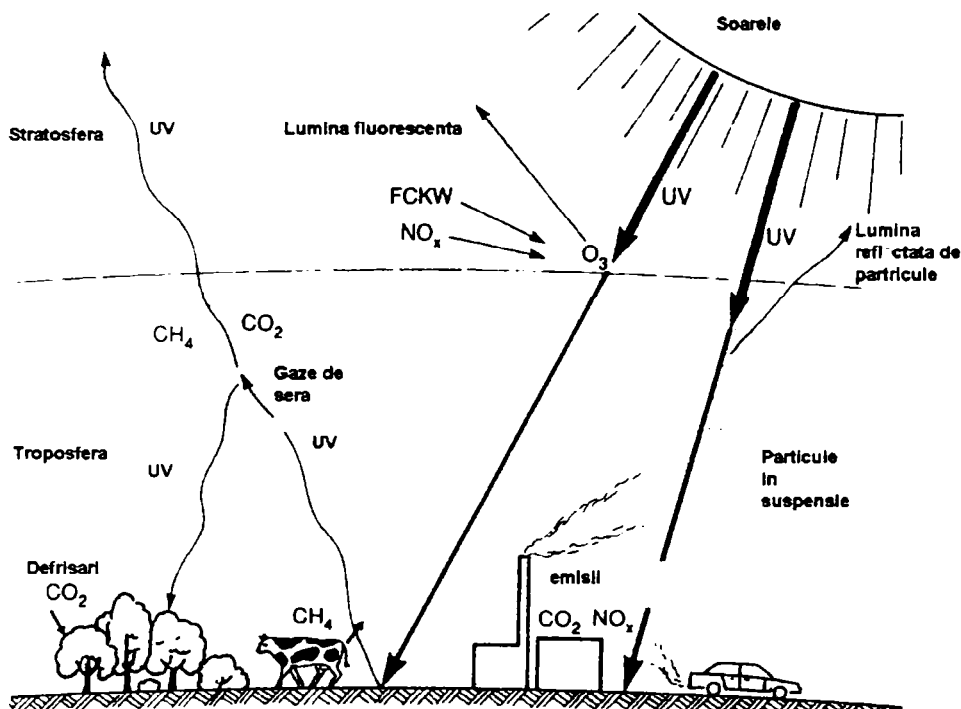
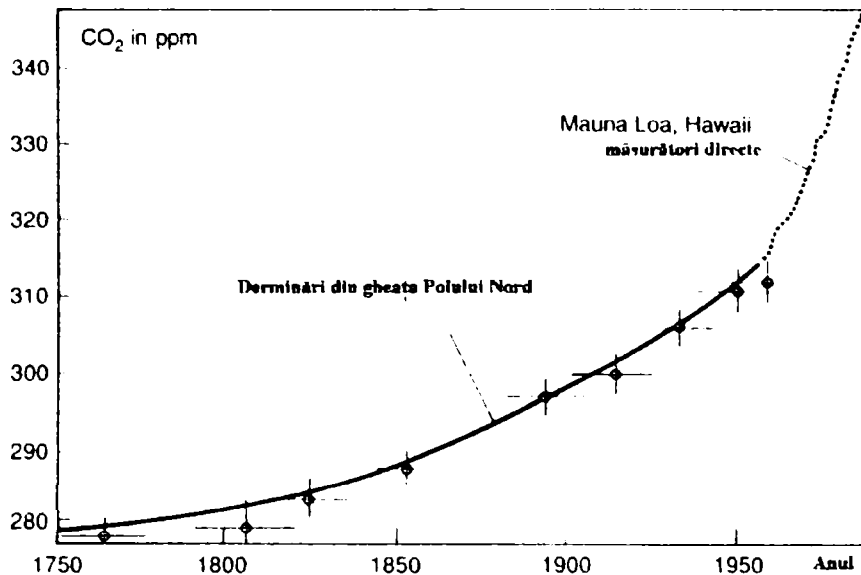


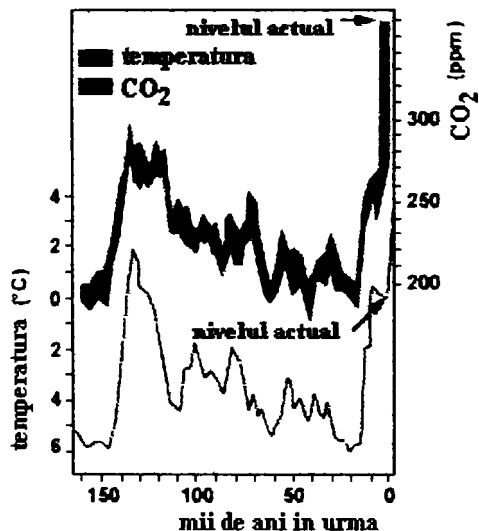
Figura 3.8. Interacțiunea gazelor de seră antropogene cu radiația solară în UV.

Gazele cu efect de seră sunt cele care absorb radiația în UV și IR retransmisă de pământ și o reflectă apoi în toate direcțiile, o parte din energie revenind astfel înapoi spre pământ. Cel mai important gaz ce efect de seră este apa în stare de vapori, prezentă în cantități mari în troposferă, în creștere datorită creșterii temperaturii suprafeței terestre și a intensificării fenomenelor de evaporare conducând la creșterea cantității vaporilor de apă în troposferă, așa numitul „positive feedback” [12].

Creșterea gazelor de seră antropogene este direct legată de creșterea consumului global de energie și de dezvoltarea agriculturii. Principale gaze de seră antropogene sunt bioxidul de carbon CO₂ și metanul CH₄. Atât arderea combustibililor fosili cât și defrișarea accelerată (anual 1% din pădurea tropicală este tăiată [12]) contribuie la eliberarea în atmosferă a mari cantități de CO₂, posibilitățile planetei de reducere a concentrației de CO₂ prin fotosinteză fiind micșorate prin defrișări. În figura 3.9 se prezintă variația în timp a concentrației CO₂ în atmosferă, prin determinări prin forarea gheții la Polul Nord și prin măsurători directe.

Figura 3.9. Variația CO₂ în timp.

În figura 3.10 se ilustrează dependența dintre variația concentrației de CO₂ și variația temperaturii, prin determinări făcute prin forarea gheții în Antarctica, observându-se o corelație perfectă.

Figura 3.10 Dependența dintre temperatura globală și CO₂ din atmosferă, determinări în Antarctica.

Deși valoarea concentrației metanului CH₄ în atmosferă este relativ mică, creșterea rapidă a acestuia de la 0.70 ppm în 1750 la 1.7 ppm în 1990 (adică 143 %) față de creșterea CO₂ de la 280 ppm în 1750 la 360 ppm în prezent (adică 29 %) și datorită faptului că metanul absoarbe de aproximativ 20 de ori mai multă energie decât CO₂, conduce lumea științifică la concluzia că în curând CH₄ va deveni principalul gaz cu efect de seră antropogen, detronând dioxidul de carbon.

Studiile efectuate de experți din toată lumea arată că în secolul XXI temperatura medie globală ar putea crește, ca urmare a efectelor gazelor de seră, cu până la 3 °C.

3.4.2. Efectele nocive ale oxizilor de sulf.

Dioxidul de sulf reprezintă o substanță toxică care atrage atenția prin mirosul și acțiunea iritantă asupra mucoaselor, provocând spasm și contractia mușchilor căilor respiratorii superioare. În concentrații ridicate, SO₂ provoacă senzație arsură asupra mucoaselor respiratorii și conjunctivale, tuse, tulburări ale respirației, spasm glotic, senzație de sufocare, etc.

Prezența oxizilor de sulf în mediul ambiant se manifestă atât prin leziuni directe ale plantelor, cât și prin modificarea compoziției apei și solului. Astfel SO_2 , în concentrație mare, distruge clorofila din frunze, acțiunea sa amplificându-se prin sinergism cu NO_2 . Expunând frunze de diferite plante într-o atmosferă de NO_2 în concentrație de 2 ppm și separat, într-o atmosferă de SO_2 în concentrație de 0.7 ppm, după 4 ore, nu s-a observat nici o schimbare morfologică în structura frunzelor. Expunând însă aceleași frunze într-o atmosferă cu ambele noxe, dar într-o concentrație individuală mult mai mică decât în primul caz (0.1 ppm pentru fiecare gaz) s-a observat o continuă modificare a țesutului frunzelor.

Oxizii de sulf, respectiv acizii sulfuros și sulfuric rezultați prin hidratarea acestora, determină fenomene de coroziune, decolorarea materialelor colorate, reducerea elasticității și rezistenței pentru unii compuși organici (amine, polimeri, textile), unele materiale de construcții și cabluri electrice.

Principala sursă de poluare a atmosferei cu SO_2 o prezintă arderea cărbunilor și păcuriilor în instalații de producere a energiei termice și electrice (67 %), urmată de arderea combustibililor solizi și lichizi în procesele industriale (18 %), de industria metalurgică (3 %), figura 3.11.

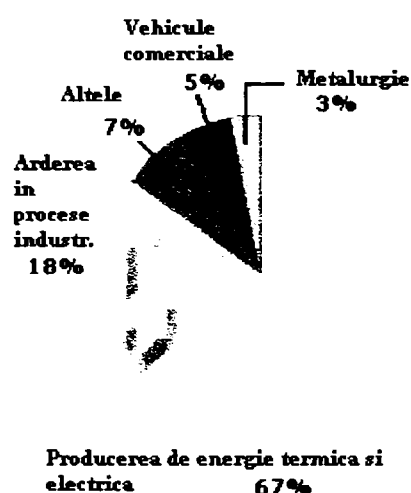


Figura 3.11. Surse de SO_2

Oxizii de sulf, alături de cei de azot, sunt astăzi considerați principalele cauze ale ploilor acide, care cauzează distrugerea pădurilor, pe suprafețe îngrijorător de mari. Modificările în compoziția apei și solului au ca rezultat tulburări de dezvoltare a plantelor, o scădere a producției de masă lemnoasă, cu întregul cortegiu de consecințe economice și de altă natură, manifestate în lanțul trofic plantă – animal – om.

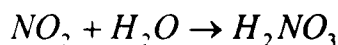
Unele cercetări efectuate asupra populației expuse la acțiunea aerului poluat cu oxizi ai sulfurului au pus în evidență prezența acestora în sânge sub formă de sulfizi. Acest fapt pledează pentru o încărcare a organismului persoanelor expuse la oxizii de sulf și ar putea servi ca indicator de expunere, deoarece în zonele în care nu se găsește SO_2 în aer nici în sângele persoanelor cercetate nu s-a putut pune în evidență.

În ultimii ani, unii dintre cercetători acordă prezenței sulfizilor în sângele circulant un rol important ceea ce privește scăderea numărului de globule albe și mai ales roșii, reducerea activității unor enzime cu rol important în metabolizarea zaharurilor sau diminuarea proceselor de oxidare din creier și mușchi.

3.4.3. Efectele nocive ale oxizilor de azot.

Din cantitatea totală de NO_x dezvoltată prin ardere, aproximativ 95% este sub formă de monoxid de azot NO și doar restul sub formă de dioxid de azot NO_2 . Eliminat în atmosferă, NO , în prezența oxigenului din aer și sub acțiunea razelor ultraviolete (ruv), se

transformă, destul de repede, în NO_2 , care este foarte toxic. În anumite condiții, NO_2 împreună cu H_2O formează acidul azotic, conform reacției:



Prin agresivitatea și toxicitatea lor, oxizii de azot și acidul azotic sunt extrem de periculoși pentru mecanismul biologic uman. Ei atacă căile respiratorii, mucoasele, transformă oxihemoglobina în metahemoglobină, ceea ce poate duce la paralizii. O expunere mai îndelungată la acțiunea oxizilor de azot, chiar și la concentrații foarte mici de numai 0.5 ppm, slăbește organismul uman, sensibilizându-l foarte mult față de infecțiile bacteriene. Această este mai evidentă asupra sănătății copiilor.

Toxicitatea oxizilor de azot crește foarte mult prin sinergism cu alte substanțe toxice, așa cum s-a arătat anterior.

Acidul azotic, format din reacția NO_2 cu H_2O , determină apariția mai multor tipuri de coroziune. Acidul azotic atacă construcțiile metalice, provocând distrugerea lor. Acidul azotic formează azotați cu diferiți cationi, prezenți în atmosferă. Aceștia au o acțiune corosivă asupra cuprului, alamei, aluminiului, nichelului, etc., distrugând rețele electrice, telefonice etc. Astfel de procese pot avea loc chiar la concentrații foarte mici ale oxizilor de azot în atmosferă (0,08 ppm).

Caracterul puternic oxidant și nitrurant al oxizilor de azot și acidului azotic este principala cauză a distrugerii de către aceștia a maselor plastice, lacurilor, vopselelor, utilizate ca materiale de protecție la instalații și construcții industriale.

Este dovedită acțiunea NO , asupra unor materiale speciale de construcție din grupa carbonaților, ca de exemplu marmura. Oxizii de azot pătrund prin microfisurile din aceste materiale, formează acolo nitrați, care, prin cristalizare, măresc fisurile, provocând distrugerea construcției.

Recent se acordă deosebită atenție și compusului N_2O (protoxidul de azot). Deși se cunosc efectele sale nocive, nu s-a promulgat încă, în nici o țară, o legislație privind emisiile de N_2O , pentru protejarea mediului ambiant. N_2O este un gaz stabil care se descompune de-abia la 600 °C în elementele N_2 și O_2 . În troposferă, pătura inferioară a atmosferei, deci până la circa 10 km deasupra pământului, se comportă ca și un gaz inert.

Experimental s-a dovedit însă că măsurile primare și secundare, aplicate industrial pentru scăderea concentrației de NO_x în gazele de ardere, sunt aproape totdeauna însoțite de o producere de emisii secundare, nedorite ca CO , N_2O , NH_3 [13]. Acest fenomen este un semnal de alarmă și își aduce o contribuție de până la 10 % la creșterea anuală a concentrației de N_2O (protoxidul de azot) în troposferă (circa 0,2 %). Alte surse generatoare de N_2O sunt: fenomenele naturale din pădurile tropicale și apele oceanelor, procesele de nitrificare-denitrificare determinate de îngrășămintele chimice, industria chimică și vehiculele rutiere.

Efectul nociv al N_2O este dublu, întâi se amintește contribuția N_2O la efectul de seră. N_2O absoarbe spectre caracteristice în domeniul razelor ultraviolete (ruv), emise de pământ. Spectrul în domeniul 16-18 nm se suprapune peste spectrul de absorbție al CO_2 . În general, contribuția noxei N_2O la încălzirea atmosferei terestre este de circa 4 %.

Al doilea, și de fapt cel mai nociv efect al N_2O , este contribuția sa la distrugerea păturii protectoare de ozon din stratosfera (10-50 km deasupra pământului). N_2O face parte din categoria gazelor inerte în troposferă, dar nocive în stratosfera, datorită efectului său catalitic în cadrul unor reacții fotochimice, ce dezvoltă radicali activi care atacă pătura de ozon. Fenomenul este puternic accentuat de faptul că durata de viață a N_2O este deosebit de mare (până la 180 ani). În stratosfera se absorb ruv cu lungimea de undă între 200 nm și 242 nm de către moleculele de O_2 . Rezultă disocierea acestora și producerea de ozon O_3 .





unde M este un partener de activare.

Ozonul astfel format absoarbe ruv în domeniul 200-340 nm și se descompune în oxigen molecular și atomic, în cadrul fotolizelor. Dacă însă lungimile de undă sunt mai mici decât 310 nm, se formează *oxigenul singular*, în stare activată (O^*):



O^* atacă apoi N_2O , rezultând monoxidul de azot activat (NO^*):



Urmează reacția catalitică în care NO^* atacă ozonul:



Acesta este ciclul Johnston-Crutzen de distrugere a stratului de ozon. Ozonul este atacat și de alți radicali ca de exemplu hidrocarburi pe bază de fluor și/sau clor. Cel mai important catalizator, ce contribuie cu aproximativ 25 % la distrugerea stratului de ozon este radicalul NO^* , produs din descompunerea protoxidului de azot (N_2O).

3.4.4. Efectele nocive ale oxizilor de carbon

Oxidul de carbon este unul dintre toxicii cu mare răspândire, atât în mediul industrial, cât și în mediul urban. Oxidul de carbon pătrunde în sânge datorită următoarelor proprietăți fizico-chimice: densitate apropiată de cea a aerului, difuzibilitate mare și afinitate ridicată a hemoglobinei pentru CO (de 210 ori mai mare comparativ cu O_2). Efectul principal este intoxicația. Primele semne de intoxicație cu oxid de carbon sunt cefaleea, oboseala și amețeala. Alte simptome sunt: anorexia, greața, apatia, insomnia, tulburări de memorie și personalitate.

Ca acțiune asupra organismului CO se combină cu hemoglobina, dând naștere carboxihemoglobinei (H_bCO). Combinația este reversibilă în sensul că H_bCO nu este un compus stabil. Importanța fenomenului constă în faptul că afinitatea hemoglobinei pentru CO este de peste 240 ori mai mare decât pentru oxigen. Aceasta arată că în cazul unor concentrații foarte mici de CO în aerul poluat - acesta pătrunzând în pulmon și de acolo în sânge - se combină rapid cu hemoglobina, sustrăgând-o combinării sale normale cu oxigenul.

Ca urmare apar fenomene de lipsă de oxigen cu consecințe dintre cele mai grave asupra fenomenelor de respirație ale diferitelor țesuturi și celule.

Cantitatea de hemoglobină blocată, depinde de concentrația CO din aerul inspirat, dar și de frecvența respirației și de timpul de acțiune.

CO are efecte asupra sistemului nervos central fără a produce leziuni propriu-zise. Aceste modificări au fost evidențiate prin modificări ale electroencefalogrammei, ca semne obiective și prin tulburări ale memoriei, modificări ale vederii sau alte semne subiective.

O influență importantă constă în acțiunea pe care CO o are (în concentrații mici dar prelungite) asupra cordului. Acest fapt se datorează afinității CO pentru mioglobină cu producerea unor tulburări în irigarea cu sânge a mușchiului cardiac, favorizând infarctul.

Principala sursă de emisie a CO în atmosferă este automobilul, figura 3.12, însă în marile aglomerări urbane participarea motoarelor cu ardere internă la emisia de CO poate ajunge la 90 -95 %.

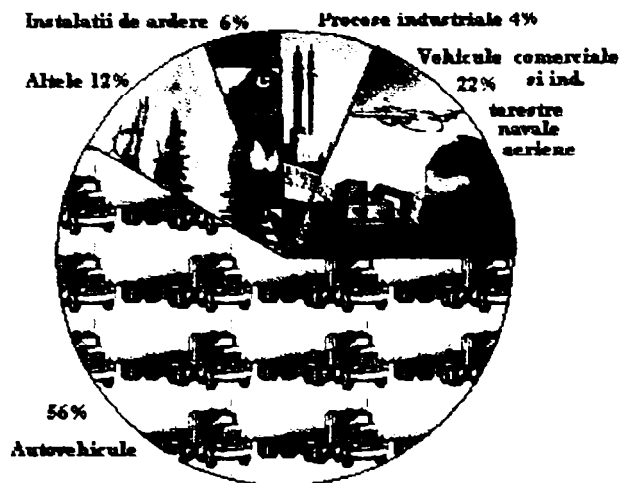
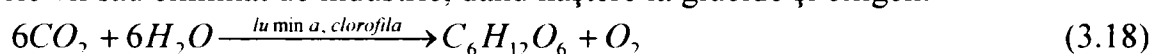


Figura 3.12. Surse de CO.

Dioxidul de carbon este toxic numai în concentrații foarte mari (peste 5 000 ppm). CO₂ influențează clima prin efectul de seră creat asupra pământului, contribuția care-i revine fiind apreciată la circa 50 %. Până în prezent nu există soluții tehnico-economice de combatere a emisiilor de CO₂. Singura soluție fezabilă este accentuarea creșterii eficienței la producerea, transformarea și utilizarea energiei termice sau exploatarea energiei nucleare și a altor surse de energie neconvențională. Pentru anul 2000, pe plan mondial, se tinde să se limiteze emisia de CO₂ la nivelul celei din 1990.

Din fericire, procesul de asimilare clorofiliană (fotosinteza) folosește CO₂ expirat de ființele vii sau eliminat de industrie, dând naștere la glucide și oxigen:



Prin efectele ei, relația 3.18 poate fi numită "ecuația vieții"[5].

4. Stația de monitorizare a calității aerului.

Pentru monitorizarea calității aerului în zone urbane, pentru a avea certitudine corectitudinii datelor culese, stația de monitorizare a calității aerului trebuie să respecte întocmai condițiile expuse în paragraful 1.4, punând accent pe:

- stabilirea speciilor poluatoare ce urmează a fi monitorizate;
- stabilirea perioadei de monitorizare;
- alegerea instrumentelor și a tehnicilor de analiză;
- culegerea datelor meteorologice;
- dezvoltarea unui sistem de achiziție automată a datelor.

Ținând cont de cele expuse mai sus și în capitolele anterioare, s-a construit stația de monitorizare a calității aerului, reprezentată schematic în figura 4.1.

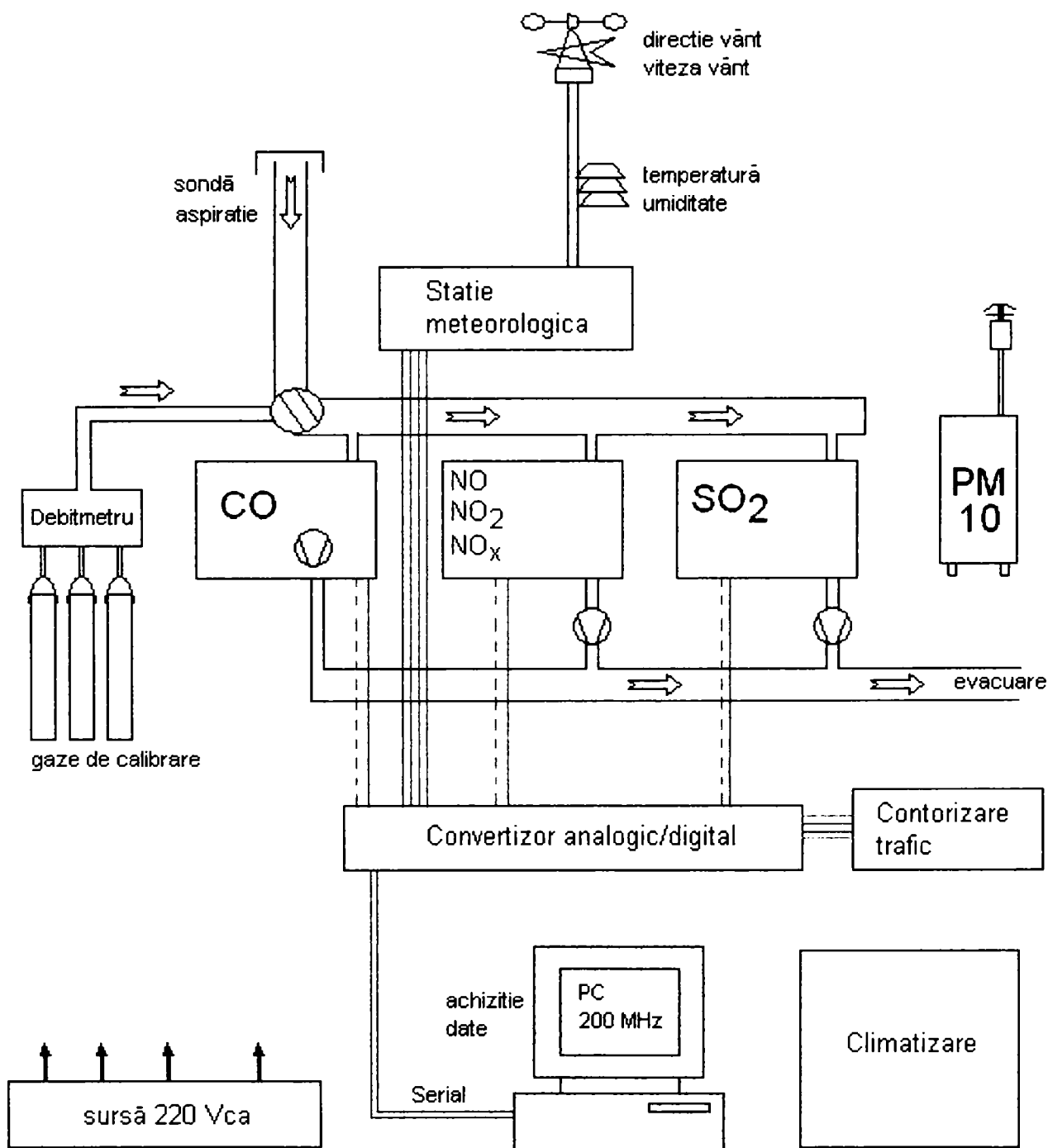


Figura 4.1. Schema funcțională a stației de monitorizare a calității aerului.

Componenta principală a stației de monitorizare a calității aerului o reprezintă analizoarele de gaze. O astfel de stație trebuie să dispună, în condiții standard, de analizoare

de oxid de carbon (CO), oxizi de azot (NO, NO₂, NO_x), bioxid de sulf (SO₂), aparat pentru determinarea cantității de particule în suspensie PM10 (diametrul particulei de 10 μm), senzori meteorologici (direcție și viteză vânt, temperatură și umiditate) precum și gaze speciale de calibrare și un sistem de achiziție și stocare a datelor măsurate[70].

De asemenea, în funcție de cerințele de funcționare a aparatelor, este necesară și o instalație de climatizare a spațiului în care acestea operează.

În cazul cercetat, de monitorizare a calității aerului într-o zonă urbană, s-a impus și instalarea unei instalații de contorizare a traficului rutier.

Un alt ansamblu important al stației îl reprezintă sonda de aspirație și linia de colectare a aerului ce urmează a fi analizat. Deși reglementările naționale în vigoare, cu privire la măsurarea calității aerului, nu prevăd reguli speciale de aspirație a aerului de analizat, în Comunitatea Europeană și S.U.A acestea există și prevăd următoarele:

- timpul de staționare al aerului în linia de aspirație să nu depășească 10 secunde, ceea ce înseamnă (pentru debitul asigurat de pompele aparatelor) că linia de aspirație nu trebuie să depășească 10 m;
- sonda trebuie construită astfel încât să se evite intrarea apei de ploaie sau a zăpezii și depunerea sedimentelor în linia de aspirație;
- linia de aspirație trebuie construită din materiale inerte chimic pentru a se evita reacțiile chimice.
- analizoarele trebuie dispuse astfel încât primul în linia de aspirație să fie analizorul pentru gazul cel mai reactiv, spre exemplu: O₃, SO₂, CO, NO_x, HC, etc.
- în jurul sondei de aspirație nu trebuie să existe obstacole pe o rază de cel puțin 1m.

În figura 4.2 se prezintă, în ansamblu, stația de monitorizare a calității aerului.

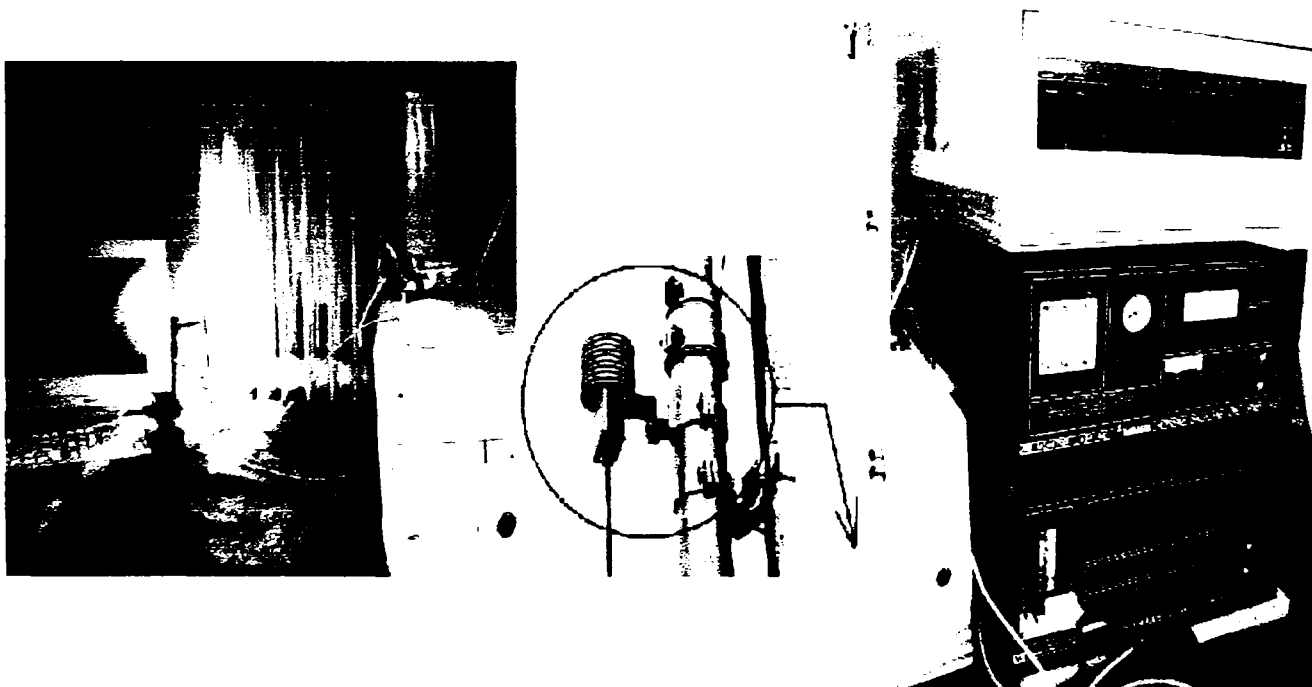


Figura 4.2. Stația de monitorizare a calității aerului.

În cele ce urmează se vor prezenta, în detaliu, analizoarele și echipamentele folosite în cadrul cercetărilor experimentale ce au avut ca scop stabilirea calității aerului în zone urbane precum și a factorilor ce influențează evoluția calității aerului, cu aplicație la Municipiul Timișoara.

4.1. Analizorul Monitor Labs - ML 8850S

Analizorul ML 8850S servește la determinarea imisiei de bioxizi de sulf SO₂ în aerul înconjurător, principiul de determinare a concentrației de SO₂ fiind detecția prin fluorescență în ultraviolet. Metoda este prevăzută în ISO/FDIS 10498 și este conformă cu cerințele Ordinului Guvernului nr. 592 din 25 iunie 2002, Anexa 5, precum și cu legislația internațională.

4.1.1. Aspecte teoretice legate de fenomenul de fluorescență.

Fluorescența este un fenomen de fotoluminescență care presupune generarea unui fenomen de absorbție inițial. Moleculele luminescente excitate de anumite stări cuantice (în acest caz de iradierea în domeniul ultraviolet), rămân în această stare cel puțin 10⁻⁹ sec, după care revin la starea fundamentală, prin emisie luminescență. Această emisie secundară este proporțională cu moleculele de bioxid de sulf SO₂ din probă și captată, transformată și transmisă ca semnal electric de către tubul fotomultiplicator (PMT) al aparatului. Intensitatea luminoasă (fluorescența) a moleculelor scade după îndepărtarea sursei de excitație, conform relației[68]:

$$I = I_0 \cdot e^{-t/\tau} \quad [cd] \quad (4.1)$$

în care:

I – intensitatea la timpul t , după îndepărtarea sursei de excitație, în cd;

I_0 – intensitatea constantă aplicată pe parcursul excitației, în cd;

t – timpul, în s;

τ – intervalul mediu de scădere (timpul necesar ca intensitatea să scadă la 1/e din valoarea inițială), în s.

În cazul în care se vizează aspecte cantitative legate de fenomenul de fluorescență este necesară măsurarea intensității luminii, fie că ne referim la spectrul de fluorescență sau la intensitatea fluorescenței, raportate la o intensitate standard a sursei de lumină (excitație).

Fenomenul de fluorescență apare atunci când molecula, aflată într-un anumit nivel de energie, posedă cel puțin două stări electronice distincte al căror nivel de rotație-vibrație se intersectează în așa fel încât să existe cel puțin un nivel de *rotație-vibrație* de aceeași valoare a energiei, în fiecare stare.

Aparatul ML8850S folosește principiul spectroscopiei prin absorbție.

Cantitativ, absorbția este exprimată de legea Beer-Lambert:

$$I_\lambda = I_{0\lambda} \cdot e^{-L \cdot \sigma_\lambda \cdot c} \quad [cd] \quad (4.2)$$

în care:

$I_{0\lambda}$ – intensitatea inițială emisă de sursa de radiație, în cd;

I_λ – intensitatea după ce lumina a trecut prin proba de grosime L , în cd;

σ_λ – coeficientul de extincție, în l/(mol·m);

L – lungimea parcursă (grosime), în m;

c – concentrația, în mol/l.

Coeficientul de extincție este o proprietate caracteristică fiecărei specii și se determină experimental, în laborator.

Se numește *densitate optică* sau *absorbție* a unui strat dintr-o specie dată, mărimea D definită astfel:

$$\log\left(\frac{I}{I_0}\right)_\lambda = L \cdot \sigma_\lambda \cdot c = D \quad (4.3)$$

Notațiile au fost anterior definite.

Legea Beer-Lambert este valabilă pentru amestecuri diluate de aer-gaz, cu mențiunea că dacă valoarea concentrației este mică, coeficientul de extincție σ_λ este independent de valoarea concentrației. Pentru concentrații ridicate, σ_λ este în funcție de coeficientul de extracție al amestecului.

Un criteriu tehnic al instrumentelor spectroscopice este lungimea de undă folosită. Cei mai mulți poluanți aeropurtați sunt activați în benzi ale lungimii de undă foarte scurte și bine definite. Astfel, cele mai uzuale lungimi de undă utilizate în măsurarea acestor specii sunt în spectrul *infraroșu și ultraviolet vizibil*. În consecință, lungimile de undă utilizate în cazul fenomenului de fluorescență sunt cuprinse în intervalul (190 ÷ 320) nm. Lampa analizorului ML 8850 S pentru determinarea imisiilor de bioxid de sulf emite în lungimea de undă de 214 nm⁸²].

4.1.2. Sistemul de operare al analizorului ML 8850.

Proba de gaz este aspirată continuu spre o celulă de reacție cilindrică căptușită cu teflon la (aproximativ) presiunea atmosferică. Gazul atmosferic este radiat cu lumină ce este modulat și filtrat la 214 nm. Emisia secundară de fluorescență a moleculelor de SO₂ prezente în gaz este măsurată într-un tub fotomultiplicator PMT. Fotomultiplicatorul este poziționat la 90°C fața de lampa UV (perpendicular pe linia axială centrală a celulei de reacție). Schema de principiu a ansamblului celulă de reacție – PMT este prezentată în figura 4.3. Lumina UV filtrată trece lupă focalizatoare și este focalizată în centrul celulei. PMT este acordat optic să măsoare emisia fluorescență și să transmită semnalul, printr-un amplificator, la demodulatorul sincron. Simultan constanta lămpii (sursei) de UV este măsurată de un tub fotodetector de referință, localizat direct în fața lămpii. Lumina traversează tubul într-o descărcare optică (optically-designed dump).

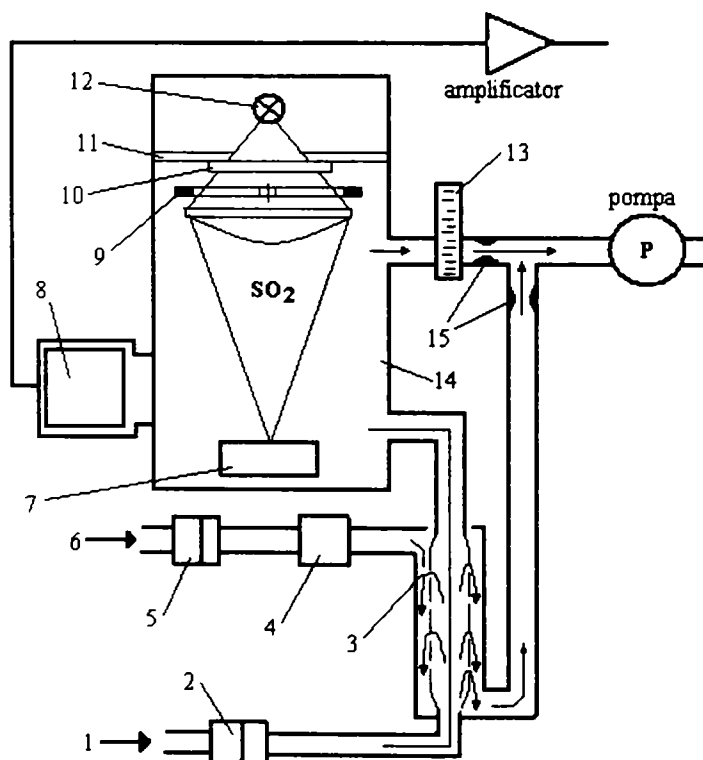


Figura 4.3. Schema de principiu a ansamblului celulă de reacție - fotomultiplicator:

1 – proba de analiză, 2 – celulă cilindrică teflon, 3 – sistem de reținere a hidrocarburilor, 4 – filtru, 5 – filtru activ cu cărbune, 6 – aer din cameră, 7- tub fotodetector de referință, 8 – fotomultiplicator (PMT), 9 – modulator mecanic (chopper), 10 – filtru UV, 11 – separator, 12 – lampă UV, 13 – regulator de debit, 14 – celulă de reacție, 15 – duze. [5]

Sistemul pneumatic începe cu zona de intrare a gazului și se încheie cu pompa de evacuare. Gazul de analizat intră în instrument printr-un fitting (armătură) de ¼" plasat pe panoul din spate al aparatului. O valvă cu trei căi, prin care se poate selecta fie gazul de probă fie gazul de calibrare, direcționează curentul spre un filtru pentru particule. Filtrul pentru particule este un element de teflon, de 5 μm × 37 mm (grosime x diametru), ce poate fi schimbat. După filtrare, proba este condusă (printr-o conductă de ¼") direct într-o celulă cu rol de eliminare a hidrocarburilor aromatice ce se pot afla în probă, iar apoi în celula de reacție unde se generează fenomenul de fluorescență. Gazul este evacuat din celula de reacție printr-un tub negru de ¼" din teflon, este trecut printr-un senzor de presiune și în final prin debitmetrul plasat pe panoul frontal al aparatului. Apoi pătrunde în modulul de control al debitului (ISOFLO), care are rolul de a stabiliza debitul de fluid la 500 ± 50 cm³/min.

În figura 4.4 este prezentată schema simplificată a analizorului ML 8850 S[78].

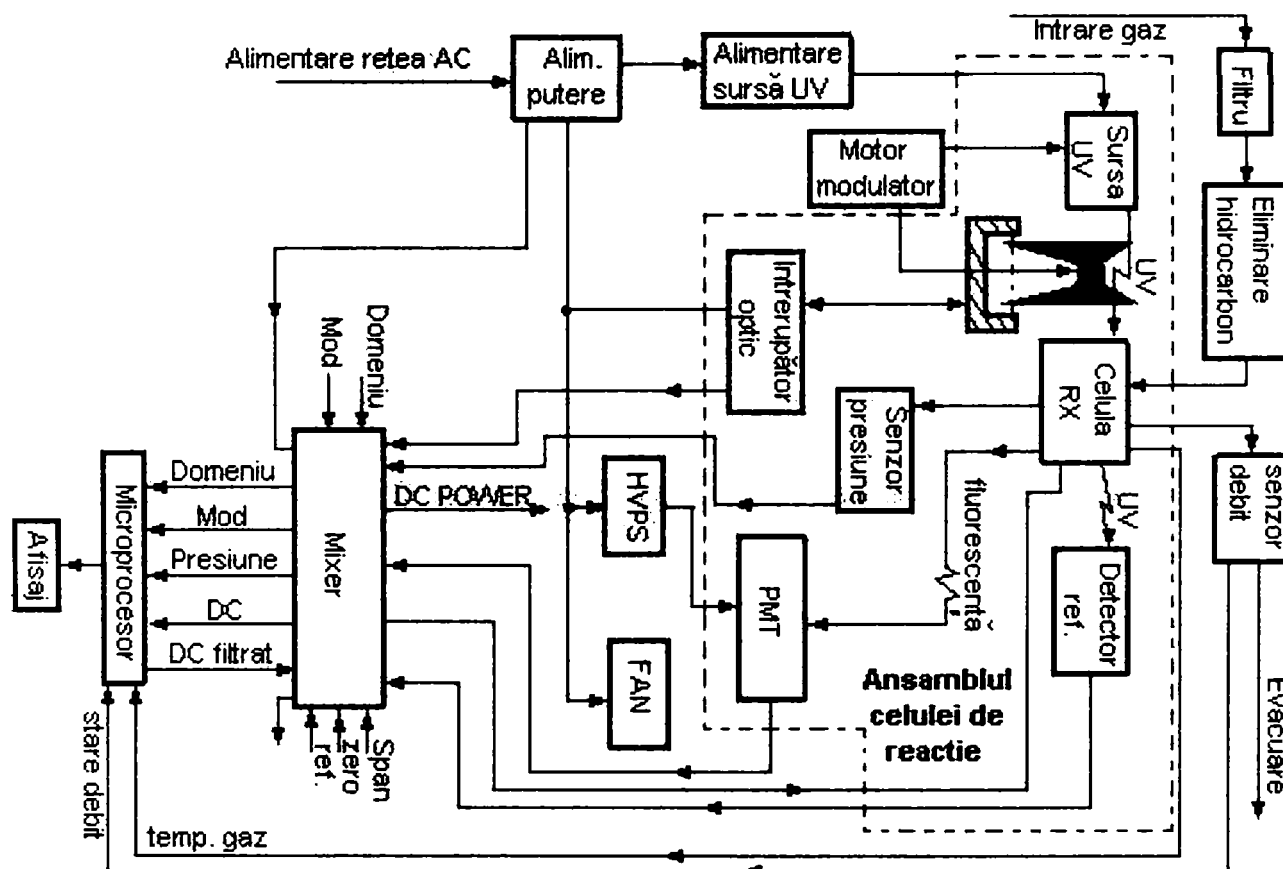


Figura 4.4. Schema bloc a analizorului ML 8850S[78]

Celula de reacție operează la presiunea atmosferică diminuată cu suma rezistențelor pneumatice apărute pe traseu, întâlnite până la ea. Aceste rezistențe sunt date de: filtrul pentru particule materiale, valva cu trei căi și sistemul de reținere a hidrocarburilor.

La operare trebuie avut grijă ca supapa cu trei căi să nu fie **niciodată** complet închisă.

Analizorul este echipat de asemenea și cu un sistem de reținere continuă a hidrocarburilor din gazul de analizat, numit "kiker", ce elimină hidrocarburele ce pot interfera cu fenomenul de fluorescență. Sistemul înlătură hidrocarburele cu ajutorul unei membrane permeabile. Kiker-ul este amplasat imediat după filtrul de particule, fiind astfel protejat de elemente străine. Kiker-ul, în serie cu celula de reacție, lucrează și pe parcursul fazei de calibrare a aparatului și este sensibil la fluctuații mai mari de presiune. Din acest motiv kiker-ul nu se va lega **niciodată** la un circuit de presiune și se va avea grijă ca orificiile de intrare a gazului și a aerului uscat să nu fie blocate. În caz contrar acesta va fi iremediabil distrus.

Modulatorul mecanic are patru sectoare, două de deschidere și două de închidere, care prin rotire au rolul de a stabiliza frecvența de tăiere la 30 Hz. Datorită sectoarelor unghiulare egale ale modulatorului, lumina este modulată în unde pătrate cu perioade egale de on off.

4.1.3. Principalele caracteristici tehnice ale analizorului ML 8850S

Principalele caracteristici ale analizorului de imisii de SO₂ sunt următoarele:

- precizie(sensibilitate): 1 ppb;
- temperatură de funcționare: 5 – 40°C;
- concentrația minimă detectabilă: 1 ppb;
- linearitate : ± 1% la capătul scalei;
- debit probă: <1 l/min;
- umiditatea probei: 5 – 95 % umiditate relativă, fără condensare;

Aparatul este dotat atât cu ieșiri de semnal analogic cât și cu ieșire de semnal digital. Valoarea curentă a concentrație de SO₂ este afișată pe panoul frontal prin intermediul unui afișaj cu cristale lichide, existând posibilitatea vizualizării acesteia în ppm sau mg/m³_N. Semnalul electric poate fi transmis analogic către un sistem de achiziție de date prin ieșiri de 100 mV, 1 V, 5 V, 10 V plus o ieșire opțională de 4 – 20 mA.

Aparatul este dotat cu două mufe de ieșire pentru semnal digital, tip 2-RS232, una fiind interfață pentru PC, a doua driver pentru imprimantă, cu format grafic sau tubular.

În figura 5 se prezintă panoul frontal al analizorului ML 8850S.

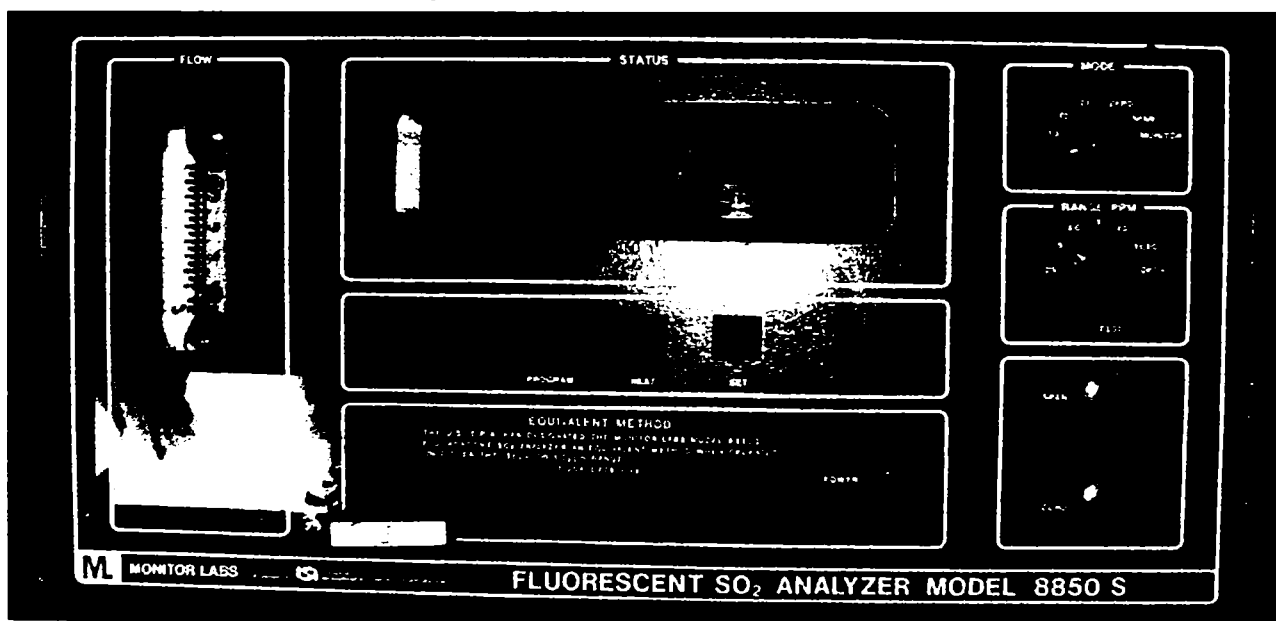


Figura 4.5. Panoul frontal al analizorului ML 8850S

4.2. Analizorul Monitor Labs ML 8840

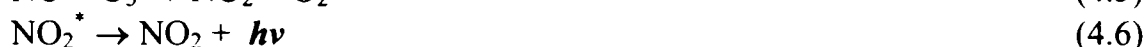
Analizorul ML 8840 servește la determinarea imisiei de oxizi de azot (NO_2 , NO , NO_x) în aerul înconjurător, principiul de determinare a concentrației de NO_x fiind detecția prin chemiluminiscență. Metoda este prevăzută în ISO 7996/1985 și este conformă cu cerințele Ordinului Guvernului nr. 592 din 25 iunie 2002, Anexa 5, precum și cu legislația internațională.

4.2.1. Aspecte teoretice legate de fenomenul de chemiluminiscență.

Principiul chemiluminiscenței constă în activarea până la generarea unui fenomen luminos în urma unor reacții chimice speciale a moleculelor de oxid de azot. Este un procedeu fizico-chimic de investigare. Determinarea concentrației oxizilor de azot prin detecția chemiluminiscenței este una din cele mai precise tehnici de analiză directă.

Metoda se aplică la măsurarea concentrațiilor de NO , atât în imisie cât și în emisie. Pentru determinarea concentrațiilor de NO_x ($\text{NO} + \text{NO}_2$) este necesară reducerea inițială a NO_2 la NO , pe suport catalitic de molibden.

Drept gaz auxiliar se folosește ozonul (extras din aerul uscat în prealabil), în aparat având loc următoarele reacții în camera de reacție[59]:



unde $h\nu$ este energia unei radiații luminoase cu lungimea de undă cuprinsă între 500 - 3 000 nm, iar M un partener inert de ciocnire, ce preia o parte din energie, dar nu se implică în alt mod la reacție.

Moleculele de NO reacționează cu ozonul formând în principal specii activate NO_2^* conform relației (4.4). Când specia activată NO_2^* revine la un nivel energetic scăzut, va emite energie luminoasă în bandă largă între 500-3000 nm cu o intensitate maximă la aproximativ 1200 nm (relația 4.6). O parte din NO_2^* va ceda energia partenerului inert M , revenind la starea neactivată (relația 4.7). Această cedare de energie, neînsoțită de emisie de radiație se numește *quencing*. Energia produsă în urma mecanismului descris de reacțiile (13 – 16) este recepționată de către un amplificator fotometric.

Schema de principiu a analizorului de imisii Monitor Labs model 8840 pentru NO_x este prezentată în figura 4.6.

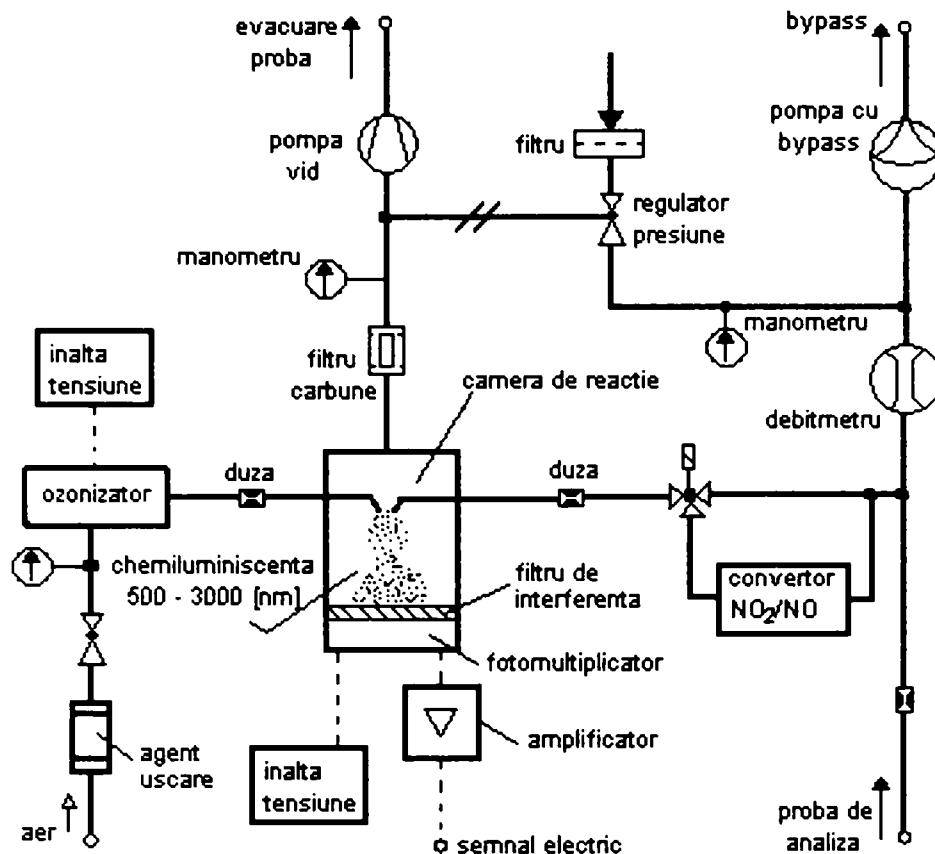


Figura 4.6. Schema de principiu a analizorului ML 8840.

4.2.2. Sistemul de operare al analizorului ML 8840

Modelul 8840 este o realizare de vârf în tehnologia analizei concentrațiilor oxizilor de azot, vârf atins în principal datorită implementării celulelor de reacție duble și a detectorilor dubli (celule separate pentru canalele de NO și NO_x). Avantajul canalelor duble este că citirea concentrațiilor are loc în timp real. Modelul 8840 folosește un modulator optic pentru stabilitate și o rețea pneumatică cu control al debitului pentru a regla curgerea curentului de gaz. Aceste noi subansamble aduc o îmbunătățire a sensibilității, acurateții și stabilității analizorului. În figura 4.7 este prezentată schema bloc a analizorului ML 8840 [83].

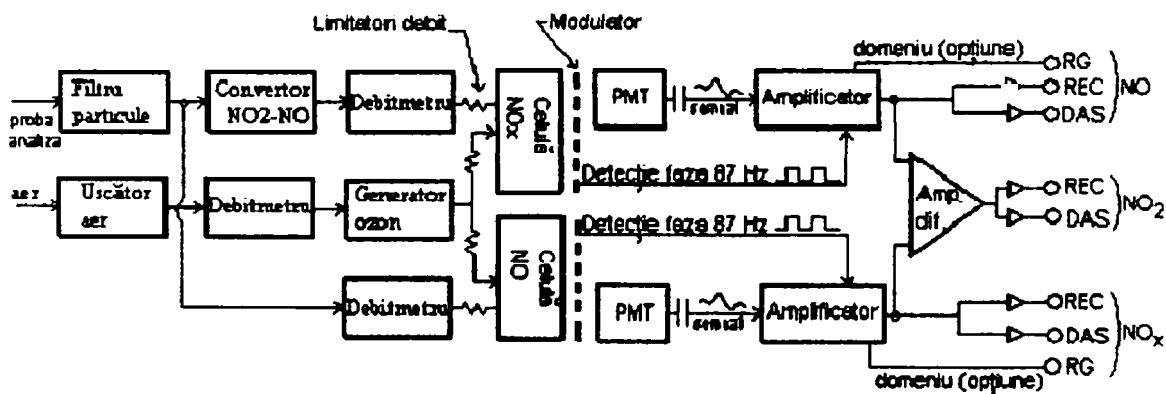


Figura 4.7. Schema bloc a analizorului ML 8840.

PMT – tub fotomultiplicator; REC – recorder; DAS – data acquisition system.

Proba de analiză și ozonul intră în camerele de reacție (localizate în celulele NO_x și NO) și apoi sunt evacuate printr-o rețea pneumatică. Emisia chimiluminiscentă din celula de reacție este întreruptă și transmisă alternativ unui tub foto multiplicator de aproximativ 87 de ori pe secundă de un modulator optic. Semnalul emis de tubul fotomultiplicator

(numit PMT) este procesat de un amplificator și convertit în semnal electric ce este livrat sistemului de achiziție al datelor (data acquisition system-DAS) și/sau un sistem de înregistrare (ex: imprimantă).

Analizorul conține:

- modulator optic (cu rol de întrerupător periodic);
- două tuburi fotomultiplicatoare (PMT);
- două celule de reacție cu control permanent al debitului;
- un amplificator dual.

Suplimentar analizorul mai este dotat cu o sursă de alimentare pentru PMT, un convertor catalitic NO₂-NO, un generator de ozon, debitmetre, echipament pentru procesarea electronică a semnalului și afișaj analogic.

Pe panoul din spate al aparatului, din considerente de întreținere, se găsește un filtru pentru proba de analiză, dispozitivul de uscare a aerului pentru generatorul de ozon și sistemul de evacuare a probei analizate.

Analizorul conține:

- modulator optic (cu rol de întrerupător periodic);
- două tuburi fotomultiplicatoare (PMT);
- două celule de reacție cu control permanent al debitului;
- un amplificator dual.

Suplimentar analizorul mai este dotat cu o sursă de alimentare pentru PMT, un convertor catalitic NO₂-NO, un generator de ozon, debitmetre, echipament pentru procesarea electronică a semnalului și afișaj analogic.

Pe panoul din spate al aparatului, din considerente de întreținere, se găsește un filtru pentru proba de analiză, dispozitivul de uscare a aerului pentru generatorul de ozon și sistemul de evacuare a probei analizate.

Modelul 8840 are un sistem de două canale de analiză complete ce cuprind celulele de reacție cu controlul debitului probei de analizat (ISO-FLO), tuburi fotomultiplicatoare (PMT), un preamplificator și un amplificator.

Celula de reacție are patru subsisteme pentru a asigura:

- controlul automat al debitului de fluid (ISO-FLO);
- admisia ozonului și a probei de analiză (prin duze);
- reacțiile în camera de reacție;
- evacuarea prin canale (duze) de evacuare.

Proba de analiză (de exemplu aer din mediul ambiant pentru care trebuie determinată imisia de oxizi de azot NO_x) este introdusă prin duza de intrare. Prin duza centrală se introduce ozon O₃ în camera de reacție. Un perete al camerei de reacție este format dintr-un filtru optic prin care tubul fotomultiplicator măsoară intensitatea emisiei chemiluminiscente și o convertește într-un curent electric echivalent. Din moment ce o singură moleculă de NO este necesară pentru a forma o moleculă de NO₂* (vezi reacția 4.4), intensitatea emisiei chemiluminiscente este liniar proporțională cu concentrația de NO din probă. Curentul din tubul fotomultiplicator este deci direct proporțional cu intensitatea chemiluminiscente. Se remarcă faptul că reacția de chemiluminiscentă apare *doar* între O₃ și NO. Datorită acestor particularități, o analiză a dioxidului de azot NO₂ se poate realiza doar după ce NO₂ din probă este redus chimic la oxidul de azot NO, înainte de intrarea în celula de reacție pentru NO_x. Această reducere chimică este realizată de un convertor catalitic numit MOLYCON [79,80].

Din figurile 4.6 și 4.7 se observă că proba prelevată este imediat divizată în două canale: pe unul circulă proba către celula de analiză a NO, iar pe celălalt către celula de analiză a NO_x. Singura diferență dintre cele două canale este că pe calea NO_x este inserat convertorul catalitic MOLYCON, care reduce NO₂ la NO. Astfel, pe canalul NO_x, se

măsoară concentrația de NO + NO₂ transportată de probă, în timp ce pe canalul NO se măsoară doar concentrația de NO. Nivelul concentrației de NO₂ se stabilește electronic, prin scăderea semnalului NO din semnalul NO_x. Pentru obținerea de rezultate stabile și precise, eficiența conversiei MOLYCON-ului trebuie să fie peste 96 %. Valori mai scăzute nu sunt acceptabile.

Analizorul de oxizi de azot ML8840 nu folosește pentru analiză nici un gaz preluat dintr-o butelie auxiliară, cu excepția ozonului O₃, produs din aer uscat, de către generatorul de ozon inclus în aparat.

4.2.3. Descrierea funcțională a analizorului ML 8840.

Analizorul de oxizi de azot ML 8840 este livrat ca un singur modul ce conține rețeaua pneumatică, două celule de reacție *gemene* descrise anterior, modulatorul, tubul fotomultiplicator cu răcitoare, o sursă de alimentare cu tensiune și echipament de putere și de procesare a semnalului. Toate ieșirile electrice ale aparatului sunt plasate pe panoul din spate. Rețeaua pneumatică include filtre, sisteme de divizare a debitului, convertorul catalitic, debitmetre, generatorul de ozon, indicator de vacuum și toată rețeaua pneumatică dinaintea celulei de reacție (cum ar fi sacul de cărbune).

Celula de reacție

Celula de reacție este formată din patru elemente de bază:

- camera de reacție,
- sistemul de reglare automată a debitului de gaz în camera de reacție ISOFLO,
- distribuitorul de gaz (pentru proba de analiza și ozon),
- ansamblul duzelor.

Toate componentele celulelor de reacție sunt fabricate din oțel inoxidabil. Liniile de gaz intră și ies din distribuitor. Fitingurile de intrare sunt inelare, pentru a permite montarea și demontarea ușoară a ansamblului ISOFLO, care este format dintr-un arc de oțel inoxidabil, un filtru de oțel inoxidabil sinterizat, două șaibe și un orificiu.

ISOFLO are rolul de a controla debitul de ozon și gaz de analizat, în cazul în care se montează echipamente auxiliare ce introduc rezistențe aerodinamice în circuit.

Camera de reacție este un cilindru de diametru 25,4 mm și lungime 31,0 mm legat la un filtru(fereastră) de separare la un capăt și de distribuitorul de gaz la capătul opus. Două tuburi cilindrice și concentrice plasate în centrul distribuitorului formează ansamblul de duze. Ozonul intră în camera de reacție prin duza centrală iar gazul de analizat prin duza concentrică, unde reacționează între ele. Pe parcursul reacției emisia chemiluminiscentă este transmisă prin filtrul(fereastră) separator tubului fotomultiplicator.

O diodă LED, montată în cameră, asigură lumina test pentru PMT și astfel o verificare optică grosieră a întregului ansamblu PMT. Întreg ansamblul celulei de reacție (inclusiv orificiile de intrare/ieșire) sunt atașate pe soclul modulatorului prin patru șuruburi. Prin demontarea acestora este posibilă inspecția camerei de ardere și a distribuitorului de gaz.

Expunerea PMT-ului la lumină naturală, în special cu unitatea pornită, poate cauza pierderea senzibilității pe termen scurt sau lung. În caz de expunere, sunt necesare 24 ore de întuneric, pentru readaptare. Expunerea la lumină puternică duce însă la distrugerea iremediabilă a tubului, dacă aparatul este pornit.

Controlul termic al celulei de reacție este obținut cu o rezistență de 20 W și un termistor plasat în distribuitor. Temperatura este menținută la 48 ÷ 52 °C[80].

Modulatorul

Modulatorul este un întrerupător optic rotativ cu patru lame care întrerupe emisia chemiluminiscentă din camera de reacție de aproximativ 87 ori/secundă, pentru a produce semnalul luminos AC și sincronizează întrerupătorul optic cu semnalul electric al PMT-ului. Modulatorul este montat pe un arbore, într-o placă fixată pe carcasa ansamblului celulei de reacție.

Convertorul catalitic MOLYCON

Analizorul ML8840 folosește un convertor catalitic pentru a reduce NO₂ la NO. Molibdenul (Mo) reacționează cu NO₂ la aproximativ 300 °C, formând oxid de molibden și oxid de azot NO. La această temperatură alți compuși ai azotului, cum ar fi amoniacul, nu sunt reduși la NO. MOLYCON va opera cu o eficiență de aproape 100 %, chiar când se înregistrează valori mari în intervale de timp reduse. Când se consumă molibdenul eficiența convertorului scade. Dacă eficiența scade sub 96 % molibdenul trebuie înlocuit cu unul nou sau regenerat. Temperatura convertorului este menținută la aproximativ 315°C de o rezistență comandată de o termocuplă oțel-constantan, implantată în molibden.

Generatorul de ozon

Metoda generării de ozon folosită de ML 8840 este descărcarea pe un electrod a unui curent de înaltă tensiune. Astfel aerul uscat se ionizează. Se produce O₃ conform reacției:



Ionizarea are loc în limitele unei camere de oțel inoxidabil, montate în corpul generatorului pe doi suporturi de izolare electrică. Debitul de aer uscat este controlat de o duză aflată în celula de reacție. Descărcarea electrică este asigurată la 7 500 volt de un transformator de înaltă tensiune montat în carcasa generatorului, adiacent ansamblului de descărcare. Pe linia de alimentare cu curent electric a întregului ansamblu este inserată o siguranță pentru protejarea analizorului. *Aparatul nu va fi folosit* cu carcasa generatorului nemontată.

Altitudinea maximă de operare a acestui generator de ozon este de 3 048 metri, deoarece la altitudine mai mare apare efectul Corona. Efectul Corona se evidențiază prin aura pe care o are un conductor sub înaltă tensiune. Principalul neajuns este că descărcarea Corona modifică aerul înconjurător transformând O₂ în O₃, care fiind foarte instabil va oxida cablurile din aparat.

Rețeaua pneumatică

Rețeaua pneumatică constă din patru canale de debit ce conduc proba de analizat și ozonul în cele două celule de reacție, de unde converg într-o singură linie de evacuare. Conductele sunt de 3,175 mm (1/8''), cu excepția conductei de evacuare de 6,35 mm (1/4''). Toate conexiunile dintre conducte de admisie a probei de analiză și pentru ozon sunt din oțel inoxidabil, iar conductele de evacuare sunt din PVC.

Rețeaua pneumatică este stabilizată de un stabilizator ISOFLO, care păstrează debitele la ± 2 % din debitele prescrise.

În figura 4.8 este prezentă rețeaua pneumatică a analizorului[81].

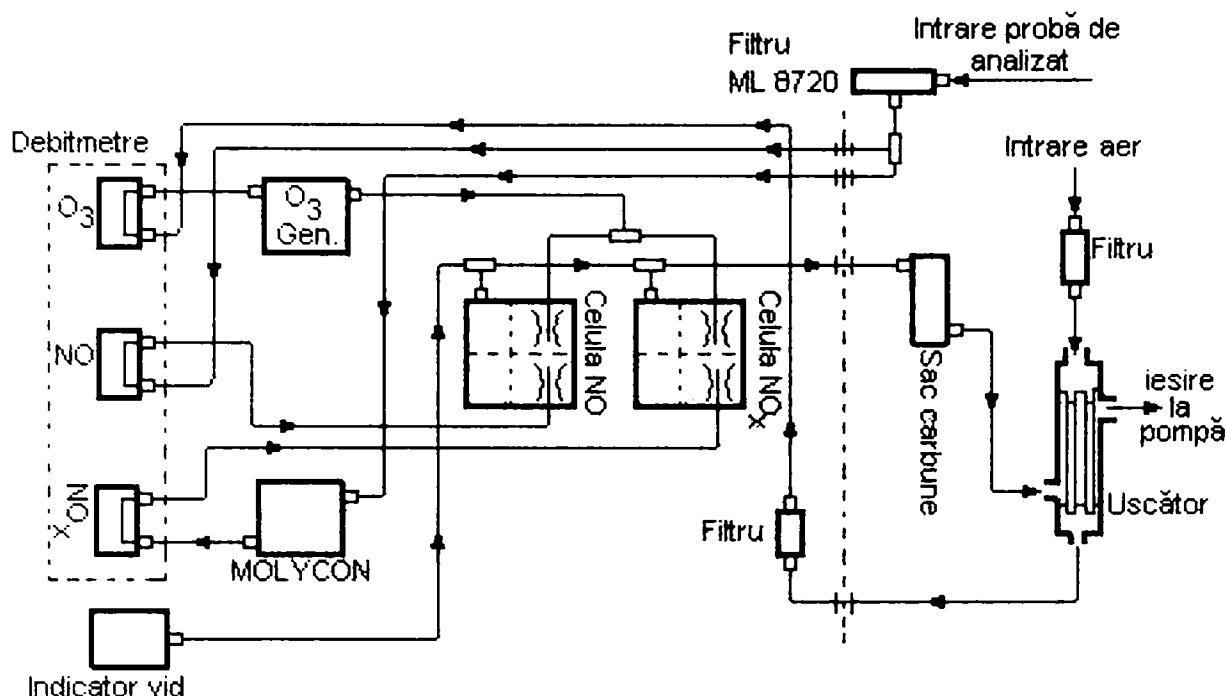


Figura 4.8. Rețeaua pneumatică a analizorului ML 8840[80]

4.2.4. Principalele caracteristici tehnice ale analizorului ML 8840.

Principalele caracteristici tehnice ale analizorului ML 8840 sunt:

- domeniul de lucru: max 10 ppm;
- temperatura optimă de funcționare: 20 – 30 °C;
- concentrația minimă detectabilă: 2 ppb;
- precizia: 2ppb;
- umiditatea aerului: 0 – 95 % umiditate relativă, fără condensare;
- debitele de gaz:
 - debit total probă: 500 ml/min ± 50 ml/min;
 - debit prin celulele NO și NO_x: 250 ml/min ± 25 ml/min;
- debit aer pentru generatorul O₃: 180 ml/min ± 20 ml/min.
- linearitatea: ± 1% la capătul scalei;

Ieșirea semnalelor se asigură prin:

- indicatorul din panoul frontal (acuratețe ± 3 %), cu scară liniară pentru citirea în ppm. Sunt disponibile trei seturi de diviziuni, acoperindu-se opt domenii de măsură.

- mufe de ieșire prin panoul din spate (DAS/recorder), deosebindu-se ieșire standard 0 ÷ 10 V și ieșiri opționale de 0 ÷ 1 V, 0 ÷ 10 mV și 0 ÷ 100 mV.

În figura 4.9 se prezintă panoul frontal al analizorului ML 8840.

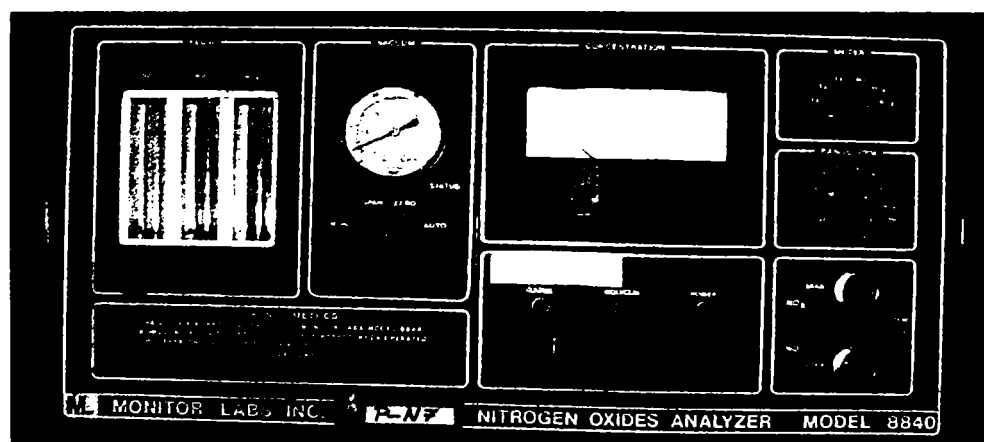


Figura 4.9. Panoul frontal al analizorului ML 8840.

4.3. Analizorul Horriba APMA 350E.

Analizorul APMA 350E servește la determinarea imisiei de monoxid de carbon (CO) în aer înconjurător, principiul de determinare a concentrației de CO fiind detecția prin analiză nedispersivă în infraroșu. Metoda este prevăzută în ISO 4224 și este conformă cu cerințele Ordinului Guvernului nr. 592 din 25 iunie 2002, Anexa 5, precum și cu legislația internațională.

4.3.1. Principiul de funcționare al analizorului APMA 350E

Analizorul APMA-350E determină concentrația de oxid de carbon CO din aer pe principiul NDIR – non-dispersiv infrared – analiză nedispersivă cu absorbție în infraroșu.

Oxidul de carbon CO absoarbe radiația în infraroșu la lungimi de undă de aproximativ 4,7 microni, astfel încât prezența și cantitatea de monoxid de carbon prezent în probă poate fi determinată prin cantitatea de lumină în infraroșu absorbită la trecerea probei prin celula de măsură.

Figura 4.10 prezintă schema de principiu a absorbției în infraroșu[5].

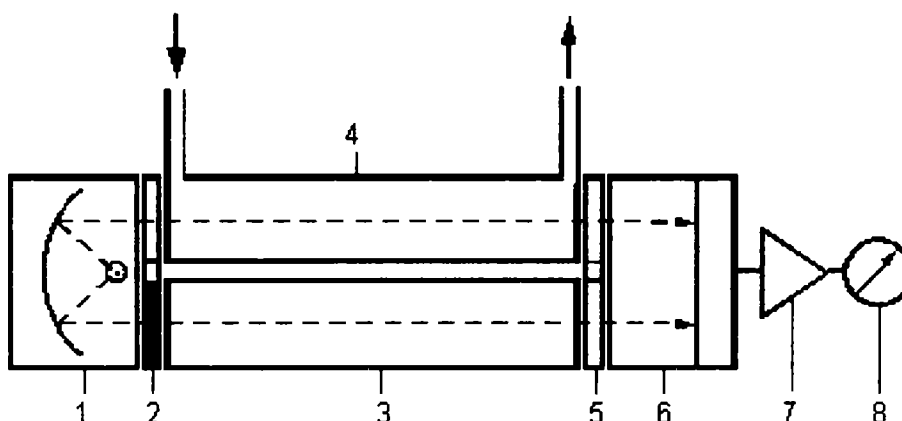


Figura 4.10. Absorbția în infraroșu.

1- Sursă lumină infraroșu; 2 – modulator; 3 - celulă cu gaz de referință; 4 - celulă de trecere a probei de analizat; 5 - filtru optic; 6 - receptor opto-pneumatic; 7- amplificator; 8 - afișaj, ieșire semnal electric

Analizorul APMA 350E funcționează după principiul NDIR însă prezintă o particularitate importantă: este echipat cu o supapă rotativă care direcționează alternativ gazul de analiză și gazul de referință spre o singură celulă de analiză, fiind astfel eliminat modulatorul, cum reiese din figura 4.11.

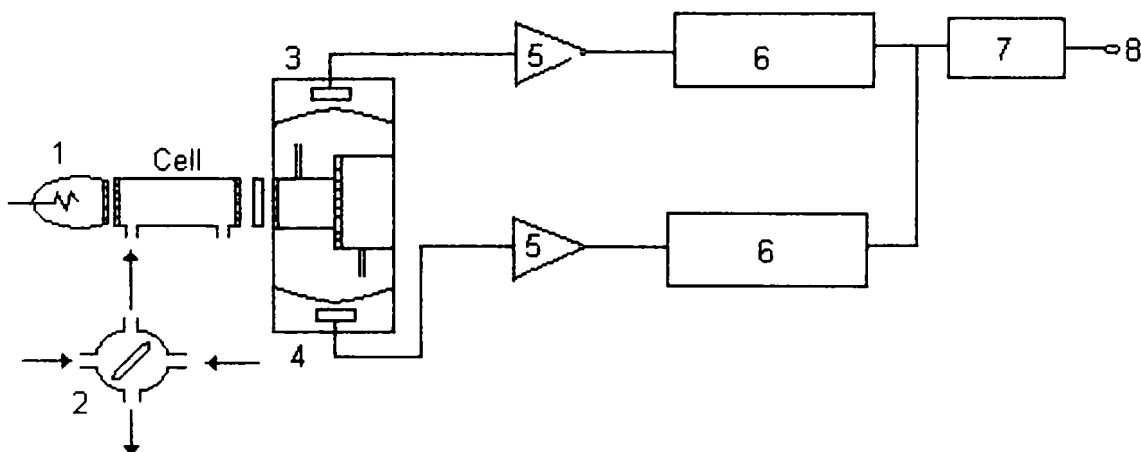


Figura 4.11. Principiul de funcționare al analizorului APMA 350E[84]

1 - sursă lumină; 2 - supapă rotativă; 3 - senzor pentru gaz de analiză; 4 - senzor pentru gaz de referință; 5,6,7 - echipament electronic de amplificare; 8 - ieșire semnal electric.

4.3.2. Principalele caracteristici tehnice ale analizorului APMA 350E.

Principalele caracteristici tehnice ale analizorului APMA 350E sunt:

- domeniul de lucru: max 100 ppm;
- temperatura optimă de funcționare: 20 – 30 °C;
- concentrația minimă detectabilă: 0.2 ppm;
- umiditatea aerului: 0 – 95 % umiditate relativă, fără condensare;
- debit aspirat 250 ml/min ± 25 ml/min;
- linearitatea: ± 1% la capătul scalei;

Ieșirea semnalelor se asigură prin:

- indicatorul numeric digital de pe panoul frontal. Sunt disponibile patru domenii de măsură: 0 -10 ppm; 0 - 20 ppm; 0 - 50 ppm și 0 -100 ppm.(vezi figura 12);

- mufe de ieșire prin panoul din spate (DAS/recorder), deosebindu-se ieșire standard 0 ÷ 10 V și ieșiri opționale de 0 ÷ 1 V, 0 ÷ 10 mV și 0 ÷ 100 mV.

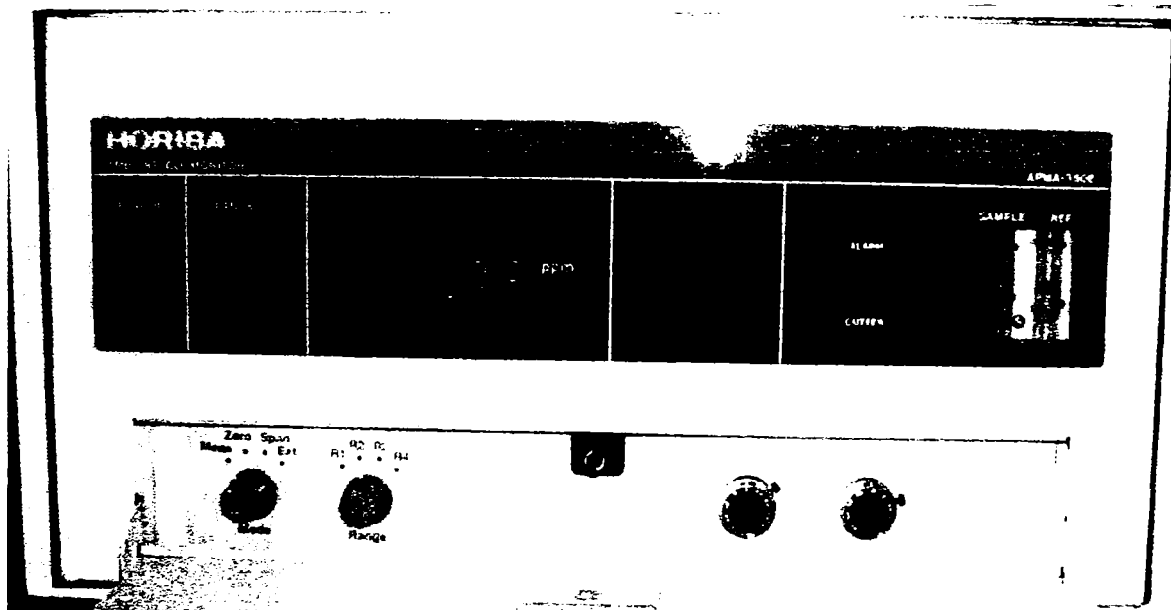


Figura 4.12. Panoul frontal al analizorului APMA 350E.

4.4. Analizorul LSV3 pentru determinarea PM10.

Analizorul LSV3 servește la determinarea imisiei de particule (fracțiunile PM10, PM4.0, PM2.5 și PM1.0) în aerul înconjurător, principiul de determinare a concentrației de prafului în atmosferă fiind determinarea masei prin metoda gravimetrică. Metoda este conformă cu cerințele Ordinului Guvernului nr. 592 din 25 iunie 2002, Anexa 5, precum și cu legislația internațională.

4.4.1. Principiul de funcționare al analizorului LSV3.

Acest aparat servește la determinarea concentrației de particule, putând fi folosit atât pentru măsurători în aer liber cât și pentru măsurători în medii închise. Particulele reținute pe filtru, care poate fi din teflon, cuarț, etc., pot fi analizate atât gravimetric, determinându-se astfel valoarea concentrației acestora, cât și din punct de vedere al compoziției, prin analize fizico-chimice de laborator.

Principiul de funcționare al aparatului este următorul: aerul este aspirat în aparat cu ajutorul unei pompe de vacuum a cărei debit maxim este de 3 m³/h. Gura de aspirație a aparatului este prevăzută cu un dispozitiv în interiorul căruia se găsește filtrul. Acest dispozitiv permite doar trecerea particulelor sub un anumit diametru. Ulterior, aerul este refulat prin partea inferioară a aparatului prin intermediul unui filtru pentru reținerea particulelor abrazive de carbon rezultate în urma funcționării pompei.

LVS3 este gestionat cu ajutorul unui microprocesor electronic. Afișajul informațiilor cu privire la parametrii de lucru ai aparatului și anume: debit nominal de lucru, volumul total de aer aspirat, timp de operare a aparatului, posibilele întreruperi de curent, etc., se realizează pe un ecran digital cu cristale lichide. Acest model poate fi operat în două moduri și anume:

- în așa numitul “mod controlat” când valoarea debitului de aspirație poate fi presetată de către operator la anumite valori 1.0, 1.6, 2.0 respectiv 2.3 (m³/h sau m³_N/h);
- în “mod necontrolat” când aparatul lucrează cu un debit maxim de aproximativ 3.5 m³/h.

Abaterea microprocesorului în privința măsurării volumului de aer este mai mică de 1%, în condiții de mediu de lucru exterior. Pentru păstrarea datelor pe timp îndelungat (pana la 2 ani) aparatul este prevăzută cu o baterie electrică. În cazul în care filtrul se îmbâcsește cu praf înainte de terminarea timpului de măsurare, aparatul se oprește automat pentru a evita suprasolicitarea pompei. Schema de principiu a aparatului este prezentată în figura 4.13[85].

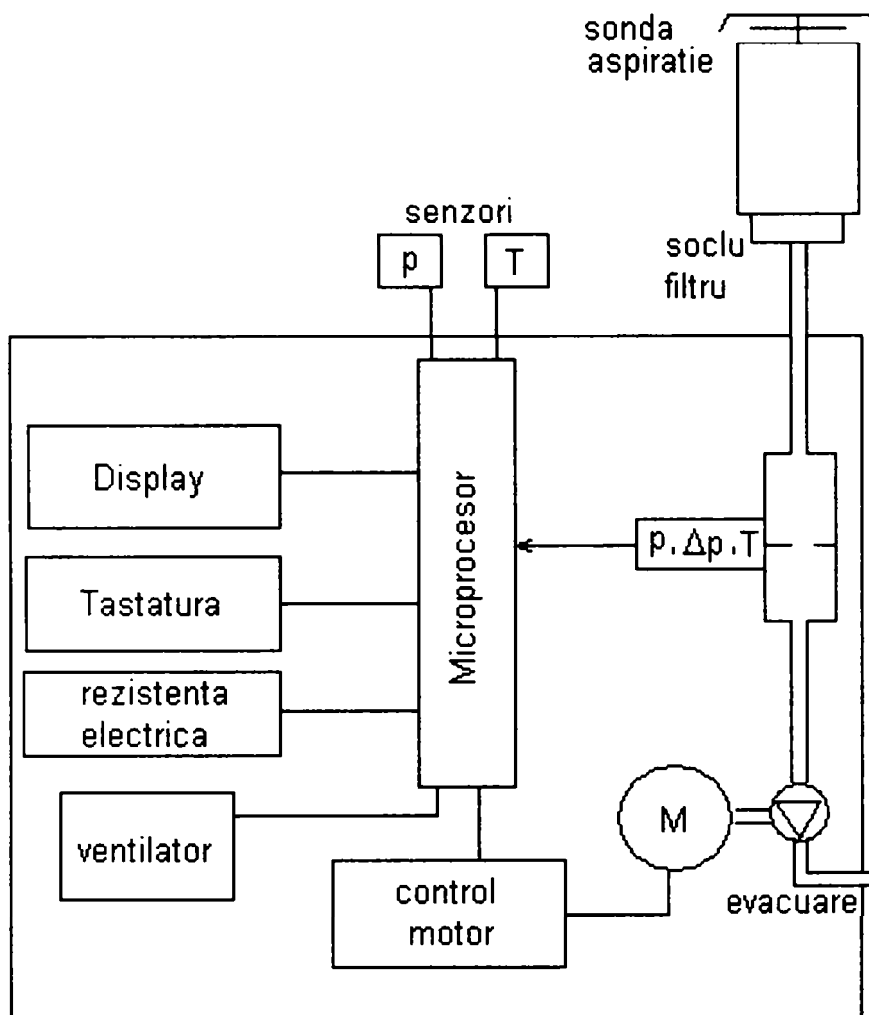


Figura 4.13. Schema bloc a aparatului LSV3.

4.4.2. Modul de operare al aparatului LSV3

Pentru determinarea concentrației de praf pot fi folosite filtre din fibre de sticlă, fibre de cuarț, filtre de teflon sau alte filtre. În cazul folosirii filtrelor de teflon trebuie avută în vedere posibila influență a acestora asupra rezultatelor cântăririi datorită încărcării electrostatice a acestora.

Datorită pierderilor gazodinamice mari prin filtrele de teflon, filtrele de tip membrană și filtrele nucleoporoase comparativ cu cele prin filtrele din fibre, în cazul în care aparatul este operat în regimul “uncontrolled mode” debitul de $3,5 \text{ m}^3/\text{h}$ nu mai poate fi atins.

Aparatul poate fi echipat cu mai multe sonde de aspirație, pentru determinarea particulelor în suspensie se folosește sonda *PMX* care servește la măsurarea particulelor PM_{10} , $\text{PM}_{4.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, și $\text{PM}_{1.0}$ la debite de aspirație cu valori de $4.0 \text{ m}^3/\text{h}$, $2.3 \text{ m}^3/\text{h}$ respectiv $1.0 \text{ m}^3/\text{h}$. În cadrul cercetării s-a folosit intrarea PM_{10} , proiectată să funcționeze la un debit de aer de $2.3 \text{ m}^3/\text{h}$. Această intrare servește ca intrare de referință pentru standardele europene conform CEN EN 12341.

Acest dispozitiv este format dintr-o porțiune cilindrică prevăzută cu un guler pentru prinderea suportului de filtru. La partea superioară a cilindrului intră un capac prevăzut cu opt tuburi de un anumit diametru. Astfel, aerul încărcat cu particule de diferite diametre este obligat, ca în drumul lui spre filtru, să treacă prin cele opt tuburi. Acest fapt îi imprimă o anumită viteză la o valoare dată a debitului. La partea inferioară a tuburilor, tot în cilindru se găsește o farfurie de impact pentru particule. Pe suprafața acestei farfurii se aplică un strat de vaselină siliconică. Tot la partea inferioară a cilindrului se găsește și tubul de colectare și direcționare a aerului spre filtru. Acest tub este prevăzut la partea

inferioară cu un canal pentru colectarea condensului. Astfel aerul care iese din sistemul de tuburi este obligat să-și schimbe direcția datorită faptului că gura tubului de colectare a aerului spre filtru este situată la o înălțime mai mare decât gurile sistemului de 8 tuburi. Datorită acestui fapt, particulele cu diametre mai mari decât $10\ \mu\text{m}$ având forțe de inerție mai mari nu mai pot efectua prima schimbare de direcție împreună cu vâna de fluid și astfel lovesc farfuria de impact unde sunt reținute de către vaselina siliconică. În acest mod se realizează reținerea particulelor cu un diametru mai mare de $10\ \mu\text{m}$. Intrarea PMX este prezentată în figura 4.14.

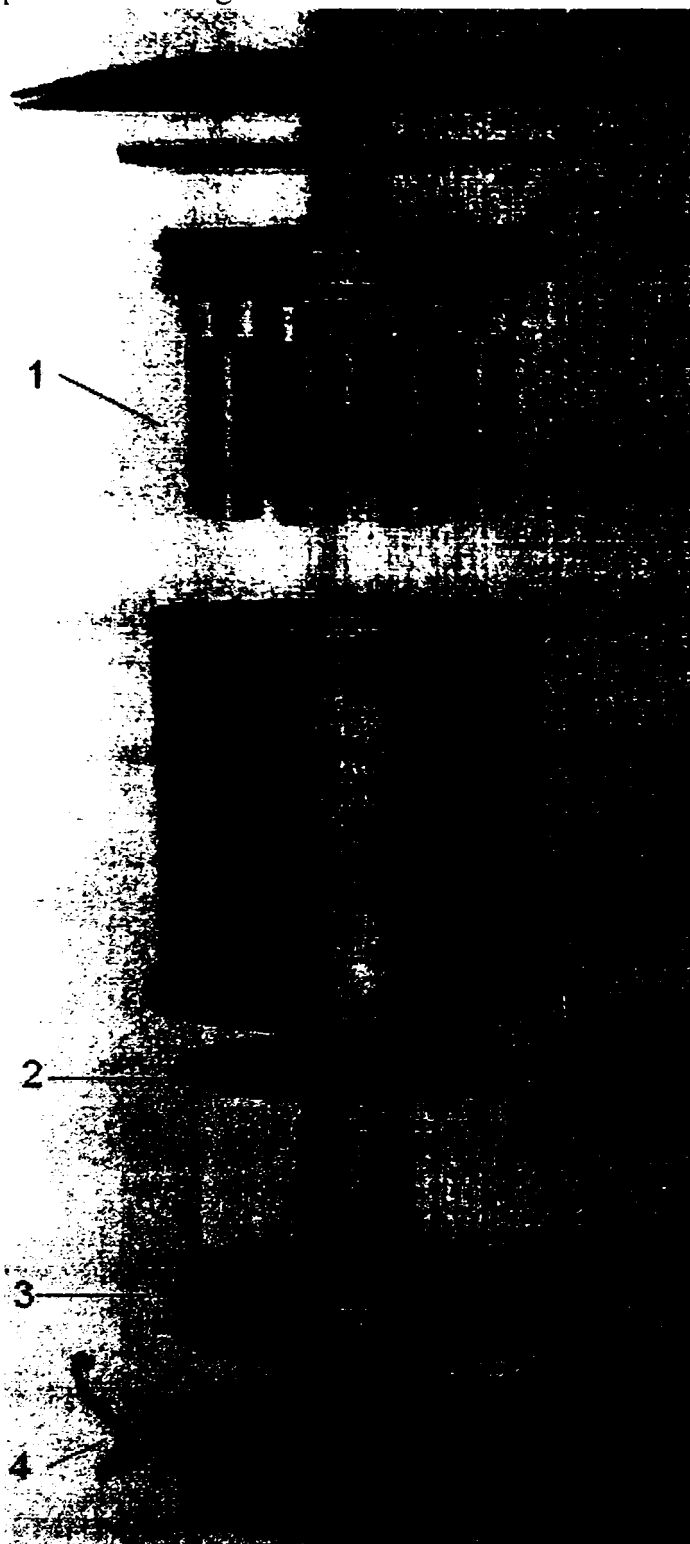


Figura 4.14. Intrarea PM10.[83]
1 – tuburi schimbabile;
2 – placa de impact;
3 – cavitate pentru colectarea condensului;
4 – suport pentru filtru

Aparatul este înglobat într-o carcasă de oțel inoxidabil fiind prevăzut cu un sistem de ventilare care nu permite creșterea temperaturii peste 30°C în interiorul carcasei și cu unul de încălzire care pornește în momentul în care temperatura scade sub 5°C, ambele sisteme fiind comandate de către un microprocesor electronic. Acest lucru permite funcționarea aparatului chiar și în condiții dificile de mediu. În figura 4.15 se prezintă, în ansamblu, aparatul LSV3.

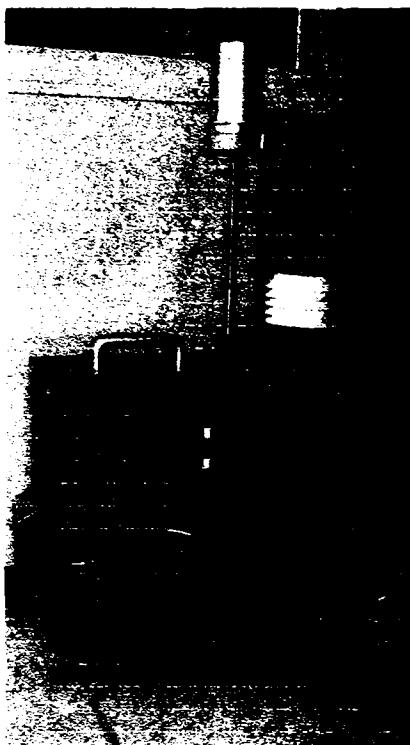


Figura 4.15. Imagine de ansamblu asupra aparatului LSV3

4.5. Sistemul de achiziție a datelor și de monitorizare a traficului auto

Sistemul de achiziție și monitorizare a traficului, a noxelor și a parametrilor meteorologici are 2 componente principale:

- echipamentul propriu-zis (hardware);
- programul de achiziționare și urmărire pentru un calculator personal (software).

4.5.1. Componenta hardware.

Echipamentul este format din următoarele module:

- unitatea centrală de prelucrare caracterizată de:
- microcontroler din familia 8051 (AT89C52);
- 2 porturi paralele de intrare de 8 biti;
- 2 porturi paralele de ieșire de 8 biti;
- interfața pentru tastatura matriceală de maxim 8 × 8 taste;
- port de comunicație serială RS232;
- manager de alimentare;
- memorie RAM de 128 KO (4 pagini de câte 32 KO);
- ceas de timp real;
- interfața afișaj alfanumeric cu cristale lichide.
- modul de urmărire a traficului rutier cu 4 bucle inductive (VEK M4C-E);
- modul de conversie analog-numeric de 8 biti (pot fi achiziționate până la 12 intrări analogice – curent sau tensiune – din care la acest echipament sunt utilizate 11);

- bloc de adaptare a semnalelor și contorizare;
- sursa de alimentare.

În figura 4.16 se prezintă schema bloc a echipamentului de achiziție de date.

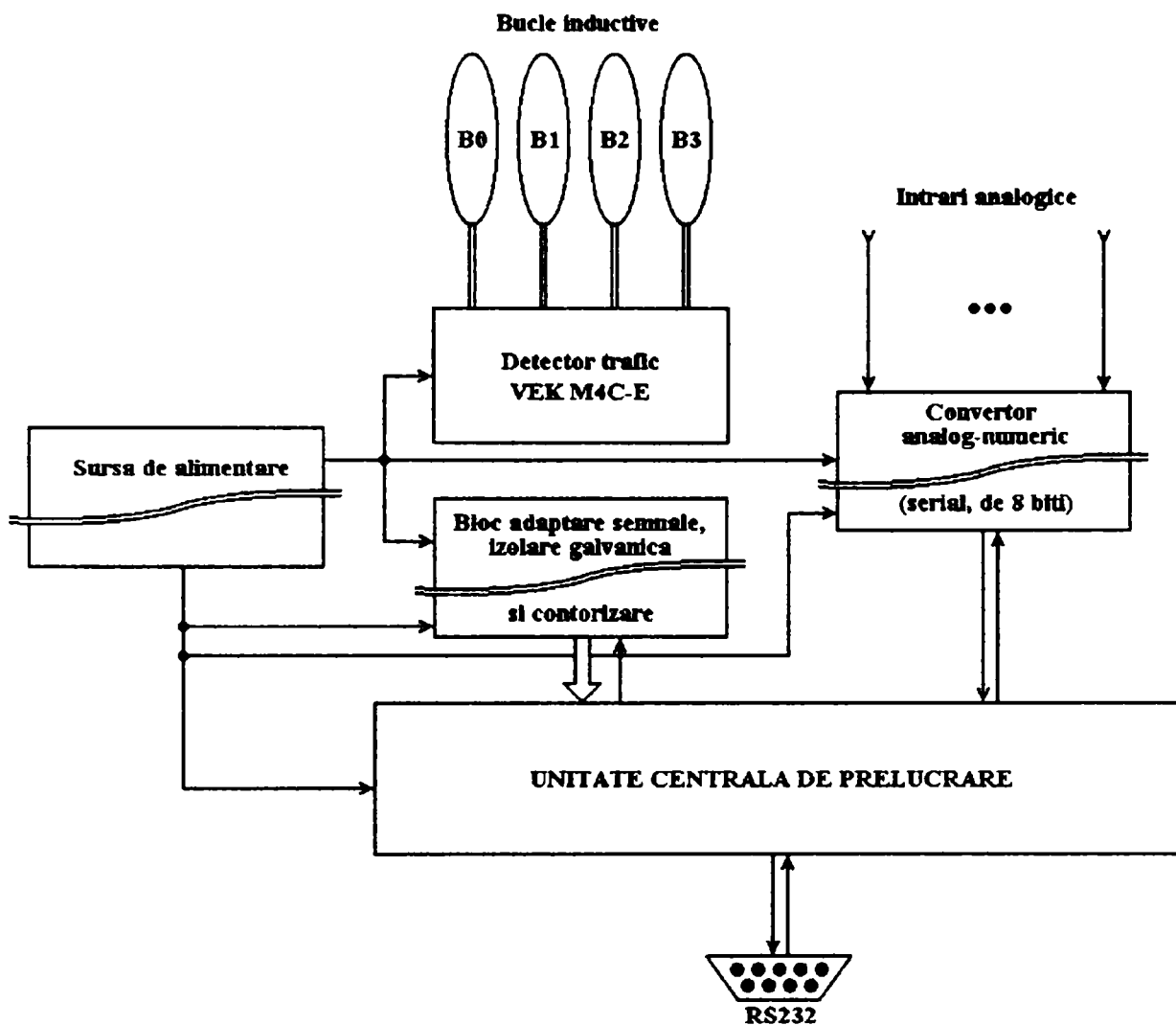


Figura 4.16. Schema bloc a sistemului de achiziție de date.

Modulul de monitorizare trafic și cel de achiziție a semnalelor analogice sunt izolate galvanic de unitatea centrală.

Intrările analogice sunt personalizate pentru achiziția semnalelor furnizate de analizoarele de gaze, respectiv de traductoarele meteo. Cuplarea analizoarelor și a traductoarelor se face prin intermediul unor riglete, locul în care acestea sunt plasate fiind indicat pe panoul echipamentului.

Buclele inductive sunt realizate din conductor de cupru de $3 \times 1 \text{ mm}^2$. A fost aleasă această soluție datorită prețului mic și a posibilității mutării buclelor (nu trebuie frezat carosabilul).

4.5.2. Componenta software.

Echipamentul este comandat de aplicația „UrmărireOnLine”, dezvoltată de S.C. IPA. SA, sucursala Craiova și este destinată urmării parametrilor de mediu și trafic în timp real (11 canale analogice: SO₂, NO, NO₂, NO_x, CO Hawk, CO Horiba, direcție și viteză vânt, temperatură, umiditate și patru digitale: 4 contoare de trafic).

La pornire, aplicația citește fișierul de configurație ComSetup.cfg unde sunt trecute proprietățile de comunicație ale portului serial pentru trafic date între echipamentul de achiziție și calculatorul personal pe care rulează aplicația. Trebuie specificate în fișier BaudRate-ul (viteza de transfer pe portul serial - 19200) și numărul portului serial pe care se face transferul de date.

Rata de eșantionare este variabila în sensul că utilizatorul poate specifica acest parametru (increment de 1 secunde).

Programul face transfer de date cu echipamentul de achiziție ținând cont de rata de eșantionare specificată, aducând datele pe ecranul curent.

Datele sunt formate respectând regulile de formatare înregistrate în fișierul Formats1.txt pentru fiecare canal analogic în parte. Ex. %3.2f mA înseamnă că se dorește afișarea pe 5 digiti, 2 după virgulă și valoarea numerică afișată pe ecran este exprimată în miliamperi.

Aplicația utilizează datele scrise în fișierul de configurație Channels.txt unde pe fiecare linie este scris codomeniul convertorului analog_numeric utilizat pe acel canal: 4#20 înseamnă că valoarea de pe acel canal ia valori în acest interval închis. După regula mai sus menționată înseamnă că valoarea de pe ecran va lua valori între 4.00 mA și 20.00 mA.

S-au definit astfel fișierele de configurație pentru o mai mare flexibilitate în operarea cu programul de transfer.

Corespunzător cu rata de eșantionare se înregistrează datele furnizate de către echipamentul de achiziție într-un fișier cu mnemonica „F+An+Luna+Zi+Ora+Minut+Secunda.txt” în scopul prelucrării ulterioare în EXCEL sau alt program specializat de statistică.

Pe fiecare linie din fișierul de salvare sunt trecute An+Luna+Zi+Ora+Minut+Secunda urmat de toata seria canalelor analogice în ordinea lor normală (11) și toate cele 4 canale digitale.

În partea dreapta sunt trecute canalele digitale unde se poate urmări în timp real traficul auto pe maxim 3 digiti (Counters).

În figura 4.17 se prezintă interfața aplicație prezentate mai sus, sub sistem de operare Windows.

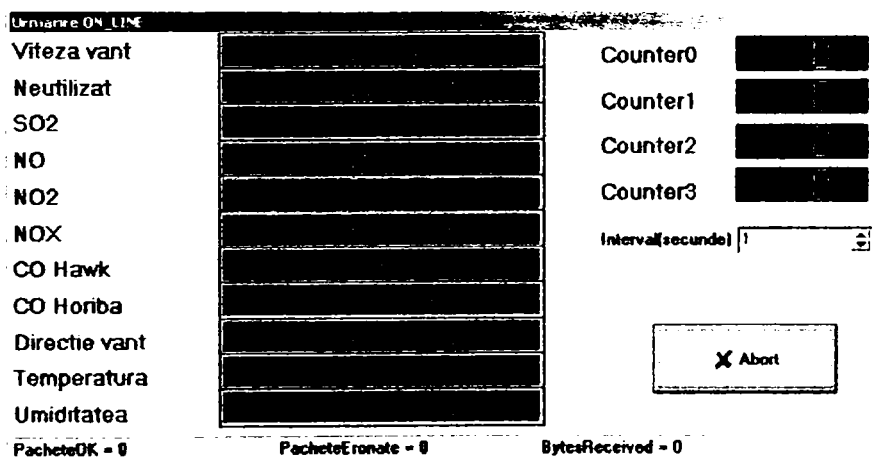


Figura 4.17. Interfața aplicației „UrmărireOnLine”

5. Cercetări experimentale privind influența sistemelor de încălzire individuale asupra calității aerului în Timișoara

5.1. Topografie

O importantă sursă de poluare a aerului în medii urbane o reprezintă sistemele de încălzire individuale. Dacă până în 1990 dezvoltarea orașelor avea loc pe „verticală”, prin construcția de blocuri de locuințe, astăzi dezvoltarea orașelor se face pe „orizontală”, prin construirea de cartiere de case familiale, principalul mod de încălzire a acestora și a asigurării apei calde menajere fiind prin intermediul instalațiilor individuale (microcentrale termice).

În consecință, s-a considerat necesară investigarea surselor de încălzire a locuințelor într-un microcartier timișorean și impactul acestora asupra mediului.

Zona de locuințe investigată este cuprinsă între B-dul Mihai Viteazu, Str. Ciprian Porumbescu, Strada C. Brâncoveanu, B-dul 16 Decembrie și Splaiul Tudor Vladimirescu., având o arie de 7.3 km². Au fost analizate 435 locuințe și au fost observate 36 locuințe cu sistem propriu de încălzire pe gaz și 7 locuințe cu sistem de încălzire pe lemne. Timișoara fiind un oraș de câmpie, pentru toate sursele s-a apreciat o altitudine de 80 m. În figura 5.1 se prezintă o vedere de ansamblu asupra unei parcele din zona investigată, iar în figura 5.2 harta GIS, e care s-a lucrat, entru determinarea poziției fiecărei surse[60].



Figura 5.1. Vedere de ansamblu asupra zonei investigate

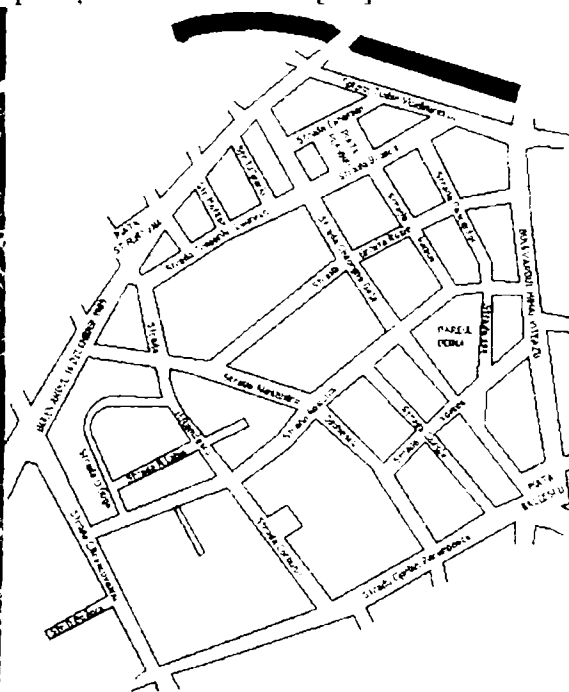


Figura 5.2. Harta GIS (sectorul investigat)

5.2. Calculul arderii

În procesul de oxidare al substanțelor carburante se produc întotdeauna transformări chimice complexe, care nu pot fi descrise întotdeauna prin ecuații simple. Aceste ecuații exprimă numai bilanțul material, care corespunde reacției luate în totalitatea ei, fără a pune în evidență mecanismul adevărat al procesului de oxidare.

Metodele folosite în calculul arderii combustibililor sunt variate. În lucrare se prezintă o metodă clasică, bazată pe relații stoichiometrice.

5.2.1. Calculul arderii gazului natural.

Compoziția volumetrică a gazului natural utilizat în rețeaua municipiului Timișoara este:

Metan	$(CH_4)_c = 0.9905$
Etan	$(C_2H_6)_c = 0.00144$
Propan	$(C_3H_8)_c = 0,00025$
Izo – butan N – butan	$(C_4H_{10})_c = 0.00012$
Izo – pentan N – pentan	$(C_5H_{12})_c = 0.00005$
Azot	$(N_2)_c = 0-00663$
Oxigen	$(O_2)_c = 0.00042$
Dioxid de carbon	$(CO_2)_c = 0.00054$

având puterea calorică inferioară: $H_i = 37000 \text{ kJ/m}^3_N$

Pentru calculul arderii combustibililor gazoși sau folosit relațiile stoichiometrice [65] de mai jos, neinsistându-se asupra lor:

$$O_{\min} = 2 \cdot CH_4 + 3.5 \cdot C_2H_6 + 5 \cdot C_3H_8 + 6.5 \cdot C_4H_{10} + 8 \cdot C_5H_{12} - O_2$$

$$L_{\min} = \frac{O_{\min}}{0.21}$$

$$V_{CO_2} = CH_4 + 2 \cdot C_2H_6 + 3 \cdot C_3H_8 + 4 \cdot C_4H_{10} + 5 \cdot C_5H_{12} + CO_2$$

$$V^{\circ}_{H_2O} = 2 \cdot CH_4 + 3 \cdot C_2H_6 + 4 \cdot C_3H_8 + 5 \cdot C_4H_{10} + 6 \cdot C_5H_{12}$$

$$V^{\circ}_{N_2} = N_2 + \left(\frac{0.79}{0.21} \right) \cdot O_{\min}$$

$$V^{\circ}_{gu} = V_{CO_2} + V_{N_2}$$

$$V^{\circ}_{gt} = V^{\circ}_{gu} + V_{H_2O}$$

$$V_{H_2O} = V^{\circ}_{H_2O} + \frac{\lambda \cdot \rho_a \cdot L_{\min} \cdot d}{1000 \cdot \rho_{H_2O}}$$

$$V_{N_2} = V^{\circ}_{N_2} + 0.79 \cdot (\lambda - 1) \cdot L_{\min}$$

$$V_{gu} = V^{\circ}_{gu} + (\lambda - 1) \cdot L_{\min}$$

$$V_{gt} = V^{\circ}_{gt} + V_{H_2O}$$

Presupunând că se arde 1 m^3_N de combustibil și alegând $\lambda = 1.15 [-]$, rezultă:

$O_{\min} = 1.98805$	$\text{m}^3_N/\text{m}^3_N$
$L_{\min} = 9.4669$	$\text{m}^3_N/\text{m}^3_N$
$V_{CO_2} = 0.9954$	$\text{m}^3_N/\text{m}^3_N$
$V^{\circ}_{H_2O} = 1.98722$	$\text{m}^3_N/\text{m}^3_N$
$V^{\circ}_{N_2} = 7.48548$	$\text{m}^3_N/\text{m}^3_N$
$V^{\circ}_{gu} = 8.48088$	$\text{m}^3_N/\text{m}^3_N$
$V^{\circ}_{gt} = 10.4681$	$\text{m}^3_N/\text{m}^3_N$
$V_{H_2O} = 2.07552$	$\text{m}^3_N/\text{m}^3_N$
$V_{N_2} = 8.60731$	$\text{m}^3_N/\text{m}^3_N$
$V_{gu} = 9.90092$	$\text{m}^3_N/\text{m}^3_N$
$V_{gt} = 10.5564$	$\text{m}^3_N/\text{m}^3_N$

5.2.2. Calculul emisiei de noxe (arderea gazului natural)

Ținând cont de caracteristicile problemei investigate se vor face următoarele aprecieri:

- puterea instalației se va aprecia ca fiind $P = 25$ kW, putere necesară pentru încălzirea unui spațiu de locuit de aproximativ 70 m^2 (apartament); respectiv $P = 50$ kW, puterea necesară pentru încălzirea unui spațiu de locuit de aproximativ 200 m^2 (casa, vilă);
- randamentul instalației se va aproxima ca fiind $\eta = 0.9$, având în vedere faptul că aceste instalații sunt noi
- debitul de combustibil se calculează cu relația[5]:

$$B = \frac{P}{\eta \cdot H_i} \quad \text{m}^3_{\text{N}}/\text{h}$$

vom obține: $B_1 = 0.7507 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{h}$ – pentru instalații mici de apartament
 $B_2 = 1.5015 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{h}$ – pentru instalații de putere 50 kW.

În continuare, pentru simplitate, mărimile cu indicele 1 se vor referii la instalații pentru apartament, iar mărimile cu indice 2 la instalații pentru vile.

Calculul debitului de gaze care iese pe coșul de fum al instalației:

$$V_{g1,2} = \frac{B_{1,2} \cdot V_{gr}}{3600} \cdot \left(\frac{t_{g1,2} + 273}{273} \right)$$

în care t_g – temperatura gazelor la ieșirea din coș ($t_{g1} = 140$ °C, respectiv $t_{g2} = 155$ °C).

Cu valorile de mai sus se obține:

$$V_{g1} = 0.00333 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$V_{g2} = 0.0069 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

Viteza de ieșire a gazelor de ardere se obține din relația:

$$w_{g1,2} = \frac{4 \cdot V_{g1,2}}{\pi \cdot D_{1,2}^2}$$

în care $D_{1,2}$ – diametrul interior al coșului ($D_1 = 0.030$ m, respectiv $D_2 = 0.040$ m)

Astfel:

$$w_{g1} = 4.711 \quad \text{m/s}$$

$$w_{g2} = 5.493 \quad \text{m/s}$$

Emisiile de noxe pot fi exprimate ca raport între masa noxei și puterea calorifică inferioară a combustibilului. Emisiile de noxe se exprimă în mod uzual în concentrație masică C_m [$\text{mg}/\text{m}^3_{\text{N}}$, mg/m^3] și în concentrație volumică C_v [ppm].

Emisia K , raportată la puterea calorifică inferioară H_i a combustibilului, depinde de concentrația masică C_m :

$$K = 10^{-6} \frac{C_m (V_{gr})_{\lambda}}{H_i} \quad [\text{kg}/\text{GJ}]$$

unde:

H_i – puterea calorifică inferioară, în GJ/kg sau GJ/ m^3_{N} ;

$(V_{gr})_{\lambda}$ - cantitatea de gaze totală pentru un anumit λ , în $\text{m}^3_{\text{N}}/\text{kg}$ sau $\text{m}^3_{\text{N}}/\text{m}^3_{\text{N}}$;

C_m – concentrația masică, în $\text{mg}/\text{m}^3_{\text{N}}$.

Emisia masică absolută se stabilește cu relația:

$$\dot{m} = K \cdot B_{1,2} \cdot H_i \quad [\text{kg noxă}/\text{s}]$$

Înlocuind în relația de mai sus, aceasta se simplifică devenind:

$$\dot{m} = 10^{-3} \cdot C_m \cdot V_g \quad [\text{g}/\text{s}]$$

relație în care V_g se introduce în m^3/s și C_m în $\text{mg}/\text{m}^3_{\text{N}}$.

Se observă că mărimea necunoscută din relația de mai sus este C_m . În practica industrială se măsoară concentrația volumică C_v , exprimată în ppm, relația de legătură între concentrația masică C_m și concentrația volumică C_v fiind:

$$C_m = C_v \frac{M_g}{22.41383} \quad [\text{mg}/\text{m}^3_N]$$

în care:

M_g – masa moleculară a gazului nociv, în kg/kmol;

22.41383 – volumul molar, în condiții normale (0 °C, 1013 mbar), în m^3/kmol .

Cum nu se dispune de măsurători on-line, pentru instalațiile în cauză, sa apelat la literatura de specialitate, în care se găsesc factori de emisie determinați experimental, pentru diferite categorii de instalații, diferiți combustibili și pentru toți poluanți. Astfel sa apelat la baza de date a Agenției Statelor Unite pentru Protecția Mediului (US EPA), bază de date disponibilă pe compact disk, CORINAIR.

Din aceasta s-au extras următorii factori de emisie prezentați în tabelul 5.1, iar în tabelul 5.2 emisia masică absolută:

Tabelul 5.1. Factori de emisie (arderea gazului natural)

Poluantul	Factorul de emisie	
	lb/10 ⁶ scf	mg/m ³ _N
Oxizi de azot NOx	94	0.001504
Monoxid de carbon CO	40	0.00064
Particule PM10	7.6	0.0001216

unde lb/10⁶ scf – pounds/million standard cubic feet

Tabelul 5.2. Emisia masică absolută în cazul arderii gazului natural

Poluantul	Emisia masică absolută [g/s]	
	Instalații cu P = 25kW	Instalații cu P = 50 kW
Oxizi de azot NOx	$5.00832 \cdot 10^{-4}$	$1.03776 \cdot 10^{-3}$
Monoxid de carbon CO	$2.1312 \cdot 10^{-4}$	$4.416 \cdot 10^{-4}$
Particule PM10	$4.04928 \cdot 10^{-5}$	$8.3904 \cdot 10^{-5}$

5.2.3. Calculul arderii lemnului

Lemnul este folosit ca combustibil pentru încălzirea locuințelor pe timp de iarnă. În acest calcul s-a considerat că lemnul este uscat cu o compoziție variată (fag, stejar) având următoarea compoziție elementară:

$$C = 44.01 \%$$

$$H = 5,47 \%$$

$$O = 40.83 \%$$

$$N = 2.02 \%$$

$$A^i = 1,67 \%$$

$$W_t = 6 \%$$

Puterea calorică inferioară a fost calculată cu relația:

$$H_i = 33900 \cdot C + 120120 \cdot \left(H - \frac{O}{8} \right) + 9250 \cdot S - 2510 \cdot W_t = 3632.5 \quad \text{kcal} / \text{kg}$$

Pentru calculul arderii combustibililor gazoși sau folosit relațiile stoichiometrice [65] de mai jos, neinsistându-se asupra lor:

$$O_{\min} = \frac{21.41}{12} \cdot \left[C + 3 \cdot \left(H - \frac{O - S}{8} \right) \right]$$

$$L_{\min} = \frac{O_{\min}}{0.21}$$

$$V_{CO_2} = \frac{22.41}{12} \cdot C$$

$$V_{N_2}^{\circ} = \frac{22.41}{28} \cdot N + \frac{0.79}{0.21} O_{\min}$$

$$V_{gu}^{\circ} = V_{CO_2} + V_{N_2}^{\circ}$$

$$V_{H_2O}^{\circ} = 11.205 \cdot H + 1.245 \cdot W_i + \frac{\lambda \cdot \rho_a \cdot L_{\min} \cdot d}{1000 \cdot \rho_{H_2O}}$$

$$V_{gt}^{\circ} = V_{gu}^{\circ} + V_{H_2O}^{\circ}$$

Presupunând că se arde 1 m^3_N de combustibil și alegând $\lambda = 1.15$ [-], rezultă:

$O_{\min} = 0.8443$	m^3_N/kg
$L_{\min} = 4.0204$	m^3_N/kg
$V_{CO_2} = 0.8217$	m^3_N/kg
$V_{N_2}^{\circ} = 3.1843$	m^3_N/kg
$V_{gu}^{\circ} = 4.006$	m^3_N/kg
$V_{H_2O}^{\circ} = 0.7492$	m^3_N/kg
$V_{gt}^{\circ} = 4.006$	m^3_N/kg

5.2.4. Calculul emisiei de noxe (arderea lemnului)

Ținând cont de caracteristicile problemei investigate se vor face următoarele aprecieri:

- puterea instalației (sobe) se va aprecia ca fiind $P = 7 \text{ kW}$, putere necesară pentru încălzirea unui spațiu de locuit de aproximativ 20 m^2 (camera);
- randamentul instalației se va aproxima ca fiind $\eta = 0.5$;
- debitul de combustibil se calculează cu relația:

$$B = \frac{P}{\eta \cdot H_i} \quad \text{kg/h}$$

vom obține: $B_1 = 2,435 \quad \text{kg/h}$

Calculul debitului de gaze care iese pe coșul de fum al instalației:

$$V_g = \frac{B \cdot V_{gt}^{\circ}}{3600} \cdot \left(\frac{t_g + 273}{273} \right)$$

în care t_g – temperatura gazelor la ieșirea din coș ($t_g = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$).

Cu valorile de mai sus se obține:

$$V_{gt} = 0.00321 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

Viteza de ieșire a gazelor de ardere se obține din relația:

$$w_g = \frac{4 \cdot V_g}{\pi \cdot D^2}$$

în care D – diametrul interior al coșului ($D_1 = 0.040 \text{ m}$)

Astfel:

$$w_{g1} = 2.314 \quad \text{m/s}$$

Emisiile de noxe pot fi exprimate ca raport între masa noxei și puterea calorică inferioară a combustibilului. Emisiile de noxe se exprimă în mod uzual în concentrație masică C_m [mg/m^3 , mg/m^3] și în concentrație volumică C_v [ppm]. Pentru calculul emisiilor s-a folosit aceeași relație ca și în cazul calculului emisiilor datorate arderii gazului natural, și anume:

$$\dot{m} = 10^{-3} \cdot C_m \cdot V_g \quad [\text{g/s}]$$

relație în care V_g se introduce în m^3/s și C_m în mg/kg .

Cum nu se dispune de măsurători on-line, pentru instalațiile în cauză, sa apelat la literatura de specialitate, în care se găsesc factori de emisie determinați experimental, pentru diferite categorii de instalații, diferiți combustibili și pentru toți poluanții. Astfel sa apelat la baza de date a Agenției Statelor Unite pentru Protecția Mediului (US EPA), bază de date disponibilă pe compact disk, CORINAIR.

Din aceasta s-au extras următorii factori de emisie prezentați în tabelul 5.3, iar în tabelul 5.4 emisia masică absolută pentru arderea lemnului în instalații de încălzire individuale.

Tabelul 5.3. Factori de emisie (arderea lemnului)

Poluantul	Factorul de emisie	
	lb/10 ⁶ scf	kg/t
Oxizi de azot NO _x	2.8	1.4
Monoxid de carbon CO	230.8	115.4
Oxizi de sulf SO _x	0.4	0.2
Particule PM10	30.6	15.3

unde lb/ton – pounds/ton

Tabelul 5.4. Emisia masică absolută în cazul arderii gazului natural

Poluantul	Emisia masică absolută [g/s]
	Instalații cu P = 7 kW
Oxizi de azot NO _x	$1.0352 \cdot 10^{-4}$
Monoxid de carbon CO	$4.245 \cdot 10^{-3}$
Oxizi de sulf	$2.4510 \cdot 10^{-4}$
Particule PM10	$25.065 \cdot 10^{-3}$

5.3. Prelucrarea rezultatelor. Programul ISC3View.

Pentru a stabili impactul surselor de poluare investigate asupra calității aerului este necesară modelarea matematică a dispersiei noxelor pentru speciile considerate. Astfel pentru evaluarea dispersie noxelor (determinarea imisiilor) am folosit programul ISC3View, versiunea 4.02, utilizat la scară largă (ex: EPA – Agenția de Protecție a Mediului – S.U.A.)[87].

Programul ISC4 este cel mai răspândit program de evaluare a dispersiilor și a adoptat următoarele ipoteze simplificatoare:

- sursa emitentă își păstrează puterea de emisie considerată infinită, nu au loc reacții chimice, emisia este o funcție ce admite pe durata analizată o soluție stabilă: $\partial Q / \partial t = 0$;
- gradientul de vânt și cel de temperatură în stratul unde are loc amestecul penei cu atmosfera liberă sunt respectiv constanți;

– distribuțiile pe direcția verticală și transversal pe direcția vântului sunt de tip gaussian, marginile penei fiind atinse în momentul în care distribuția coboară sub 10 % din valoarea de pe axa principală de înaintare;

– cele mai bune rezultate se obțin pentru analize legate de terenuri plane, pe distanțe de max. până la 100 km, după unii autori chiar și 200 km. Existența unor piedici topografice naturale sau arhitecturale, prezența unor zone cu apă întinse în vecinătate afectează veridicitatea și performanțele rezultatelor;

– clasele de stabilitate se referă la condiții stabile, instabile și neutre, precum și la combinații la limită ale acestora.

Programele sunt atestate internațional, dovadă că una dintre cele mai renumite agenții de protecție a mediului (EPA din SUA) le folosește pentru protocoalele sale de analiză a dispersiilor, a depunerilor solide sau umede, chiar și în condiții de teren complex (de ex. când receptorul este la cotă superioară emitentului și invers).

ISC4 este o versiune îmbunătățită și cea mai recentă a variantei ISC3 (Industrial Sources Complex), care a cunoscut până în prezent mai multe versiuni. Modelele au fost evolutive, în sensul îmbunătățirii interferenței cu utilizatorul (experimentat sau nu) și ușurinței de întocmire a fișierelor de intrare referitoare la localizarea spațială, cantitativă și calitativă a surselor și la datele meteorologice.

Cerințele legate de unitatea de calcul nu sunt deosebite. Pentru aplicații demonstrative sau cu un număr rezonabil de surse condițiile oferite de calculatoarele IBM-PC cu compilator FORTRAN și min. 640 kRAM sunt suficiente.

Programele oferă răspunsuri la analizele de impact cele mai diverse, pentru orice emitent (staționar, mobil), la orice înălțime (de recepție), indiferent de proveniență sau număr (industrie, instalații de ardere, instalații de ventilare, intersecții, parcuri, garaje și tuneluri, etc.), de mărime, de amplasare (urbană sau rurală), etc. Se determină poluarea locală sau la distanță, după caz și poluarea transfrontieră, în directă dependență cu densitatea de probabilitate la intervalul ales.

Se pot analiza dispersii de substanțe mai ușoare sau mai grele decât aerul (de ex. gaze tipice de ardere, particule de zgură din halde, substanțe solide cancerigene, etc.), se pot simula situații critice de incendii, spurgeri de conducte de combustibil și apoi aprinderea volatilitelor, etc. Prin opțiunile pe care le oferă programele se pot calcula medii la 30 minute, zilnice, anuale, sau pe un interval definit de timp. Cu cât datele de intrare sunt mai reprezentative și mai aproape de adevăr, cu atât concluziile sunt mai veridice. ISCView4 are opțiunea de prelucrare grafică a rezultatelor.

Referitor la concentrațiile în emisie (date de intrare referitoare la sursă) se indică metoda măsurărilor on line, în condiții de durată reprezentativă, sau prelucrarea statistică a datelor, prin folosirea așa numitor factori de emisie.

Se acceptă o distribuție gaussiană a densității de probabilitate (a concentrațiilor), atât pe direcție verticală (z), cât și pe direcție perpendiculară pe direcția vântului (y). Se remarcă supraînălțarea penei datorată vitezei și parametrilor termodinamici ai jetului de fum la ieșire, relativ la mediul ambiant. Receptorii sunt organizați într-o rețea simetrică, ce se definește fie în coordonate carteziane (X, Y, Z), fie în coordonate polare (r, θ). Desfășurarea spațiului are notații consacrate, de care depinde și scrierea ecuațiilor. În sistemul de coordonate cartezian, axa x se consideră pozitivă înspre est (E) de la originea specificată de utilizator (și coincide cu direcția vântului) și axa y pozitivă este dirijată astfel spre nord (N). Coordonata radială (r) se măsoară din originea aleasă arbitrar de utilizator, iar coordonata unghiulară în sens orar, pornind din nord (N).

Astfel, dacă se notează cu $X = X_0, Y = Y_0$ originea, coordonatele X și Y ale receptorului în punctul (r, θ) din sistemul polar sunt:

$$X(R) = r \sin \theta - X_0 \text{ și } Y(R) = r \cos \theta - Y_0.$$

Dacă coordonatele sursei sunt $X(S)$ și $Y(S)$, atunci distanța orizontală (x) până la receptor, pe direcția vântului (WD), deci în direcția de deplasare a jetului de fum, și pe verticală (y) de la receptor până la linia de mijloc a jetului, sunt date de relațiile:

$$\begin{aligned}x &= -(X(R) - X(S))\sin(WD) - (Y(R) - Y(S))\cos(WD), \\y &= -(X(R) - X(S))\cos(WD) - (Y(R) - Y(S))\sin(WD).\end{aligned}$$

Înălțimea maximă de amestec se calculează conform relației Pasquill - Glynn și teoriei elaborate de Briggs, funcție de clasa de stabilitate și în ipoteza că aerul înconjurător este în mișcare relativă față de jetul de fum și cel care difuzează înspre pană, diluând-o. Se folosește efectul obținut în urma tendinței de reflectare a solului. Ecuația penei este[88]:

$$C = \frac{Q \cdot k \cdot V \cdot D}{2 \cdot \pi \cdot u_s \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z} \exp\left[-0,5\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right] \left[\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3_{\text{N}}}\right]$$

în care: C este concentrația de poluant în punctul (x, y, z) , în $\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$,

σ_y, σ_z - coeficienții de dispersie pe direcție y , respectiv z , în m, la rândul lor funcții de distanța de la sursă (x) și calculați conform curbelor Pasquill - Gifford, în corelație cu cele ale lui Davis:

$$\sigma_y = 465,11628(x)\text{tg}(TH) \text{ unde } TH = 0,017453293[c - d\ln(x)],$$

$$\sigma_z = ax^b \text{ iar } a, b, c, d \text{ sunt constante alese conform clasei de stabilitate,}$$

u_s - viteza medie a vântului prin stratul limită, în m/s, recalculată pentru cota reală, funcție de valoarea de la înălțimea de referință $z_{\text{ref}} = 10$ m:

$$u_s = u_{\text{ref}} \left(\frac{H_s}{z_{\text{ref}}}\right)^p$$

cu p - factorul de stabilitate după Pasquill,

$k = 10^{-6}$ coeficientul de scară,

V - concentrația verticală, ce se calculează după cum urmează:

$$\begin{aligned}V &= \exp\left[-0,5\left(\frac{z_r - H_e}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-0,5\left(\frac{z_r + H_e}{\sigma_z}\right)^2\right] + \\&+ \sum_{i=1}^{\infty} \left\{ \exp\left[-0,5\left(\frac{H_1}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-0,5\left(\frac{H_2}{\sigma_z}\right)^2\right] \right\} + \\&+ \sum_{i=1}^{\infty} \left\{ \exp\left[-0,5\left(\frac{H_3}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-0,5\left(\frac{H_4}{\sigma_z}\right)^2\right] \right\}\end{aligned}$$

iar H_s - înălțimea efectivă de amestec, în m, calculată ținând cont de supraînălțarea Δh a penei deasupra cotei coșului de fum:

$$H_e = H_s + \Delta h$$

H_s - înălțimea coșului, în m, deasupra căreia se ridică pana de fum cu Δh , în [m]:

$$H_1 = z_r - (2i \cdot z_i - H_e)$$

$$H_2 = z_r + (2i \cdot z_i - H_e)$$

$$H_3 = z_r - (2i \cdot z_i + H_c)$$

$$H_4 = z_r + (2i \cdot z_i + H_c)$$

z_r - înălțimea receptorului, în m.

z_i - înălțimea de amestec, în m.

D - factor ce înglobează efectul depunerii la sol (în general, $D = 1$).

5.4. Rezultate. Concluzii

În tabelul 5.5 sunt prezentate rezultatele obținute, în ceea ce privește emisia de poluanți în cazul arderii gazului natural și a lemnului în instalații de încălzire individuale.

Tabelul 5.5. Emisia de poluanți pe sursa luată în considerare

Poluantul	Instalații individuale pe gaz		Instalații individuale pe lemn
	P = 25 kW	P = 50 W	
Oxizi de azot NO _x	5.00832·10 ⁻⁴ [g/s]	1.03776·10 ⁻³ [g/s]	1.0352·10 ⁻⁴ [g/s]
Monoxid de carbon CO	2.1312·10 ⁻⁴ [g/s]	4.416·10 ⁻⁴ [g/s]	4.245·10 ⁻³ [g/s]
Particule PM10	4.04928·10 ⁻⁵ [g/s]	8.3904·10 ⁻⁵ [g/s]	25.065·10 ⁻³ [g/s]
Oxizi de sulf SO _x	-	-	2.4510·10 ⁻⁴ [g/s]

Pentru a studia impactul acestor surse de poluare asupra mediului înconjurător, datele prezentate mai sus au fost rulate în programul ISC3View, folosind datele meteo corespunzătoare lunii ianuarie 2002.

Prelucrarea datelor meteorologice sa făcut cu ajutorul programului WRPLOT View Version 3.5 produs de Lakes Environmental Software. WRPLOT View este un program pentru sistemul de operare Windows, program care generează roza vântului, și statisticile privind direcția, intensitatea și clasa de stabilitate pentru datele meteo introduse. Programul sortează datele în funcție de direcția vântului în 16 sectoare fiecare având 22.5 grade și în funcție intensitate în 6 clase de viteză.

Figura 5.3 prezintă roza vântului pentru un set de date meteorologice din luna ianuarie 2002, date achiziționate de stația meteo de la Pădurea Verde.

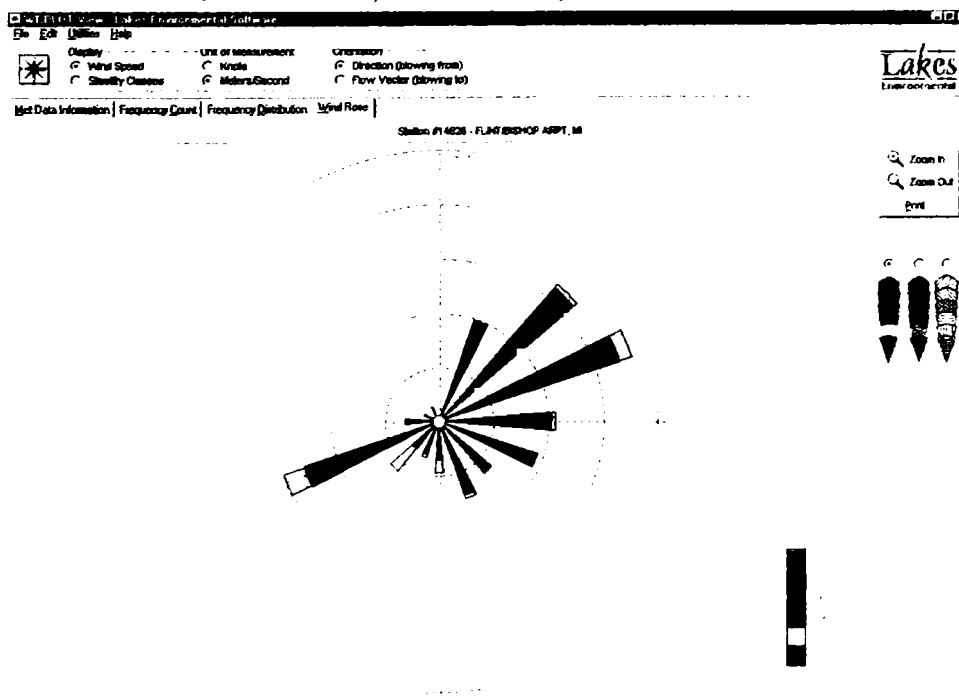


Figura 5.3.
Roza vântului pentru intervalul considerat

Rezultatele obținute în urma rulării programului ISC3View sunt prezentate în figurile 5.4, 5.5 și 5.6.

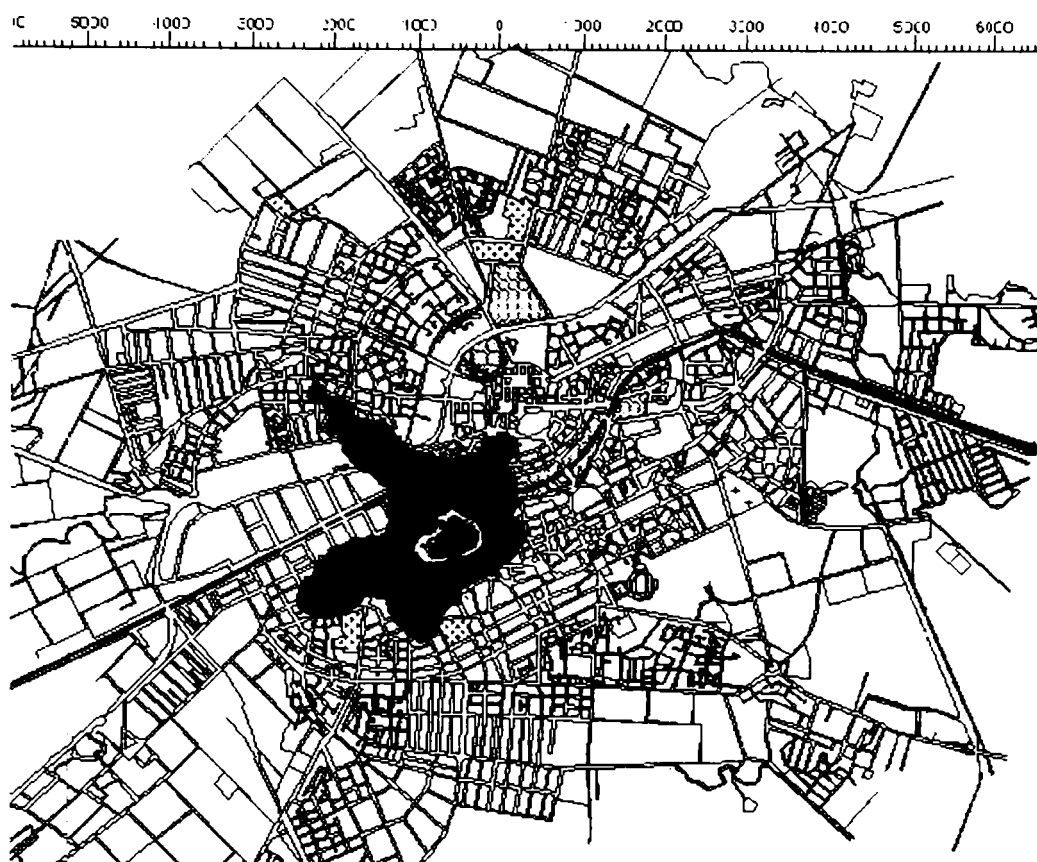


Fig. 5.4. Dispersarea monoxidului de carbon, în Mun. Timișoara pentru sursele staționare din zona investigată, episod de iarnă

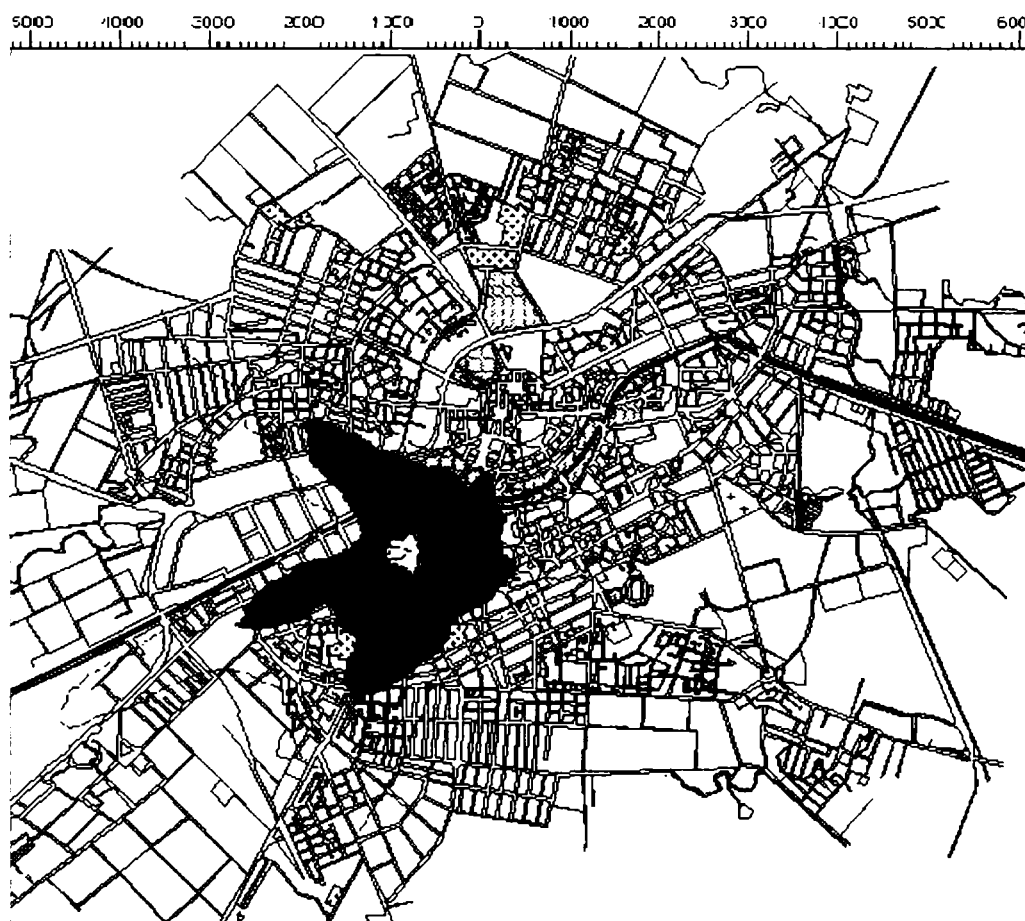


Fig. 5.5. Dispersarea oxizilor de azot, în Mun. Timișoara pentru sursele staționare din zona investigată, episod de iarnă

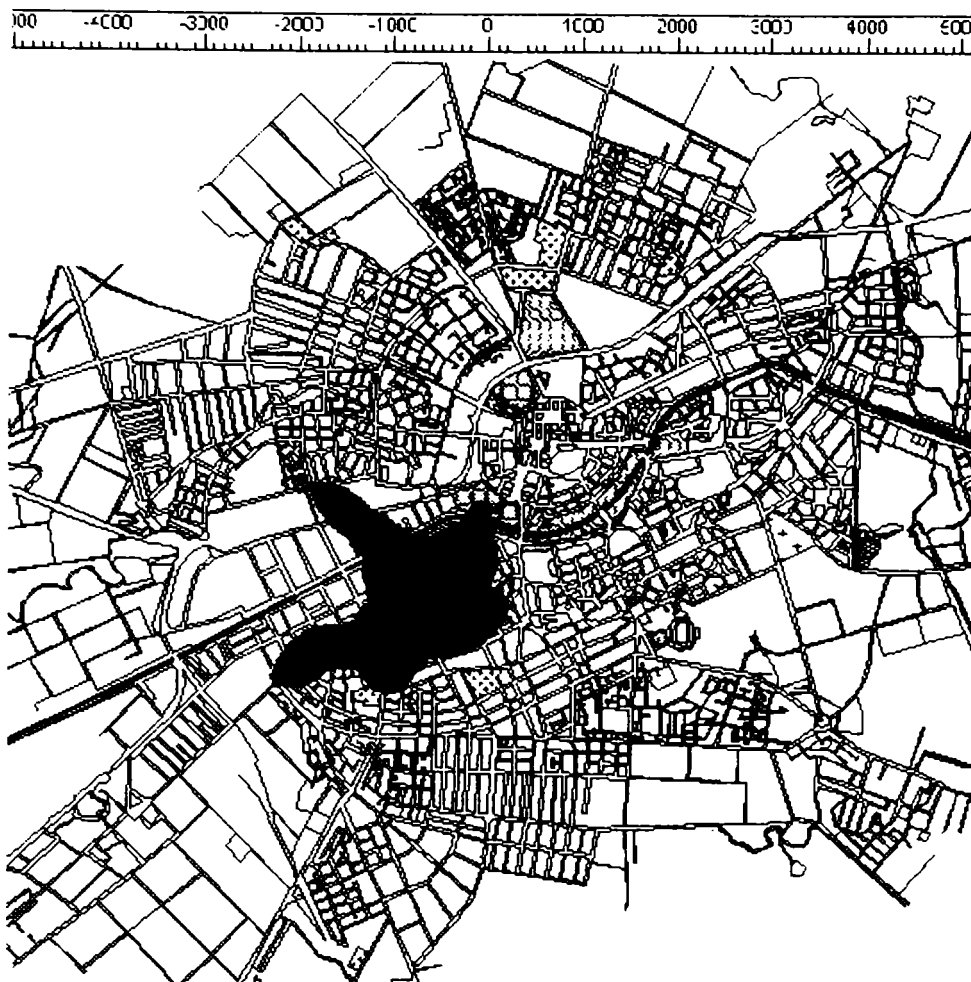


Fig 5.6. Dispersarea particulelor materiale, PM10, în Mun. Timișoara pentru sursele staționare din zona investigată, episod de iarnă

Se observă că impactul acestora asupra mediului este minim. Pentru a ne face o imagine de ansamblu mai corectă în tabelul 5.6 se compară concentrațiile poluanților emiși de sursele de încălzire individuale și concentrațiile poluanților emiși pe coșurile centralelor CET SUD și CET Centru, din Timișoara.

Tabelul 5.6. Comparație între concentrațiile poluanților emiși de sectorul industrial și cel casnic

Poluatul	Emitent [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
	CET-uri	Casnic
Oxizi de azot NO_x	497,04	0.38
Monoxid de carbon CO	308,96	0.87
Particule PM10	137,16	4.61

Se observă clar diferența dintre cele două tipuri de emitori. De reținut că valorile de la sectorul „casnic” reprezintă impactul tuturor surselor investigate, asupra mediului. Deși concentrația poluantului PM10 (în cazul surselor individuale de încălzire) poate părea mare, aceasta se datorează în principal sistemelor de încălzire individuale cu lemn. La această concluzie s-a ajuns în urma rulării repetate a programului de simulare, ținând cont, pe rând, de toate tipurile de surse și apoi separat, funcție de combustibilul utilizat. În cazul rulării programului doar pentru instalațiile individuale de încălzire cu combustibil gazos, concentrația de particule în aer era de $0.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Astfel, se poate deduce ușor concluzia la care am ajuns: impactul asupra mediului este minim în cazul arderii gazului natural în instalații performante, mici și cu randamente ridicate, aducând în același timp și un confort sporit celor din locuința astfel încălzită.

6. Cercetări experimentale privind calitatea aerului în Timișoara. Influența traficului.

Stația mobilă de monitorizare a calității aerului utilizată în monitorizarea a cinci intersecții intens circulate și a doua parcuri verzi din Municipiul Timișoara este descrisă în detaliu în capitolul 4. În figura 6.1 sunt prezentate amplasamentele stației de monitorizare pe perioada monitorizării.

Pentru reprezentativitate au fost alese atât intersecții intens circulate cât și zone verzi monitorizate pe perioade de minimum 7 zile, atât în episoade de iarnă cât și de vară.

Intersecțiile monitorizate sunt:

- Intersecția B-dul. Mihai Viteazu – B-dul Vasile Pîrvan (punctul 1 în fig.6.1);
- Sensul giratoriu din Piața Mărăști (punctul 2 în fig.6.1);
- Intersecția B-dul Politehnicii – P-ța Victoriei (punctul 3 în fig.6.1);
- Sensul giratoriu B-dul V. Pîrvan – B-dul Michelangelo (punctul 4 în fig.6.1);
- Intersecția B-dul republicii – Str. Pop de Băsești (punctul 5 în fig.6.1);

Parcurile monitorizate sunt:

- parcul Rozelor (punctul 6 în fig.6.1);
- parcul Botanic (punctul 7 în fig.6.1).

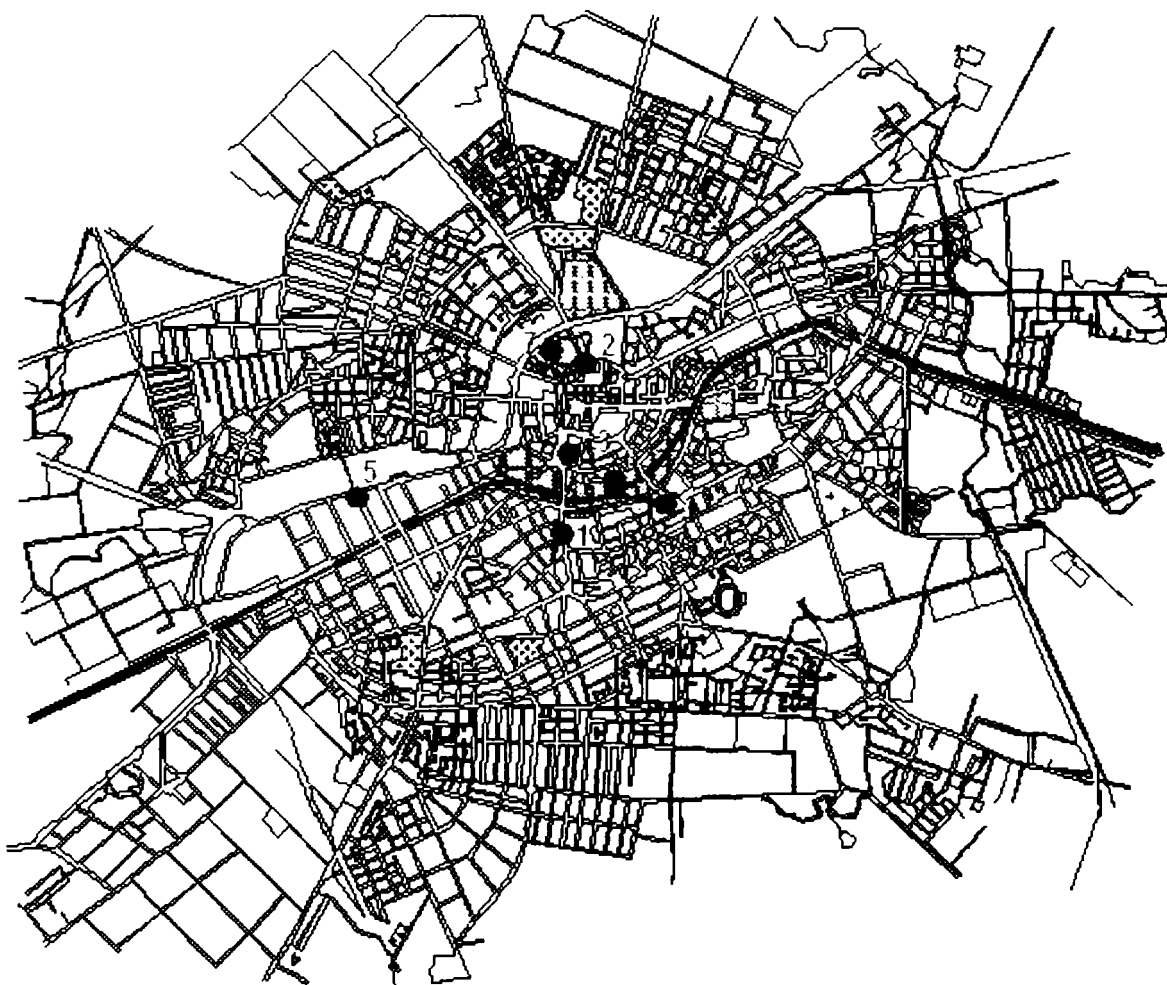


Figura 6.1. Amplasarea stației mobile de monitorizare a calității aerului în diferite locații din oraș.

Pe durata măsurătorilor sau respectat toate cerințele privind calitatea și reprezentativitatea datelor culese, prezentate în detaliu în capitolul 1.

6.1. Monitorizarea calității aerului în intersecția B-dul. Mihai Viteazu – B-dul Vasile Pîrvan.

6.1.1. Rezultate experimentale.

Campania de monitorizare a calității aerului s-a desfășurat în luna aprilie 2001 pe B-dul Mihai Viteazu din Municipiul Timișoara, pe perioada 7 – 23.04.2001.

S-au monitorizat bioxidul de sulf SO_2 , bioxidul de azot NO_2 , monoxidul de azot NO și oxizii de azot NO_x .

Pe toată durata monitorizării, datele au fost culese automat cu o frecvență de 1 valoare la fiecare 2 secunde, fiind prelucrate ulterior pentru medieri.

În figura 6.2. se prezintă valorile medii la 30 de minute.

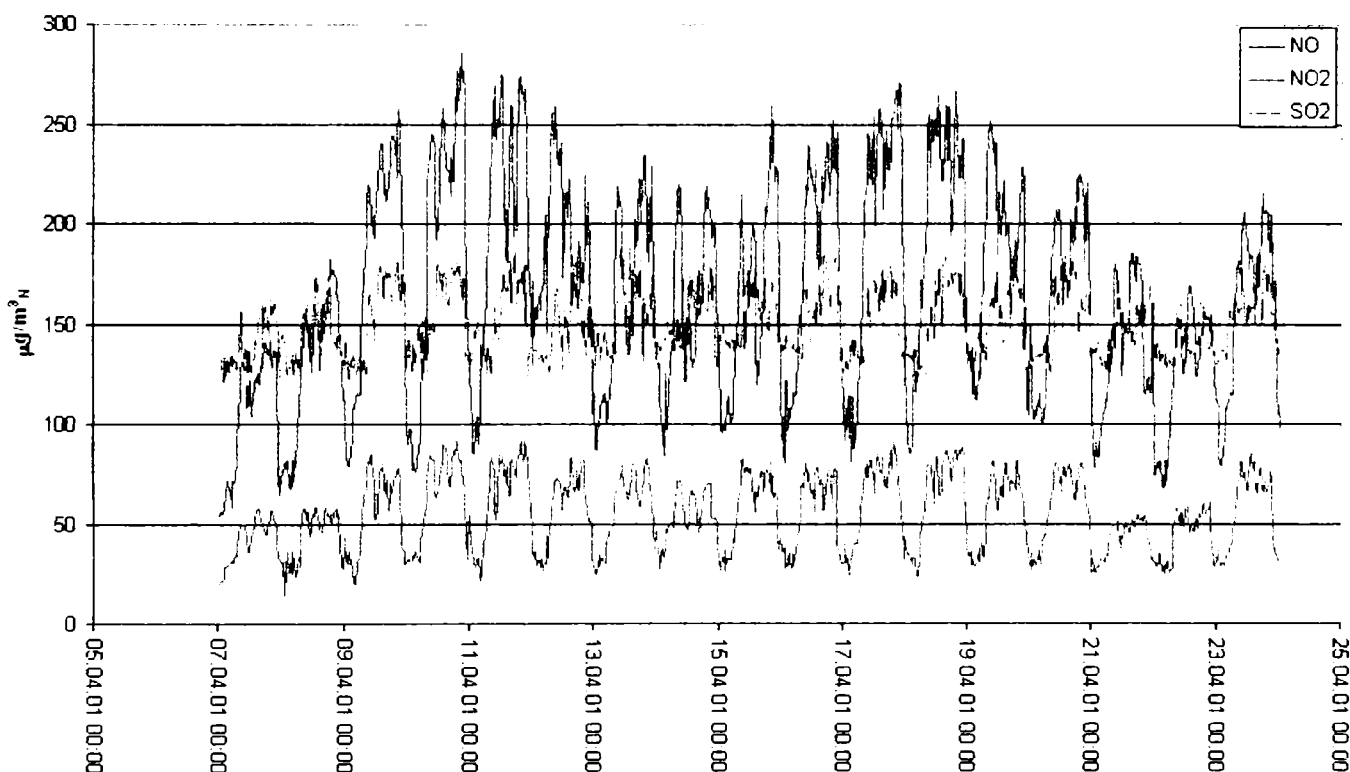


Figura 6.2. B-dul Mihai Viteazu, valori medii la 30 de minute.

Pentru raportarea la valorile maxime admise de legislația în vigoare s-au prelucrat și valori medii la 1 oră și valori medii zilnice, prezentate în figurile 6.3 și 6.4. Pe ambele grafice s-au trasat drepte ce reprezintă valorile maxime admise (conform perioadei de mediere) de Ordinul 592 din 25.06.2002, aflat în vigoare și descris în detaliu în capitolul 1.

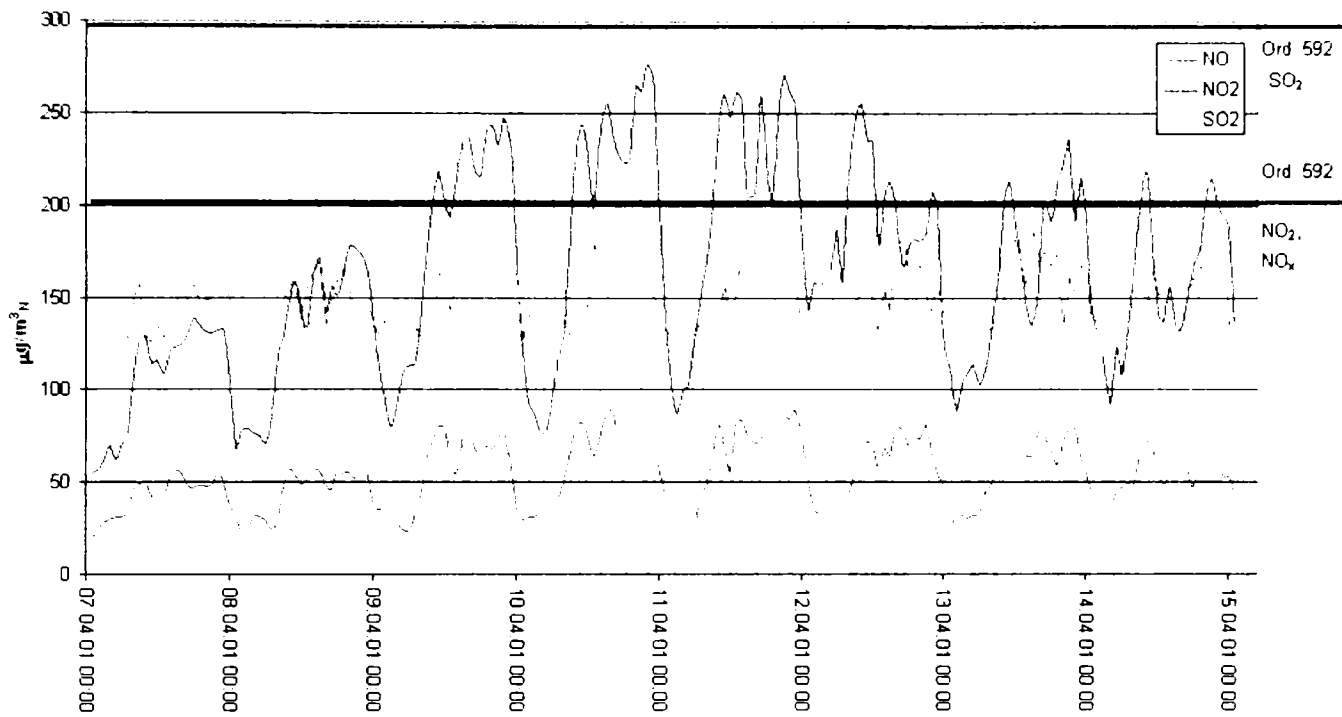


Figura 6.3. B-dul Mihai Viteazu, valori medii orare.

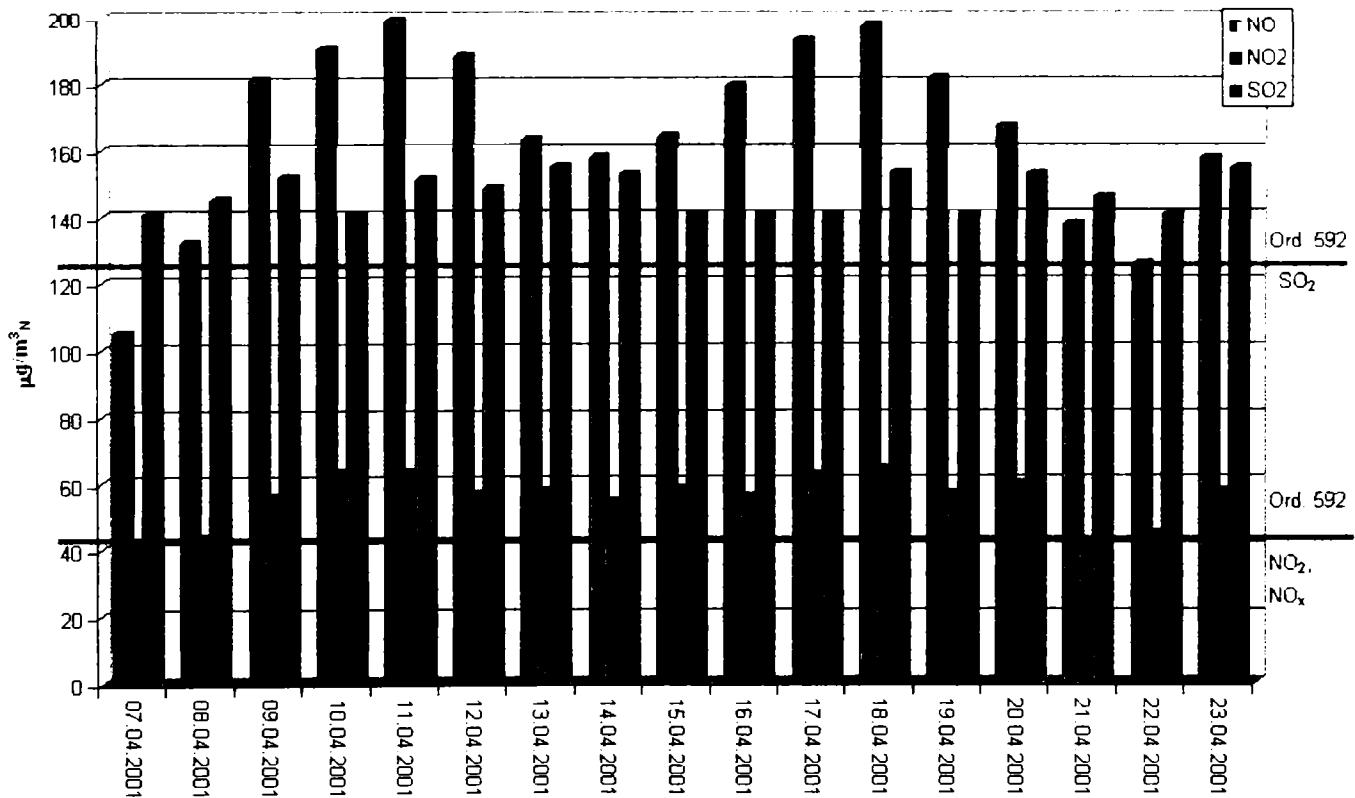


Figura 6.4 B-dul Mihai Viteazu, valori medii zilnice.

6.1.2. Analiza rezultatelor experimentale.

Pentru episodul analizat (luna aprilie 2001) se constată:

- Depășirea valorilor maxim admise la toate speciile de poluanți analizate, conform Ordinului 952, privind calitatea aerului;
- Influența traficului, maximele se instalează o dată cu începerea săptămânii și zilei de lucru, fiind clar detașate de cele de la sfârșitul săptămânii;

Cum se poate observa din figurile 6.3 și 6.4, valorile admise de reglementările în vigoare sunt mult depășite de toate speciile de poluanți, excepție făcând speciile NO₂ și SO₂ valori medii la orare.

Influența traficului asupra valorilor măsurate poate fi constatată cu ușurință ținând cont că zilele 7,14 și 15.04.2001 sunt sâmbete iar zilele 8, 15 și 22.04.2001 duminici iar valorile înregistrate în aceste zile (nelucrătoare) sunt considerabil mai scăzute decât valorile înregistrate în zilele lucrătoare, valori măsurate pentru specia NO₂ încadrându-se, în acest caz, în limitele prevăzute de Ordinul 592.

Valorile înregistrate pentru specia SO₂, relativ constante în timp, ne conduc la concluzia că traficul nu are o contribuție majoră la încărcarea atmosferei cu bioxid de sulf și că responsabili de valorile ridicate înregistrate sunt centralele termoelectrice (CET SUD și CET Centru), sectorul industrial și sistemele individuale de încălzire a locuințelor.

În figura 6.5 sunt prezentate valorile maxime momentane măsurate pe parcursul campaniei, pentru toate speciile de poluanți.

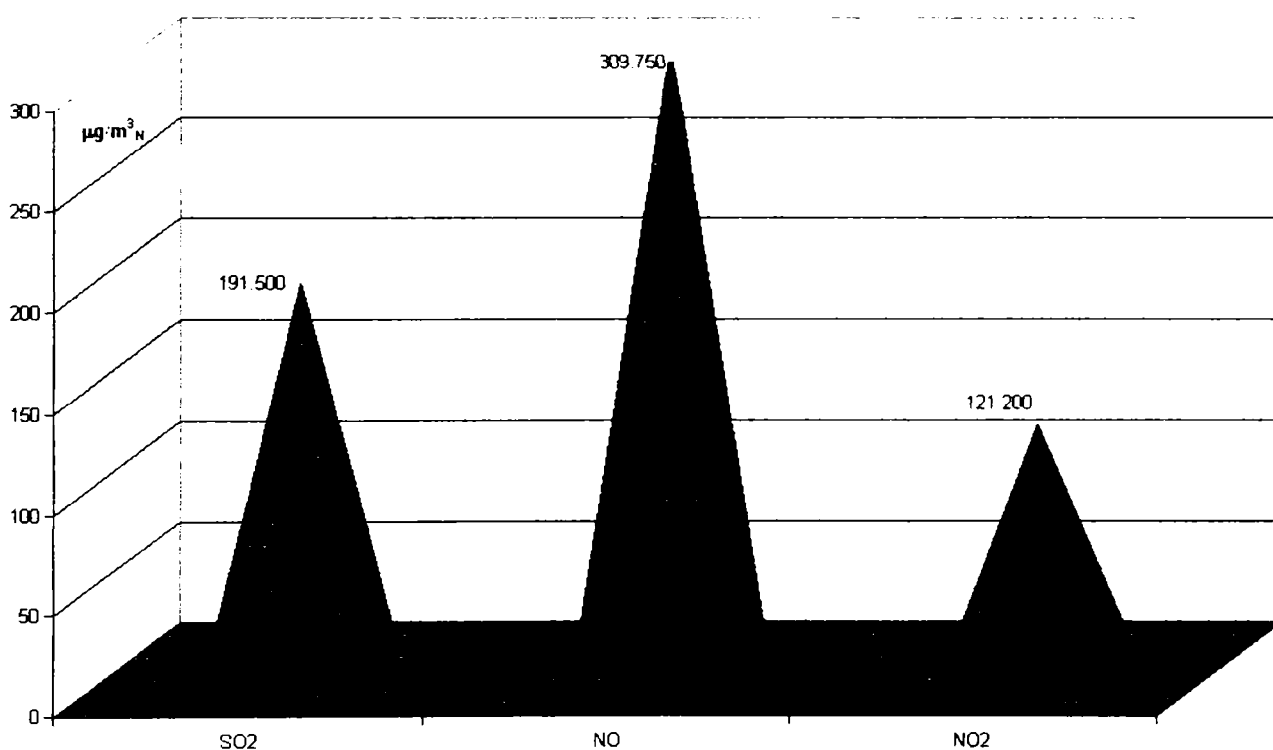


Figura 6.5. B-dul Mihai Viteazu, valori maxime înregistrate.

Apariția acestor maxime se poate explica prin apariția în zona monitorizată a unor vehicule necorespunzătoare din punct de vedere tehnic.

6.2. Monitorizarea calității aerului în Piața Mărăști.

6.2.1. Rezultate experimentale.

Campania de monitorizare a calității aerului s-a desfășurat în luna decembrie 2002 în sensul giratoriu din Piața Mărăști din Municipiul Timișoara, pe perioada 30.11 – 04.12.2002.

S-au monitorizat bioxidul de sulf SO_2 , bioxidul de azot NO_2 , monoxidul de azot NO , oxizii de azot NO_x , monoxidul de carbon CO și particule în suspensie, fracțiunea PM_{10} .

Pe toată durata monitorizării, datele au fost culese automat cu o frecvență de 1 valoare la fiecare 6 secunde, fiind prelucrate ulterior pentru medieri. Excepție a făcut monitorizarea particulelor în suspensie, fracțiunea PM_{10} , pentru care s-au obținut valori zilnice.

În figura 6.6 se prezintă o vedere de sus a zonei monitorizate, cu steluță fiind marcat locul de amplasare a stației de monitorizare, poziționare ce se observă și din figura 6.7.

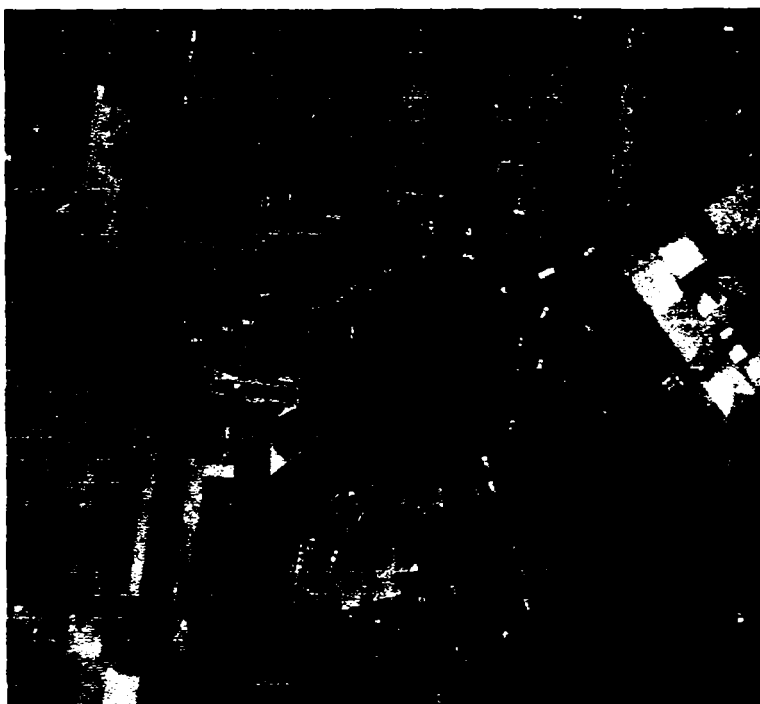


Figura 6.6. Amplasarea stației de monitorizare în Piața Mărăști.



Figura 6.7. Stația de monitorizare a calității aerului.

De asemenea sa realizat și stabilirea structurii traficului în Piața Mărăști, metoda folosită fiind numărarea autovehiculelor la intervale prestabilite de timp. Datele astfel obținute au fost structurate în valori medii la 30 de minute pentru o mai bună corelare cu calitatea aerului. Numărarea automobilelor ce tranzitează intersecția s-a făcut în trei puncte: direcția Punctele Cardinale, direcția Piața 700 și direcția Calea Aradului.

Flota auto a fost împărțită în următoarele categorii: automobile ușoare (Otto și Diesel), camioane, autobuze, microbuze și motociclete. Structura traficului s-a dovedit a fi omogenă, prezentată în figura 6.8, și deși prezintă structura traficului pe un interval redus (30 de minute) putând fi considerată reprezentativă pentru toată campania de măsurători. Împărțirea autovehiculelor ușoare după tipul propulsiei s-a făcut statistic: 75 % Otto și 25% Diesel.

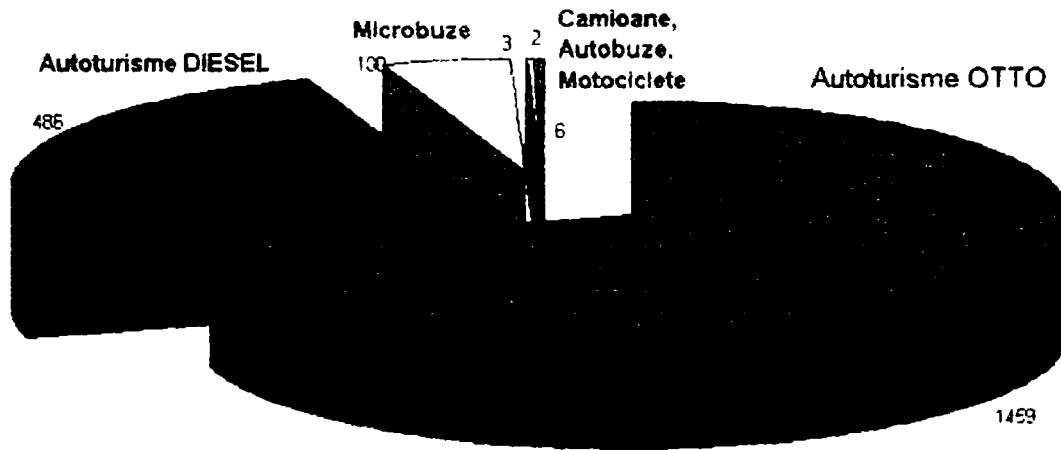


Figura 6.8. Structura traficului în intervalul orar 1:00 – 1:30 PM 30.11.2002, Piața Mărăști.

Pentru a corela valorile obținute din observarea traficului cu datele de mediu monitorizate in-situ și pentru o mai bună vizualizare a rezultatelor s-au construit, prin suprapunere, graficele din figurile 6.9 și 6.10.

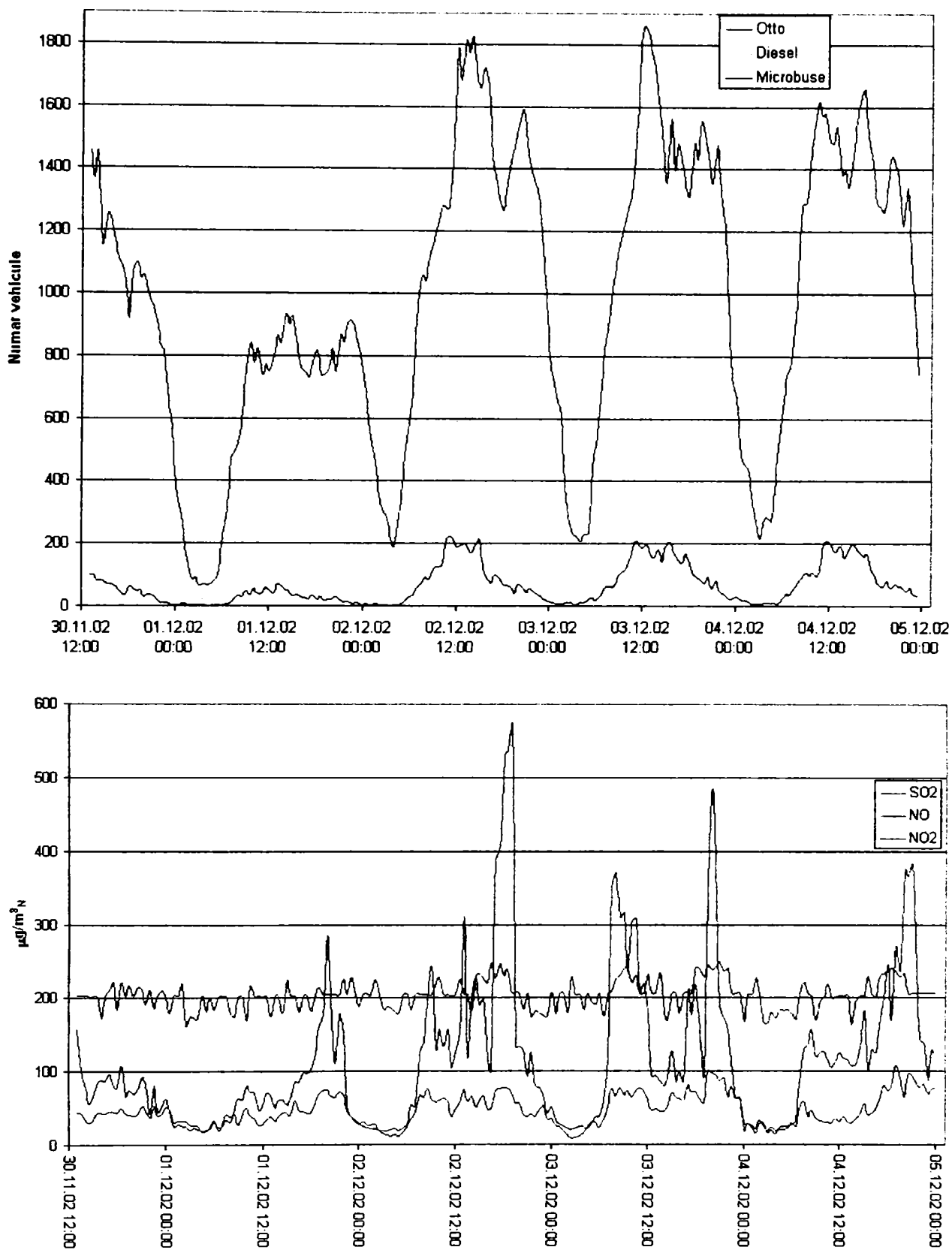


Figura 6.9. Piață Mărăști, valori medii la 30 de minute pentru speciile SO_2 , NO_2 și NO, corelare cu traficul rutier.

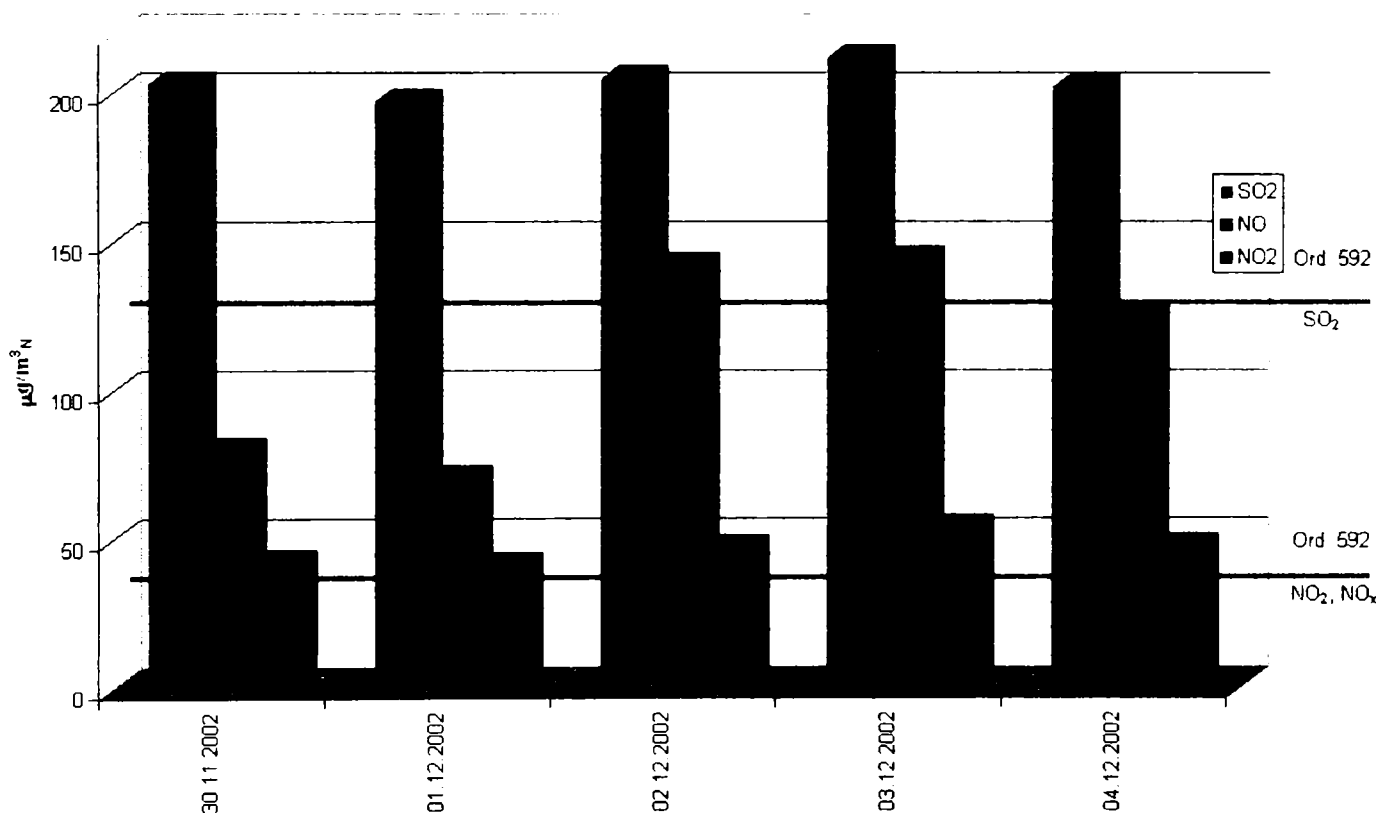
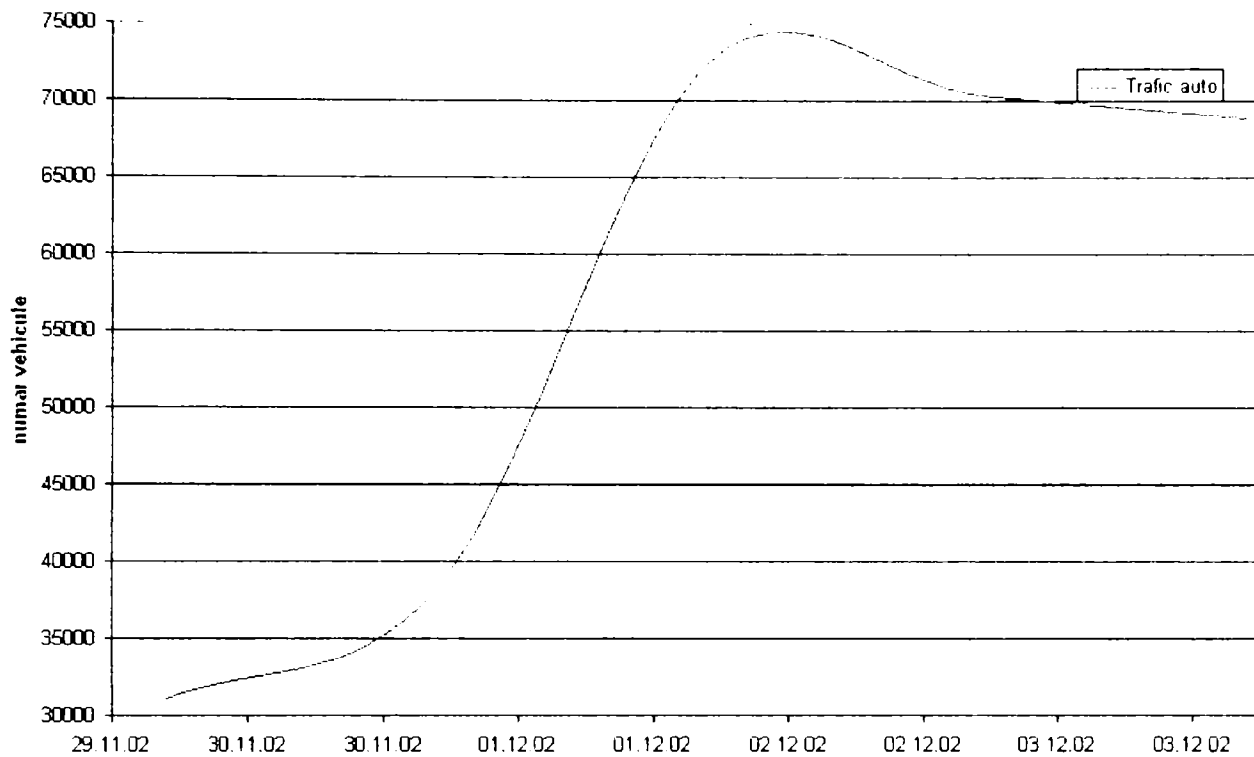


Figura 6.10. Piață Mărăști, valori medii zilnice pentru speciile SO₂, NO₂ și NO, corelare cu traficul rutier.

În figura 6.11 se prezintă valorile înregistrate pentru specia monoxid de carbon CO pe parcursul monitorizării, valori medii la 30 de minute.

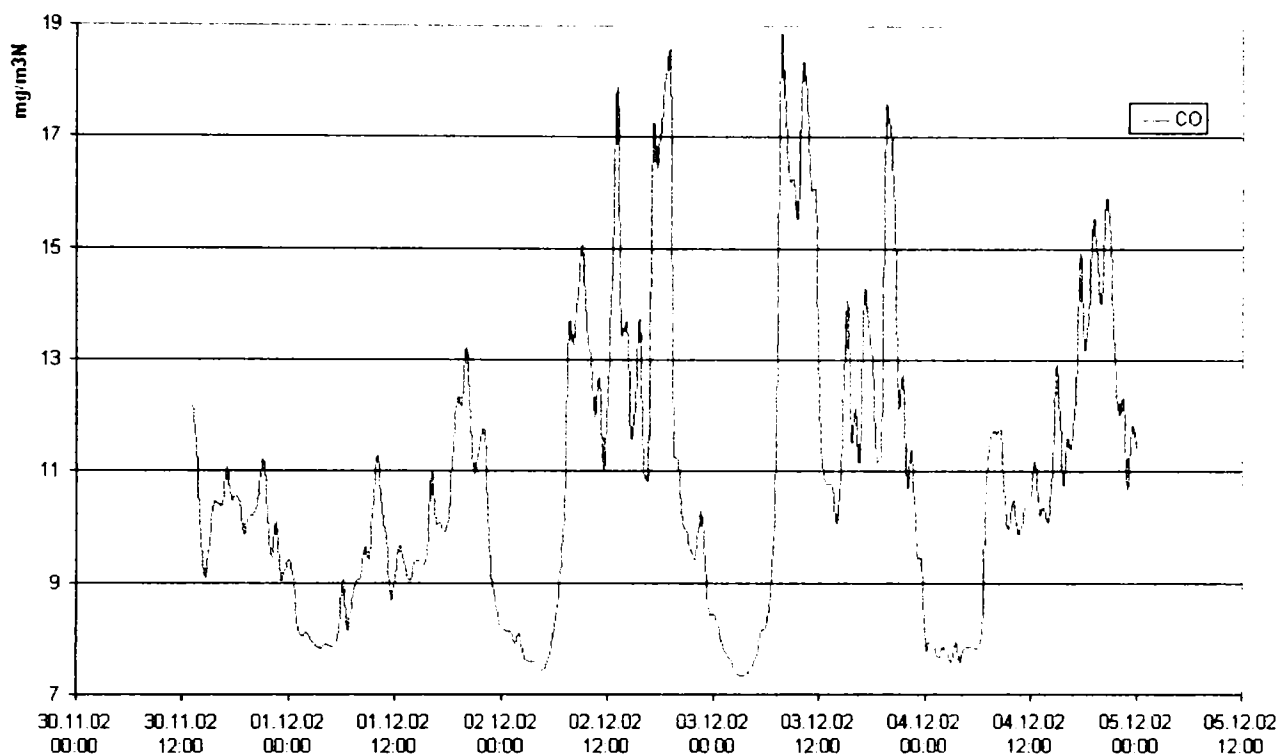


Figura 6.11. Piață Mărăști, valori medii la 30 de minute pentru specia CO

Pentru raportarea la valorile maxime admise de legislația în vigoare s-au prelucrat și valori medii la 1 oră și valori medii zilnice, prezentate în figurile 6.12 și 6.10. Pe ambele grafice s-au trasat drepte ce reprezintă valorile maxime admise (conform perioadei de mediere) de Ordinul 592 din 25.06.2002, aflat în vigoare și descris în detaliu în capitolul 1.

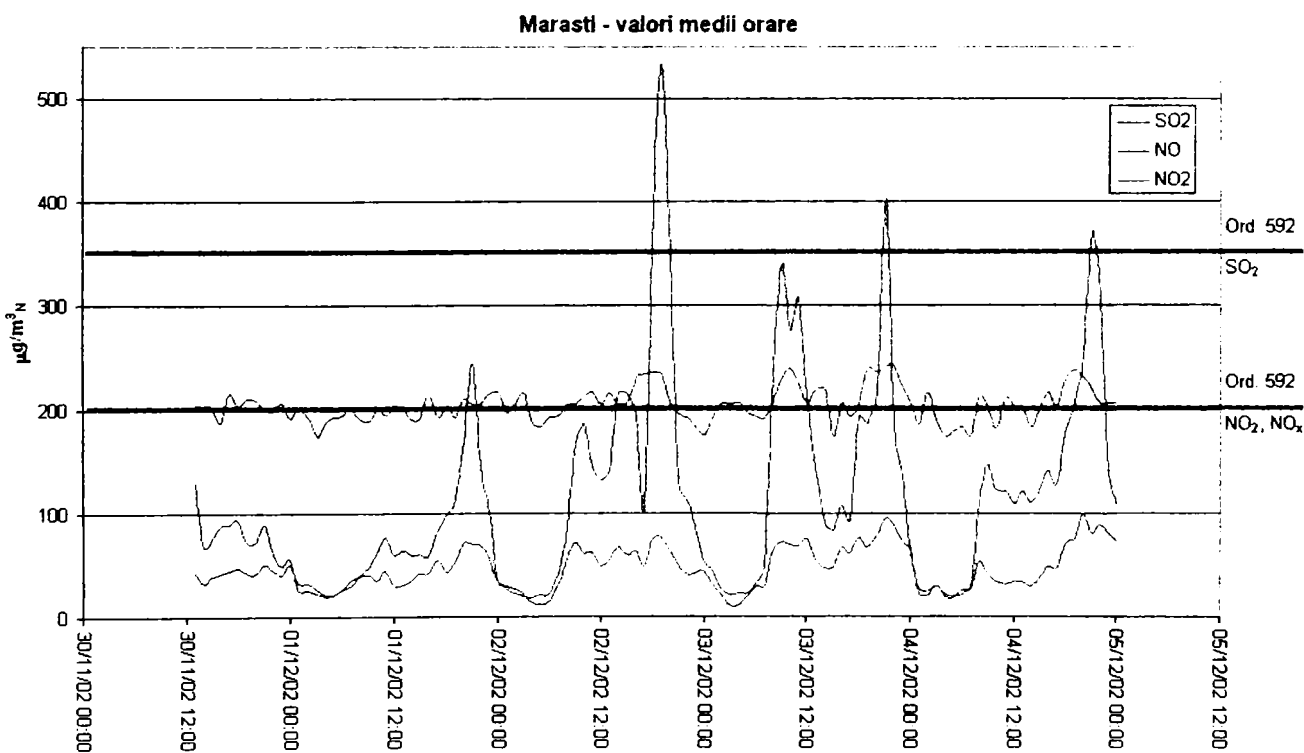


Figura 6.12. Piață Mărăști, valori medii orare.

În tabelul 6.1 se prezintă valorile medii zilnice pentru toate speciile de poluanți, iar în figura 6.13 valorile medii zilnice înregistrate pentru pulberi în suspensie, fracțiunea PM10.

Tabelul 6.1. Valori medii zilnice

Ziua	CO mg/m ³ _N	SO ₂ μg/m ³ _N	NO μg/m ³ _N	NO _x μg/m ³ _N	NO ₂ μg/m ³ _N	PM10 μg/m ³ _N	Trafic nr. veh.
30.11.02	10.28	203.67	80.71	123.25	42.54	46.21	31054
01.12.02	9.59	197.97	70.87	112.39	41.52	41.41	38422
02.12.02	11.43	205.43	142.34	189.60	47.27	57.85	72486
03.12.02	11.79	212.75	144.69	199.02	54.34	52.42	70394
04.12.02	10.83	202.55	126.05	174.16	48.11	61.31	68896

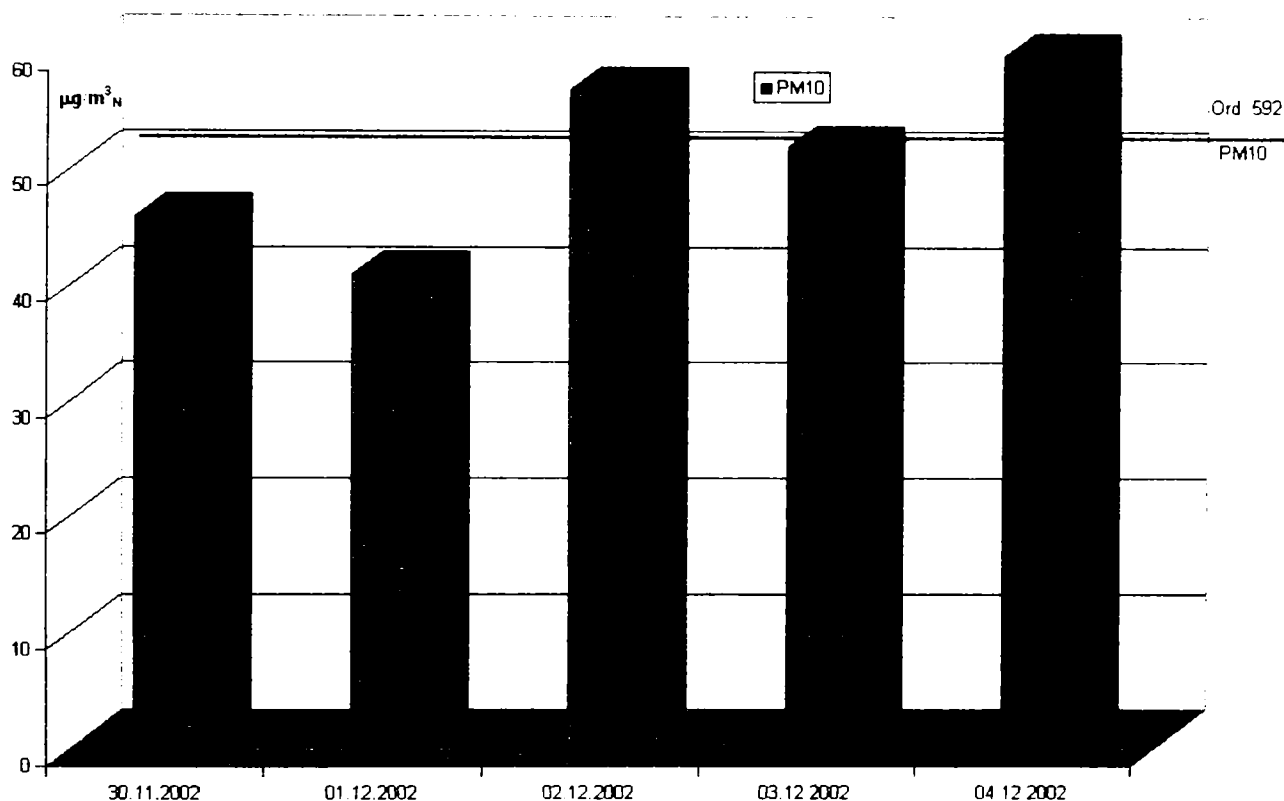


Figura 6.13. Piața Mărăști, valori medii zilnice, PM10.

Pentru raportarea la legislația în vigoare a valorilor măsurate pentru specia CO, Ordinul 592 prevede următoarea metodologie de calcul: Valoarea maximă zilnică a mediilor pe 8 ore se alege prin examinarea mediilor curente pe 8 ore, calculate din date orare și actualizate din oră în oră. Fiecare medie pe 8 ore astfel calculată se înscrie pentru ziua în care intervalul s-a încheiat, respectiv prima perioadă de calcul pentru o zi începe la ora 17,00 din ziua anterioară și se termină la ora 1,00 din ziua respectivă; ultima perioadă de calcul pentru o zi este perioada de la ora 16,00 la ora 24,00 din ziua respectivă.

Respectând această metodă de calcul s-au obținut următoarele valori, prezentate în tabelul 6.2:

Tabelul 6.2. Valori maxime a mediilor pe 8 ore pentru specia CO

Ziua	Valoarea maximă a mediilor pe 8 ore pentru CO [mg/m ³ _N]	Concentrația maximă admisă, conf. Ord. 592 [mg/m ³ _N]
30.11.02	10.5	10
01.12.02	11.2	
02.12.02	15.1	
03.12.02	15.3	
04.12.02	14.1	

6.2.2. Analiza rezultatelor experimentale.

Pentru episodul analizat (luna decembrie 2002) se constată:

- Depășirea valorilor maxim admise la toate speciile de poluanți analizate, conform Ordinului 952, privind calitatea aerului;
- Influența traficului, maximele se instalează o dată cu începerea săptămânii și zilei de lucru, fiind clar detașate de cele de la sfârșitul săptămânii;

Cum se poate observa din figurile 6.10, 6.12, 6.13 și tabelul 6.2, valorile admise de reglementările în vigoare sunt mult depășite de toate speciile de poluanți, excepție făcând speciile NO_2 și SO_2 , valori medii orare.

Influența traficului asupra valorilor măsurate poate fi constatată cu ușurință din figurile 6.9 și 6.10, zilele 30.11 și 1.12.2002 fiind zile nelucrătoare atât valorile înregistrate pentru parametrii de mediu cât și valorile de trafic sunt considerabil mai scăzute decât valorile înregistrate în zilele lucrătoare, existând o deplină concordanță între traficul auto și variația concentrațiilor înregistrate pentru poluanții considerați.

Valorile înregistrate pentru specia SO_2 , relativ constante în timp, ne conduc la concluzia că traficul nu are o contribuție majoră la încărcarea atmosferei cu bioxid de sulf și că responsabili de valorile ridicate înregistrate sunt centralele termoelectrice (CET SUD și CET Centru), sectorul industrial și sistemele individuale de încălzire a locuințelor.

În figura 6.14 sunt prezentate valorile maxime momentane măsurate pe parcursul campaniei, pentru toate speciile de poluanți.

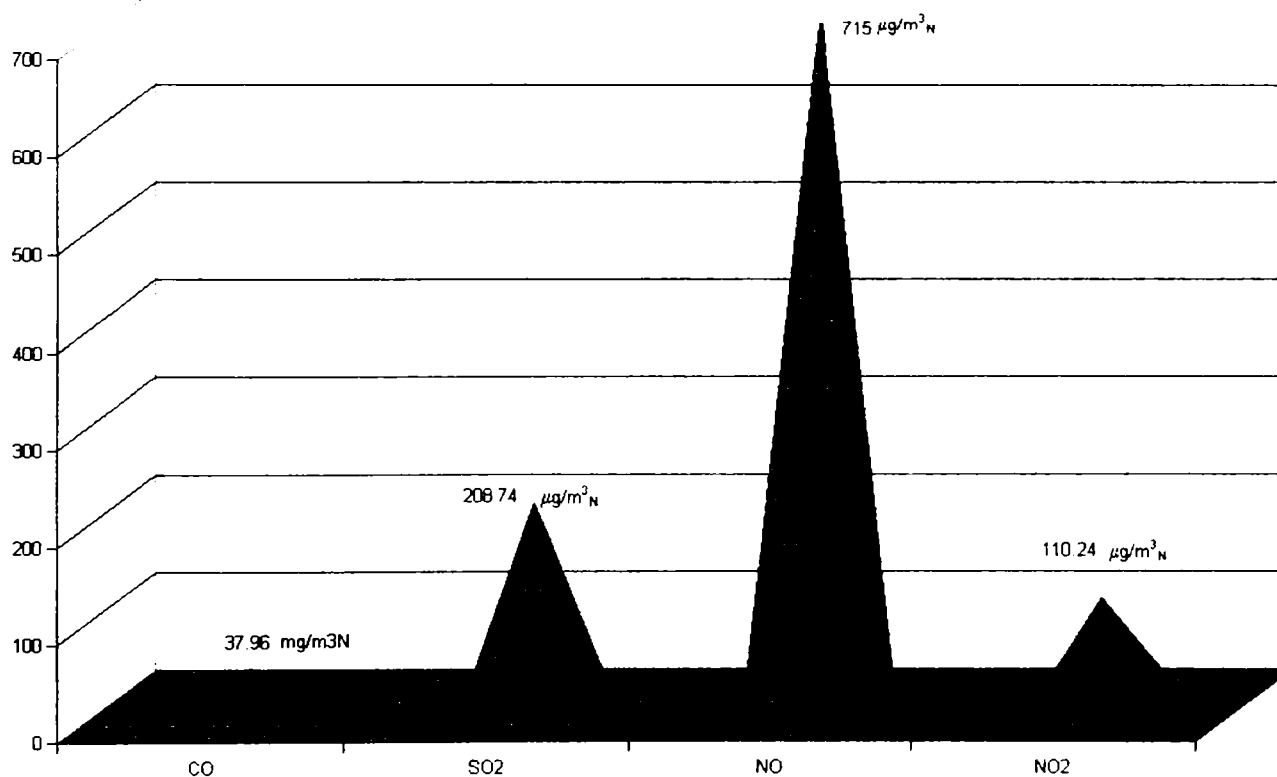


Figura 6.14. Valori maxime momentane înregistrate pe durata campaniei de monitorizare.

Din figura 6.12 se observă că monoxidul de azot a depășit cu mult valoarea de $400 \mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$, stabilită în Ordinul 592 ca fiind valoarea ce definește pragul de alertă dacă este depășită timp de trei ore consecutive.

În 2.12.2002 sau înregistrat consecutiv 3 valori orare pentru NO: ora 18 – $396.4 \mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$, ora 19 – $533.9 \mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ și ora 20 – $353.05 \mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$, foarte aproape de pragul de alarmă.

6.3. Monitorizarea calității aerului în Piața Victoriei.

6.3.1. Rezultate experimentale.

Campania de monitorizare a calității aerului s-a desfășurat în luna februarie 2003 în intersecția B-dul Politehnicii – Piața Victoriei din Municipiul Timișoara, pe perioada 18 - 28.02.2003.

S-au monitorizat bioxidul de sulf SO_2 , bioxidul de azot NO_2 , monoxidul de azot NO , oxizii de azot NO_x , monoxidul de carbon CO și particule în suspensie, fracțiunea PM_{10} .

Pe toată durata monitorizării, datele au fost culese automat cu o frecvență de 1 valoare la fiecare 6 secunde, fiind prelucrate ulterior pentru medieri. Excepție a făcut monitorizarea particulelor în suspensie, fracțiunea PM_{10} , pentru care s-au obținut valori zilnice.

În figura 6.15 se prezintă o vedere de sus a zonei monitorizate, cu steluță fiind marcat locul de amplasare a stației de monitorizare, poziționare ce se observă și din figura 6.16.



Figura 6.15. Piața Victoriei, amplasarea stației de monitorizare.

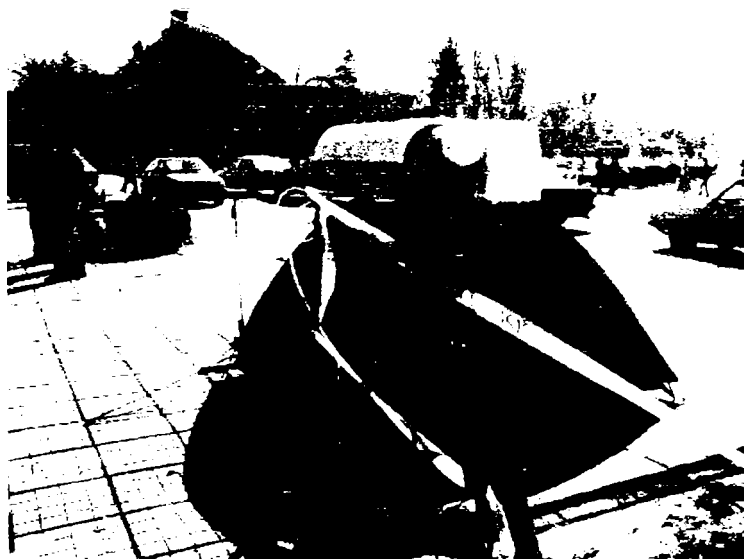


Figura 6.16. Stația de monitorizare a calității aerului

În figura 6.17. se prezintă valorile medii la 30 de minute.

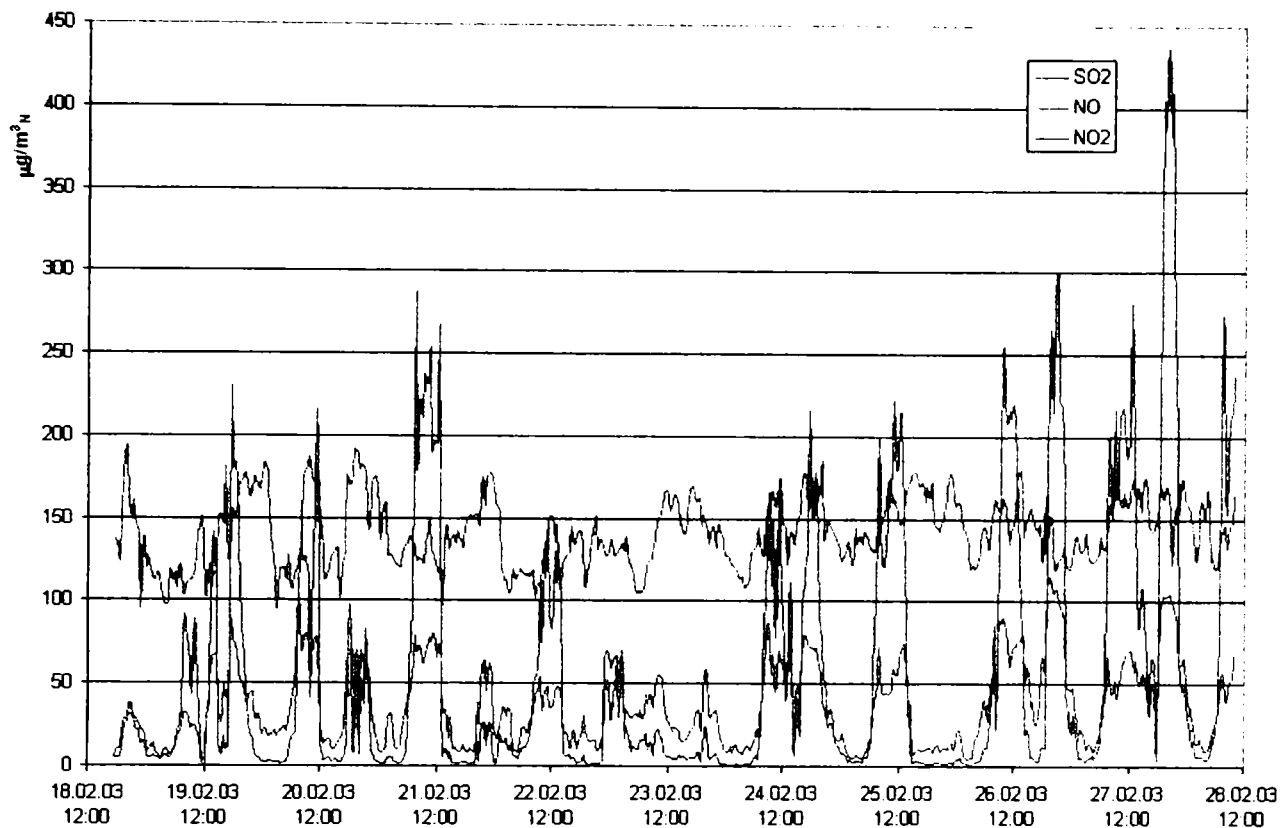


Figura 6.17. Piața Victoriei, valori medii la 30 de minute.

Pentru raportarea la valorile maxime admise de legislația în vigoare s-au prelucrat și valori medii la 1 oră și valori medii zilnice, prezentate în figurile 6.18 și 6.19. Pe ambele grafice s-au trasat drepte ce reprezintă valorile maxime admise (conform perioadei de mediere) de Ordinul 592 din 25.06.2002, aflat în vigoare și descris în detaliu în capitolul 1.

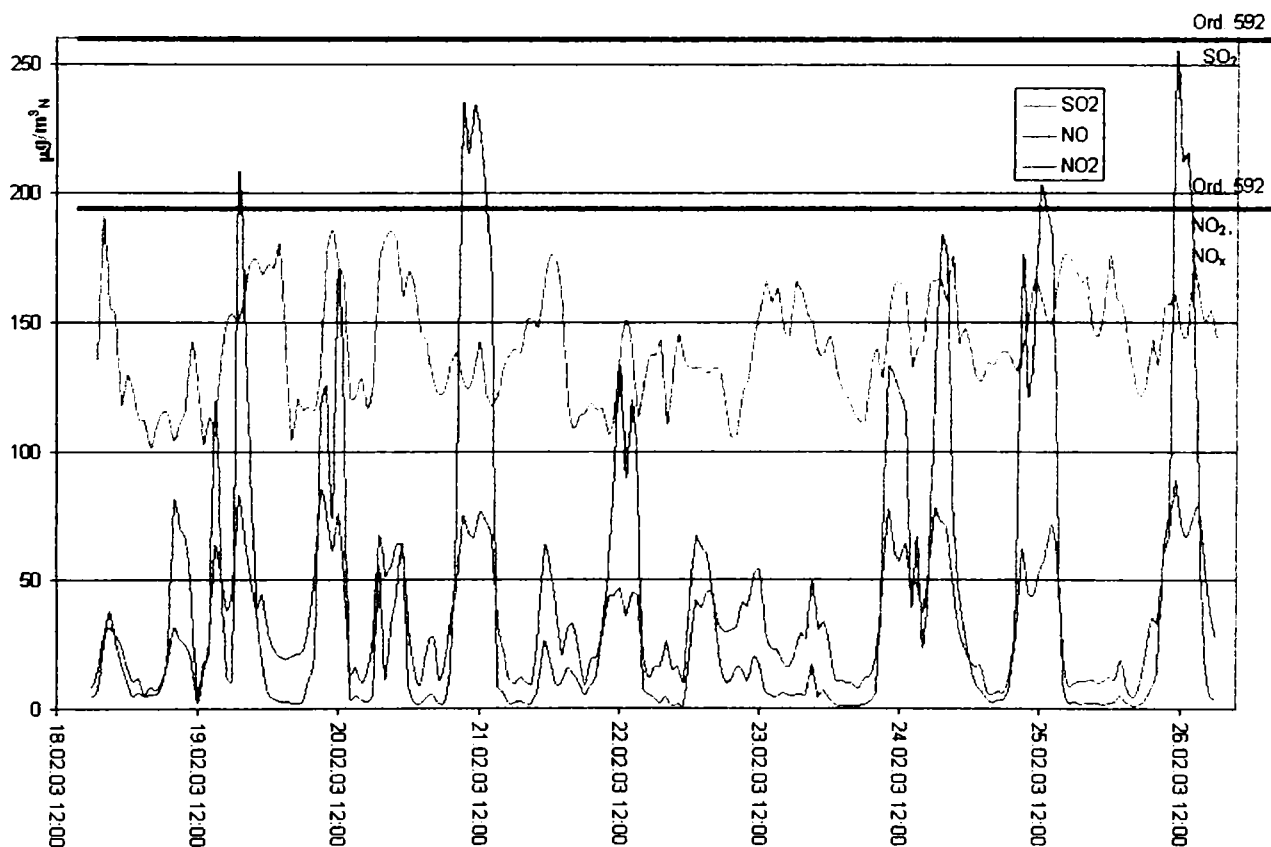


Figura 6.18. Piața Victoriei, valori medii orare.

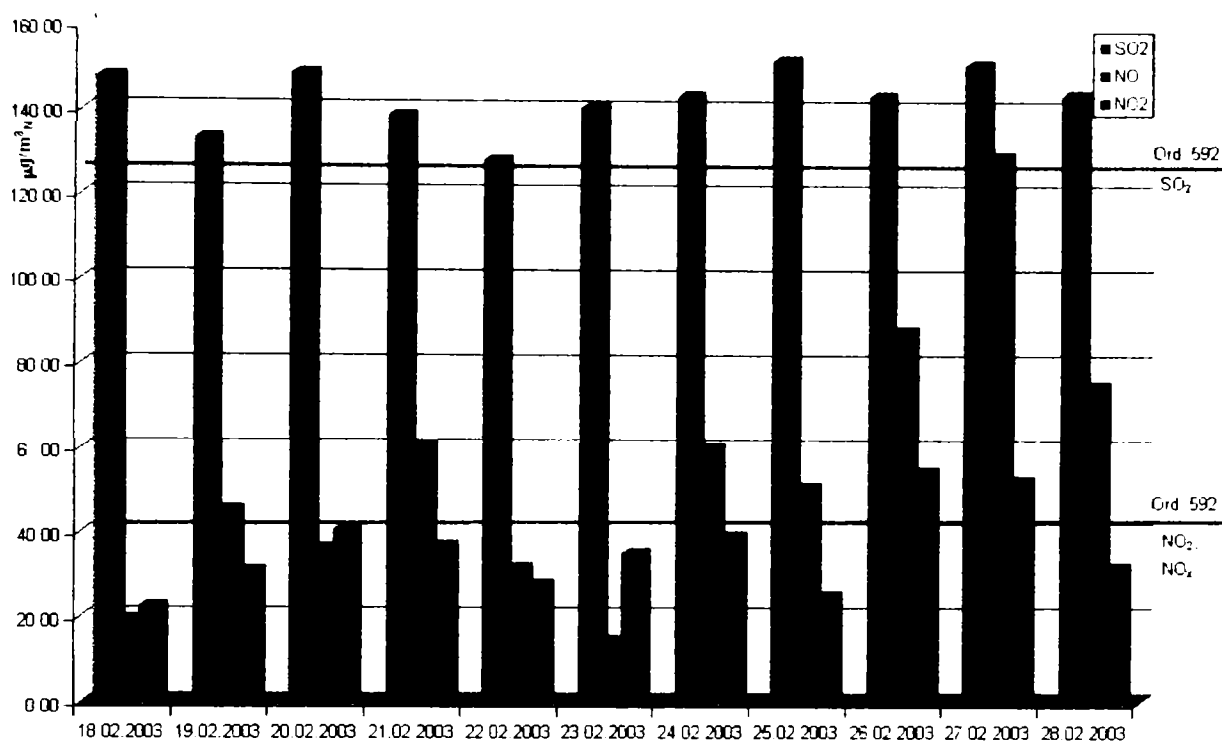


Figura 6.19 Piața Victoriei, valori medii zilnice.

În tabelul 6.3 se prezintă valorile medii zilnice pentru toate speciile de poluanți, iar în figura 6.20 valorile medii zilnice înregistrate pentru pulberile în suspensie, fracțiunea PM10.

Tabelul 6.3. Valori medii zilnice

Ziua	CO mg/m ³ _N	SO2 µg/m ³ _N	NO µg/m ³ _N	NOx µg/m ³ _N	NO2 µg/m ³ _N	PM10 µg/m ³ _N
18.02.03	9.48	148.02	19.54	42.20	22.66	45.2
19.02.03	10.02	133.18	45.64	76.68	31.04	42.1
20.02.03	8.86	148.82	36.59	77.33	40.74	45.01
21.02.03	9.94	138.90	61.00	97.99	37.00	39.8
22.02.03	6.79	128.32	31.83	59.72	27.89	39.1
23.02.03	6.92	140.78	14.38	49.57	35.19	38.5
24.02.03	8.84	143.41	60.13	99.51	39.38	41.2
25.02.03	8.05	152.14	50.88	75.90	25.02	45.02
26.02.03	13.01	143.59	87.96	142.63	54.67	44.8
27.02.03	15.10	150.99	129.02	181.56	52.54	43.9
28.02.03	10.83	143.74	75.02	107.02	32.00	44.5

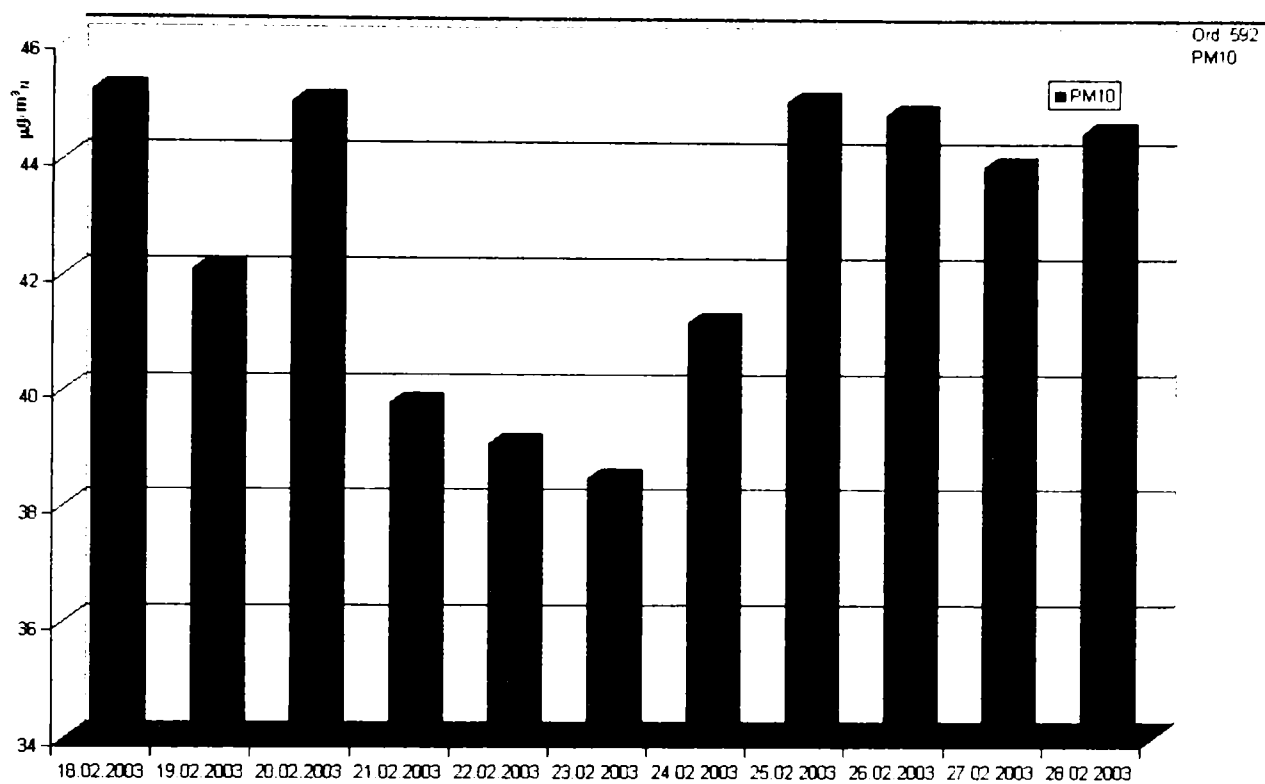


Figura 6.20. Valori medii zilnice pentru specia PM10

Respectând metoda de calcul a valorilor medii pe 8 ore pentru specia CO, prezentată la punctul 6.2.1, s-au obținut următoarele valori, prezentate în tabelul 6.4:

Tabelul 6.4. Valori maxime a mediilor pe 8 ore pentru specia CO

Ziua	Valoarea maximă a mediilor pe 8 ore pentru CO [$\text{mg}/\text{m}^3_{\text{N}}$]	Concentrația maximă admisă, conf. Ord. 592 [$\text{mg}/\text{m}^3_{\text{N}}$]
18.02.03	10.1	10
19.02.03	14.2	
20.02.03	16.5	
21.02.03	16.1	
22.02.03	19.6	
23.02.03	8.9	
24.02.03	11.2	
25.02.03	12.4	
26.02.03	16.2	
27.02.03	17.3	
28.02.03	15.1	

6.3.2. Analiza rezultatelor experimentale.

Pentru episodul analizat (luna aprilie 2001) se constată:

- Depășirea valorilor maxim admise la toate speciile de poluanți analizate, conform Ordinului 952, privind calitatea aerului;
- Influența traficului, maximele se instalează o dată cu începerea săptămânii și zilei de lucru, fiind clar detașate de cele de la sfârșitul săptămânii;
- Încadrarea valorilor măsurate pentru particule în suspensie, fracțiunea PM10, în limitele impuse de Ordinul 952

Cum se poate observa din figurile 6.18, 6.19 și tabelul 6.4, valorile admise de reglementările în vigoare sunt mult depășite de toate speciile de poluanți, excepție făcând speciile NO₂ și SO₂ valori medii orare.

Influența traficului asupra valorilor măsurate poate fi constatată cu ușurință ținând cont că zilele 22 și 23.02.2003 sunt nelucrătoare (sămbătă și duminică) valorile măsurate sunt considerabil mai scăzute decât valorile înregistrate în zilele lucrătoare..

Valorile înregistrate pentru specia SO₂, relativ constante în timp, ne conduc la concluzia că traficul nu are o contribuție majoră la încărcarea atmosferei cu bioxid de sulf și că responsabili de valorile ridicate înregistrate sunt centralele termoelectrice (CET SUD și CET Centru), sectorul industrial și sistemele individuale de încălzire a locuințelor.

În figura 6.21 sunt prezentate valorile maxime momentane măsurate pe parcursul campaniei, pentru toate speciile de poluanți.

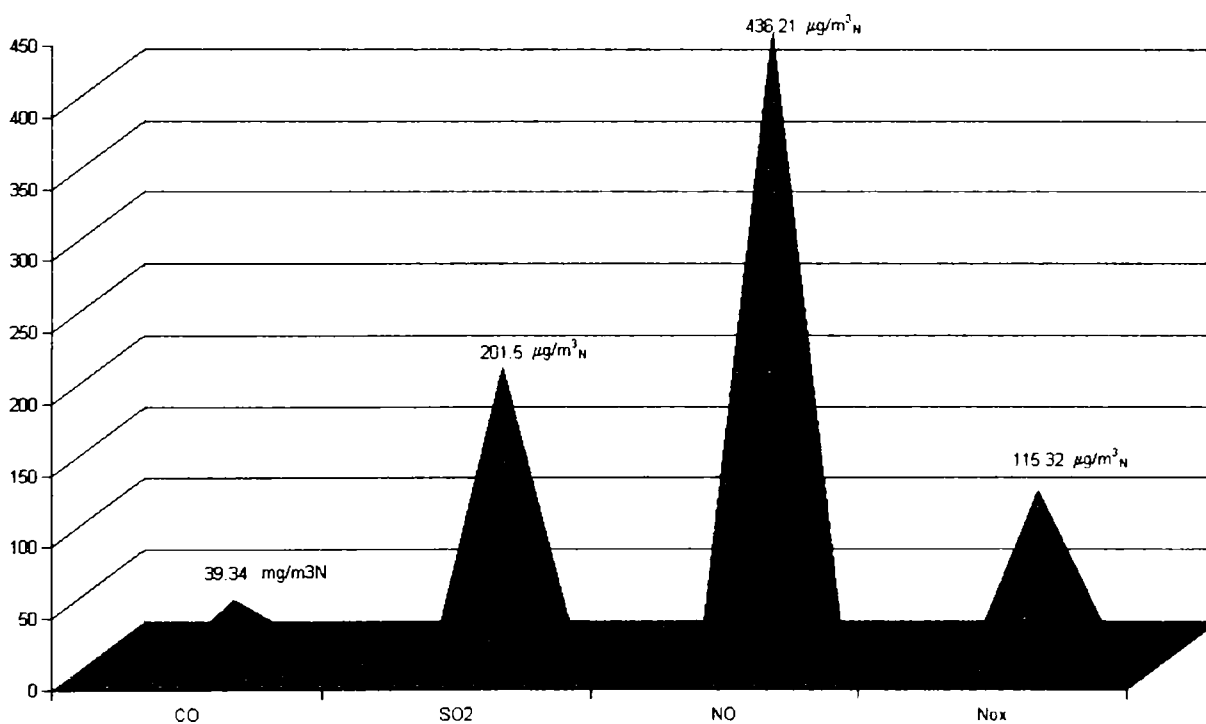


Figura 6.21. Piața Victoriei, valori maxime înregistrate.

Apariția acestor maxime se poate explica prin apariția în zona monitorizată a unor vehicule necorespunzătoare din punct de vedere tehnic.

6.4. Monitorizarea calității aerului în intersecția Michelangelo.

6.4.1. Rezultate experimentale.

Campania de monitorizare a calității aerului s-a desfășurat în luna aprilie 2003 în intersecția (giratoriu) dintre B-dul V. Pârvan și B-dul Michelangelo din Municipiul Timișoara, pe perioada 14 – 23.04.2003.

S-au monitorizat bioxidul de sulf SO_2 , bioxidul de azot NO_2 , monoxidul de azot NO , oxizii de azot NO_x , monoxidul de carbon CO și particule în suspensie, fracțiunea PM_{10} .

Pe toată durata monitorizării, datele au fost culese automat cu o frecvență de 1 valoare la fiecare 6 secunde, fiind prelucrate ulterior pentru medieri. Excepție a făcut monitorizarea particulelor în suspensie, fracțiunea PM_{10} , pentru care s-au obținut valori zilnice.

În figura 6.22 se prezintă o vedere de sus a zonei monitorizate, cu steluță fiind marcat locul de amplasare a stației de monitorizare, poziționare ce se observă și din figura 6.23.



Figura 6.22. Amplasarea stației de monitorizare în sensul giratoriu Michelangelo.



Figura 6.23. Michelangelo, stația de monitorizare a calității aerului.

De asemenea s-a realizat și stabilirea structurii traficului în intersecție, metoda folosită fiind determinarea continuă a vehiculelor ce intră în intersecție, prin senzori radar, în nouă puncte, conform schiței prezentate în figura 6.24. Datele astfel obținute au fost structurate în valori medii la 30 de minute pentru o mai bună corelare cu calitatea aerului.

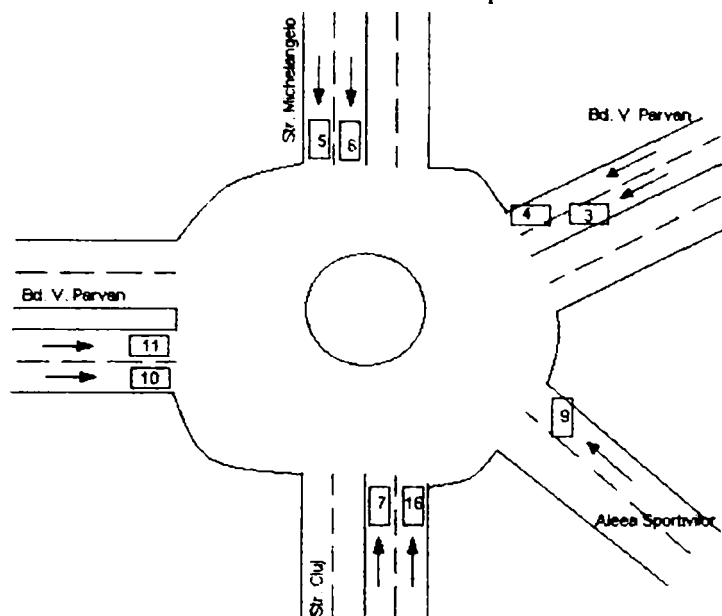


Figura 6.24. Amplasarea senzorilor de determinare a traficului

Flota auto a fost împărțită în clase de lungime, după cum urmează: clasa 5.8 m; 9.2 m; 12.2 m; 15.5 m; 18.3 m. Structura traficului s-a dovedit a fi omogenă, în figura 6.25 se prezintă structura traficului auto în 14.04.2003, determinată în punctul de măsură 3 (vezi figura 6.24) și poate fi considerată reprezentativă pentru toate punctele de măsură, pe întreaga perioadă monitorizată.

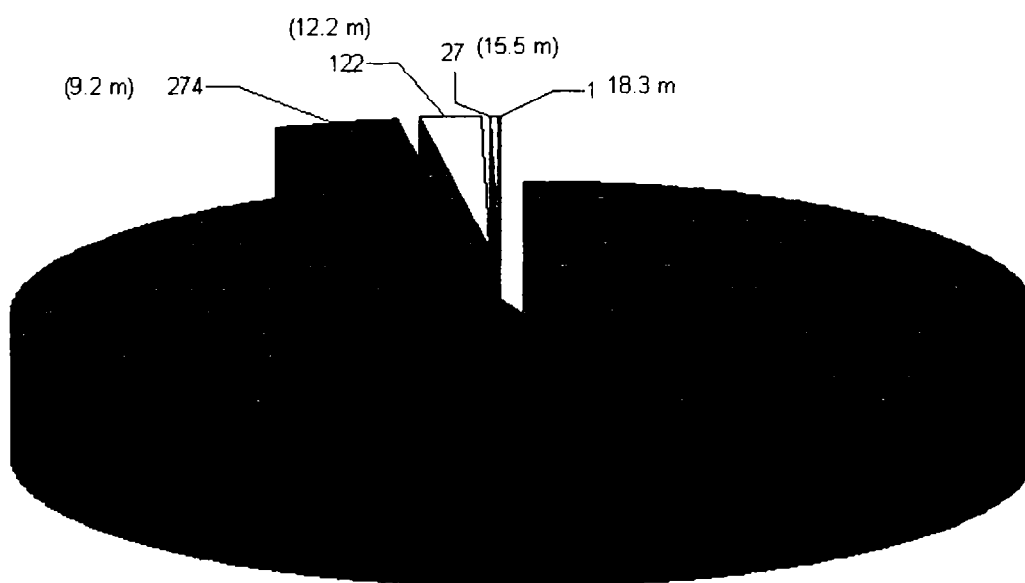


Figura 6.25. structura traficului în intervalul orar 1:00 – 1:30 PM 30.11.2002

Pentru a corela valorile obținute din observarea traficului cu datele de mediu monitorizate in-situ și pentru o mai bună vizualizare a rezultatelor s-au construit, prin suprapunere, graficele din figurile 6.26 și 6.27, care prezintă variațiile zilnice și la 30 de minute a speciilor SO_2 , NO și NO_x , corelate cu traficul rutier.

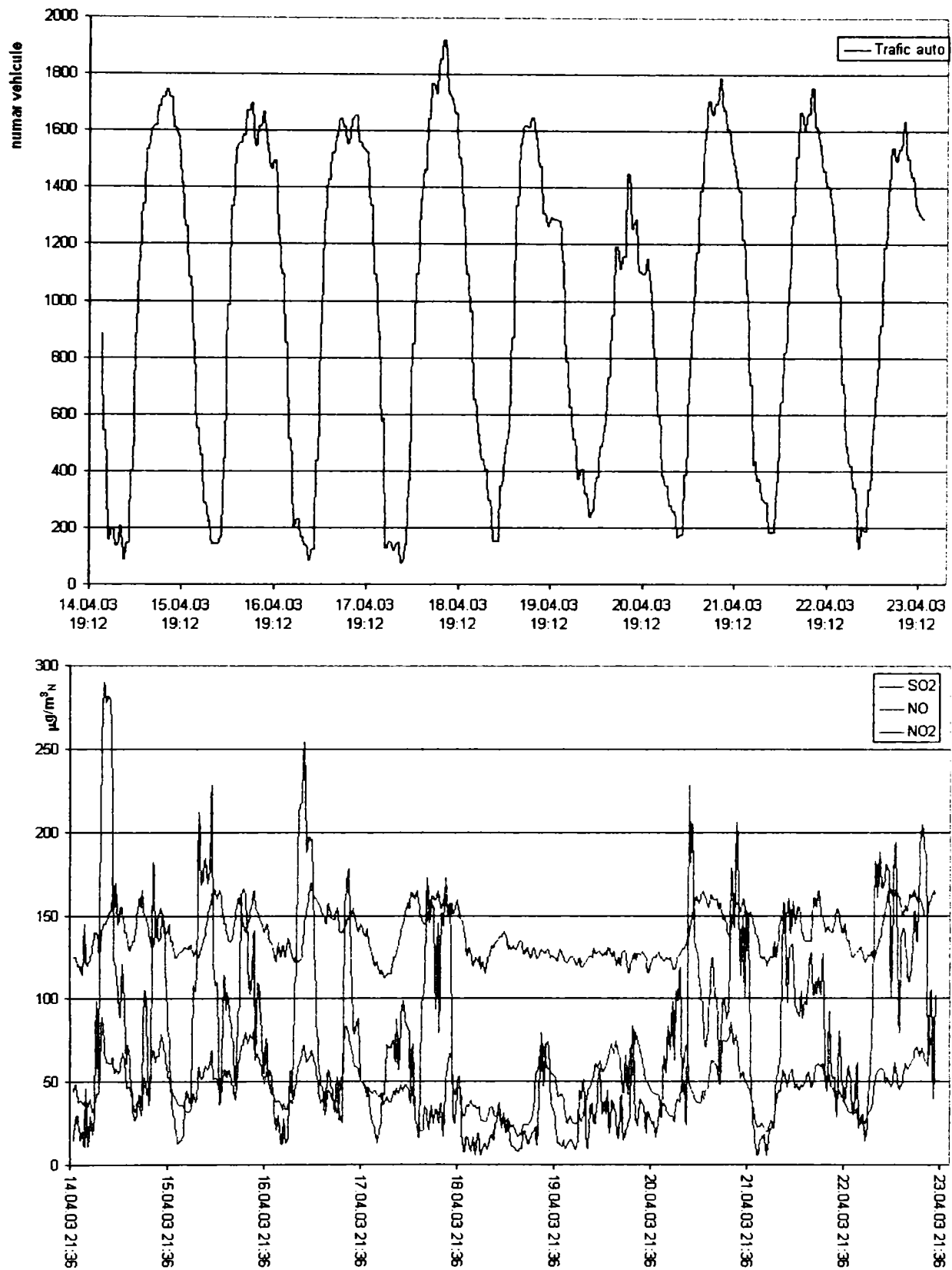


Figura 6.26. Michelangelo, valori medii la 30 de minute pentru speciile SO₂, NO₂ și NO, corelare cu traficul rutier.

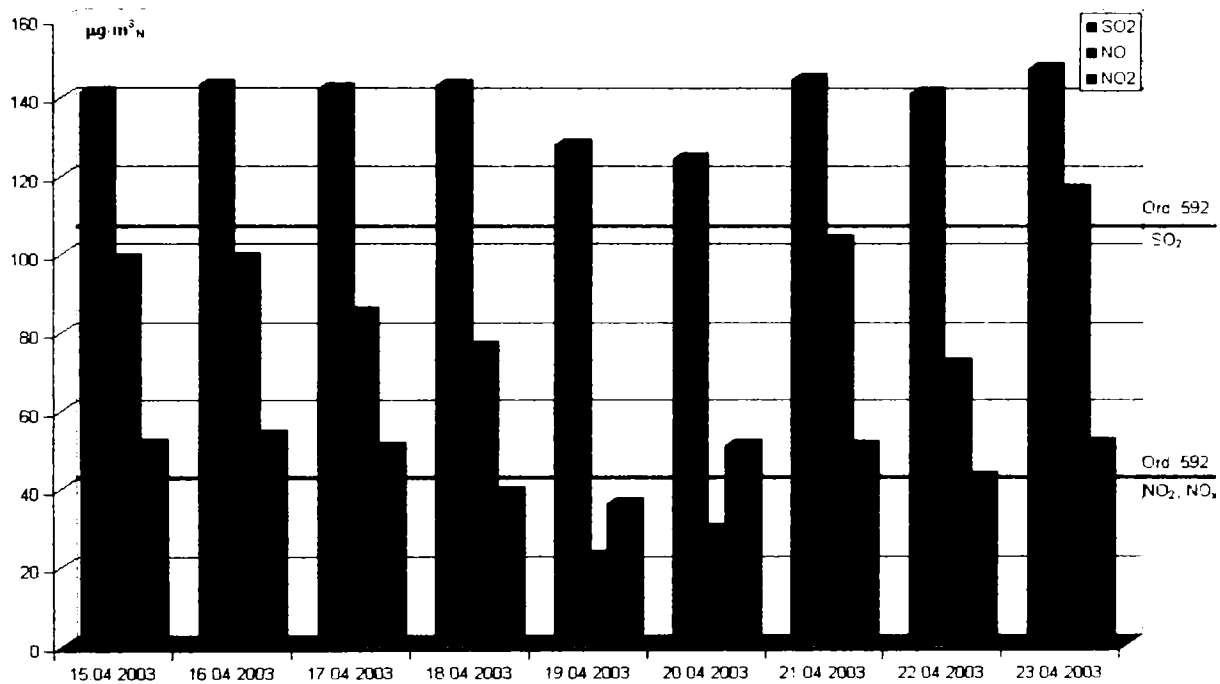
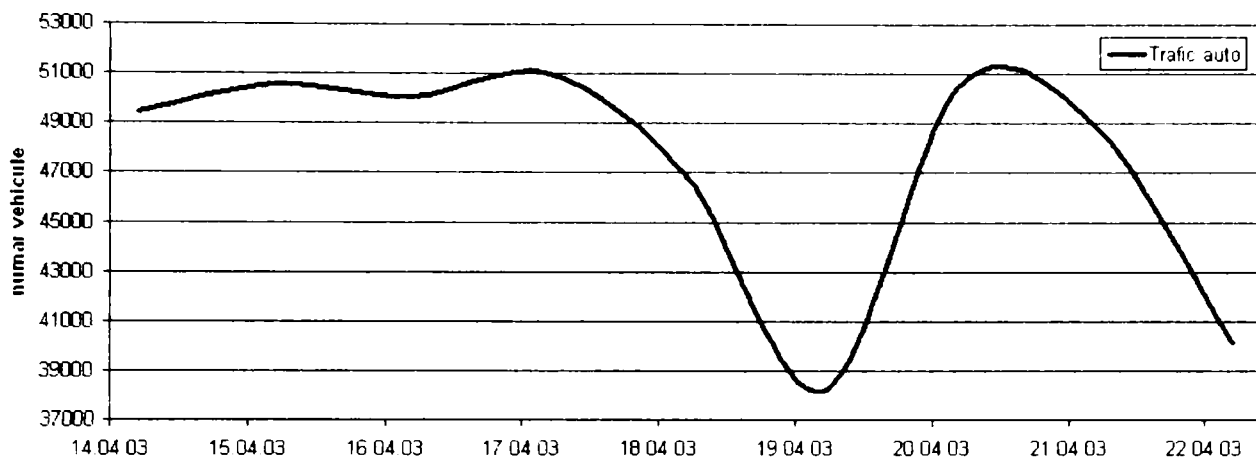


Figura 6.27. Piața Mărăști, valori medii zilnice pentru speciile SO_2 , NO_2 și NO , corelare cu traficul rutier.

În figura 6.28 se prezintă valorile înregistrate pentru specia monoxid de carbon CO pe parcursul monitorizării, valori medii la 30 de minute.

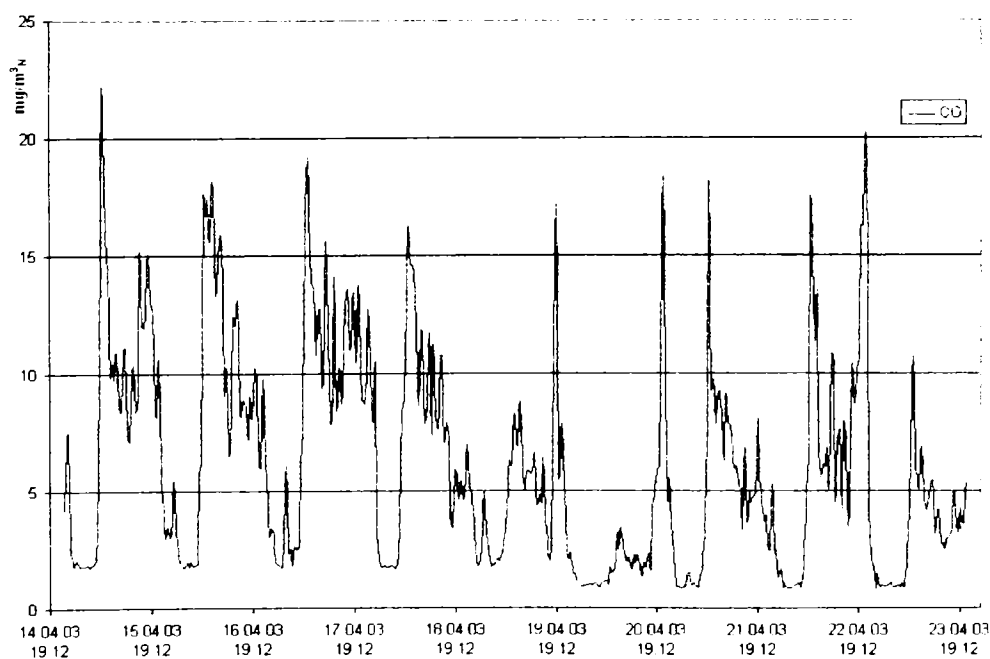


Figura 6.28. Michelangelo, valori medii la 30 de minute pentru specia CO

Pentru raportarea la valorile maxime admise de legislația în vigoare s-au prelucrat și valori medii la 1 oră și valori medii zilnice, prezentate în figurile 6.27 și 6.29. Pe ambele grafice s-au trasat drepte ce reprezintă valorile maxime admise (conform perioadei de mediere) de Ordinul 592 din 25.06.2002, aflat în vigoare și descris în detaliu în capitolul 1.

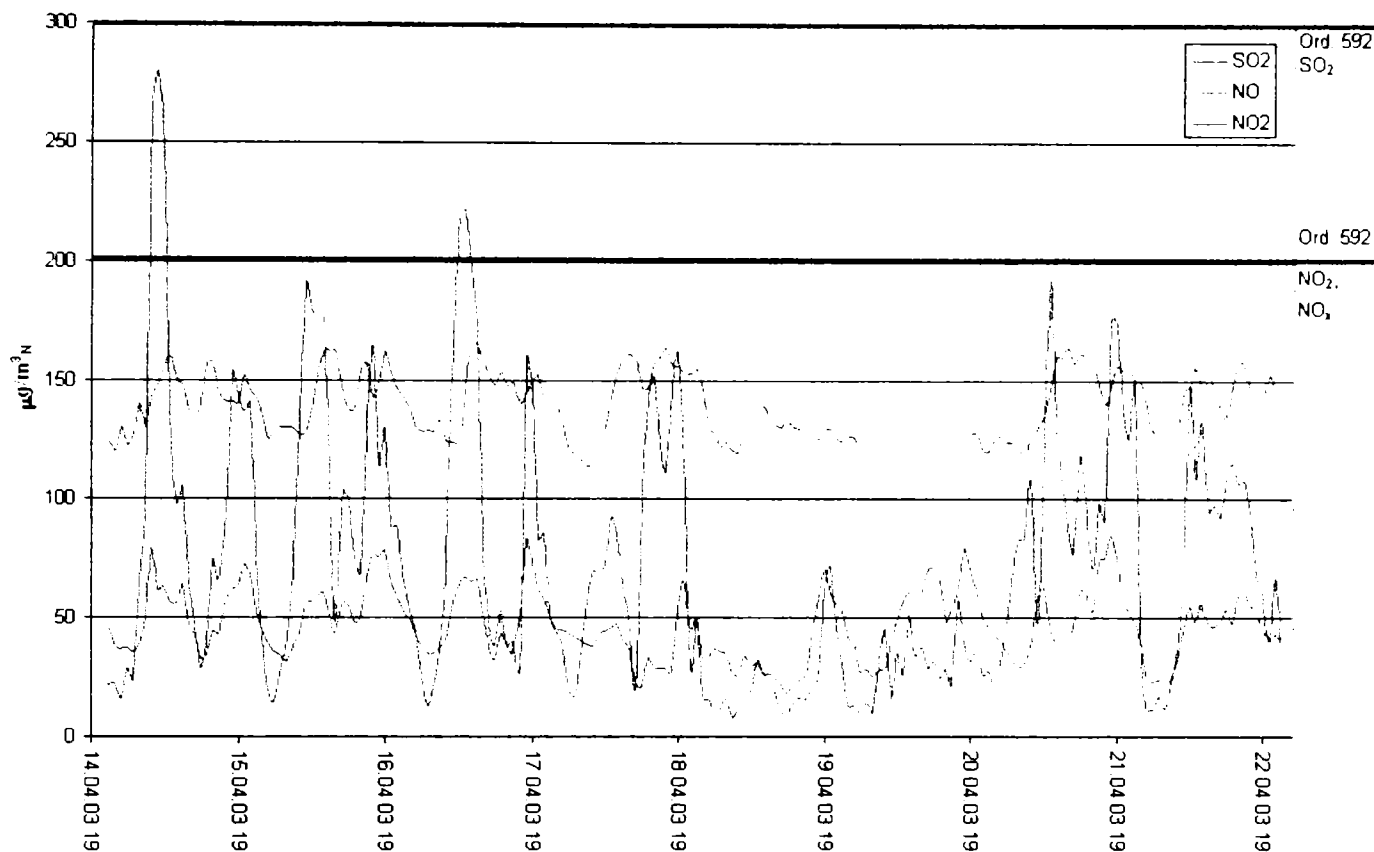


Figura 6.29. Michelangelo, valori medii orare pentru speciile SO₂, NO, NO_x.

În tabelul 6.5 se prezintă valorile medii zilnice pentru toate speciile de poluanți, iar în figura 6.30 valorile medii zilnice înregistrate pentru pulberi în suspensie, fracțiunea PM10.

Tabelul 6.5. Valori medii zilnice pentru toate speciile monitorizate

Ziua	CO mg/m ³ _N	SO ₂ µg/m ³ _N	NO µg/m ³ _N	NO _x µg/m ³ _N	NO ₂ µg/m ³ _N	PM10 µg/m ³ _N	Trafic nr. veh.
15.04.03	7.95	141.31	98.68	150.14	51.46	45.21	49430
16.04.03	8.22	143.47	99.26	152.97	53.71	49.51	50601
17.04.03	9.03	142.41	85.33	135.80	50.47	51.26	50077
18.04.03	6.99	143.46	76.27	115.35	39.08	50.12	50990
19.04.03	4.62	128.15	22.72	58.93	36.21	42.06	46816
20.04.03	2.79	124.65	29.56	80.53	50.97	43.45	38191
21.04.03	4.83	144.84	103.47	154.26	50.79	51.40	50586
22.04.03	6.69	141.35	72.02	114.90	42.88	53.10	48883
23.04.03	3.38	147.70	116.45	167.83	41.35	49.56	40101

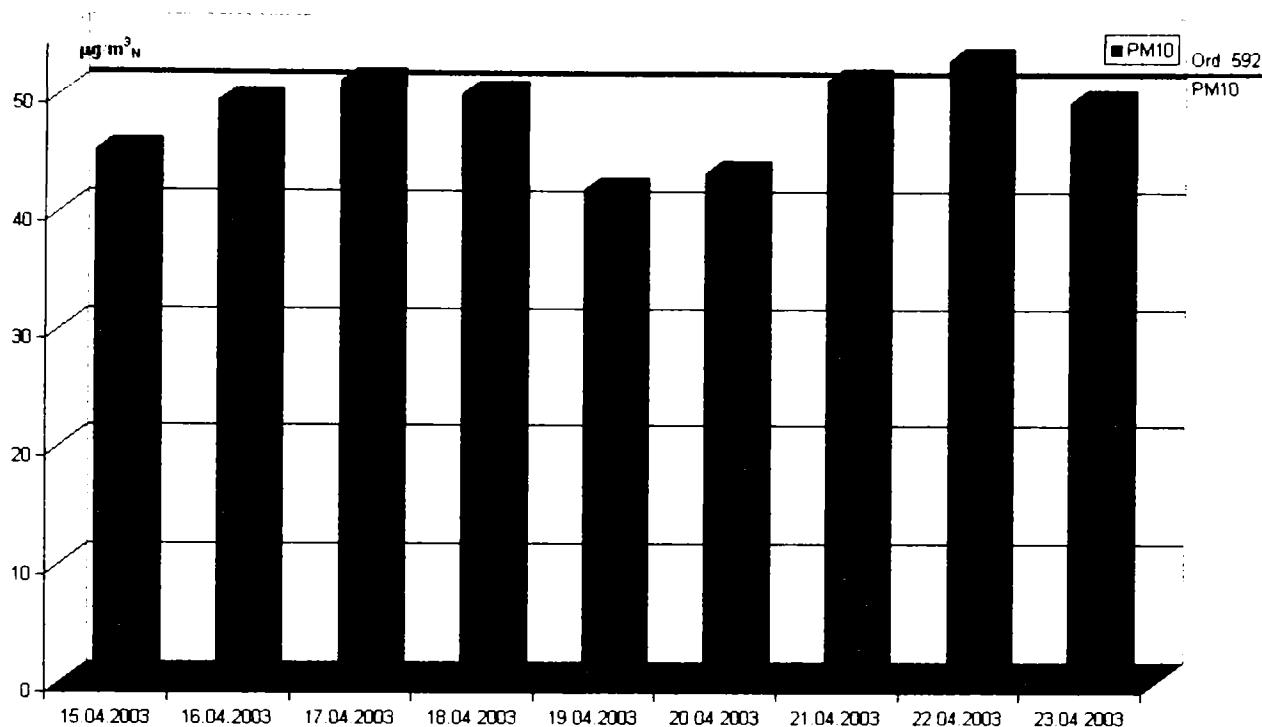


Figura 6.30. Michelangelo, valori medii zilnice, PM10.

Pentru raportarea la legislația în vigoare a valorilor măsurate pentru specia CO, Ordinul 592 prevede următoarea metodologie de calcul: Valoarea maximă zilnică a mediilor pe 8 ore se alege prin examinarea mediilor curente pe 8 ore, calculate din date orare și actualizate din oră în oră. Fiecare medie pe 8 ore astfel calculată se înscrie pentru ziua în care intervalul s-a încheiat, respectiv prima perioadă de calcul pentru o zi începe la ora 17,00 din ziua anterioară și se termină la ora 1,00 din ziua respectivă; ultima perioadă de calcul pentru o zi este perioada de la ora 16,00 la ora 24,00 din ziua respectivă.

Respectând această metodă de calcul s-au obținut următoarele valori, prezentate în tabelul 6.6:

Tabelul 6.6. Valori maxime a mediilor pe 8 ore pentru specia CO

Ziua	Valoarea maximă a mediilor pe 8 ore pentru CO [$\text{mg}/\text{m}^3_{\text{N}}$]	Concentrația maximă admisă, conf. Ord. 592 [$\text{mg}/\text{m}^3_{\text{N}}$]
15.04.03	8.52	10
16.04.03	9.37	
17.04.03	11.2	
18.04.03	9.39	
19.04.03	8.12	
20.04.03	7.99	
21.04.03	8.02	
22.04.03	9.75	
23.04.03	8.11	

6.4.2. Analiza rezultatelor experimentale.

Pentru episodul analizat (luna aprilie 2003) se constată:

- Depășirea valorilor maxim admise la toate speciile de poluanți analizate, conform Ordinului 952, privind calitatea aerului, în cazul valorilor medii zilnice;
- Influența traficului, maximele se instalează o dată cu începerea săptămânii și zilei de lucru, fiind clar detașate de cele de la sfârșitul săptămânii;

Cum se poate observa din figurile 6.27, 6.29, 6.30 și tabelul 6.6, valorile admise de reglementările în vigoare sunt mult depășite de toate speciile de poluanți, excepție făcând speciile NO_2 și SO_2 , valori medii la orare.

Influența traficului asupra valorilor măsurate poate fi constatată cu ușurință din figurile 6.26 și 6.27, zilele 19 și 20.04.2003 fiind zile nelucrătoare, atât valorile înregistrate pentru parametrii de mediu cât și valorile de trafic sunt considerabil mai scăzute decât valorile înregistrate în zilele lucrătoare, existând o deplină concordanță între traficul auto și variația concentrațiilor înregistrate pentru poluanții considerați.

Valorile înregistrate pentru specia SO_2 , relativ constante în timp, conduc la concluzia că traficul nu are o contribuție majoră la încărcarea atmosferei cu bioxid de sulf și că responsabili de valorile ridicate înregistrate sunt centralele termoelectrice (CET SUD și CET Centru), sectorul industrial și sistemele individuale de încălzire a locuințelor.

În figura 6.31 sunt prezentate valorile maxime momentane măsurate pe parcursul campaniei, pentru toate speciile de poluanți.

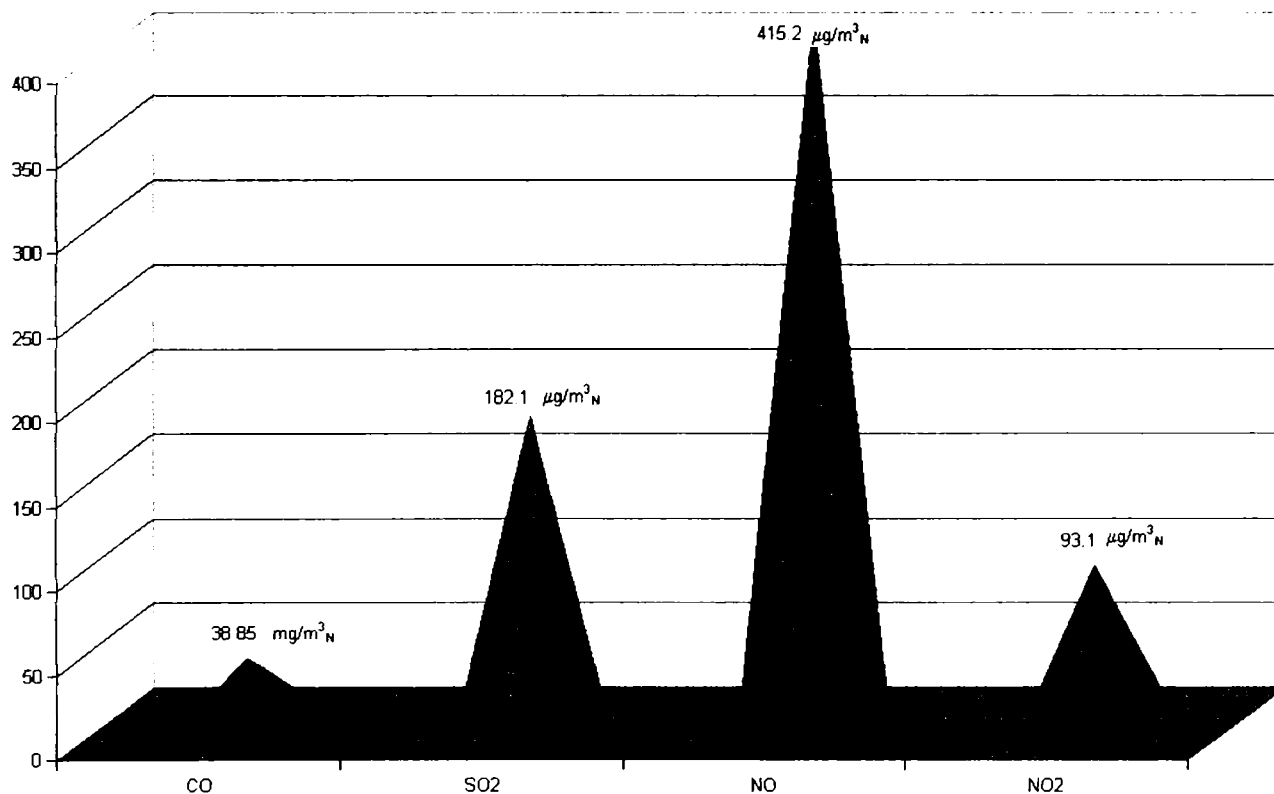


Figura 6.31. Valori maxime momentane înregistrate pe durata campaniei de monitorizare.

Din figura 6.31 se observă că monoxidul de azot a depășit valoarea de $400 \mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$, stabilită în Ordinul 592 ca fiind valoarea ce definește pragul de alertă dacă este depășită timp de trei ore consecutive.

6.5. Monitorizarea calității aerului pe B-dul Republicii.

6.5.1. Rezultate experimentale.

Campania de monitorizare a calității aerului s-a desfășurat în luna aprilie 2003 în intersecția dintre B-dul Republicii și Str. Pop de Băsești din Municipiul Timișoara, pe perioada 26.06 – 03.07.2003.

S-au monitorizat bioxidul de sulf SO_2 , bioxidul de azot NO_2 , monoxidul de azot NO , oxizii de azot NO_x , monoxidul de carbon CO și particule în suspensie, fracțiunea PM_{10} .

Pe toată durata monitorizării, datele au fost culese automat cu o frecvență de 1 valoare la fiecare 6 secunde, fiind prelucrate ulterior pentru medieri. Excepție a făcut monitorizarea particulelor în suspensie, fracțiunea PM_{10} , pentru care s-au obținut valori zilnice.

În figura 6.32 se prezintă o vedere de sus a zonei monitorizate, cu steluță fiind marcat locul de amplasare a stației de monitorizare, poziționare ce se observă și din figura 6.33.



Figura 6.32. Amplasarea stației de monitorizare în intersecția B-dul Republicii – Pop de Băsești.

Pentru raportarea la valorile maxime admise de legislația în vigoare s-au prelucrat valori medii la 1 oră și valori medii zilnice, prezentate în figurile 6.34 și 6.35. Pe ambele grafice s-au trasat drepte ce reprezintă valorile maxime admise (conform perioadei de mediere) de Ordinul 592 din 25.06.2002, aflat în vigoare și descris în detaliu în capitolul 1.

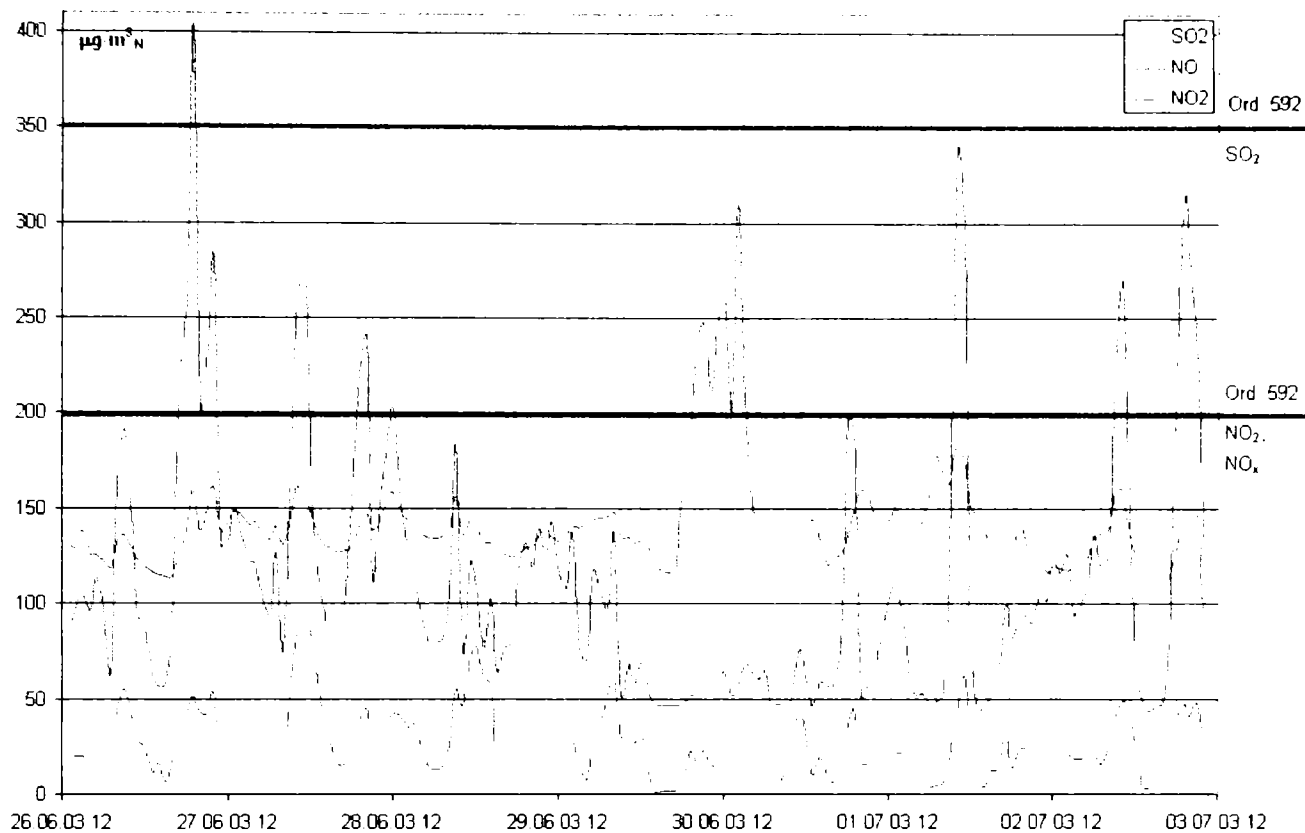


Figura 6.34. Republicii, valori medii orare, speciile SO₂, NO, NO₂.

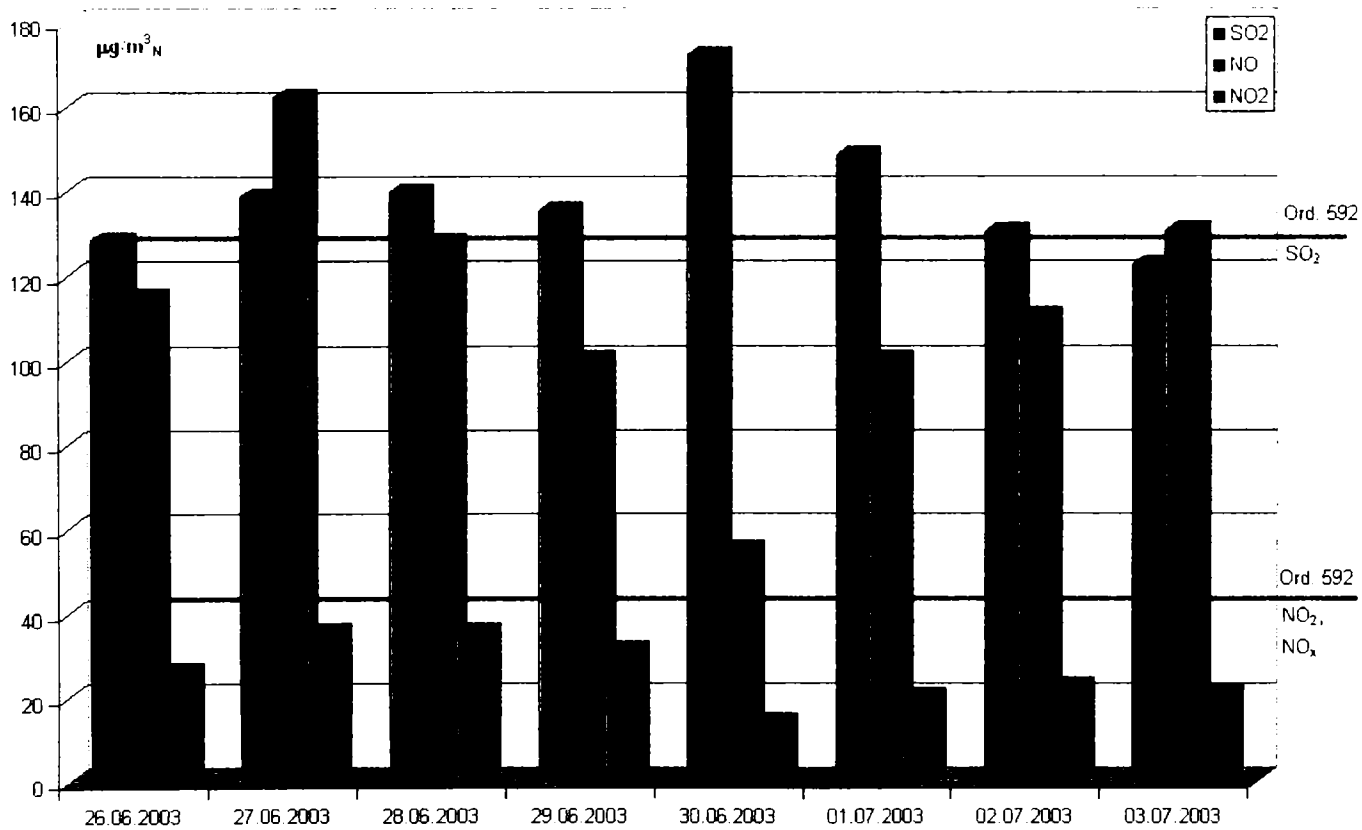


Figura 6.35. Republicii, valori medii zilnice

În figura 6.36 se prezintă valorile medii pe 30 de minute, înregistrate pentru specia CO.

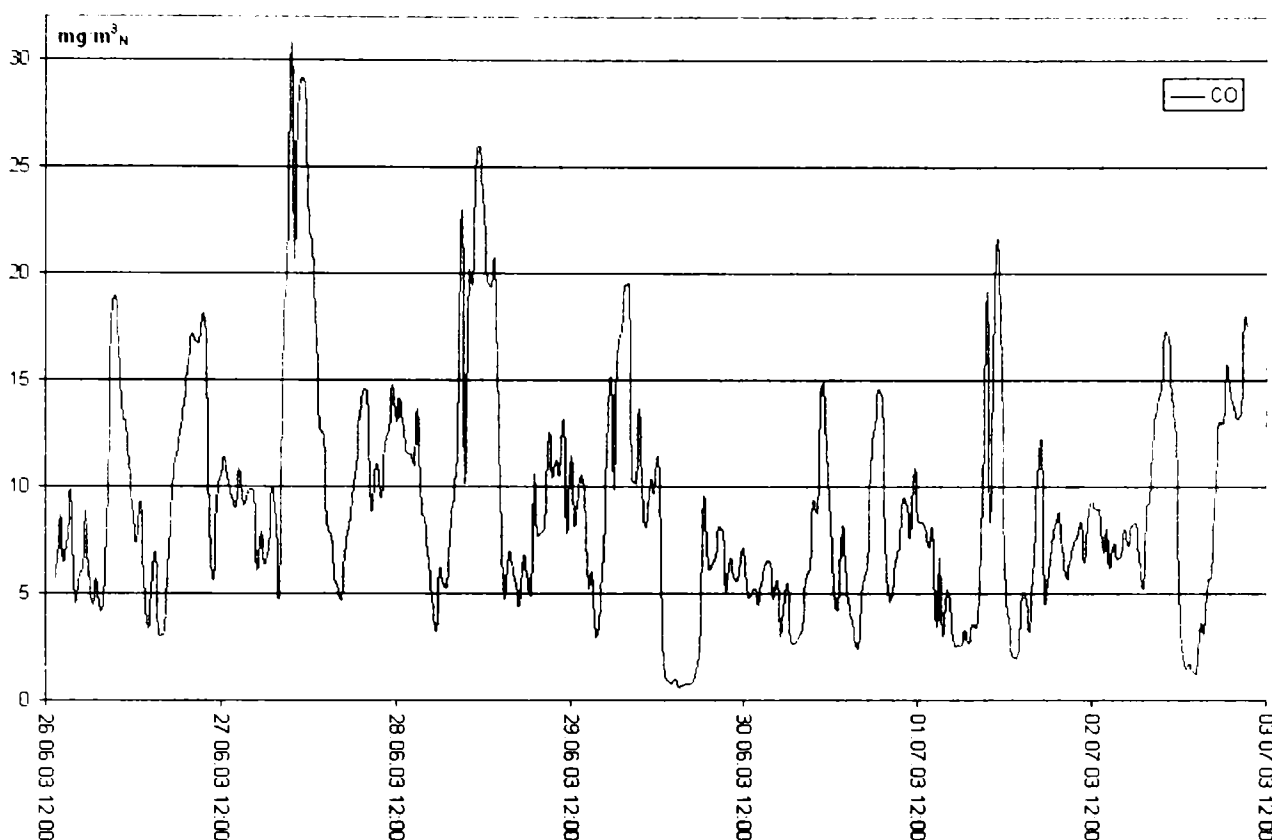


Figura 6.36. Republicii , valori medii pe 30 de minute pentru specia CO.

În tabelul 6.7 se prezintă valorile medii zilnice pentru toate speciile de poluanți, iar în figura 6.37 valorile medii zilnice înregistrate pentru pulberile în suspensie, fracțiunea PM10.

Tabelul 6.7. Valori medii zilnice înregistrate pe durata campaniei

Ziua	CO mg/m^3_{N}	SO ₂ $\mu\text{g/m}^3_{\text{N}}$	NO $\mu\text{g/m}^3_{\text{N}}$	NO _x $\mu\text{g/m}^3_{\text{N}}$	NO ₂ $\mu\text{g/m}^3_{\text{N}}$	PM10 $\mu\text{g/m}^3_{\text{N}}$
26.06.03	9.01	128.56	115.25	141.62	26.37	44.01
27.06.03	11.72	138.91	162.29	197.87	35.58	51.02
28.06.03	11.79	139.97	128.09	163.91	35.82	49.50
29.06.03	10.51	135.49	100.30	131.75	31.45	50.10
30.06.03	5.33	172.24	55.22	69.42	14.20	51.50
1.07.03	7.47	148.63	100.30	120.80	20.50	52.00
2.07.03	8.01	130.51	110.65	133.56	22.91	49.80
3.07.03	7.37	122.78	130.81	152.37	21.56	50.61

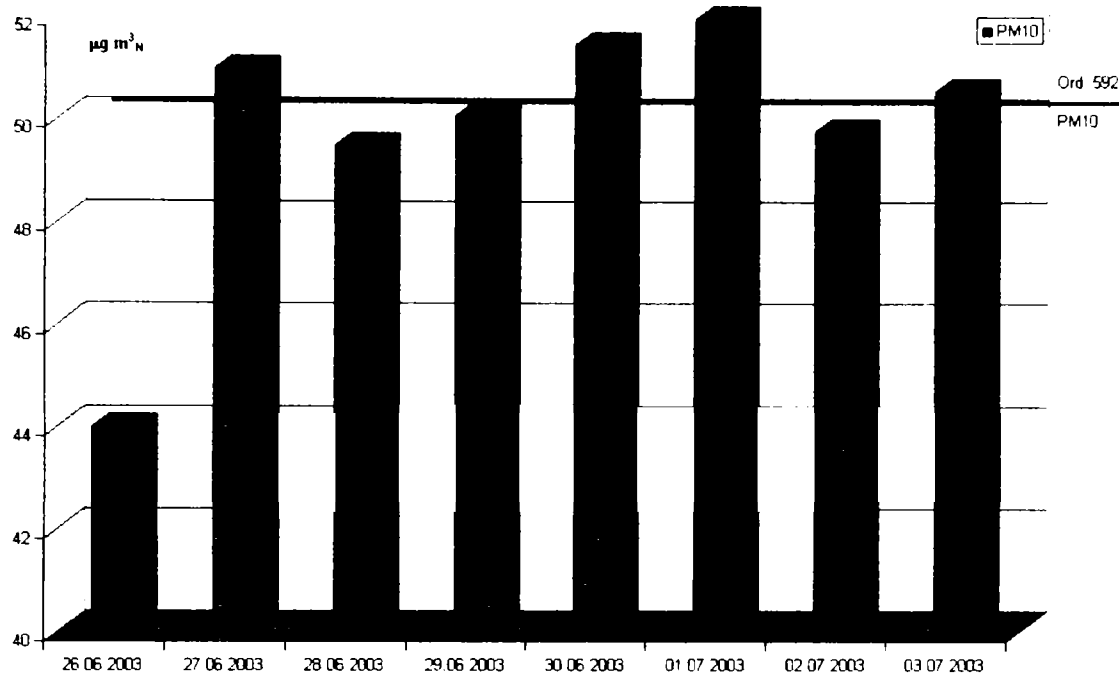


Figura 6.37. Valori medii zilnice pentru specia PM10

Respectând metoda de calcul a valorilor medii pe 8 ore pentru specia CO, prezentată la punctul 6.2.1, s-au obținut următoarele valori, prezentate în tabelul 6.8:

Tabelul 6.8. Valori maxime a mediilor pe 8 ore pentru specia CO

Ziua	Valoarea maximă a mediilor pe 8 ore pentru CO [mg/m ³ _N]	Concentrația maximă admisă, conf. Ord. 592 [mg/m ³ _N]
26.06.03	12.3	10
27.06.03	21.7	
28.06.03	18.5	
29.06.03	12.1	
30.06.03	6.2	
1.07.03	11.1	
2.07.03	8.0	
3.07.03	10.5	

6.5.2. Analiza rezultatelor experimentale.

Pentru episodul analizat (luna iunie 2003) se constată:

- Depășirea valorilor maxim admise la toate speciile de poluanți analizate, conform Ordinului 952, privind calitatea aerului;
- Influența traficului, maximele se instalează o dată cu începerea săptămânii și zilei de lucru, fiind detașate de cele de la sfârșitul săptămânii;

Cum se poate observa din figurile 6.34, 6.35, 6.37 și tabelul 6.8, valorile admise de reglementările în vigoare sunt mult depășite de toate speciile de poluanți, excepție făcând speciile NO₂ și SO₂, valori medii orare.

Valorile înregistrate pentru specia SO₂, relativ constante în timp, ne conduc la concluzia că traficul nu are o contribuție majoră la încărcarea atmosferei cu bioxid de sulf și că responsabili de valorile ridicate înregistrate sunt centralele termoelectrice (CET SUD și CET Centru), sectorul industrial și sistemele individuale de încălzire a locuințelor.

În această campanie s-au înregistrat valori foarte mari pentru poluantul SO₂ în data de 30.06.2003, relativ constante în timp, între orele 07:00 – 14:30. Ele ar putea fi explicate prin apropierea Gării de Nord și a depourilor aferente de punctul de măsură, depouri în care se poate să fi existat o activitate susținută cu locomotive Diesel

În figura 6.38 sunt prezentate valorile maxime momentane măsurate pe parcursul campaniei, pentru toate speciile de poluanți.

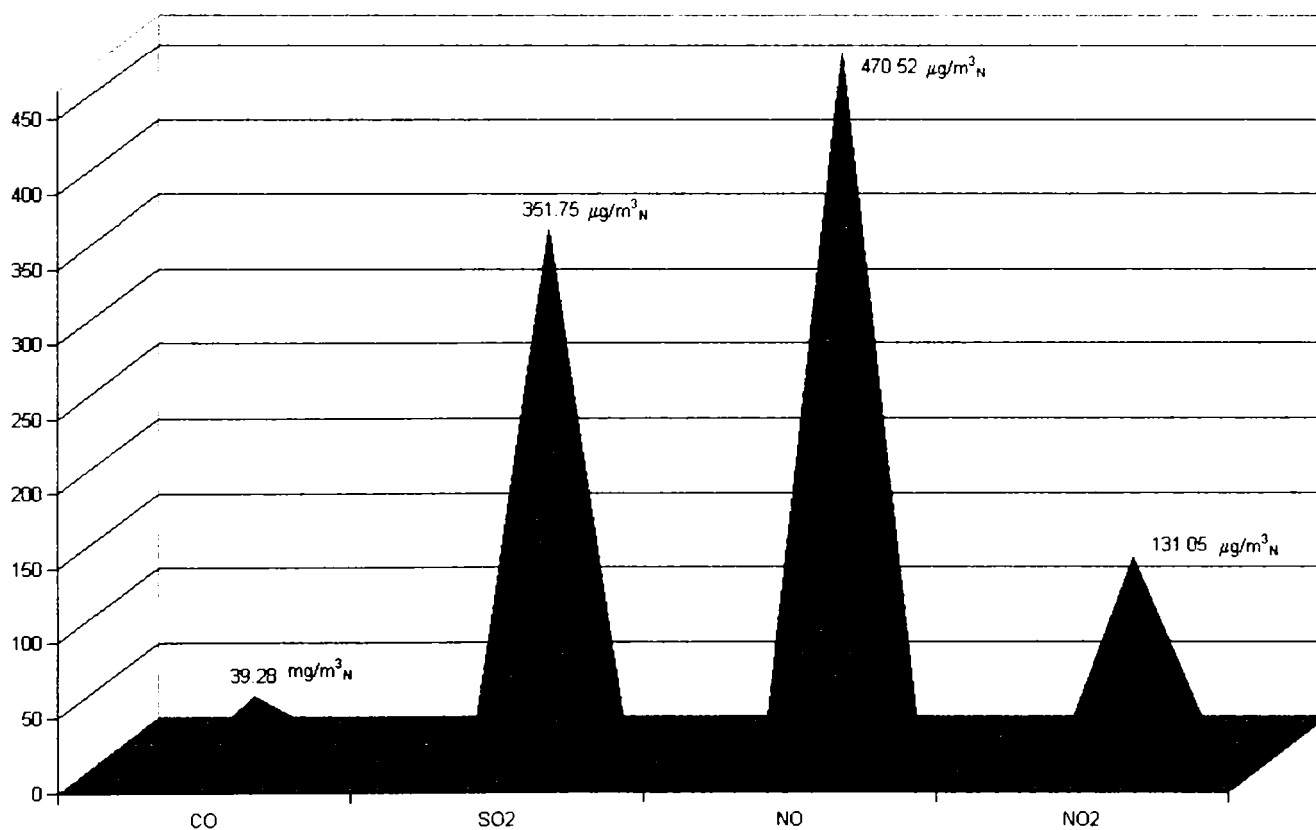


Figura 6.38. Republicii, valori maxime înregistrate.

Apariția acestor maxime se poate explica prin apariția în zona monitorizată a unor vehicule cu grad de uzură ridicat sau a unor condiții meteo speciale.

6.6. Monitorizarea calității aerului în Parcul Rozelor.

6.6.1. Rezultate experimentale.

Campania de monitorizare a calității aerului s-a desfășurat în luna mai 2003 în Parcul Rozelor din Mun. Timișoara, pe perioada 12 – 15.05.2003.

S-au monitorizat bioxidul de sulf SO_2 , bioxidul de azot NO_2 , monoxidul de azot NO , oxizii de azot NO_x , monoxidul de carbon CO și particule în suspensie, fracțiunea PM_{10} .

Pe toată durata monitorizării, datele au fost culese automat cu o frecvență de 1 valoare la fiecare 6 secunde, fiind prelucrate ulterior pentru medieri. Excepție a făcut monitorizarea particulelor în suspensie, fracțiunea PM_{10} , pentru care s-au obținut valori zilnice.

În figura 6.39 se prezintă o vedere de sus a zonei monitorizate, cu steluță fiind marcat locul de amplasare a stației de monitorizare, poziționare ce se observă și din figura 6.40.

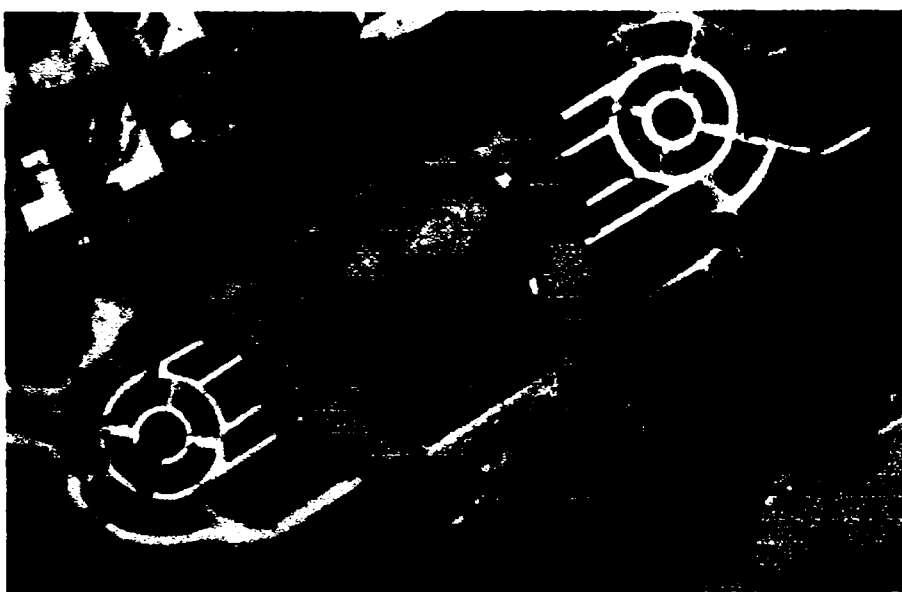


Figura 6.39. Amplasarea stației de monitorizare în parcul Rozelor.

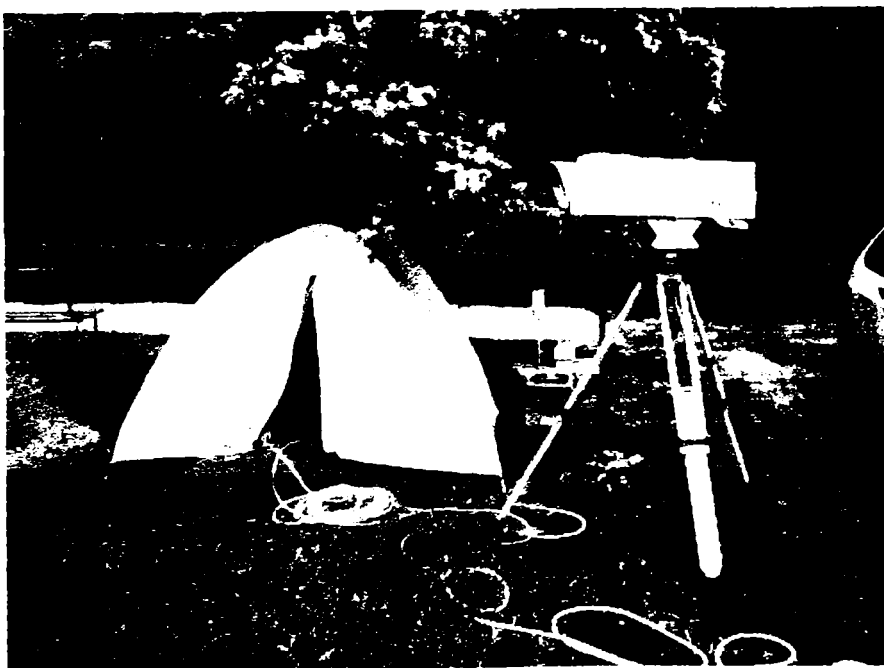


Figura 6.40. Parcul Rozelor, stația de monitorizare a calității aerului.

Pentru raportarea la valorile maxime admise de legislația în vigoare s-au prelucrat valori medii la 1 oră și valori medii zilnice, prezentate în figurile 6.41 și 6.42. Valorile maxime admise de legislația în vigoare sunt (pentru perioadei de mediere corespunzătoare):

- SO_2 : $350 \mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$, medie pe 1 oră; $125 \mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$, medie zilnică;
- NO , NO_2 , NO_x : $200 \mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ medie pe 1 oră; $40 \mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$, medie zilnică;
- PM_{10} : $50 \mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$, medie zilnică;

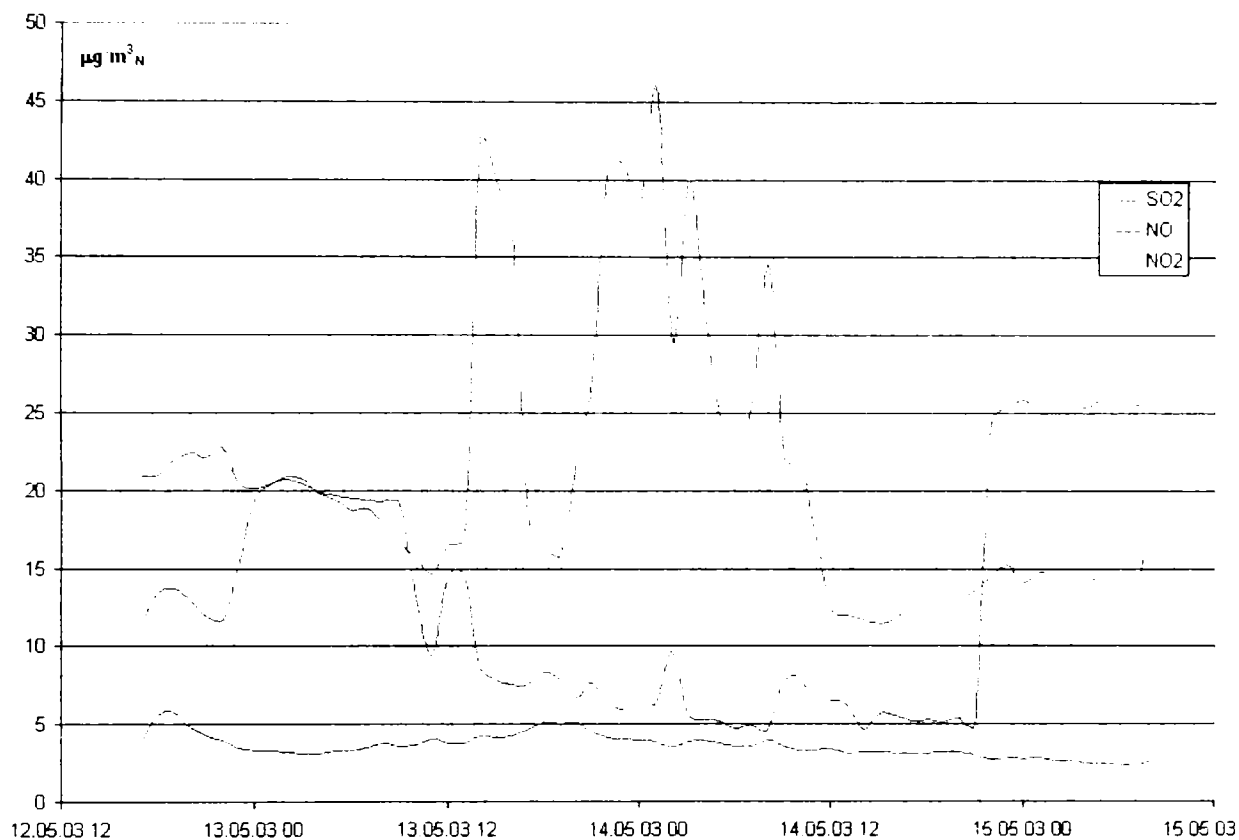


Figura 6.41. Parcul Rozelor, valori medii orare, speciile SO_2 , NO , NO_2 .

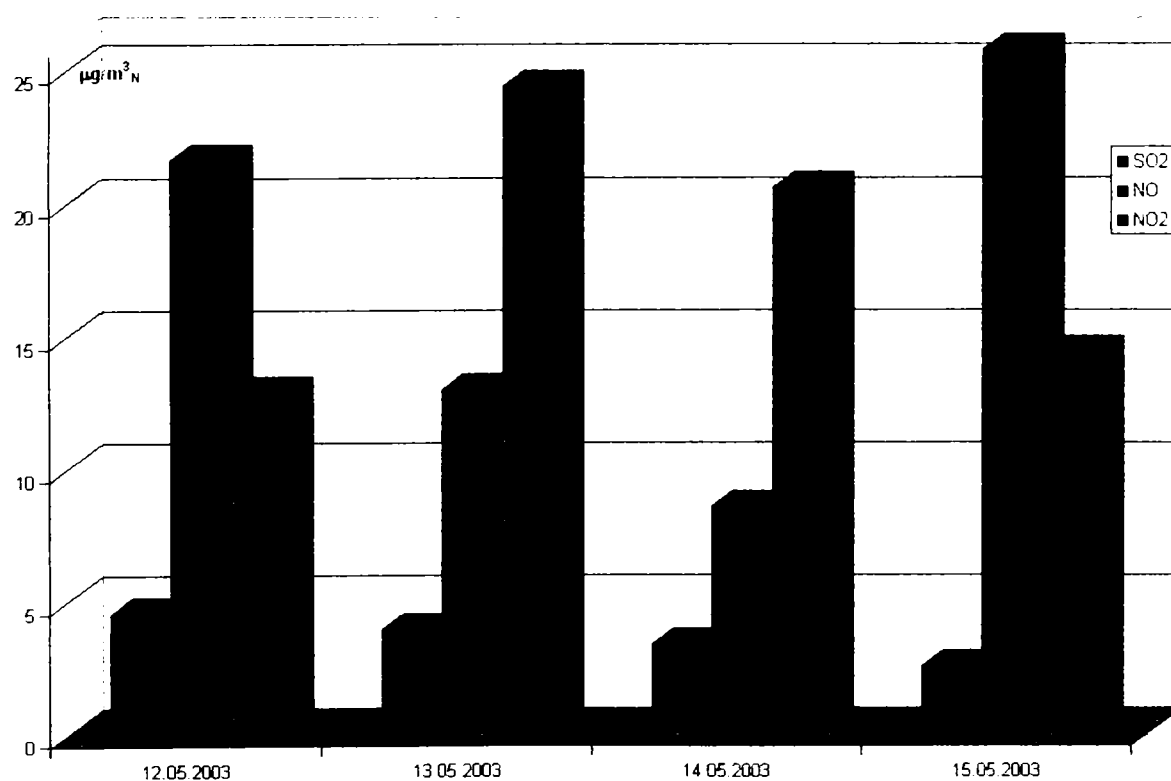


Figura 6.42. Parcul Rozelor, valori medii zilnice.

În figura 6.43 se prezintă valorile medii pe 30 de minute, înregistrate pentru specia CO.

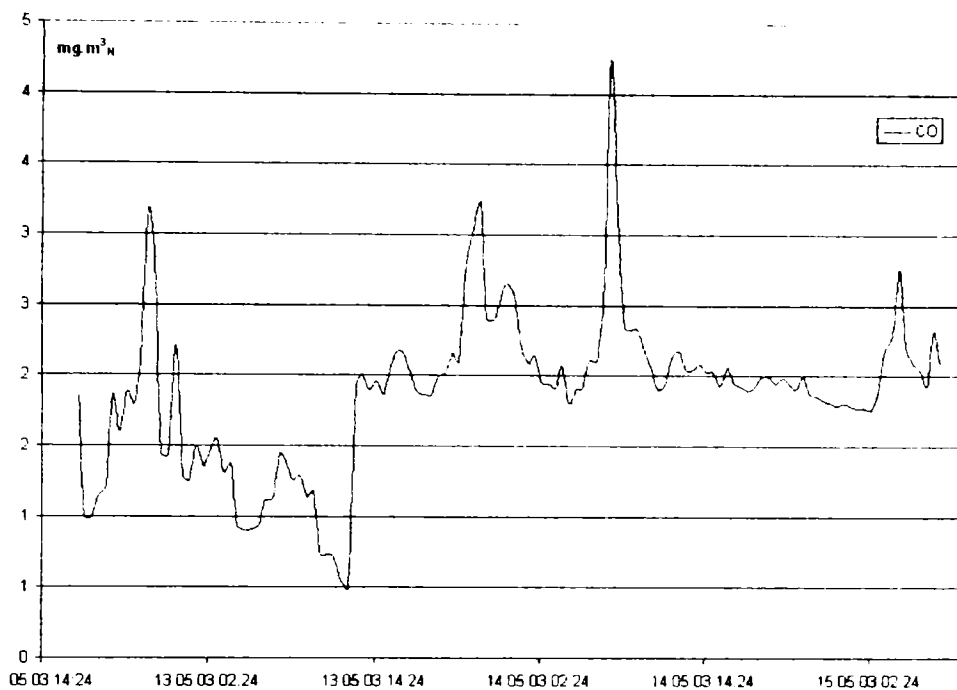


Figura 6.43. Parcul Rozelor , valori medii pe 30 de minute pentru specia CO.

În tabelul 6.9 se prezintă valorile medii zilnice pentru toate speciile de poluanți, iar în figura 6.43 valorile medii zilnice înregistrate pentru pulberile în suspensie, fracțiunea PM10.

Tabelul 6.9. Valori medii zilnice înregistrate pe durata campaniei

Ziua	CO $\text{mg}/\text{m}^3_{\text{N}}$	SO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$	NO $\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$	NO _x $\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$	NO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$	PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$
12.05.03	1.73	4.56	21.68	34.59	12.91	31.20
13.05.03	1.64	3.97	13.00	37.41	24.41	32.04
14.05.03	2.12	3.38	8.60	29.22	20.62	29.48
15.05.03	2.07	2.54	25.79	40.19	14.40	29.87

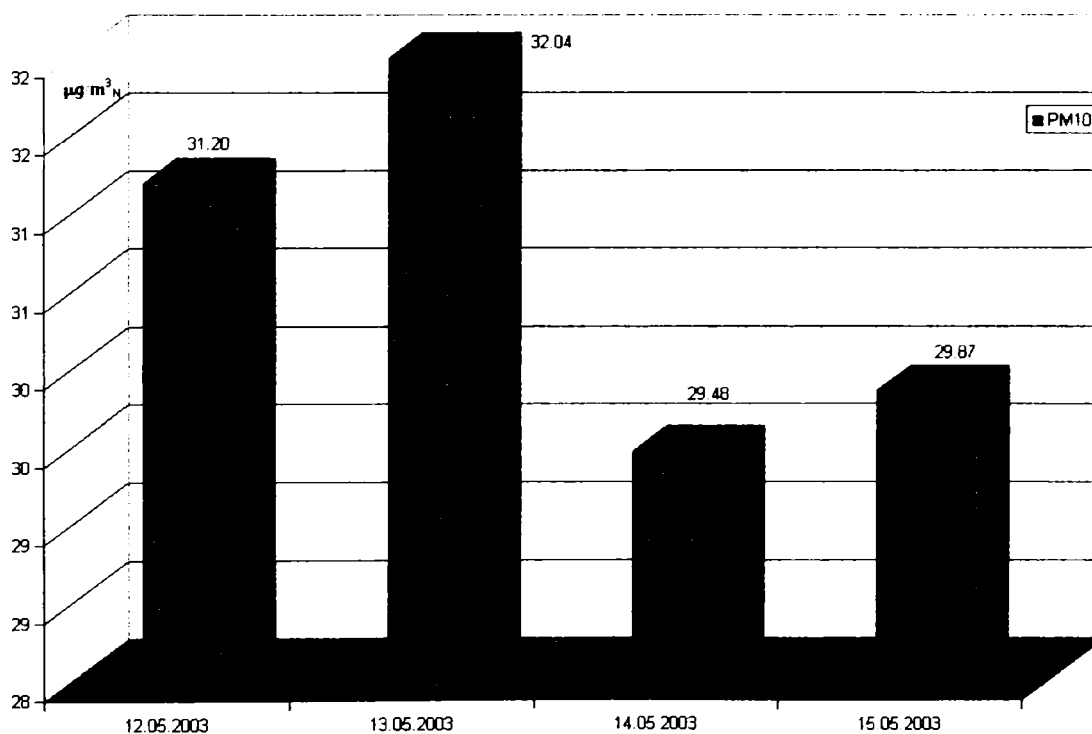


Figura 6.43. Parcul rozelor, valori medii zilnice pentru specia PM10

Respectând metoda de calcul a valorilor medii pe 8 ore pentru specia CO, prezentată la punctul 6.2.1, s-au obținut următoarele valori, prezentate în tabelul 6.10:

Tabelul 6.10. Valori maxime a mediilor pe 8 ore pentru specia CO

Ziua	Valoarea maximă a mediilor pe 8 ore pentru CO [$\text{mg}/\text{m}^3_{\text{N}}$]	Concentrația maximă admisă, conf. Ord. 592 [$\text{mg}/\text{m}^3_{\text{N}}$]
12.05.03	2.47	10
13.05.03	1.92	
14.05.03	2.71	
15.05.03	2.32	

6.6.2. Analiza rezultatelor experimentale.

Pentru episodul analizat (luna iunie 2003) se constată că toate valorile înregistrate se înscriu în prevederile Ordinului 592 privind calitatea aerului, fiind mult mai reduse decât valorile înregistrate în intersecțiile intens circulate.

Valorile înregistrate pentru specia SO_2 , mult mai reduse decât în campaniile precedente se datorează faptului că centrala termoelectrică CET SUD nu a mai produs agent termic pentru încălzirea apartamentelor, de la sfârșitul lunii aprilie, datorită vremii călduroase.

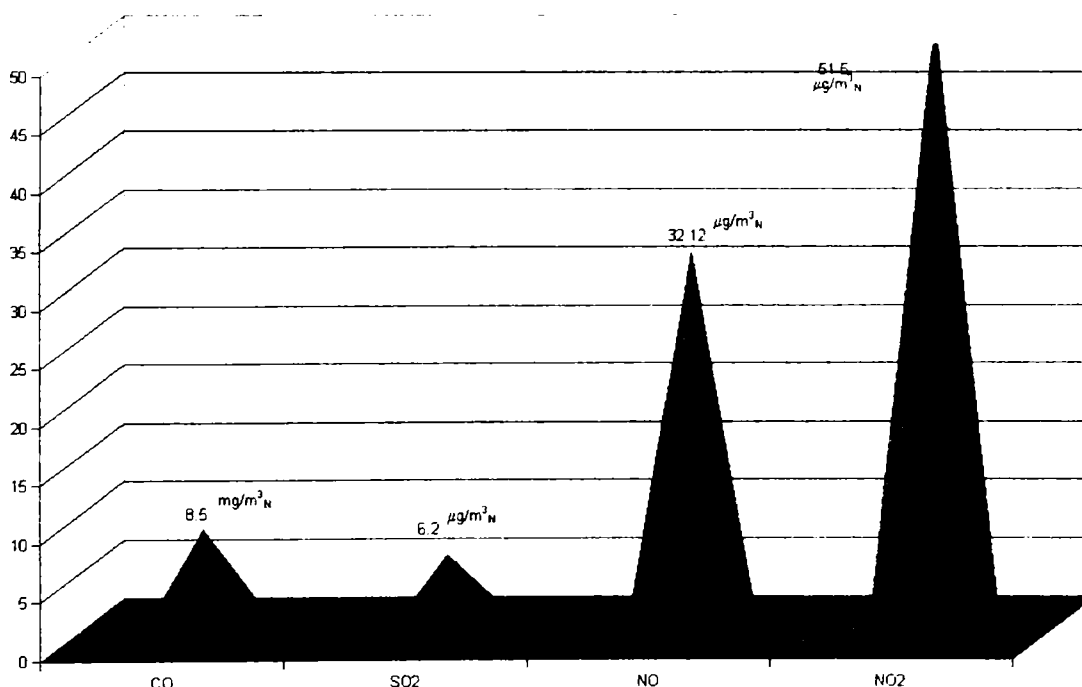


Figura 6.44. Parcul Rozelor, valori maxime înregistrate.

În figura 6.44 sunt prezentate valorile maxime momentane înregistrate pe durata campaniei de monitorizare a calității aerului.

Din figurile 6.41, 6.42 și 6.44 se observa că pentru specia NO_2 s-au înregistrat valori sensibil mai mari decât pentru specia NO. Acest lucru se explică prin faptul că sursele de poluare sunt relativ depărtate de punctul de măsură, monoxidul de carbon NO (la sursă NO reprezintă peste 95% din emisia de NO_x) fiind oxidat în atmosferă.

6.7. Monitorizarea calității aerului în Parcul Botanic.

6.7.1. Rezultate experimentale.

Campania de monitorizare a calității aerului s-a desfășurat în luna mai 2003 în Parcul Rozelor din Mun. Timișoara, pe perioada 19 – 21.05.2003.

S-au monitorizat bioxidul de sulf SO_2 , bioxidul de azot NO_2 , monoxidul de azot NO , oxizii de azot NO_x , monoxidul de carbon CO și particule în suspensie, fracțiunea PM_{10} .

Pe toată durata monitorizării, datele au fost culese automat cu o frecvență de 1 valoare la fiecare 6 secunde, fiind prelucrate ulterior pentru medieri. Excepție a făcut monitorizarea particulelor în suspensie, fracțiunea PM_{10} , pentru care s-au obținut valori zilnice.

În figura 6.45 se prezintă o vedere de sus a zonei monitorizate, cu steluță fiind marcat locul de amplasare a stației de monitorizare, poziționare ce se observă și din figura 6.46.



Figura 6.45. Amplasarea stației de monitorizare în parcul Botanic.



Figura 6.46. Parcul Botanic, stația de monitorizare a calității aerului.

Pentru raportarea la valorile maxime admise de legislația în vigoare s-au prelucrat valori medii la 1 oră și valori medii zilnice, prezentate în figurile 6.47 și 6.48. De reținut că valorile maxime admise de legislația în vigoare sunt (conform perioadei de mediere):

- SO_2 : $350 \mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$, medie pe 1 oră; $125 \mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$, medie zilnică;
- NO , NO_2 , NO_x : $200 \mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ medie pe 1 oră; $40 \mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$, medie zilnică;
- PM_{10} : $50 \mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$, medie zilnică;

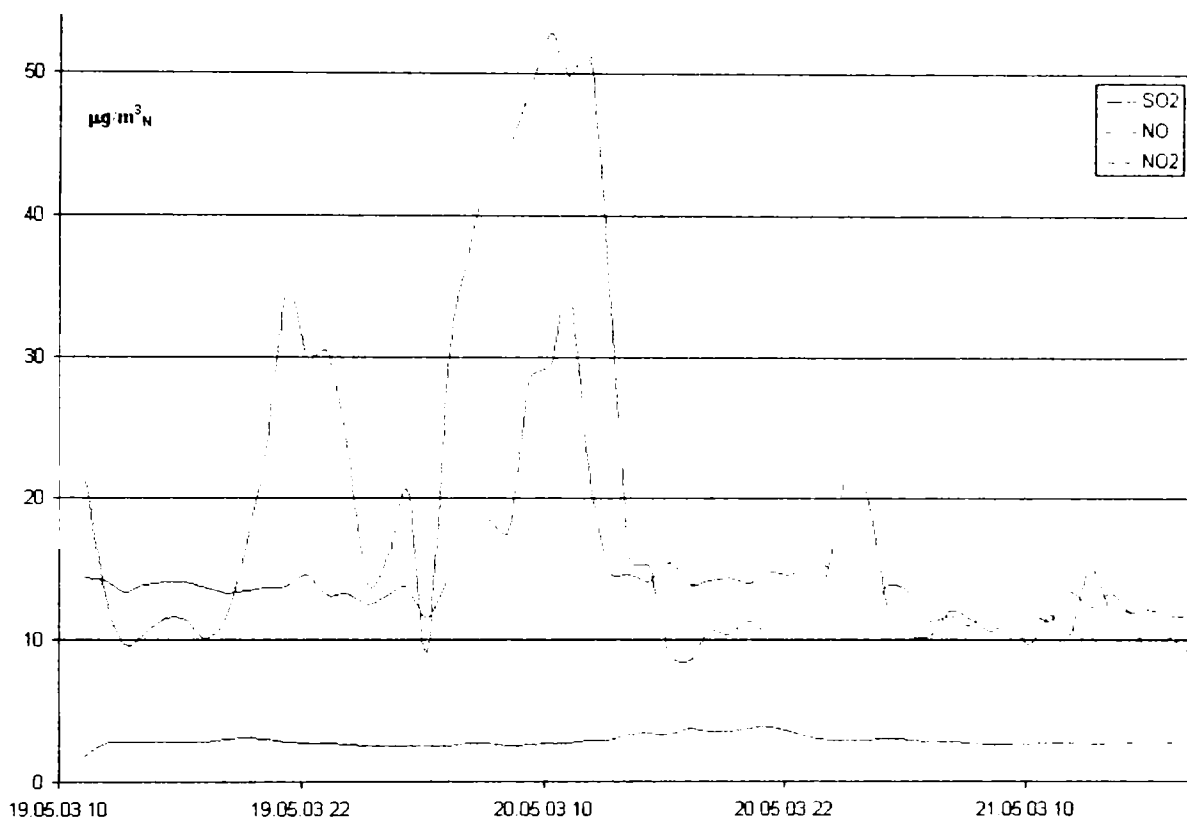


Figura 6.47. Parc Botanic, valori medii orare, speciile SO_2 , NO , NO_2 .

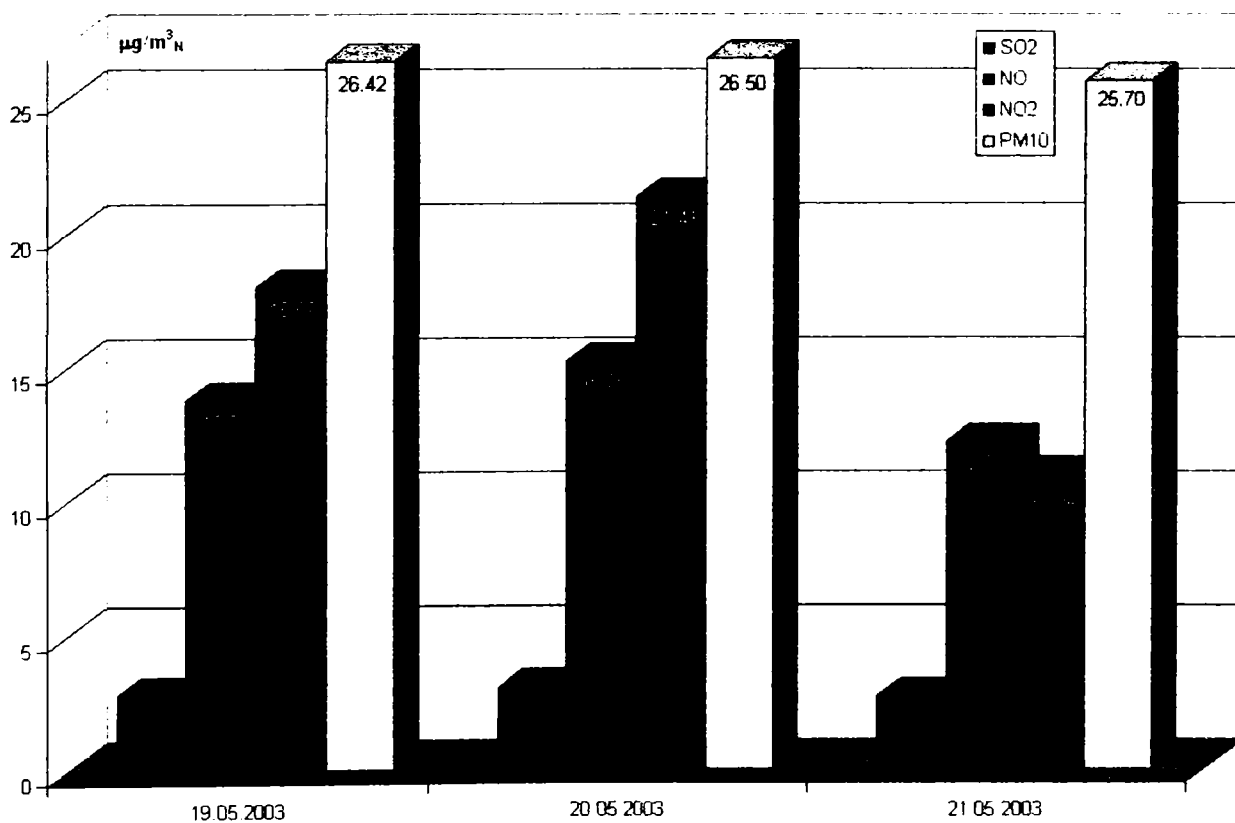


Figura 6.48. Parc Botanic, valori medii zilnice.

În figura 6.49 se prezintă valorile medii pe 30 de minute, înregistrate pentru specia CO.

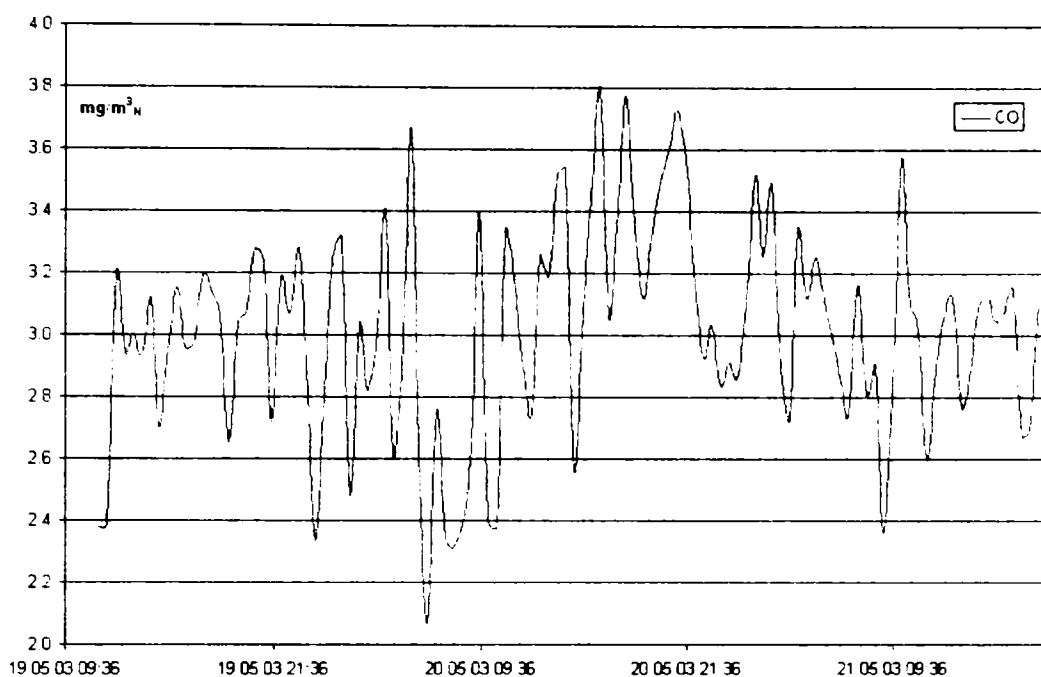


Figura 6.49. Parcul Botanic , valori medii pe 30 de minute pentru specia CO.

În tabelul 6.11 se prezintă valorile medii zilnice pentru toate speciile de poluanți.

Tabelul 6.11. Valori medii zilnice înregistrate pe durata campaniei

Ziua	CO $\text{mg}/\text{m}^3_{\text{N}}$	SO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$	NO $\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$	NO _x $\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$	NO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$	PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$
19.05.03	2.98	2.82	13.85	31.92	18.07	26.42
20.05.03	3.11	3.09	15.25	36.67	21.41	26.50
21.05.03	2.98	2.75	12.21	23.24	11.02	25.70

Respectând metoda de calcul a valorilor medii pe 8 ore pentru specia CO, prezentată la punctul 6.2.1, s-au obținut următoarele valori, prezentate în tabelul 6.12:

Tabelul 6.12. Valori maxime a mediilor pe 8 ore pentru specia CO

Ziua	Valoarea maximă a mediilor pe 8 ore pentru CO [$\text{mg}/\text{m}^3_{\text{N}}$]	Concentrația maximă admisă, conf. Ord. 592 [$\text{mg}/\text{m}^3_{\text{N}}$]
12.05.03	2.95	10
13.05.03	3.28	
14.05.03	3.05	

6.7.2. Analiza rezultatelor experimentale.

Pentru episodul analizat (luna iunie 2003) se constată că toate valorile înregistrate se înscriu în prevederile Ordinului 592 privind calitatea aerului, fiind mult mai reduse decât valorile înregistrate în intersecțiile intens circulate.

Valorile înregistrate pentru specia SO_2 , mult mai reduse decât în campaniile precedente se datorează faptului că centrala termoelectrică CET SUD nu a mai produs agent termic pentru încălzirea apartamentelor, de la sfârșitul lunii aprilie, datorită vremii călduroase.

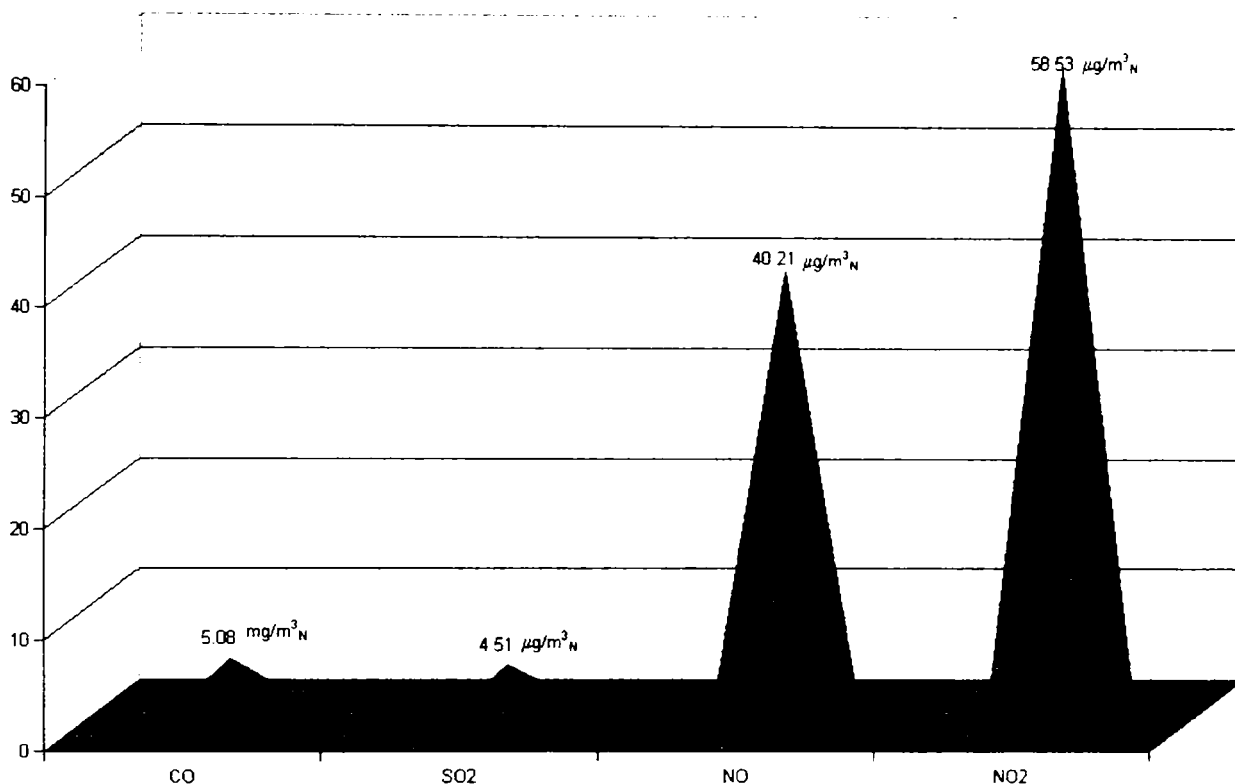


Figura 6.51. Parcul Botanic, valori maxime înregistrate.

În figura 6.51 sunt prezentate valorile maxime momentane înregistrate pe durata campaniei de monitorizare a calității aerului.

Din figurile 6.47, 6.48 se observa că pentru specia NO_2 s-au înregistrat valori sensibil mai mari decât pentru specia NO . Acest lucru se explică prin faptul că sursele de poluare sunt relativ depărtate de punctul de măsură, monoxidul de carbon NO (la sursă NO reprezintă peste 95% din emisia de NO_x) fiind oxidat în atmosferă.

6.8. Efectul suprapunerii emisiilor datorate surselor staționare și mobile.

6.8.1. Rezultate experimentale.

Pentru a stabili nivelul global al poluării atmosferei în municipiul Timișoara este necesară luarea în considerare a tuturor surselor de poluare. Astfel vom lua în considerare influența traficului, a surselor staționare majore și surselor staționare mici. În cele ce urmează se realizează studiul de impact asupra mediului a principalilor poluatori industriali din Timișoara, CET SUD și CET Centru, sistemele individuale de încălzire a locuințelor din cartierul investigat în capitolul 5 și cele cinci intersecții intens circulate, studiate anterior.

Datele obținute în urma măsurătorilor și calculelor au fost introduse și rulate în programul ISC3View, obținând distribuția (dispersia) concentrațiilor poluanților pe suprafața orașului.

În figurile 6.52, 6.53 și 6.54 se prezintă dispersia speciilor NO_x , CO și SO_2 . Opera din Timișoara a fost considerat punctul de coordonate $X = 0$ m, $Y = 0$ m. În toate figurile culoarea roșie reprezintă valori maxime iar albastru valori minime.



Fig. 6.52. Dispersarea NO_x în Timișoara, prin suprapunerea surselor mobile și staționare.



Figura 6.53. Dispersarea CO în Timișoara, prin suprapunerea surselor mobile și staționare.

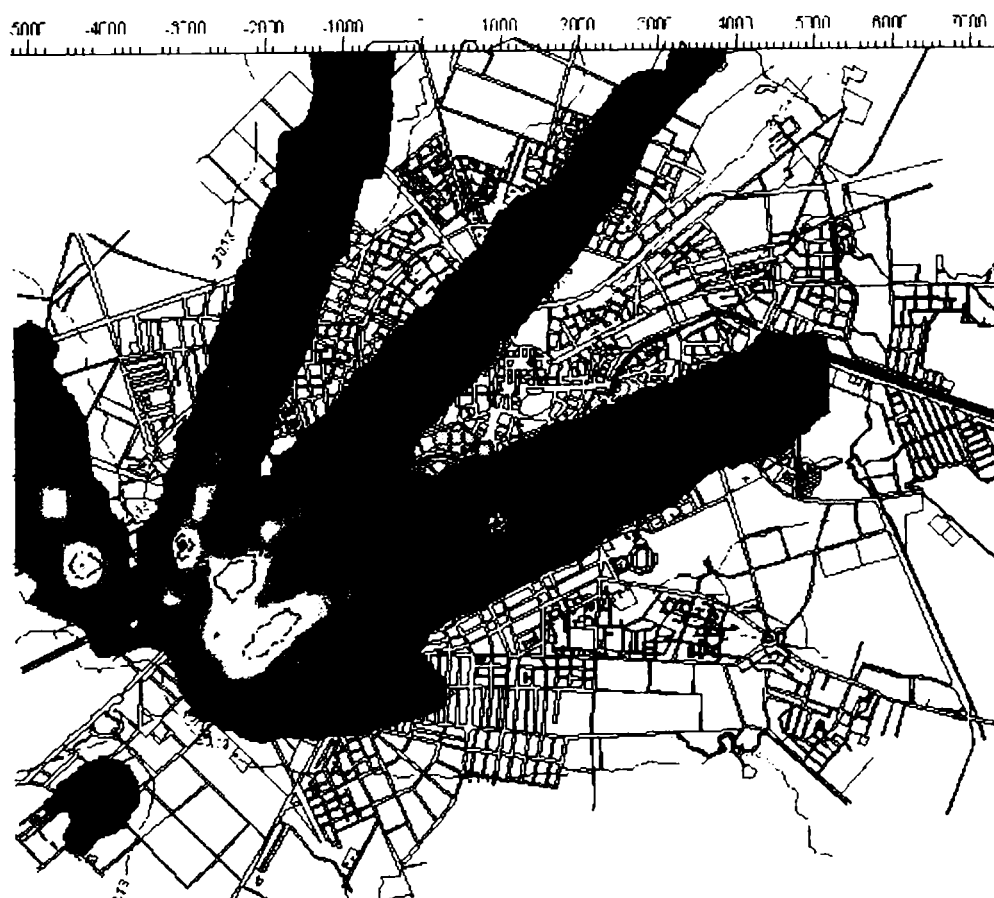


Fig. 6.54. Dispersarea SO₂ în Timișoara, prin suprapunerea surselor mobile și staționare.

În tabelul 6.13 sunt indicate coordonatele X, Y pentru sursele de poluare staționare (tip punct) și mobile (tip arie).

Tabelul 6.13. Coordonatele X, Y pentru sursele de poluare considerate

Sursa	Tipul sursei	X [m]	Y [m]
CET SUD 1	punct	-3759.00	-2275.00
CET SUD 2	punct	-3700	-2200
CET CENTRU	punct	1644	495
Michelangelor	arie	915	-320
Mărăști	arie	72	803
Republicii	arie	-1740	-190
Mihai Viteanu	arie	-405	-50
Catedrala	arie	-100	0
Sisteme individuale de încălzire, 37 de surse	punct	distribuite pe suprafață investigată și descrisă în capitolul 5	

În tabelul 6.14 sunt prezentate valorile maxime ale concentrațiilor poluanților, obținute prin rularea programului de dispersare a noxelor.

Tabelul 6.14. Valori maxime obținute prin simulare numerică

Poluantul	Concentrația maximă	Coordonate	
		X [m]	Y [m]
NO _x	459.239 [μg/m ³]	936.69	-342.02
SO ₂	171.235 [μg/m ³]	-3200	-150
CO	20.508 [mg/m ³]	-99	0.0

6.8.2. Analiza rezultatelor experimentale.

Se observă cu ușurință că valorile maxime pentru specia NO_x s-au obținut în dreptul intersecției Michelangelo, fiind evidentă contribuția traficului rutier la nivelul poluării aerului. De altfel, din figura 6.52 se remarcă faptul că maximele sunt atinse în jurul intersecțiilor rutiere (zonele roșii pe figură).

Aceeași situație se întâlnește și în cazul speciei CO, maximele obținute fiind în dreptul Catedralei Mitropolitane.

Din figura 6.54 se observă că principala sursă de SO₂ o reprezintă CET SUD, sursele mobile contribuind într-o mică măsură la încărcarea atmosferei cu SO₂.

De remarcat faptul că valorile obținute în urma simulărilor numerice sunt aproximativ egale cu valorile măsurate in-situ.

7. Cercetări experimentale privind obținerea unui combustibil ecologic alternativ, BIODIESEL, din grăsimi deșeu de origine animală.

7.1. Transesterificarea

Cu excepția resurselor energetice bazate pe energie hidroelectrică și nucleară, celelalte resurse clasice provin din utilizarea combustibililor fosili, cum ar fi cărbunele, petrolul și gazul natural. Oricum, aceste ultime resurse sunt limitate, și se apreciază că epuizabile până la sfârșitul secolului. De aceea găsirea unor resurse alternative de energie este absolut necesară și vitală omenirii.

Uleiurile vegetale și grăsimile animale reprezintă un potențial inepuizabil de energie, ce posedă, după prelucrare, caracteristici energetice asemănătoare și de nivelul celor deținute de combustibilii de tip diesel (motorina). Astfel s-a dovedit că produsul final al esterificării și anume esterul acid gras (bio-dieselul) obținut din prelucrarea grăsimilor are caracteristici fizice foarte apropiate de cele ale combustibilului tip diesel clasic, iar obținerea sa este relativ simplă. Și mai mult, trebuie subliniat faptul că, acești noi combustibili, fie ei metil sau etil esteri de acizi grași, pot fi folosiți direct în motoarele diesel, fără a le aduce modificări constructive, rezultând depuneri nesemnificative în timpul combustiei lor [71].

Drept transesterificare se denumește termenul general legat de clasa de reacții organice în cadrul cărora un ester este transformat în altul, prin schimbarea numărului de alcooli. În cazul în care esterul inițial reacționează cu un alcool, procesul de transesterificare se denumește alcooliză [71,72,95].

Reacția generală de transesterificare este:



Astfel, devine evident faptul că transesterificarea reprezintă de fapt o reacție de echilibru și că depinde în special de mixiunea reactanților. Oricum presiunea catalizatorului (de obicei un acid sau o bază puternică) accelerează considerabil și stabilizează echilibrul. Pentru a obține o cantitate mare de ester, se impune folosirea alcoolului în exces.

Sunt câțiva factori foarte importanți care își pun amprenta pe parcursul procedurii de transesterificare, și anume pornind de la tipul catalizatorului (alcalin sau acid) până la raportul molar dintre alcool/grăsimi, puritatea reactanților (în mare măsură conținutul lor de umiditate) și al acidului gras liber.

În încercările realizate s-a folosit procedeul acid de transesterificare.

Acidul sulfuric sau sulfuros catalizează procesele de transesterificare. Raportul molar alcool/grasime este un factor esențial care influențează formarea produselor finale. Pe de altă parte, un exces exagerat de alcool ar face ca recuperarea glicerinei să devină dificilă, astfel încât este ideal să se stabilească experimental un optim pentru raportul molar alcool/grăsimi (ulei), pentru fiecare situație în parte [95, 97].

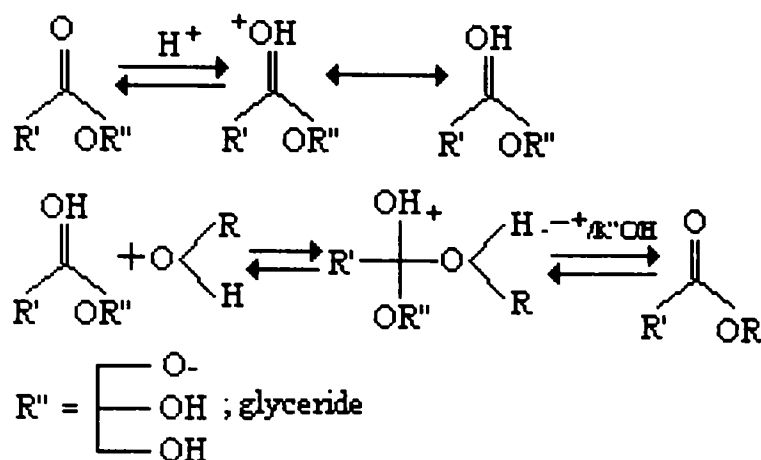


Fig. 7.1: Mecanismul de transesterificare a grăsimilor/uleiurilor în bază de catalizator acid.

Metil esterii grași pot fi valorificați spre o serie de produse chimice și constituie și materie primă pentru sinteze ulterioare. Alcano-amidele pentru a căror generare se folosește majoritatea din producția de metil esteri din lume au o utilizare directă ca produși neionici, cu calități de emulsionare, durificare, plastifiere și altele foarte bune. Alcooli grași sunt folosiți curent în domeniul farmaceutic și ca și aditivi în cosmetică (C_{16} - C_{18}), precum și ca lubrifianți sau agenți plastifianți (C_6 - C_{12}), în dependență directă cu lungimea lanțului de carbon (vezi figura 7.1).

7.2. Rezultate experimentale

7.2.1. Proprietățile grăsimilor deșeu

În acest paragraf se vor descrie câteva proprietăți ale celor 11 sorturi de grăsimi analizate, furnizate fiind de același producător. Este interesant de precizat că, inițial, se prevăzuse utilizarea lor în alimentația animalelor. Calitatea grăsimilor nu corespundea însă standardelor ce le-ar fi permis utilizarea ca hrană animală (conform normelor GROFOR - Germania), și acest aspect este un argument în plus ce susține valorificarea lor spre combustibili de tip biodiesel. Mai mult, după declanșarea crizei bolii vacii nebune (BSE), s-a hotărât ca să nu se mai permită folosirea deșeurilor de grăsimi ca și hrană la animale.

S-au făcut o serie de analize privind cifra iodică (conform metodelor DGF C-V 11b) [93], a cenușii sulfurice (conform DIN 51575) [90], a gradului de contaminare (conform DIN 51419-A) [89], a cifrei peroxidice (conform DIN 51562 partea 1) [91] și a acizilor grași liberi (FFA) (conform DIN 51558 partea 1) [92].

În figurile 7.2, 7.3, 7.4 și 7.55 precum și în tabelul 7.11 se prezintă câteva rezultate sintetic obținute experimental din analiza probelor de acizi grași.

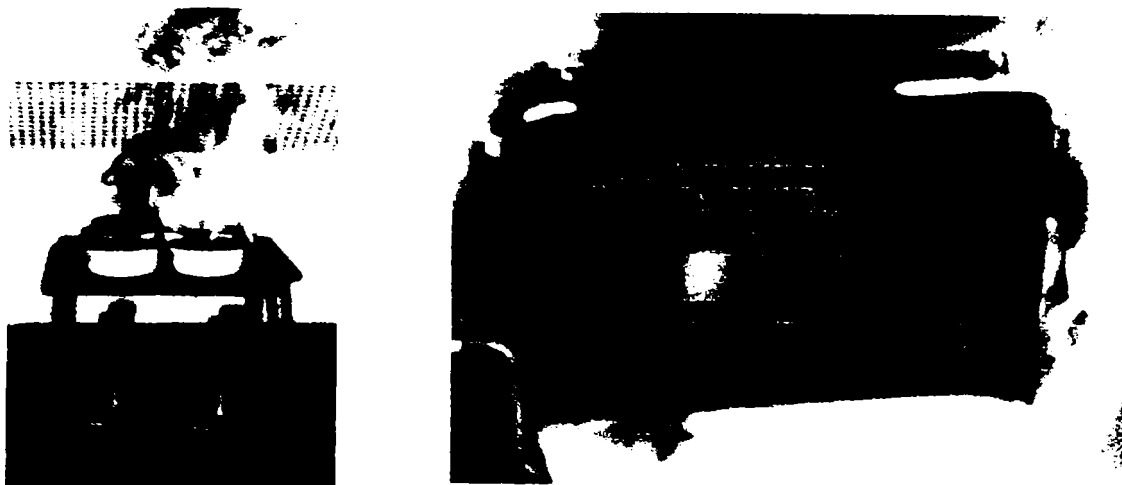


Figura 7.2: Determinarea cenușii sulfurice și a gradului de contaminare totală.

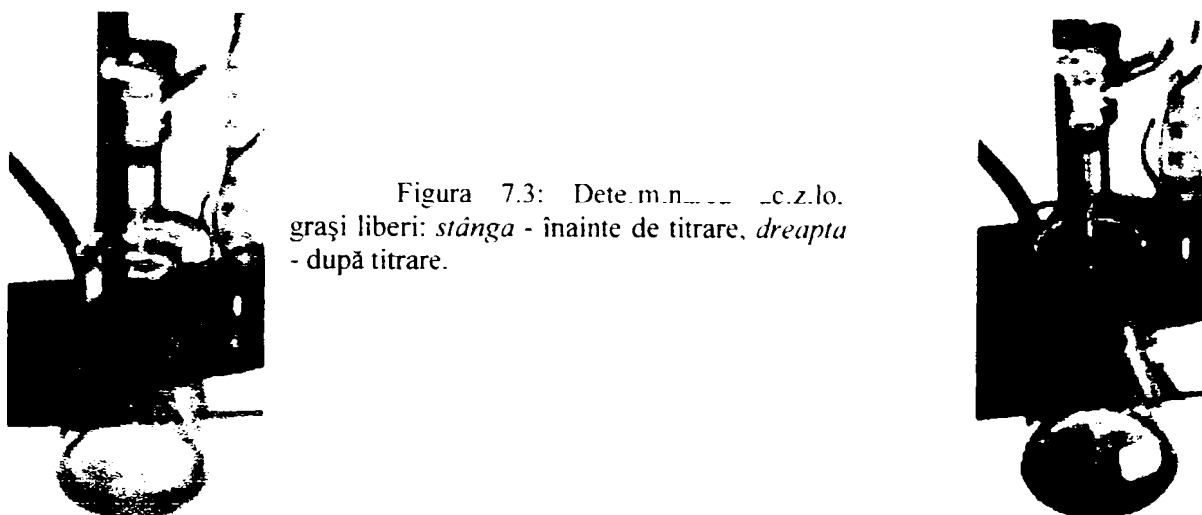
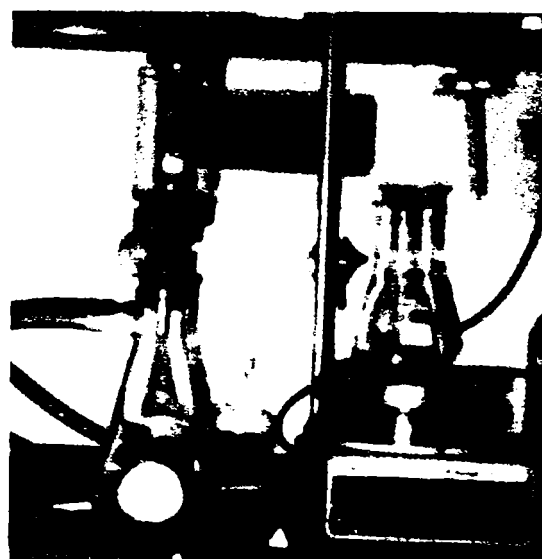


Figura 7.3: Determinarea c.c.z.lo. grași liberi: *stânga* - înainte de titrare, *dreapta* - după titrare.



Fig. 7.4. Determinarea gradului total de contaminare



Vâscozitatea cinematică a fost determinată conform DIN 51 562 part 1 (figura 7.5), cu ajutorul unui termostat și a unui viscozimetru SCHOTT cu caracteristicile din tabelul 7.1.

Tabelul 7.1. Caracteristicile viscozimetruului SCHOTT

Ref. No.	Tip capilar	I.D. capilar [$\pm 0,01$ mm]	Constanta K approx.	Domeniu de măsură [mm^2/s]
20	II	1,13	0,1	30 to 300

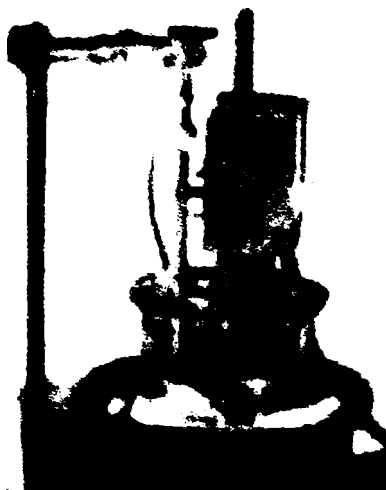


Fig. 7.5. Determinarea vâscozității cinematice

Proprietățile grăsimilor deșeu folosite în experimente, obținute în urma determinărilor, sunt prezentate în tabelul 7.2, pentru fiecare sortiment analizat.

Tabelul 7.2: Proprietățile grăsimilor folosite în experimente.

Mostra analizată la data	Cifra de iod	Cifra caract. acidității	Gradul total de contaminare [mg/kg]	Viscozitate [mm ² /s]	Cenușa sulfurică [%]	FFA [%]	Cifra peroxidică
01.001	64,76	21,63	12227	44,136	0,6839	10,87	58,4
01-02.2001	66,12	23,56	10709	43,084	0,4328	11,85	2,9
19.02.01	69,7	16,59	12028	43,264	0,4344	8,34	9,1
06.03.01	66	17,93	9385	42,666	0,3332	9,02	1,5
27.03.01	58,7	19,51	10598	49,592	0,3674	9,8	177,8
04.01	61	27,89	9026	41,373	0,3465	14,02	146,1
15.05.01	57	41,59	11050	49,59	0,6218	20,91	116,9
07.06.01	61	37,58	7177	44,978	0,475	18,89	1,4
21.06.01	53,4	32,84	9351	46,278	0,4934	16,5	13,3
06.07.01	66,7	29,99	6243	41,819	0,2988	15,08	28,9
23.07.01	58,9	22,3	7426	43,569	0,3715	11,21	14,5

Figurile 7.6 și 7.7 prezintă rezultatele obținute în urma determinărilor pentru gradul total de contaminare, adică a impurităților conținute (fig. 7.6) și conținutul de acizi grași liberi (fig. 7.7).

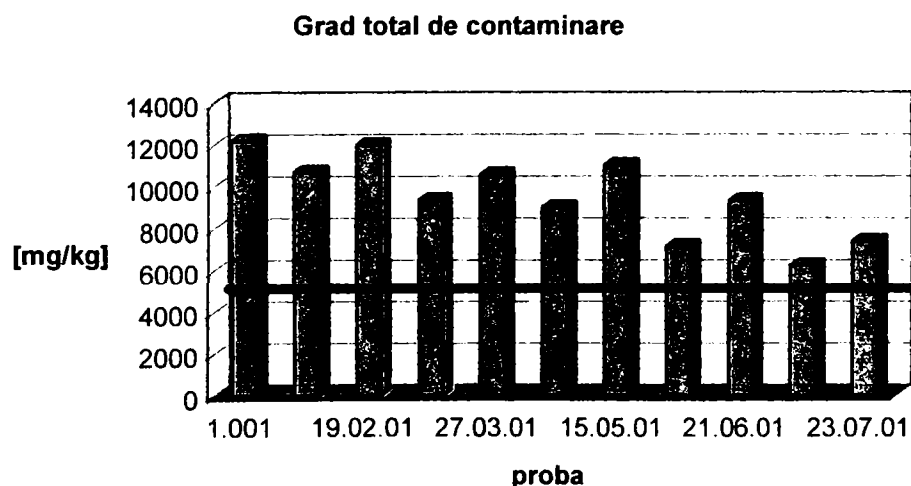


Figura 7.6. Gradul de contaminare totală a grăsimilor deșeu

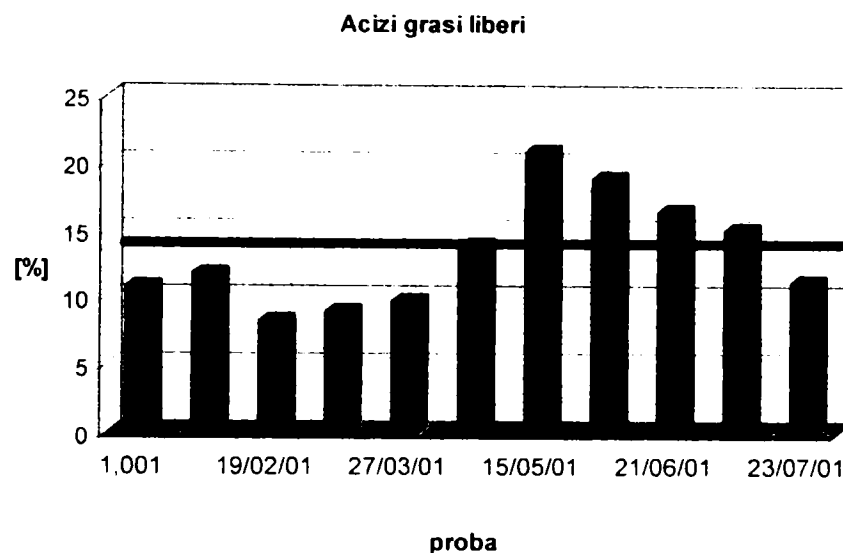


Figura 7.7: Gradul de contaminare totală și conținutul de acizi grași liberi (FFA) în diferitele mostre analizate.

În corespondență cu normele GROFOR, grăsimile ce posedă acizi grași FFA peste 15 % și au o contaminare generală superioară limitei de 5000 mg/kg (marcată cu linie orizontală în grafice) nu pot fi valorificate ca și hrană pentru animale. Pot fi folosite doar în industrie (pentru obținerea de săpun, a produselor farmaceutice, a lubrifianților, etc.) sau ca și combustibil alternativ de tip bio-diesel, pentru funcționarea motoarelor cu ardere internă.

7.2.2. Încercări experimentale

S-au testat două metode de producere a bio-dieselului: prima conformă cu un patent european [96] și a doua conformă cu indicații de pe internet [94], actualizate și adaptate pentru proprietățile grăsimilor deșeu.

Având în vedere că doar a doua a dat rezultate, în cele ce urmează se prezintă aceasta. Este un procedeu complex, în două etape: prima folosind un acid, a doua folosind o bază, urmate de o a treia finală, de spălare. Inițializarea se face funcție de conținutul de acid gras (FFA) din uleiul folosit (reziduu de la bucătărie), dar în egală măsură poate fi cel al unor grăsimi animale/vegetale reziduale, indiferent de conținutul lor mai mare sau mai redus în acizi grași.

Pregătirea probelor

Se impune încălzirea grăsimilor până când devin lichide și apoi se filtrează. Trebuie parcursă două etape: cea cu acid și cea cu bază, drept catalizator.

Pentru a avea succes, uleiul trebuie inițial deshidratat. În literatura se indică două metode în acest scop [95,98,99]:

Eliminarea apei prin fierbere: adică încălzire la 100°C. Având în vedere că prin încălzire apa se separă la fund, va putea fi ușor apoi separată. Procesul trebuie însă realizat imediat, pentru a evita explozia (fierberea și supraîncălzirea) vaporilor. Temperatura trebuie menținută (> 100 °C) până când nu se mai observă formarea bulelor.

Decantarea apei: această metodă este mai economică. Grăsimile trebuie încălzite la 60 °C și menținută pentru circa 15 minute. După aceea, grăsimile trebuie să fie depozitate într-un rezervor de decantare și lăsate minim 24 h ca să se stratifice. Apa se va aduna la fund.

În corelație cu experiența, s-a ajuns la concluzia că prima metodă corectată pentru nivelul de temperatură de 80 °C și o presiune simultană de circa 200 mbar, așa cum se va

descrie în continuare, este cea mai eficientă și accesibilă. Metoda a doua nu se poate aplica pentru grăsimi de origine animalică.

În continuare se vor detalia punctual etapele desfășurării experimentelor pentru obținerea unui combustibil alternativ din grăsimi deșeu.

Prepararea biodiesel-ului pornind de la grăsimi deșeu

1. Etapa întâi (folosind un acid ca și catalizator)

- S-a măsurat volumul uleiului/grăsimilor care vor fi prelucrate (în litri).
- S-a încălzit materia primă la 55 °C, creând condiții ca toate grăsimile solide să se topească.
- S-a măsurat și adăugat 0,1 l de metanol pentru fiecare litru de grăsime/ulei (adică diluție 10 % volumică). Metanolul sa adăugat la materia primă încălzită.
- S-a amestecat circa 5 minute, până când s-a produs o tulburare, deoarece intervin modificări de polaritate (metanolul este un compus polar, glicerina este puternic apolară) și în amestec au apărut suspensii.
- S-a adăugat pentru fiecare litru de materie primă 1 ml de acid sulfuric (H_2SO_4) de puritate 95-97 %.
- S-a amestecat ușor toată masa, menținând-o însă la temperatura la 55 °C. Turația de amestec (masă de amestec magnetică) nu a depășit 600 rpm.
- S-a menținut temperatura la acest nivel de 55 °C circa 50 minute, continuând amestecarea.

În continuare s-a preparat oxidul de sodiu prin amestecarea a 0,1 litri de metanol pentru fiecare litru de grăsime/ulei (adică soluție 10 % volumică) cu 3,1 g de hidroxid de sodiu pur (99 %) de asemenea pentru fiecare litru de materie, până la omogenizarea amestecului.

Jumătate din oxidul astfel preparat s-a turnat peste materia primă după circa 1,5 ore (în cazul în care este formată doar din ulei sau ulei și grăsimi), respective după 2 ore (în cazul în care grăsimile sunt solide la temperatura camerei). Astfel se va opri reacția catalizată și se va preveni reacția inversă. După două ore s-a mai amestecat 5 minute.

Amestecul trebuie să se decanteze circa 6 până la 12 ore, și se va decanta glicerina separată (de culoare maronie, care se găsește la fund).

Figura 7.8 prezintă o imagine de ansamblu asupra experimentului.

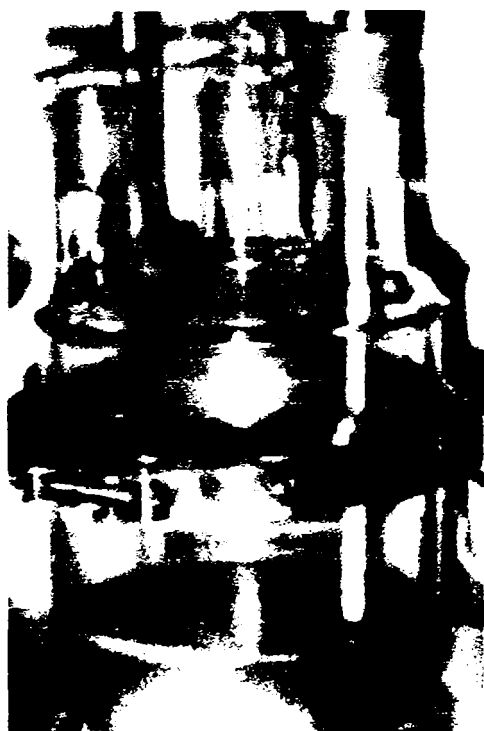


Fig. 7.8. Prepararea Biodiesel-ului (experiment)

2. Etapa a doua (folosind o bază ca și catalizator)

- S-a încălzit amestecul din nou la 55 °C, asigurându-ne că toate grăsimile inițial solide la temperatura camerei s-au topit.
- S-a adăugat cealaltă jumătate de soluție de oxid de sodiu amestecând continuu, pentru circa o oră, cu aceeași turație redusă (fig. 7).
- S-a permis apoi ca amestecul să se decanteze în circa 6 până la 12 ore.
- După separarea glicerinei se obține Biodiesel.

3. Stagiul final (spălarea bio-dieselului)

- S-a pH-ul metilesterului acidului gras (FAME).
- S-a turnat acidul într-un vas amestecându-l cu o cantitate înjumătățită sau egală de apă, pentru spălarea sa. PH-ul apei trebuie să fie mult sub 7 deoarece valoarea pH-ului pentru metilester este peste 7. reducerea pH-ului apei se poate face cu acid acetic.
- S-a utilizat azot comprimat pentru a crea bule în vasul în care se găsește amestecul de metilester și apă. Procesul s-a derulat circa 6 ore. Agitația internă (similară fierberii) va aduce spre suprafață apa. În momentul în care apa va avea din nou tendința de depunere spre fund, va antrena cu ea toate impuritățile (săpun) și surplusul de metilester gras (FAME), permițând acidului acetic să neutralizeze stratul rămas. După circa 12 ore de decatare, apa se va aduna la fund, albindu-se. Bio-dieselul este acum mult mai clar (Figura 7.9).



Figura 7.9: Mostră de Bio-diesel înainte de spălare (stânga) și după (dreapta).

În Tabelul 7.3 se indică chimicalele folosite (CH_3OH – metanol, H_2SO_4 – acid sulfuric, NaOH – hidroxid de sodiu, KOH – hidroxid de potasiu) și cantitățile introduse pentru diferitele probe (mostre) de bio-diesel.

Tabelul 7.3: Chimicalele folosite pentru prepararea bio-dieselului.

Test Nr	Grăsimi [ml]	CH_3OH [ml]	H_2SO_4 [ml]	NaOH [g]	CH_3OH [ml]	stagiul I [h]	stagiul II [h]	KOH [g]	CH_3OH [g]	Timp de reacție [min]
1	500	50	0,5	3,5	50	2	1			
2	500	50	1	3,5	50	2	1			
3	500	50	1	5	50	2	1			
4	500	60	1	4	50	5,3	1			
5	260	25	1	1	25	2	1			
6	250	40	2	1,5	40	2	1	2,53	26,35	25
7	250	40	2,5	2,65	40	2	1			

Cel mai reușit test a fost cel cu Nr. 6, care s-a realizat cu o etapă suplimentară de KOH . Vâscozitatea bio-dieselului a fost de 5,3 mm^2/s . Și mostra cu Nr. 7 poate fi considerată o reușită. În cazul probei Nr. 6 s-a folosit în ultima etapă KOH și s-au prelucrat cei 188,28 g obținute după etapa a doua. În figura 7.10 se prezintă intuitiv coloritul probei Nr. 6 în cele trei ipostaze. De notat sunt culoarea și faptul că nu există depuneri.

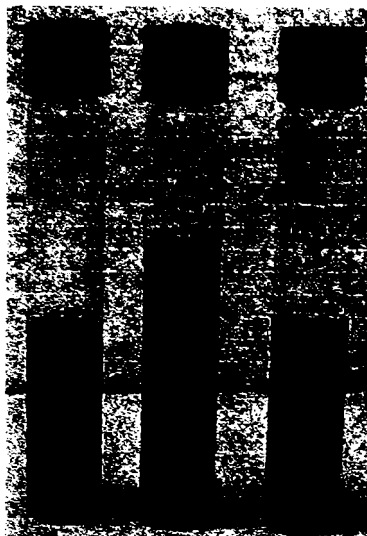


Fig. 7.10:
stânga: Proba Nr. 6 după etapa a II-a, viscozitatea este satisfăcătoare dar culoarea prea închisă și mostra a trebuit tratată suplimentar în etapa a III-a cu KOH,
centru – Proba Nr. 6 după etapa a III-a,
dreapta – Proba Nr. 6 după spălare.

7.3. Analiza rezultatelor

Se cunoaște că rezervele de țiței brut nu sunt inepuizabile și că se impune găsirea unor soluții de combustibili alternativi. Un alt aspect care este vizat este impactul mai decent al acestora asupra mediului ambiant, în comparație cu cel determinat de combustibilii fosili clasici. Efectuarea de cercetări pentru descoperirea unor resurse alternative de combustibil este impetuos necesară în toate țările dezvoltate.

Avantajele Biodieselului ca și combustibil alternativ derivă în primul rând din proprietățile sale foarte apropiate de cele ale dieselului (motorinei) clasic, deci poate fi utilizat în motoarele existente, ca atare, fără a necesita modificări constructive în acestea. Un al doilea avantaj este legat de impactul mai redus asupra mediului ambiant, iar în al treilea rând trebuie amintit faptul că astfel se valorifică materiale accesibile deșeu, care se găsesc în cantități mari și într-o gamă de varietate largă.

Experimentele descrise în cadrul acestui capitol reprezintă un real succes și, cu siguranță, vor fi urmate de altele, atestând calitățile combustibilului alternativ rezultat din transesterificarea grăsimilor deșeu, numit Biodiesel.

Caracteristicile biodieselului le depășesc pe cele ale motorinei în privința numărului cetanic și al lubrifierii. Operațional, Biodiesel-ul are punctul de inflamabilitate mai ridicat (figura 7.11) fiind astfel mai versatil în ceea ce privește siguranța.

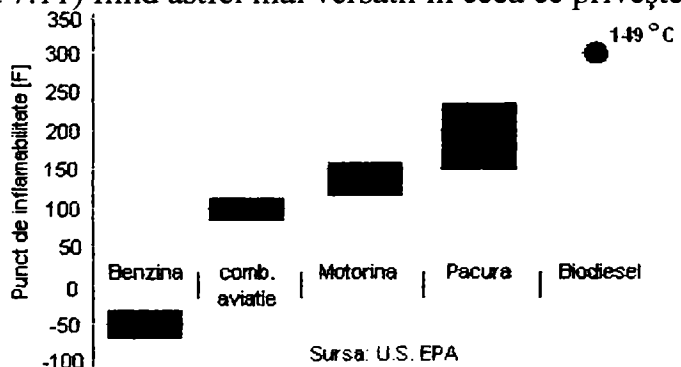


Fig. 7.11. Punctul de inflamabilitate pentru diferiți combustibili

Studiile realizate au arătat că sursele de energie alternative (eoliană, solară, combustibili alternativi obținuți din grăsimi vegetale) nu vor putea satisface nivelul actual al nevoilor globale de energie. Astfel s-a arătat că pentru înlocuirea completă a combustibililor lichizi utilizați în transporturi cu biodiesel obținut prin procesarea uleiurilor

vegetale ar fi nevoie de culturi (de rapiță spre exemplu) pe o suprafață echivalentă cu aproximativ de 10 ori suprafața planetei.

Astfel, cercetările cuprinse în acest capitol vin să completeze sursele de energie alternative, obținerea de biodiesel din grăsimi deșeu de origine animală cu conținut ridicat de acizi grași liberi (practic resturi nefolosibile – oase, piei – din industria de prelucrare a cărnii) reprezentând o premieră în mediul universitar european.

Avantajele Biodiesel-ului:

- ✓ Reduce emisiile de bioxid de carbon CO_2 , comparativ cu motorina, cu circa 80%, CO_2 fiind principalul gaz vinovat de efectul de seră.
- ✓ Nu conține sulf, deci arderea lui nu creează bioxid de sulf SO_2 . Avantajul este covârșitor: spre exemplu în SUA se produc anual peste 1.5 milioane [t/an] de SO_2 în urma arderii combustibililor fosili în motoarele cu ardere internă. În urma reacțiilor SO_2 în atmosferă se produce acid sulfuric, principala componentă a ploilor acide.
- ✓ Are balanța energetică mai bună decât a oricărui combustibil lichid. Unii combustibili alternativi sunt criticați pentru că la producerea lor se consumă tot atâta energie cât conțin. Nu este cazul Biodieselului, pentru o unitate de energie consumată se obțin 3.24 unități de energie în combustibil.
- ✓ Îmbogățește diversitatea resurselor energetice, în condițiile în care resursele folosite în prezent sunt pe cale de a se epuiza.
- ✓ Se reduc emisiile de hidrocarburi HC și particule materiale PM.
- ✓ Este biodegradabil.

În figura 7.12 se prezintă reducerea emisiilor poluante dacă biodiesel-ul ar înlocui motorina

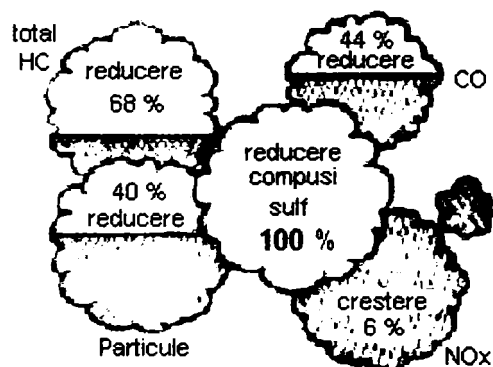


Fig. 7.12. Reducerea emisiilor poluante, comparativ cu motorina

Are un singur **dezavantaj**: crește puțin emisiile de NO_x .

Peste decenii cu toții vom folosi vehicule puse în mișcare de energia produsă în pile de combustie de înaltă calitate și cu emisii zero. Dar pe parcursul tranziției la acea „tehnologie” a hidrogenului trebuie să folosim toate mijloacele pentru a atinge prioritățile momentului: reducerea emisiilor poluante în general și a gazelor generatoare de efect de seră în particular. Biodiesel-ul ne ajută să atingem toate aceste țeluri.

Poate că am ajuns să închidem cercul. În 1900, Rudolf Diesel își prezenta motorul la Paris. Combustibilul ales: ulei vegetal. După 100 de ani se pare că ideea originală a fost cea mai bună.

8. Concluzii generale.

8.1. Concluzii generale privind cercetările experimentale

Tematica generală a tezei o constituie stabilirea nivelului de poluare în zonele intens circulate ale Timișoarei, găsirea unor soluții privind reducerea emisiilor de noxe generate de transportul rutier cât și stabilirea unor tehnici de monitorizare permanentă a calității aerului în zone urbane.

Parcursul literaturii de specialitate reprezentative a permis găsirea celor mai performante și exacte metode de monitorizare a calității aerului, dar și de simulare numerică a dispersiei noxelor în mediul ambiant.

Pentru a studia calitatea aerului în Timișoara a fost concepută o stație mobilă de monitorizare care a oferit posibilitatea culegerii continue a datelor experimentale, astfel:

- monitorizarea continuă (în perioada de timp stabilită) a speciei NO_x, prin metoda detecției prin chemiluminiscență;
- monitorizarea continuă (în perioada de timp stabilită) a speciei SO₂, prin metoda detecției prin fluorescență;
- monitorizarea continuă (în perioada de timp stabilită) a speciei CO, prin analiză nedispersivă cu absorbție în infraroșu;
- monitorizarea continuă (în perioada de timp stabilită) a particulelor în suspensie, fracțiunea PM₁₀, prin metoda gravimetriei;
- culegerea datelor meteorologice prin senzori de temperatură, presiune, direcție și viteză a vântului;
- culegerea de date cu privire la structura traficului, prin detecția prin bucle inductive.

În vederea unei observări cât mai detaliate și precise, achiziția de date s-a făcut în intervale de timp de una sau șase secunde, valorile achiziționate fiind apoi prelucrate în intervale de 30 de minute, o oră și zilnice, pentru raportarea la legislația în vigoare.

Atât încercările experimentale cât și instalația de monitorizare a calității aerului au fost realizate în Laboratorul de Analize de Combustibili și Investigații Ecologice al Catedrei de Termotehnică, Mașini Termice și Autovehicule Rutiere de la Universitatea „Politehnica” din Timișoara.

Cercetările cu privire la realizarea unui combustibil ecologic din grăsimi deșeu s-au realizat la Universitatea Tehnică din Munchen, Germania, în Lehrstuhl für Energie- und Umweltechnik der Lebensmittelindustrie, între 15.06 și 15.11.2001.

În urma analizei rezultatelor experimentale au rezultate următoarele concluzii:

- influența majoră a traficului rutier asupra calității aerului în Timișoara pentru speciile de poluanți CO, NO_x și PM₁₀;
- poluare atmosferei cu specia SO₂ se datorează în cea mai mare măsură centralei termice CET SUD și sectorului industrial, contribuția traficului rutier fiind minoră;
- sistemele individuale de încălzire a locuințelor prezintă un impact minor asupra mediului (prin comparație cu CET SUD). Totuși, trebuie ținut cont că, în Timișoara, sistemul centralizat de distribuție deservește aproximativ 80% din spațiile de locuit, în zona investigată în teză, din aproape 500 de locuințe doar la 37 au fost identificate sisteme individuale de încălzire. Se impune astfel urmărirea dezvoltării acestui sector și a implicațiilor ecologice.
- s-a arătat că este posibilă realizarea unui combustibil „ecologic” alternativ din grăsimi deșeu, avânt aceleași proprietăți ca motorina, în plus

caracteristicile biodieselului le depășesc pe cele ale motorinei în privința numărului cetanic, al lubrificării și al punctului de inflamabilitate;

- s-a aratat importanța monitorizării continue a calității aerului în zone urbane, fiind singura metodă care evidențiază atât nivelul global al poluării dar și vârfurile maxime de poluare.

Pentru a avea o mai bună imagine asupra nivelului de poluare a atmosferei în Timișoara, în figurile 8.1 și 8.2 se prezintă, comparativ, rezultatele măsurătorilor realizate în Timișoara în intersecția Mărăști (subcapitolul 6.2) cu rezultatele măsurătorilor realizate în intersecția Graz Don Bosco (figura 8.2), din orașul Graz, Austria. Orașul Graz din Austria are aproximativ 250000 de locuitori fiind un puternic centru industrial și universitar, considerat similar cu Timișoara.

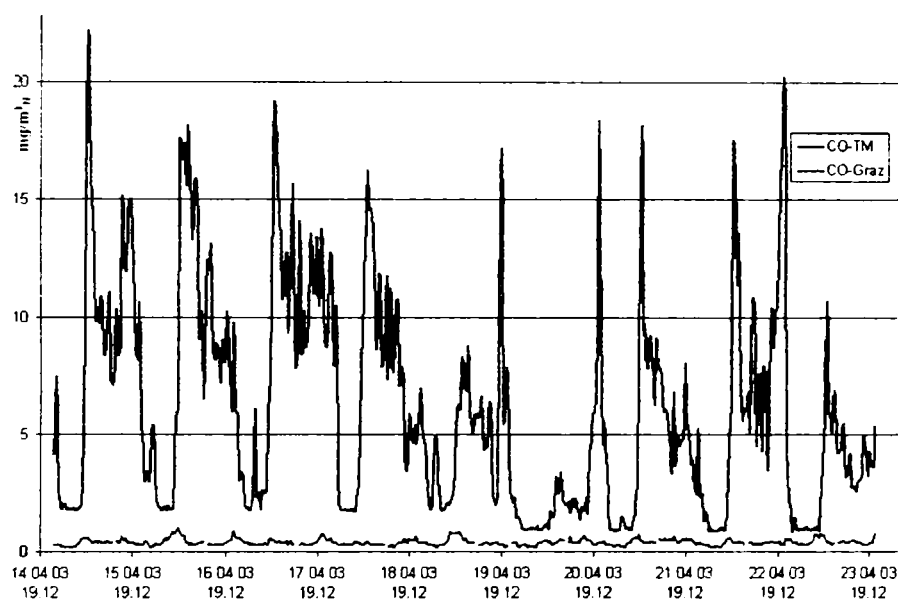


Figura 8.1. Comparație pentru specia CO, Graz - Timișoara

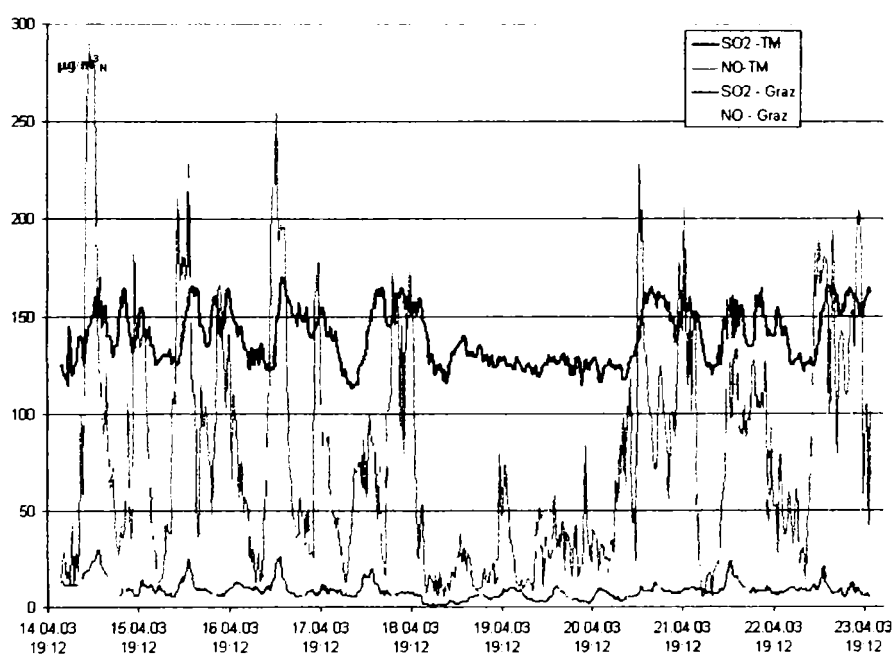


Figura 8.2. Comparație pentru speciile SO₂ și NO. Graz - Timișoara. Vedere Graz don Bosco



Dacă pentru specia NO valorile înregistrate sunt relativ egale, pentru speciile CO și SO₂ situația este alarmantă. Astfel, valorile înregistrate în Timișoara sunt de aproape 30 de ori mai mari atât pentru poluantul SO₂ cât și pentru CO, conducându-ne la concluzia, firească, că trebuie luate măsuri în vederea reducerii poluării aerului în Municipiul Timișoara.

8.2. Contribuții personale. Perspective

În tematica studiată se subliniază următoarele contribuții ale autorului:

- ❖ concepția și dezvoltarea stației experimentale de monitorizare a calității aerului;
- ❖ evidențierea prin determinări experimentale a influenței sistemelor individuale de încălzire și a traficului rutier asupra calității aerului în zone urbane;
- ❖ confirmarea experimentală a posibilității obținerii unui combustibil alternativ, Biodiesel, prin esterificarea grăsimilor deșeu de origine animală cu conținut ridicat de acizi grași liberi, în premieră în mediile universitare europene;
- ❖ propunerea, în baza rezultatelor experimentale, a implementării unui combustibil alternativ nou, cu emisii reduse, ca soluție la îmbunătățirea calității aerului în zone urbane și nu numai, putându-se realiza reducerea emisiei de CO cu până la 40%;
- ❖ elaborarea unei baze de date cu privire la calitatea aerului pentru speciile NO_x, SO₂, CO și particule materiale, fracțiunea PM10

În cadrul cercetărilor experimentale realizate se subliniază contribuția autorului la dezvoltarea bazei materiale necesare cercetării atât ca director de proiect în cadrul granturilor de cercetare:

- Grant tip AT CNCSIS 375/2002, 6/2003, “Studiul Experimental privind influența traficului asupra calității aerului într-o zonă urbană”
 - Grant tip Td CNCSIS 218/2002 6/2003, „Studiul teoretic și experimental privind influența sistemelor individuale de încălzire asupra calității aerului din zone urbane”.
- cât și ca membru în echipa de lucru din cadrul proiectelor de cercetare naționale și internaționale:
- Air quality improvements by means of traffic interventions (Îmbunătățirea calității aerului prin controlul traficului), Subprogramul COBIL, Parteneri Univ Politehnica Timișoara, România și National Research Centre for Scientific Research DEMOKRITOS, ENERVAC Flutec/Grecia. Aprobare la Ses a III/a a Comisiei Mixte pt cooperare științifică și tehnologică între România și Grecia 3/6 iulie 2000, Anexa III, poziția 6.
 - Proiectul European de cercetare ROSE (Remote Optical Sensing Evaluation), 1.08 2001-31.07.2004, coordonator gen. SIRA Lim. Anglia.
 - Grant CNFIS 37275/5 cu Min Ed Nationale cod 57/R3 “Cercetări prin simulare numerică a poluării mediului datorită surselor staționare și traficului.
 - Grant CNCSIS tip E, cod 256/2002, “Laborator pentru simulări numerice legate de geneza și dispersia noxelor emise de surse staționare și mobile de poluare”.

Perspective

1. Utilizarea rezultatelor obținute într-o etapă superioară prin realizarea unui cadastru de mediu pentru Municipiul Timișoara.
2. Continuarea cercetărilor cu privire la obținerea unor combustibili alternativi din grăsimi deșeu de origine animală și testarea acestora pe motoare cu aprindere prin comprimare.
3. Permanentizarea monitorizării calității aerului în Timișoara și extinderea cercetărilor experimentale și în cartierele periferice ale orașului.

Bibliografie

- [1] Lixandru Benoni – Ecologie generală, Ed. Eurobit, Timișoara, 2003
- [2] Cogălniceanu Al., Cogălniceanu D. – Energie. Economie. Ecologie, Ed. Tehnică, București, 1998
- [3] Gicu-Gabriel Arsene – Elemente de ecologie generală, Ed. Orizonturi Universitare, Timișoara, 2002
- [4] Constantin Păun – Ecologie generală, Ed. Tehnică, București, 1999
- [5] Ionel I., Ungureanu C. – Termoenergetica și mediul, Ed. Tehnică, București, 1996
- [6] Popescu Maria, Popescu Miron – Ecologie aplicată, Ed. Matrix, București, 2000
- [7] Aramă C., Apostolescu N., Grunwald B – Poluarea aerului de către motoarele cu ardere internă, Ed. Tehnică, București, 1975
- [8] Deleage J.P. – Histoire de l'ecologie, La Collection „Histoire de science”, ed. Decouverte, Paris, 1991
- [9] Daniel D. Chiras – Environmental science, Benjamin/Cummings com., California, 1990
- [10] Ionescu C., Manoliu M. – Politica și legislația europeană a mediului, Ed. HGA București, 2000
- [11] Bosenberg J., Brassingher D., Simon P.C. – Instrument development for atmospheric research and monitoring, Springer, Germany, 1997
- [12] Baumbach, G., Luftreihaltung, 2 Auflage, Springer Verlag, Berlin, 1992
- [13] Bunget, I., ș.a., Compendiu de fizică, Ed. Științifică și Enciclopedică, București, 1988
- [14] Ionel. I, Ungureanu C., **Popescu Francisc**, ș.a - Intre legislație și realitate. Aspecte privind arderea deșeurilor lemnoase, Instalații pentru construcții și confort ambiental, Conf. cu participare internațională, 18/19 aprilie 2002, Edit. Politehnica, ISBN 973/8247/93/4
- [15] Ionel I., **Popescu Francisc**, Ungureanu C., - Metode moderne de investigare a imisiilor de poluanți, Analele Univ din Oradea, Fasc de Energetica Vol II, 2001, ISSN 1224-1261, pp 326-335
- [16] Ionel I, **Popescu Francisc**, Ungureanu C., - Unele considerații cu privire la alegerea combustibililor pentru încălzirea locuințelor, Conferința națională cu participare internațională INSTALAȚII ÎN CONSTRUCȚII ȘI CONFORT 10AMBIENTAL. Ed. A - a, 26-27 aprilie, 2001 Timișoara, pp 498-506
- [17] Altshuller A.P., - The production of carbon monoxid by the homogeneous NO_x-induced photooxidation of volatile organic compounds in the troposphere, J. Atmos. Chem., 13, 155-182, 1991
- [18] Burrows P., - The economic theory of Pollution control, Cambridge, Mass. M.I.T. Press, 1980
- [19] Lăzăroiu Gh., - Protecția atmosferei împotriva poluării, ed. Printech, București, 1998
- [20] Barbault R., - Ecologie generale. Structure et fonctionnement de la biosphere, Masson, Paris, 1992
- [21] Ionel I., Ungureanu C., Bisorca D., **Popescu Francisc** - Protecția mediului, obiect de cercetare și dezvoltare al laboratorului de analize de combustibili și investigații ecologice, Buletinul AGIR – Protecția Mediului – anul VII, nr. 1, ianuarie-martie 2002, pp. 35 – 42, ISSN 1224-7928
- [22] Ionel I., Ungureanu C., **Popescu Francisc** - Cercetări privind funcționarea ecologică a cazanului de apă fierbinte GIAF 3 DLM funcționând pe deșeurile lemnoase, Analele Univ. din Oradea, Fasc de Energetica Vol II, 2001, ISSN 1224-1261, pp300-307
- [23] Ionel I., Ungureanu C., Maxim D., **Popescu Francisc**, ș.a. - Performanțe ecologice și energetice ale cazanelor mici de apă caldă, Cercetarea multidisciplinară regională, al IV-lea Simpozion internațional, 16-17 noiembrie, 2000, Timișoara ISSN 1453-7394, Tom II, Anul VII, 2000, p 559-568
- [24] Negrea V.D., Sandu V., - Combaterea poluării mediului în transporturile rutiere, Ed. Tehnică, București, 2000
- [25] Jitendra J. Shah, ș.a., - Urban air quality management strategy in Asia, Guidebook, Washington, 2004

- [26] Ionel I., - Dispersarea noxelor. Teorie și aplicații, Ed. Politehnica, Timișoara, 2000
- [27] Ungureanu C., Pănoiu N., Zubcu V., Ionel I., - Combustibili. Instalații de ardere. Cazane, Ed Politehnica, Timișoara, 1998
- [28] Ionel I., Bisorca D., **Popescu Francisc**, Ungureanu C., - Studiul dispersiei gazelor de ardere emise pe coșul de fum al instalațiilor pe combustibil lichid. Analele Univ din Oradea, Fasc. Energetica, Nr 8, VolIII, Ed Univ Oradea, 2002, ISSN 1224-1261, pp. 332-341
- [29] Ionel I., **Popescu Francisc**, Bisorca D., - Studiul impactului asupra aerului determinat de modernizarea unei benzinării, Analele Univ din Oradea, Fasc. Energetica, Nr 8, VolIII, Ed Univ Oradea, 2002, ISSN 1224-1261, pp.325-331
- [30] Ionel I., Oprea-Stănescu P.D., Maxim D., **Popescu Francisc**, Ungureanu C., - Results concerning the pre-drying of lignite by means of a lab facility. Analele Univ. din Oradea, Fasc de Energetica Vol II, 2001, ISSN 1224-1261, pp 316-325
- [31] Ursu P., ș.a., - Protejarea aerului atmosferic, Ed. Tehnică, București, 1978
- [32] Davids P., ș.a. – Die Grosfeuerungsanlagenvervordung, Technischer Kommentar, VDI-Verlag, Dusseldorf, 1984
- [33] Roedel W., - Physik unserer Umwelt. Die Atmosphäre, Springer Verlag, Berlin, 1992
- [34] Ionel I., Ungureanu C. – Aktuelle Problemstellung der Luftverunreinigung durch rumanische Kraftwerke, Conferința internațională VGB, Essen, 5-7.09, 1995
- [35] Sabina Ștefan – Fizica aerosolului atmosferic, Ed. ALL, București, 2000
- [36] Henry J. G., Heinke W.G., - Environmental science and engineering, Ed. Prentice-Hall, New Jersey, 1989
- [37] Carson R. – Silent spring, Ed. Houghton Mifflin, Boston, 1962
- [38] Ungureanu C., Ionel I., Secrețeanu N., **Popescu Francisc** – Cazanul de apă caldă Termo-90, o realizare de certă valoare, Conferința națională cu participare internațională INSTALAȚII ÎN CONSTRUCȚII ȘI CONFORT AMBIENTAL, Ed. A 10-a, 26-27 aprilie, 2001, Timișoara, pp 491-497
- [39] Ionel I., Ungureanu C., **Popescu Francisc**, Bisorca D., - Aspecte privind incinerarea deșeurilor lemnoase, Constanta, a XII-a conf. naționala de termotehnica, 14-16 noi. 2002.
- [40] Ionel I., Oprea-Stănescu PD, Ungureanu C., Lelea D., Maxim D., **Popescu Francisc** - Pre-drying of moist fuels for power production, JOULE III Meeting, 14-15 Oct. 2000, PU Timișoara
- [41] Ionel I., Ungureanu C., Popescu Francisc, Bisorca D., Gruescu C., - Lipsa unei reglări permanente poate determina emisii sporite și reducerea economicității, Zilele Academice Timișene, Simpozion „Omul și Mediul” 22 mai 2003, CD, ISBN 973-585-999-8
- [42] Ionel I., Ungureanu C., **Popescu Francisc**, Bisorca D., - Aspecte privind incinerarea deșeurilor lemnoase, A XII-a conferința naționala de termotehnica cu participare internaționala, Constanța, 14-16 noiembrie 2002
- [43] Ungureanu C., Ionel I., **Popescu Francisc**, Bisorca D., - Cercetări privind îmbunătățirea arderii păcuriilor indigene în focarele cazanelor, Analele Univ. „Eftimie Murgu”, Reșița Anul VIII, nr.1, ISSN 1453-7394, 2002
- [44] Matei A., Ionel I., Ungureanu C., **Popescu Francisc** - Studiul prin modelare numerică a impactului UET Timișoara indus asupra calitatii aerului in municipiu, *Instalații pentru construcții și confort ambiental*, Conf cu participare internaționala, 18/19 aprilie 2002, Edit Politehnica, ISBN 973/8247/93/4
- [45] Bolin B., Cook R.B., - the major biogeochemical cycles and their interactions, John Wiley, Scope, New York, 1983
- [46] Bolin B., - The carbon cycle, Scope, New York, 1983
- [47] Desauty D., Calatayud Ph., - 10miliards du francs pour la qualite de l'air, Pollution Atmospherique, avril-juin, Paris, 1997
- [48] Stern A.C., - Air pollution, Academic press, New York, 1976
- [49] Woodwel G.M., Whittaker R.H., reiners W.A., - The biota and the world carbon budget, Science, Bruxelle, 1990
- [50] Ungureanu C., Ionel I., **Popescu Francisc**, Bisorca D., - Schimbarea combustibilului, soluție economică dar nu neapărat și ecologică, Buletinul Tehnic al Univ. Oradea, Fascicula de Energetică, nr. 9/2003, ISSN 1224-1261

- [51] Ionel I., Ungureanu C., Bisorca D., **Popescu Francisc** - Poluarea aerului prin funcționarea cuptoarelor de tratament termic, Buletinul Tehnic al Univ. Oradea, Fascicula de Energetică, nr. 9/2003, ISSN 1224-1261
- [52] Ungureanu C., Ionel I., Dobjanschi L., **Popescu Francisc**, ș.a. - Centralele termice pe cărbune – surse importante de poluare a mediului ambiant, Zilele Academice Timișene, Simpozion „Omul și Mediul” 22 mai 2003, CD, ISBN 973-585-999-8
- [53] Ionel I., Ungureanu C., Bisorca D., **Popescu Francisc** - Analiza nivelului de emisii poluante prin schimbarea combustibilului la cuptoare de tratament termic, Revista Tehnica Instalațiilor, anul III, Nr. 3/2003, pp 76 – 84, Ed. Minos, Tg. Mureș, ISSN 1582-6244
- [54] Ionel I., Ungureanu C., **Popescu Francisc**, Maxim D. - Unele considerații cu privire la alegerea combustibililor pentru încălzirea locuințelor, Unele considerații cu privire la alegerea combustibililor pentru încălzirea locuințelor
- [55] Maxim D., Ionel I., Ungureanu C., **Popescu Francisc** - Metodă de determinare a concentrației și mărimii particulelor solide fine din gazele de ardere, Conf. națională de termotehnică cu participare internațională, Ed EVRIKA, ISBN973-8052-72-6, Galați, 17-19 mai 2001 pp. 181-197
- [56] Elsom D., - Atmospheric pollution, Basil Blackwell, Oxford, 1987
- [57] Alambauer R.A. application of the Graz mesoscale model GRAMM for the estimation of the pollution concentrations in the vicinity of the power plant in an alpine valley – ASME Cogen Turbo Power Conference, viena, 95-CTP-87, 1995
- [58] Gronskei K. E, ș.a. – Evaluation of a model for hourly spatial concentration distribution – Atmospheric environment, vol 27B, nr.1, 1993, pp. 105-120
- [59] **Popescu Francisc** - Grant tip AT CNCSIS 375/2002, 6/2003, „Studiul Experimental privind influența traficului asupra calității aerului într-o zonă urbană” UPT, 2003 ✓
- [60] **Popescu Francisc** - Grant tip Td CNCSIS 218/2002 6/2003, „Studiul teoretic și experimental privind influența sistemelor individuale de încălzire asupra calității aerului din zone urbane”, UPT, 2003 ✓
- [61] Kremen, H; Schulz, W; Zellkovsky, J – NO_x – Entstehung in Feuerungen, NO_x – Minderung bei Feuerungen. VGB-Schrift TB 310, Technische Vereinigung der Grosskraftwerksbetreiber e.V., Essen 1984
- [62] Beker, K.H.; Löbel, J. Hrsg. – Atmosphärische Spurenstoffe und ihr physikalisch-chemisches Verhalten, Berlin, Springer 1985
- [63] Ungureanu C., Secrețeanu N., Ionel I., - Gaze combustibile. Proprietăți, distribuție, ardere, Ed. Politehnica, Tmișoara, 2003
- [64] Ungureanu C., Ionel I., - Generatoare de abur, calculul termic, U.P.T, Timișoara, 1993
- [65] Ungureanu Corneliu – Generatoare de abur pentru instalații energetice clasice și nucleare, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1997
- [66] Negulescu N., ș.a. – Protecția mediului înconjurător, Ed. Tehnică, bucurești, 1995
- [67] Pischinger R., Sturm P., Lechner B. – Problemstellungen mittels open path FTIR spektroskopie (in Timișoara, Rumanien), Bericht Nr. 43/98-Stu, TU Graz, 1987
- [68] **Popescu Francisc**, Ionel I., Ungureanu C., Dreucean M. - Metodă și aparat pentru determinarea concentrațiilor dioxidului de sulf din aerul ambiental, Conf. națională de termotehnică cu participare internațională, Ed EVRIKA, ISBN973-8052-72-6, Galați, 17-19 mai 2001, pp. 277-282
- [69] **Popescu Francisc**, Ionel I., Ungureanu C., Dreucean M. Cercetări privind măsurarea concentrațiilor oxizilor de azot cu aparatul ML 8840,, Conf. națională de termotehnică cu participare internațională, Ed EVRIKA, ISBN973-8052-72-6, Galați, 17-19 mai 2001, pp. 277-282
- [70] Ionel I., **Popescu Francisc**, Bisorca D., ș.a. - Air quality inventory for the city of Timisoara, first steps and perspectives, VKM-Thd Mitteilungen, Heft 81, 19/21 June, Graz, 11. International Symposium Transport and Air pollution, Volume II, ISBN 3-901351-59-0, pp. 301-308 ✓
- [71] **Popescu Francisc**, Ionel I., Falk O., Meyer-Pittroff R. - Consideration about fats used in bio-diesel production for internal combustion engines, Analele Univ. „Eftimie Murgu”, Reșița Anul VIII, nr.1, ISSN 1453-7394, 2002

- [72] **Popescu Francisc**, Ionel I. - Animal fats transesterification for biodiesel production as an alternative fuel for internal combustion engines, Conferința națională cu participare internațională „Autovehicolul, Mediul și Mașina Agricolă”, AMMA 2002, 10-11 oct., 2002
- [73] Ionel I., Ungureanu C., Lelea D, **Popescu Francisc**, D. Maxim - Cercetări prin simulare numerică privind impactul centralelor termice de cartier asupra calității aerului în zona Timișoarei, SRT Brașov 2000, 5-7 dec.
- [74] Marinescu D. – dreptul mediului înconjurător, ed. Șansa, București, 1996
- [75] Robert L., Abousleiman E. – Eparation des pollutants issus de la combustion domestique du bois, Travaux du colloque Franco-Roumain, COFRET'04, 22-24 avril, Nancy, 2004
- [76] Bernard C., ș.a. – Optimiser la combustion pour un developement durable du bois-energie. Travaux du colloque Franco-Roumain, COFRET'04, 22-24 avril, Nancy, 2004
- [77] Ionel I., Ungureanu C., **Popescu Francisc** - Ecological and Energetical performances of small hot water boilers, Regional Research, the IV-th international Simposion, 16-17 nov 2000, Timisoara
- [78] **Popescu Francisc** - Studiul influenței sistemelor individuale de încălzire asupra calității aerului, A XII-a conferința naționala de termotehnica cu participare internaționala. Constanța, 14-16 noiembrie 2002
- [79] **Popescu Francisc** - Impactul sistemelor de încălzire asupra calității aerului, Al XIII-lea Simpozion Național cu participare internațională TERMOTEHNICA 2003, Reșița, 30 – 31 mai, 2003, pp 287-292, issn 1453-7394, Vol I
- [80] **Popescu Francisc**, Ungureanu C., Ionel I. - Corelarea structurii traficului cu calitatea aerului, în Timișoara, Al XIII-lea Simpozion Național cu participare internațională TERMOTEHNICA 2003, Reșița, 30 – 31 mai, 2003, pp 293-298, issn 1453-7394, Vol I
- [81] Bisorca D., Ionel I., **Popescu Francisc**, Ionel S., Ungureanu C. - Air quality investigation by means of remote sensing, with application to CO thermodynamic measurements in the city of Timișoara, The 13th Conference on Thermal Engineering and Thermogrammetry, Budapest, 18-20 june 2003, pp274-279 (<http://www.dsy.hu/thermo>)
- [82] *** - ML8850S – Manual de întreținere, Monitor Labs
- [83] *** - ML8840 – Manual de întreținere, Monitor Labs
- [84] *** - Horriba APMA-350E – Manual de întreținere, Monitor Labs
- [85] *** - LSV3 – Manual de întreținere, Monitor Labs
- [86] **Popescu Francisc** - Traffic impact on the air quality in the city of Timișoara, Energy Forum 2003 – Challenges of the energy sector in transition – Varna, Bulgaria, 12 – 15 june, 2003, pp 428 – 431, Vol I.
- [87] Ionel I., Ungureanu C., Bisorca D., **Popescu Francisc** - Poluarea aerului prin funcționarea cuptoarelor de tratament termic, Buletinul Tehnic al Univ. Oradea, Fascicula de Energetică, nr. 9/2003, ISSN 1224-1261
- [88] Butcher S., Sorenson E. – A study of wood stove particulate emissions, Jurnal of the air pollution control association, vol 29, no. 7, pp 724-728, 1979
- [89] *** DIN 51419-A
- [90] *** DIN 51575.
- [91] *** DIN 51562-Teil 1
- [92] *** DIN 51558-Teil 1
- [93] *** DGF-Methoden C-V 11b
- [94] *** Internet resources: http://journeytoforever.org/biodiesel_alehs.html
- [95] Gutsche, B., – Technologie der Methylesterherstellung – Anwendung für die Biodieselproduktion, Fett/Lipid 99, Nr. 12, pp. 418-427
- [96] Hoe Mun Lim, – Bio-fuel production, European patent application, No. 87305141.1
- [97] Cmolik, J., Pokorny, J., – Physical refining of edible oils, Eur. J. Lipid Sci. Technol 2000
- [98] Parmentier, M., – Fractionation of fats – a dossier, Eur. J. Lipid Sci. Technol., 2000
- [99] Schuchardt, U., Sercheli, R., Vargas, M., – Transesterification of Vegetable Oils: a Review, Soc. Bras. Quimica, 1998
- [100] Trent, W. R., – Process of treating fatty glycerides, U.S. patent office, No. 462.370
- [101] *** - resurse WEB

Campanie masuratori Marasti

DATE BRUTE

PPM

Nr	Data / timp	SO	SO2	NO	NOx	NO2	CO	SO2	NO	NOx	NO2	CO	SO2	NO	NOx	NO2	
		[volt]	[volt]	[volt]	[volt]	[volt]	ppm	ppm	ppm	ppm	[volt]	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
1																	
2	30/11/02 13:00:00	2.089844	0.712891	0.175781	0.273437	0.097656	10.44922	0.712891	0.0585937	0.078125	0.019531						
3	30/11/02 13:00:06	1.938477	0.717773	0.185547	0.27832	0.097656	9.692385	0.717773	0.061849	0.08138	0.019531						
4	30/11/02 13:00:12	1.879883	0.717773	0.19043	0.27832	0.097656	9.399415	0.717773	0.0634767	0.083008	0.019531						
5	30/11/02 13:00:18	2.177734	0.717773	0.195312	0.283203	0.097656	10.88867	0.717773	0.065104	0.084635	0.019531						
6	30/11/02 13:00:24	2.783203	0.712891	0.195312	0.283203	0.102539	13.91602	0.712891	0.065104	0.085612	0.020508						
7	30/11/02 13:00:30	3.364258	0.712891	0.195312	0.288086	0.107422	16.82129	0.712891	0.065104	0.086588	0.021484						
8	30/11/02 13:00:36	3.276367	0.717773	0.200195	0.297852	0.097656	16.38184	0.717773	0.0667317	0.086263	0.019531						
9	30/11/02 13:00:42	2.983398	0.712891	0.205078	0.297852	0.102539	14.91699	0.712891	0.0683593	0.088867	0.020508						
211	30/11/02 13:20:30	1.25977	0.717773	0.112305	0.244141	0.126953	8.129885	0.717773	0.037435	0.062826	0.025391						
212	30/11/02 13:20:36	1.69922	0.717773	0.112305	0.239258	0.122070	8.34961	0.717773	0.037435	0.061849	0.024414						
213	30/11/02 13:20:42	1.08984	0.717773	0.117187	0.229492	0.126953	8.54492	0.717773	0.0390623	0.064453	0.025391						
214	30/11/02 13:20:48	1.8408	0.717773	0.112305	0.234375	0.117187	9.2041	0.717773	0.037435	0.060872	0.023437						
215	30/11/02 13:20:54	1.84082	0.712891	0.112305	0.229492	0.117187	9.2041	0.712891	0.037435	0.060872	0.023437						
216	30/11/02 13:21:00	1.91992	0.717773	0.107422	0.224609	0.122070	8.95996	0.717773	0.0358073	0.060221	0.024414						
217	30/11/02 13:21:06	1.7187	0.717773	0.107422	0.224609	0.122070	8.59375	0.717773	0.0358073	0.060221	0.024414						
218	30/11/02 13:21:12	1.713867	0.717773	0.107422	0.219727	0.122070	8.569335	0.717773	0.0358073	0.060221	0.024414						
219	30/11/02 13:21:18	1.685	0.712891	0.102539	0.219727	0.117187	8.42285	0.712891	0.0341797	0.057617	0.023437						
64195	04/12/02 23:59:00	2.094727	0.722656	0.12207	0.332031	0.214844	10.47364	0.722656	0.04069	0.083659	0.042969						
64196	04/12/02 23:59:06	2.050781	0.717773	0.117187	0.336914	0.209961	10.25391	0.717773	0.0390623	0.081055	0.041992						
64197	04/12/02 23:59:12	2.006836	0.722656	0.131836	0.332031	0.209961	10.03418	0.722656	0.0439453	0.085938	0.041992						
64198	04/12/02 23:59:18	1.96777	0.722656	0.131836	0.327148	0.209961	9.89865	0.722656	0.0439453	0.085938	0.041992						
64199	04/12/02 23:59:24	1.94359	0.722656	0.131836	0.332031	0.205078	9.716795	0.722656	0.0439453	0.084961	0.041016						
64200	04/12/02 23:59:30	1.933594	0.722656	0.136719	0.332031	0.214844	9.66797	0.722656	0.045573	0.088542	0.042969						
64201	04/12/02 23:59:36	1.928711	0.722656	0.131836	0.341797	0.209961	9.643555	0.722656	0.0439453	0.085938	0.041992						
64202	04/12/02 23:59:42	1.8798	0.722656	0.131836	0.34668	0.214844	9.399415	0.722656	0.0439453	0.086914	0.042969						

prelucrare medii 1/2 ore		DATE TRAFIC (nr. vehicule / (1/2)h)										
Data / timp	CO mg/m3	SO2 mg/m3	NO mg/m3	NOx mg/m3	NO2 mg/m3	Autoturism (total)	OTTO 0.75	DIESEL 0.25	Microbuz	Camioar	Autobuze	Motociclete
11/30/2002 13:00	12.21	204.07	158.23	202.60	44.37	1945	1458.75	486.25	100	3	2	6
11/30/2002 13:30	11.55	204.01	101.61	144.30	42.69	1823	1367.25	455.75	101	4	3	5
11/30/2002 14:00	9.75	203.59	78.44	112.57	34.13	1934	1450.5	483.5	82	5	2	6
11/30/2002 14:30	9.09	202.18	55.97	85.71	29.74	1547	1160.25	386.75	81	3	3	4
11/30/2002 15:00	9.75	201.95	65.84	99.59	33.75	1624	1218	406	75	3	2	8
11/30/2002 15:30	10.47	201.99	86.04	129.80	43.76	1675	1256.25	418.75	72	2	1	2
11/30/2002 16:00	10.41	202.08	88.00	130.28	42.28	1580	1185	395	68	2	1	6
11/30/2002 16:30	10.40	201.71	87.54	129.67	42.13	1495	1121.25	373.75	59	3	1	4
12/4/2002 19:30	14.78	206.04	238.70	330.10	91.40	1808	1356	452	82	1	4	4
12/4/2002 20:00	14.03	205.50	373.91	438.07	64.15	1923	1442.25	480.75	59	1	5	5
12/4/2002 20:30	15.89	205.77	366.23	462.62	96.39	1876	1407	469	71	1	3	2
12/4/2002 21:00	15.20	205.87	381.34	475.14	93.80	1789	1341.75	447.25	63	2	7	1
12/4/2002 21:30	13.01	205.85	233.78	317.21	83.42	1625	1218.75	406.25	58	0	6	2
12/4/2002 22:00	12.01	205.94	143.43	221.58	78.16	1792	1344	448	49	1	5	1
12/4/2002 22:30	12.31	205.85	138.30	221.20	82.90	1505	1128.75	376.25	58	2	3	1
12/4/2002 23:00	10.68	205.79	88.39	158.31	69.92	1302	976.5	325.5	37	0	2	0
12/4/2002 23:30	11.10	205.87	127.90	203.18	75.28	989	741.75	247.25	32	1	2	0

medii 24 ore

Ziua	CO mg/m3	SO2 mg/m3	NO mg/m3	NOx mg/m3	NO2 mg/m3	Trafic
37590	10.28285	2.01564	80.71177	123.2511	42.53931	31054
37591	9.593765	2.025884	70.87424	112.3974	41.52321	38422
37592	11.43486	2.047322	142.3396	189.6049	47.26534	72486
37593	11.79474	2.057407	144.6904	199.0287	54.33828	70394
37594	10.83224	2.036657	126.0548	174.1615	48.10671	68896

Relatiile de transformare utilizate:

$$CO[ppm] = 1.25 \cdot \frac{t + 273.15}{273.15} CO[mg / m^3 N]$$

$$SO_2[ppm] = 2.85 \cdot \frac{t + 273.15}{273.15} SO_2[mg / m^3 N]$$

$$NO[ppm] = \frac{46}{30} \cdot 2.0525 \cdot \frac{t + 273.15}{273.15} NO[mg / m^3 N]$$

$$NO_2[ppm] = 2.0525 \cdot \frac{t + 273.15}{273.15} NO_2[mg / m^3 N]$$