A XIV-a Conferinţă internaţională – multidisciplinară,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii româneşti",
SEBEŞ, 2014

METODOLOGIE DE DETERMINARE A CONCENTRAȚIILOR DE PARTICULE MATERIALE DIN ATMOSFERA MUNICIPIULUI CLUJ-NAPOCA

Tiberiu RUSU, Carmen VIDA, Anca SUCIU, Tudor Andrei RUSU

METHODOLOGY FOR DETERMINING THE CONCENTRATION OF PARTICULATE MATTER FROM ATMOSPHERE IN CLUJ-NAPOCA CITY

The study presents an analysis of methods for determining particle suspension in atmosphere for Cluj-Napoca city. It shows the sampling method and ways how to choose areas depending on the nature of traffic sampling. It shows the equipment used in measurements.

Keywords: Particulate matter, air pollution, determination the level of air pollution
Cuvinte cheie: particule materiale, poluarea aerului, dereminarea nivelului de poluare a aerului

1. Aspecte generale privind modul de realizare a determinărilor

Poluarea cu particule materiale este în prezent una dintre cele mai discutate și studiate probleme privind calitatea aerului ambiental. Particulele fine generate de țevile de eșapament ale mașinilor, poluarea industrială, reacții chimice ale oxizilor de sulf și azot, au un puternic efect nedorit asupra sănătății umane, în special particule material fine, de ordinul micrometrilor.

Prezenta cercetare se bazează în principal pe măsurători ale particulelor materiale in situ, respectiv s-a determinat direct încărcarea locală a atmosferei cu poluanți.

În cadrul cercetării s-au realizat determinări săptămânale, în fiecare punct s-au realizat măsurători în intervalul orar 8^{30} - 20^{30} (tot la șase ore), pe durată de 1 h. Astfel pentru intervalul de măsurători realizat am considerat media pe 24 de ore, valorile obținute fiind comparate cu limitele zilnice pentru protecția sănătății umane conform legislației în vigoare.

Studiul are ca scop realizare de măsurători pentru obținerea de date experimentale privind particulele material, fracțiile PM_1, $PM_{2.5}$, PM_4, PM_{10}, TSP.

2. Considerente privind criterii de amplasare a punctelor de prelevare

La alegerea punctelor de prelevare pentru măsurarea concentrațiilor de particule materiale din municipiul Cluj-Napoca, s-a ținut cont de criteriile de clasificare și amplasare ce sunt prezentate în ANEXA Nr. 2 din Ordinul 592 a Ministerului Mediului.

Astfel pentru amplasarea la micro scară, se ține cont de următoarele:

- Fluxul de aer în jurul orificiului de admisie al aparatului nu trebuie să fie limitat sau obstrucţionat de elemente, care să afecteze circulaţia aerului în apropierea sondei. În mod normal, amplasarea se face la câţiva metri distanţă de clădiri, balcoane, copaci sau alte obstacole şi la cel puţin 0,5 m distanţă de cea mai apropiată clădire, în cazul staţiilor de prelevare orientate în vederea evaluării calităţii aerului la faţada clădirii;
- În general, orificiul de admisie al instrumentului de prelevare se impune să se afle între 1,5 m (înălţimea de respiraţie) şi 4 m distanţă faţă de sol (distanță care depinde de obiectivul studiului). În alte cazuri, pot fi necesare poziţionări la înălţime mai mare (de până la 8 m). Aceste situaţii speciale sunt indicate şi dacă staţia este reprezentativă pentru o arie mai mare;
- Orificiul de admisie al instrumentului nu trebuie să se amplaseze în apropierea surselor, pentru a se evita captarea directă a emisiilor neamestecate cu aerul înconjurător;

▪ Orificiul de ieşire al instrumentului trebuie să se amplaseze astfel încât să se evite recircularea aerului înapoi, prin orificiul de admisie.

Pentru amplasarea staţiilor orientate pe trafic se recomandă:

▪ Pentru toţi poluanţii, punctele de prelevare trebuie să fie la cel puţin 25 m distanţă de marginea intersecţiilor mari şi la cel puţin 4 m de axul celei mai apropiate benzi de circulaţie;

▪ Pentru pulberi în suspensie (PM_{10} şi $PM_{2,5}$), plumb şi benzen orificiile de admisie trebuie să se poziţioneze astfel încât să fie reprezentative pentru calitatea aerului la faţada clădirii.

3. Considerente privind tehnica de măsurare

Mijlocul de măsurare utilizat în cadrul cercetării a fost fotometrul Dust Trak Aerosol Monitor, care reprezintă un mijloc analogic de măsurare (semnalul de ieșire este o mărime variabilă continuu în cadrul intervalului de măsurare).

Instrumentul de măsură este digital, și prezintă o serie de avantaje cum ar fi: viteza mare de măsurare, eliminarea erorilor de citire, precizie ridicată, sensibilitate mai mică la perturbații și posibilitatea utilizării calculatorului pentru prelucrarea datelor. În cadrul prezentei cercetări, metoda de măsurare a fost cea directă, în timp real.

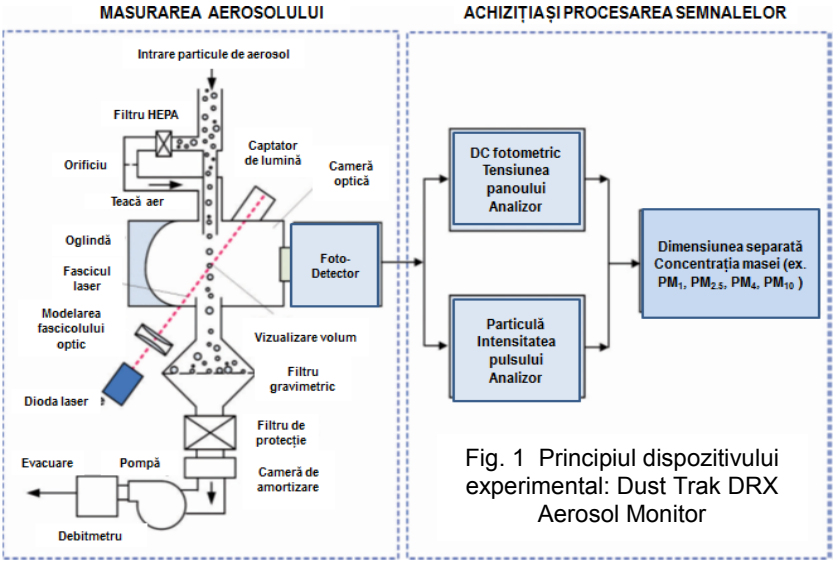


Fig. 1 Principiul dispozitivului experimental: Dust Trak DRX Aerosol Monitor

Principiul de funcționare al instrumentului este reprezentat în figura 1.

Analizorul Dust Trak DRX – Model 8533 este un fotometru cu laser ce oferă citirea în timp real a concentrațiilor masice a aerosolilor și fracțiile mărimii acestora.

Particulele materiale sunt preluate de o pompă de aspirație și ajung în camera optică; debitul total aspirat este de 3 l/min, din care 1 l/min este trecut printr-un filtru HEPA pentru a îndepărta particulele și folosite pentru teaca de debit; cei 2 l/min, care reprezintă masa fuxului de aerosoli, ce ajung în camera optică, unde un flux de lumină laser (cu lungimea de undă de 655 nm) ajunge pe particule. Lumina difuză cuprinsă în intervalul unghiului de împrăștiere de 90º ± 62° este capturat de un strat de oglinzi sferice şi axat pe un fotodetector.

Fluxul total de 3 l/min este controlat de feedback-ul dintre pompă și debitmetru. Debitmetru controlează rata fluxului conform valorilor de referință de fabricație, în special la colectarea de date. Duza are rolul de clasificare a fracțiilor de PM. Dioda laser emite lumină care trece printr-un set de lentile având loc focalizarea optică; apoi are loc contactul dintre particulele eșantion și lumina laser, având loc împrăștierea în toate direcțiile.

Fotodetectorul convertește lumina într-o tensiune care este realizată pentru determinarea concentrațiilor masei de aerosol (mg/m^3). Fotometrul măsoară dimensiuni ale particulelor între 0,1 microni până la 10 microni, cu concentrații variind între 0,1 mg/m^3 și 100 mg/m^3 sau mai mult. Semnalul foto-detectorului este înregistrat și prelucrat de curentul continuu (CC) fotometric de tensiune de către analizorul de particule.

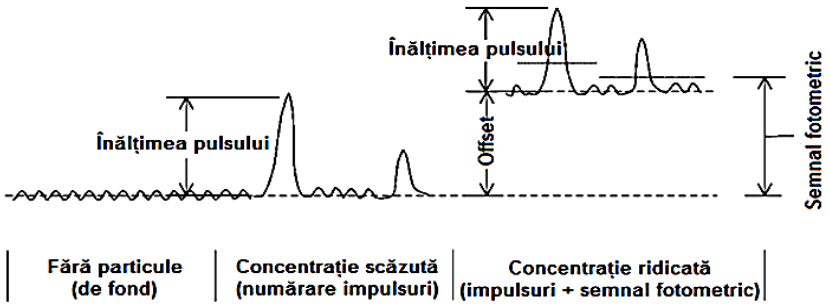


Fig. 2 Reprezentarea schematică a semnalelor detectate de către fotometrul DRX

Tehnica fotometrului permite înregistrarea continuă a concentrației de aerosoli aproape de gură pe întreg parcursul unui ciclu de respirație. Din astfel de înregistrări și măsurători simultane ale volumelor respiratorii și debitelor privind cantitatea de aerosoli pe fracțiuni succesive de aer inspirat și expirat, pot fi evaluate concentrațiile prezente în aer și în imediata zonă de respirație.

Avantajele instrumentului Dust Trak Aerosol Monitor, sunt legate de faptul că oferă date în timp real, este portabil, determină mai multe fracții ale particulele material simultan (PM_1, $PM_{2.5}$, PM_4, PM_{10} și TSP). Are memorie ce stochează o bază considerabilă de informații privind concentrațiile particulelor de aerosol.

Alte date și informații tehnice cu privire la echipamentul Dust Trak, modelul 8533 sunt prezentate în anexa numărul 3, atașată aparatului.

4. Caracterizarea zonei de studiu a particulelor în suspensie

Municipiul Cluj-Napoca este reședința județului Cluj, situat în nord-vestul țării (figura 3), fiind unul dintre cele mai mari orașe din România. Cu o suprafaţă de 179,5 km^2, oraşul este situat în centrul judeţului, la încrucişarea unor drumuri importante de interes naţional şi internaţional.

Metropola se întinde pe ambele maluri ale râului Someșul Mic, fiind înconjurată de dealuri având înălțimi cuprinse între 500 m și 800 m (de unde și numele de „Cluj” – „clusium”, „clos”, însemnând „închis, încercuit, înconjurat”), beneficiind astfel de o foarte bună poziționare geografică, ce a lucrat în favoarea dezvoltării sale economice de-a lungul timpului.

Definită geografic, poziţia sa, se află la intersecţia paralelei 46º 46’ latitudine nordică cu meridianul 23º 36’ longitudine estică.

Configurația generală a reliefului exercită o serie de constrângeri asupra desfășurării activităților antropice, în special în ceea ce privește dezvoltarea urbană – realizată inițial preponderent de-a lungul culoarului râului Someșului Mic

Pe cea mai mare parte a teritoriului, temperaturile medii anuale variază între valori cuprinse între 6 – 10 ^{0}C, temperaturi mai reduse înregistrându-se în zona muntoasă din SV (< 2 ^{0}C).

Municipiul Cluj-Napoca este caracterizat de o umiditate crescută a aerului ceea ce împiedică, în general, difuzia şi deci diluarea, respectiv dispersia poluanţilor în aer, iar suspensiile constituie

nuclee de condensare care favorizează apariţia ceţii. Ceaţa este una din condiţiile meteorologice, frecvent întâlnite în municipiul Cluj-Napoca, ceea ce reduce capacitatea de difuzie, dispersie a poluanților din atmosferă. În anul 2008 numărul zilelor cu ceață a fost de aproximativ 130 zile.

În Cluj-Napoca, cea mai mare frecvenţă anuală o au vânturile dinspre NV – circa 12,8 % cu viteze medii de 4,3 m/s şi V - 10,4 % cu viteze medii de 3,8 m/s. În perioada caldă sunt frecvente brizele în arealele montane, depresionare, în lungul unor culoare de văi.

Zona culoarului Someșului Mic este în general caracterizată ca fiind o zonă cu calm atmosferic sau viteze ale vântului foarte mici pe toată perioada unui an calendaristic. În staţia CJ-2, în anul 2008, în peste 58 % din zile, în staţia CJ-1 în peste 55 % din zile, iar în staţia CJ-3 în peste 56 % din zilele anului s-au înregistrat viteze ale vântului mai mici de 1,0 m/s. Datorită valorilor mici ale vitezei vântului înregistrate în municipiul Cluj-Napoca, (mai mici de 1 m/s), se creează un calm atmosferic existent în zonă, care favorizează concentrarea agenţilor poluanţi în jurul zonei de emisie.

5. Localizarea și descrierea punctele de măsură

Pentru studiul poluării aerului din Cluj s-au realizat etape experimentale de măsurători pentru unul dintre poluanții majori ai aerului și anume particulele materiale din atmosferă (PM).

În ceea ce privește alegerea amplasării punctelor de măsură, s-a avut în vedere dispunerea altitudinală a punctelor care coincid cu principalele cartiere ale municipiului Cluj-Napoca. Astfel punctele alese au vizat zone rezidențiale, zone cu trafic intens, zone cu trafic greu, zone populate (populate de adulți cât mai ales de copii).

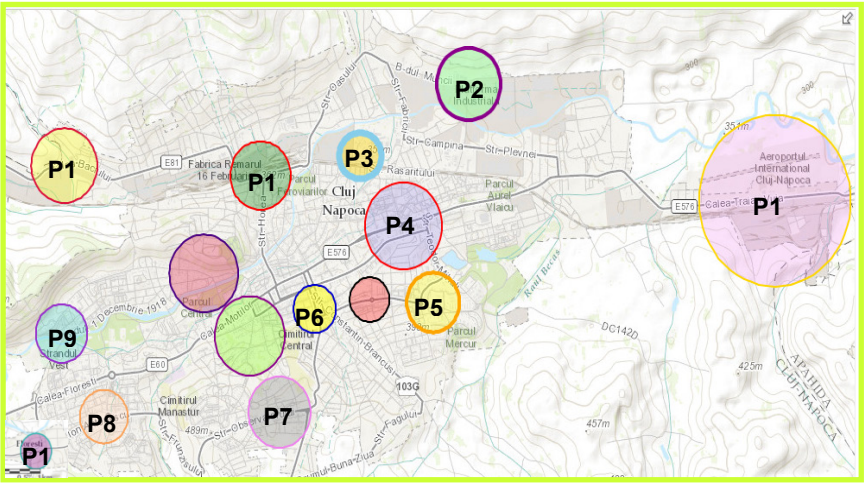
Punctele de prelevare s-au amplasat în așa fel încât să furnizeze date referitoare la următoarele aspecte:

● Ariile din interiorul zonelor și aglomerările în care apar concentrații ridicate la care populația este expusă în mod direct sau indirect pentru o perioadă de timp semnificativă în raport cu perioadele de mediere ale valorilor limită sau a valorilor țintă (de exemplu, cartierele de locuințe, stațiile de autobuz);

● Niveluri din alte arii, din zonele reprezentative pentru nivelul de expunere a populației (de exemplu, spațiile de joacă pentru copii, șantiere de construcții);

● Arii din apropierea unor activități ale sectoarelor industriale, arii din imediata apropiere a traficului rutier.

În figura 3 sunt reprezentate cele 12 puncte din Municipiul Cluj-Napoca, puncte alese pentru a fi studiate în cadrul prezentei cercetări.


P1
P1
P2
P3
P4
P5
P6
P7
P8
P9
P1
P1
Cluj
Napoca
Str. Plevnei
Str. Câmpina
Str. Florilor
Str. Fagului
Str. Observatorului
Str. Brancusi
Str. Horia
Str. Eroilor
Str. Bucureşti
Str. Bucureşti
Str. Bucureşti

de eșantionare fiind atent selectată pentru a fi lipsită de orice obstacole, iar distanța față de sursele de poluarea la care s-au realizat măsurătorile a fost conformă cu ANEXA Nr. 2 din Ordinul 592 a Ministerului Mediului;

■ Au fost realizate determinări în perioadele specificate celor șase etape experimentale de monitorizare a calității aerului, ce au coincis cu două sezoane diferite (sezonul de toamnă și sezonul de vară);

■ Punctele alese pentru studiu, au vizat zone în care omul este prezent.

BIBLIOGRAFIE

[1] Baron, P.A., Willeke, K., *Aerosol measurement: priciples, techniques and applications*, John Wiley&Sons, 2001.

[2] Budde, M., Beigl, M., *Investigation the use of commodity dust sensors for the embedded measurement of particulate matter*, Karlsruhe Institute of Technology, Germany, 2012.

[3] Mihai, B. A., *Teledetecție. Noțiuni generale,* Universitatea din București, pag. 6, 2008.

[4] Mihai, L., Ştefan, S., Ungureanu, I., *Determining Aerosol Radiative Properties Using the Integrating Nephelometer*, Conferinţa internaţională SPIE Europe Remote – Sensing, Berlin, Germania, 2009.

[5] Kovalev, V.A., Eichinger, W.E., *Elastic LIDAR – Theory, Practice, and Analysis Methods*, Wiley InterScience a John Wiley & Sons Inc, 2004.

[6] Nicolae, Doina, N., *Tehnici LIDAR pentru caracterizarea aerosolilor din atmosfera joasă*, PhD Thesis, Universitatea Politehnică, Bucureşti, 2006.

[7] Sigrist, M., *Air Monitoring by Spectroscopic Techniques, Chemical Analysis,* vol. 127, John Willez&Sons Inc., 1994.

[8] Talianu, C, Nicolae Doina, N., Ciuciu, J., Ciobanu, M., Babin, V., Radu, C.: *Estimation of urban pollution level on the Magurele Platform using LIDAR technology*, Proceedings of Conference on “LIDAR Remote Sensing for Environmental Monitoring VI”, July 31 – August 5, 2005, San Diego, USA, 2005.

[9] * * * Agenția Regională pentru Protecția Mediului Cluj-Napoca, *Raport privind starea mediului în județul Cluj-Napoca, 2012*.

Prof.Dr.Ing.Tiberiu RUSU
e-mail: tiberiu.rusu@sim.utcluj.ro
Drd.Ing.Carmen VIDA
Drd.Ing. Anca SUCIU
Asist.Dr.Ing Tudor Andrei RUSU
e-mail: andreyyro@yahoo.com
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, membri AGIR