

# Studiul calității aerului în mediile urbane din România

The study of air quality in urban areas from Romania

Mihai Dima<sup>1,2</sup>, Vlad Iordache<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centru de cercetare CAMBI, Facultatea de inginerie a instalațiilor, UTCB  
Bd. Pache Protopopescu, Nr. 66, sector 2, București, Romania  
E-mail: <sup>1</sup> [dimamihai28@yahoo.com](mailto:dimamihai28@yahoo.com), <sup>2</sup> [viordach@yahoo.com](mailto:viordach@yahoo.com)

<sup>2</sup> Academia de Poliție „Al. I. Cuza” Facultatea de Pompieri  
Șoseaua Morarilor Nr. 3, sector 2, București, Romania

**Rezumat.** *Având în vedere că în ultimi ani poluarea aerului este considerată una dintre cele mai complexe și grave probleme cauzate de civilizație, aceasta având un impact masiv asupra sănătății oamenilor, dorim să evidențiem gradul de poluare în mediile urbane din România. Această lucrare s-a concentrat pe monitorizarea concentrațiilor poluanților precum, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, și PM10 pe durata lunii Septembrie 2018. Rezultatele arată că s-au înregistrat foarte multe depășiri ale limitei anuale. Sunt prezentate de asemenea sub formă de grafice valorile minime și maxime ale concentrațiilor poluanților și care oraș este cel mai afectat dintre cele studiate.*

**Cuvinte cheie:** Calitatea aerului, Zone urbane, Compuși gazoși, PM10

**Abstract.** *Given that in recent years air pollution is considered to be one of the most complex and serious problems caused by civilization, which has a massive impact on human health, we want to highlight the degree of pollution in urban environments in Romania. This conclusion focused on the monitoring of pollutant concentrations such as NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> and PM10 during September 2018. The results show that there have been many exceedances of the annual limit. It is also presented the diagram of the minimum and maximum values of the pollutant concentrations and which is the most affected city of the studied ones.*

**Keywords:** Air quality, Urban areas, Gaseous compounds, PM10

## 1. Introducere

În ultimi ani s-a dovedit că poluarea mediului este considerată una dintre cele mai complexe și grave probleme cauzate de civilizația industrială. Calitatea aerului este elementul mediului care a atras atenția oamenilor văzând că poate genera un impact economic considerabil ce poate duce la creșterea costurilor medicale, la reducerea productivității lucrătorilor, la provocarea daunelor asupra faunei și la apariția problemelor medicale la nivelul sănătății oamenilor.

Încă din anii 1970, de la apariția primelor acte legislative privind domeniul mediului în Europa, autoritățile publice se ocupau de monitorizarea și înregistrarea diferitelor elemente pentru a înțelege problemele în materie de mediu [1].

Uniunea Europeană și statele sale membre au introdus politici și măsuri privind calitatea mediului tot în jurul anilor 1970, însă nici până în prezent nu au reușit să găsească o oportunitate pentru scăderea emisiilor de poluanți atmosferici provenite din mai multe surse cum ar fi: industria, transportul, generarea de energie electrică și altele.

În prezent, concentrațiile foarte mari de poluanți continuă să aibă un efect negativ și un impact asupra sănătății oamenilor. Conform Agenției Europene de Mediu, în prezent densitatea locuitorilor în mediile urbane este mult mai mare decât cea din zonele rurale. În cazul continentului European, în ultima perioadă, mișcările demografice s-au accelerat, ajungând-se ca un procent de 75% din populație să locuiască în zonele urbane, estimându-se ca până în anul 2020 să se ajungă la un procent de 80% [2]. Cel mai recent raport privind calitatea mediului al Agenției Europene de Mediu, denotă faptul că oamni care trăiesc în orașele europene sunt încă expuși la niveluri ale poluării atmosferice considerate nocive de Organizația Mondială a Sănătății [3].

Locuitorii zonelor urbane sunt vulnerabili, confruntându-se cu probleme grave pentru sănătatea acestora, determinate în special de poluarea cu (PM), cea cu (O<sub>3</sub>), urmată de (NO<sub>x</sub>) [4].

Organizația Mondială a Sănătății (OMS) consideră că cei mai nocivi poluanți atmosferici pentru sănătatea oamenilor sunt: particulele în suspensie (PM), dioxidul de azot (NO<sub>2</sub>), dioxidul de sulf (SO<sub>2</sub>) și ozonul de la nivelul solului (O<sub>3</sub>) [5]. Conform Agenției Naționale de Mediu, poluarea atmosferică afectează umanitatea în fiecare zi întrucât efectul său cel mai vizibil sunt concentrațiile mari înregistrate. Expunerea pe termen lung la concentrații mai mici prezintă un risc mai mare pentru sănătatea oamenilor [6].

Potrivit OMS, afecțiunile cardiace și accidentele vasculare cerebrale sunt cauza a 80% din totalul deceselor premature provocate de poluarea atmosferică. Acestea sunt urmate de afecțiunile pulmonare, printre care, cancerul și de alte boli [7].

Stațiile de monitorizare dintr-un mediu urban pot oferi date despre o calitate a aerului în timp real, însă unii oameni doresc cu insistență predicția calității aerului, ceea ce reprezintă o problemă provocatoare, întrucât depinde de varietatea factorilor complicați, iar unul dintre aceștia este starea vremii.

La nivelul mai multor orașe din România, în anul 2017, în condiții normale de mediu au fost înregistrate mai multe depășiri de limite maxime admisibile pentru poluanții: NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> și PM<sub>10</sub> [8].

În această lucrare, prezentăm un studiu al orașelor din România care sunt afectate din punct de vedere al calității aerului. Se vor prezenta stațiile prin intermediul cărora s-au făcut monitorizări a poluanților, precum și locațiile acestora la nivelul orașelor. S-a evidențiat gradul de poluare existent la nivelul orașelor precum și comparații ale poluanților între acestea.

## 2. Bază de date experimentală

Pentru analiza rezultatelor și întocmirea graficelor privind calitatea aerului de pe teritoriul României au fost selectate următoarele orașe: București, Brașov, Miercurea Ciuc, Onești, Iași, Oradea, Tulcea, Alba Iulia, Timișoara și Ploiești (Tabel 1) pentru locatii diferite fata de centrul oraselor (Fig. 1). Pentru alegerea acestor locatii s-a ținut cont de mai mulți parametri: numărul de locuitori, activitățile industriale, traficul rutier, altitudinea orașelor și variațiile de temperatură. Toți acești parametri enumerați contribuie la determinarea depășirii pe arii întinse din cadrul orașelor sau în afara acestora a valorilor limită pentru poluanții monitorizați precum: NO<sub>x</sub> (oxizii de azot), O<sub>3</sub> (Ozon) și PM10 (particule în suspensie).

Tabel 1

Detalii despre stațiile de monitorizare din mediile urbane

Județe	Orașe	Categoria stațiilor	Locația stațiilor
București (BUC)	București	Trafic	Centru orașului
Brașov (BV)	Brașov	Trafic	Centrul orașului
Harghita (HR)	Miercurea-Ciuc	Periferică	În afara orașului
Bacău (BC)	Onești	Periferică	La periferie
Iași (IS)	Iași	Trafic	Centrul orașului
Bihor (BH)	Oradea	Trafic	La periferie
Tulcea (TL)	Tulcea	Trafic	Le periferie
Alba (AB)	Alba-Iulia	Trafic	Centrul orașului
Timiș (TM)	Timișoara	Trafic	La periferie
Prahova (PH)	Ploiești	Trafic	Centrul orasului

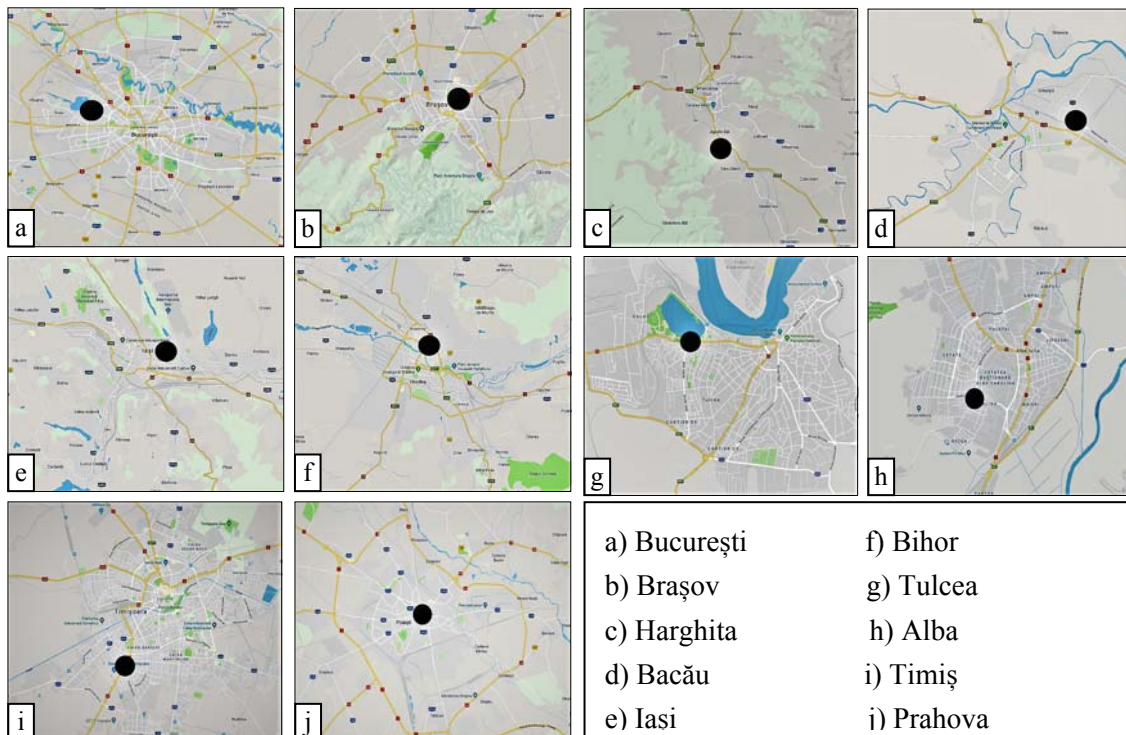


Fig. 1. Locațiile stațiilor de monitorizarea a aerului în județele studiate

### 3. Echipamentele folosite pentru procurarea datelor

În acest capitol sunt prezentate echipamentele folosite pentru monitorizarea calității aerului și anume, stațiile de monitorizare și mai multe elemente din interiorul acestora.

Aceste stații fac parte dintr-un sistem de monitorizare care poate genera o bază de date utilă pentru constatarea rapidă a zonelor poluate și pentru luarea deciziilor strategice și tactice de combatere a poluării și de prevenire a acesteia.

Pentru proiectarea acestor stații de monitorizare a aerului (Fig. 2) se va ține cont de mai mulți parametrii, cum ar fi: stabilirea zonei de monitorizare, selectarea variabilelor care pot fi măsurate, numărul punctelor măsurate, echipamentele utilizate, frecvența măsurătorilor, stabilirea unui sistem de analiză și prelucrarea datelor obținute [9].



Fig. 2. Stație autonomă pentru monitorizarea calității aerului

Sistemul de analiză poate să cuprindă: Analizor de NO, NO<sub>2</sub>, NOX cu sistemul IZS, analizor de SO<sub>2</sub> cu sistemul IZS, analizor de CO, cu sistemul zero/span, analizor de O<sub>3</sub> cu sistemul IZS, analizor automat de pulberi PM10/PM2.5, prelevator gravimetric pentru determinarea plumbului din PM10, calibrator portabil pentru unitatea de diluție și amestec a unitatii de gaz, generatorul aer zero, stație meteorologica alcatuita din: senzor de directia vantului, senzor de viteza vantului, senzor de presiune atmosferică, senzor de temperatură, senzor de umiditate, senzor de radiație solară și senzor de precipitații, sistemul local de achiziție a datelor, sistem de achiziție a datelor la distanță, panou exterior pentru informarea publicului, panou interior pentru informarea publicului.

Prin intermediul acestor stații de monitorizare a aerului și echipamentelor enumerate, am obținut o bază de date cu nivelul concentrațiilor de poluanți atmosferici.

#### 4. Analiza preliminară a bazei de date

Monitorizarea concentrațiilor de poluanți s-a efectuat în luna septembrie, 2018, în intervale orare ca apoi să calculăm o valoarea medie pe zi.

În urma bazei de date obținute se pot observa mai multe rezultate ce evidențiază gradul de poluare a mediilor urbane studiate pentru cei trei poluanți atmosferici: NO<sub>x</sub> (oxizii de azot), O<sub>3</sub> (Ozon) și PM10 (particule în suspensie).

S-a realizat o comparație a valorilor concentrațiilor de oxizi de azot (NO<sub>x</sub>) la nivelul județelor monitorizate (Fig. 3).

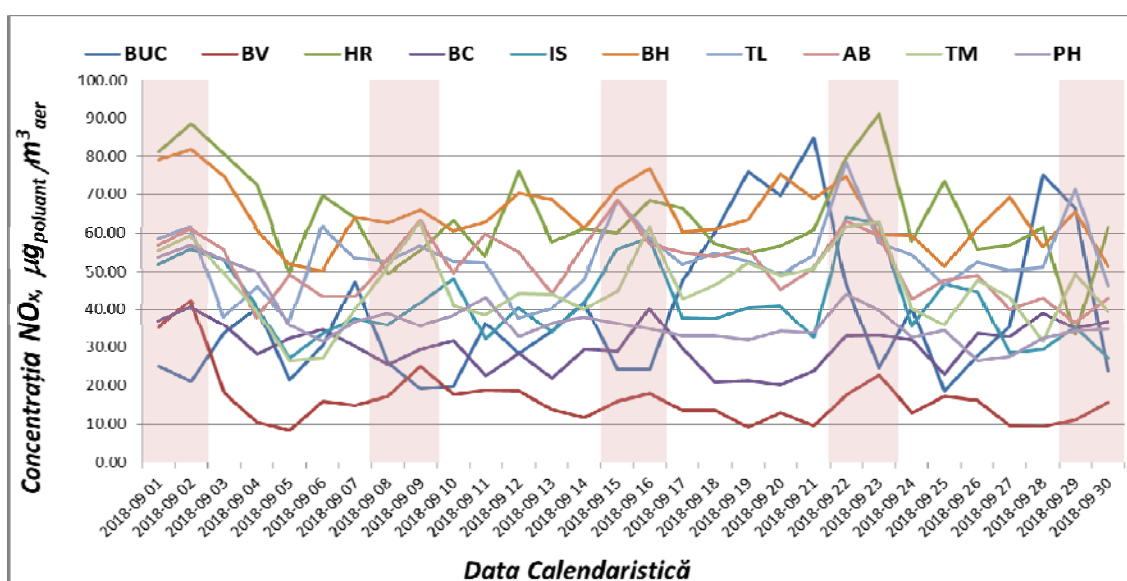


Fig. 3. Valorile concentrațiilor de NO<sub>x</sub>

Se poate observa că sunt mai multe orașe în care limita maximă admisibilă pentru protecția vegetației și a ecosistemelor de 24 µg/m<sup>3</sup> a fost depășită, ajungând chiar și la 91,11 µg/m<sup>3</sup>, valoare înregistrată în județul Harghita. Se mai poate observa că cele mai mici valori înregistrate se găsesc în județul Brașov, unde valoarea maximă admisibilă a fost depășită în câteva zile din luna studiată.

Pe de altă parte în urma valorilor concentrațiilor înregistrate și graficului realizat pentru luna Septembrie, putem spune că cele mai poluate orașe sau județe cu NO<sub>x</sub> sunt: Harghita, Bihor, București și Iași. De asemenea, se mai poate observa că stațiile de monitorizare sunt amplasate la periferia orașului Oradea, respectiv în afara orașului Miercurea Ciuc. Prin intermediul acestora s-a înregistrat doar o singură dată o valoare sub limita maximă admisibilă fiind de 33,43 µg/m<sup>3</sup>, iar restul valorilor concentrațiilor fiind cuprinse între 49,46-91,11 µg/m<sup>3</sup>.

Dacă la nivelul concentrațiilor de NO<sub>x</sub>, județele Brașov, Bacău și Timiș erau cel mai puțin poluate, unde sunt evidențiate valorile concentrațiilor de O<sub>3</sub>, putem observa că orașele respective au devenit cele mai poluate (Fig. 4). De asemenea, se poate observa că în aceste județe au fost înregistrate valori de peste 140 µg/m<sup>3</sup> iar valoarea maximă a fost înregistrată în orașul Brașov, atingând valori de 150 µg/m<sup>3</sup>, valori ale



concentrațiilor de O<sub>3</sub> înregistrate prin intermediul stației de monitorizare din centrul orașului. La fel de bine se evidențiază că valorile mari de concentrații de O<sub>3</sub> au fost înregistrate în timpul săptămânii și nu în timpul weekendului.

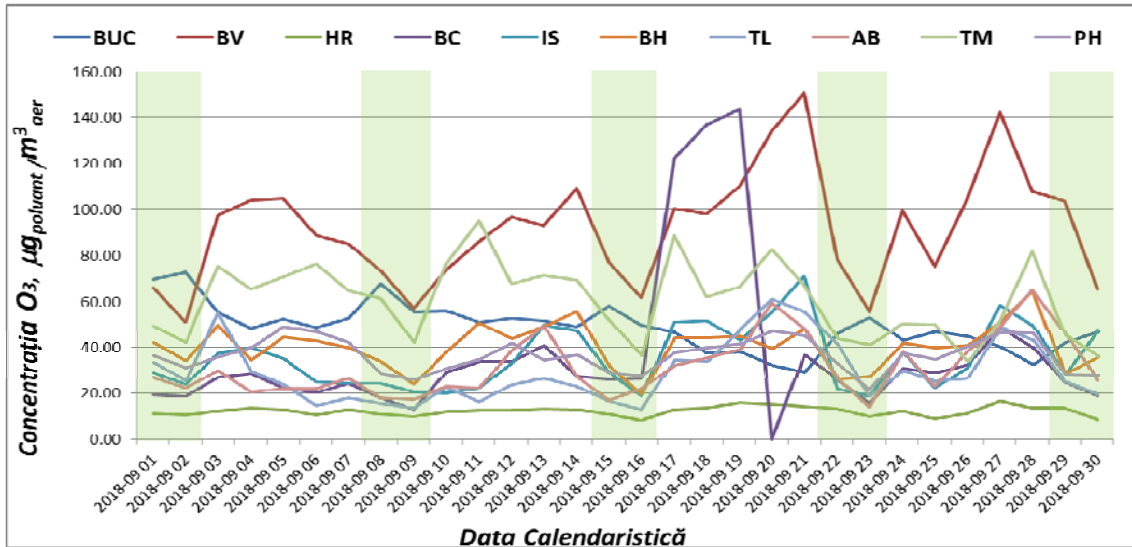


Fig. 4. Valorile concentrațiilor de O<sub>3</sub>

În Fig. 5 s-au realizat comparații între județele studiate pentru valorile concentrațiilor de PM<sub>10</sub>. Valoarea limită maximă admisibilă pentru protecția sănătății umane pentru PM<sub>10</sub> este de 35 µg/m<sup>3</sup> conform Legii 104 privind calitatea aerului înconjurător. În urma analizelor acestui grafic s-a observat că în cinci județe s-au înregistrat valori ale concentrațiilor peste această limită maximă admisibilă ajungând chiar la 56,9 µg/m<sup>3</sup> în Iași, stația de monitorizare fiind amplasată în centrul orașului.

Se observa că și în cazul poluantului PM<sub>10</sub> valorile concentrațiilor au fost mai ridicate în zilele săptămânii decât în zilele de weekend.

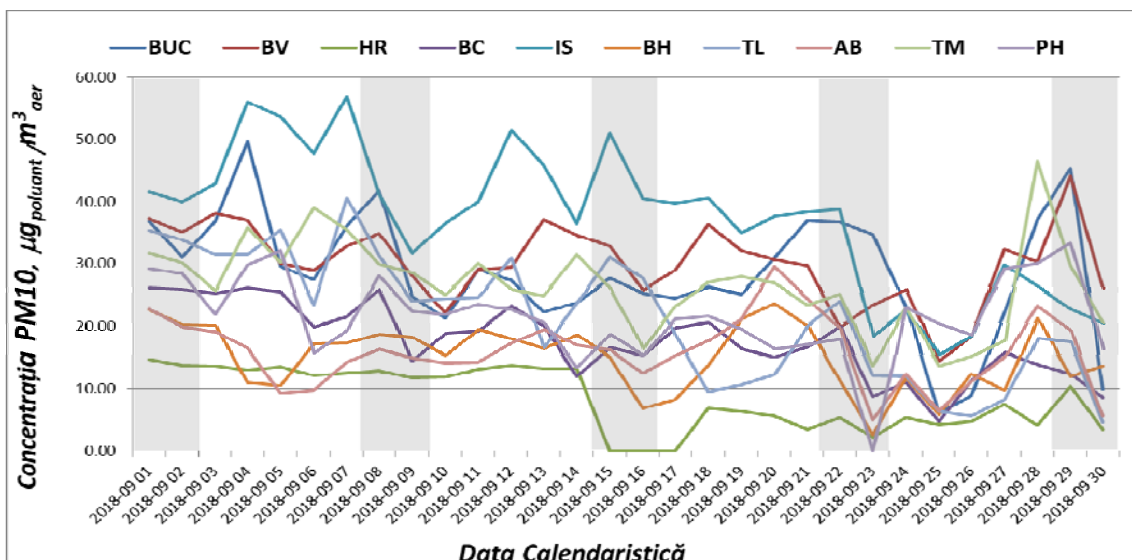


Fig 5. Valorile Concentrațiilor de PM10

### 5. Variația lunară a nivelului de poluare la nivelul județelor studiate

În acest capitol sunt evidențiate valorile concentrațiilor maxime și minime pentru fiecare poluant studiat din luna Septembrie.

Se observa că deși valorile concentrațiilor de NO<sub>x</sub> au depășit limita maximă admisibilă, valoarea medie a acestora nu a depășit în niciun oraș jumătate din valoarea maximă admisibilă, valoarea medie având o tendință descendentă (Fig. 6).

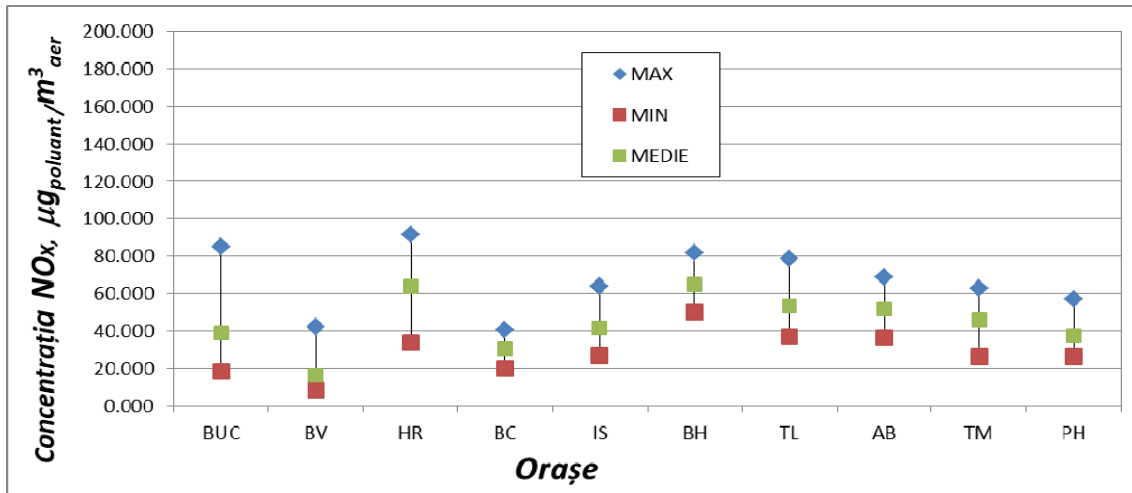


Fig 6. Valorile concentrațiilor de NO<sub>x</sub> din județele studiate

Cea mai mică medie a valorilor concentrațiilor de NO<sub>x</sub> din luna Septembrie s-a înregistrat în județul Brașov (16,41 μg/m<sup>3</sup>) iar cea mai mare valoare s-a înregistrat în județul Bihor (64,69 μg/m<sup>3</sup>). Valorile concentrațiilor au depășit în fiecare zi a luni limita maximă admisibilă. Aceste valori au fost înregistrate în orașul Oradea, prin intermediul stației de monitorizare amplasată la periferia orașului.

Valorile concentrațiilor de O<sub>3</sub> unde și aici se poate observa că valoarea medie a concentrațiilor nu a depășit în niciun oraș jumătate din valoarea maximă admisibilă iar valoarea medie are o tendință descendentă (Fig. 7).

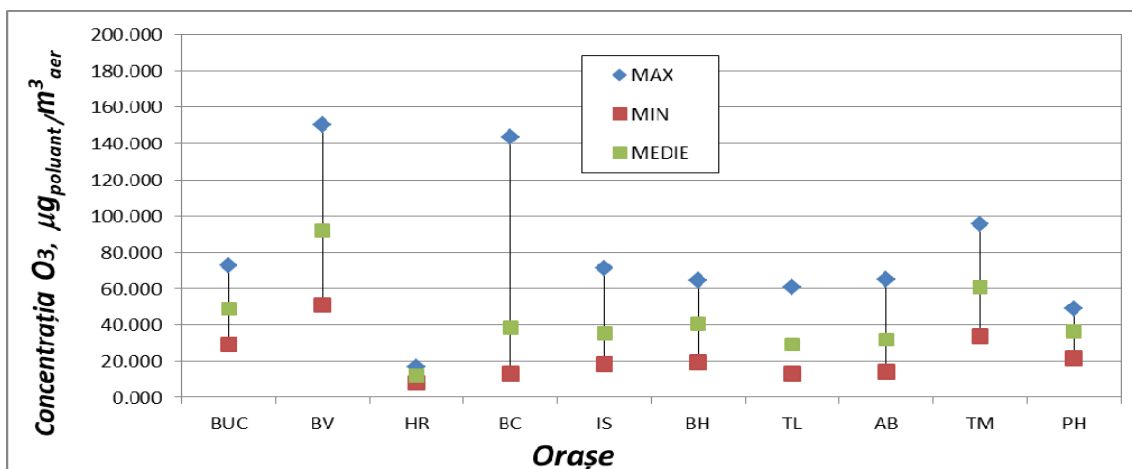


Fig 7. Valorile concentrațiilor de O<sub>3</sub> din județele studiate

Cea mai mare valoare medie a concentrațiilor de  $O_3$  s-a înregistrat în județul Brașov ( $91,74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pe când cea mai mică valoare se regăsește în județul Harghita ( $12,19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). În urma analizelor putem spune că, concentrațiilor de  $NO_x$  cu valorile concentrațiilor de  $O_3$  sunt invers proporționale, acest aspect fiind general valabil pentru fiecare județ studiat.

În Fig. 8 sunt reprezentate valorile concentrațiilor de  $PM_{10}$  unde și de această dată valoarea medie a concentrațiilor nu a depășit în niciun oraș jumătate din valoarea maximă admisibilă, iar valoarea medie are o tendință descendentă.

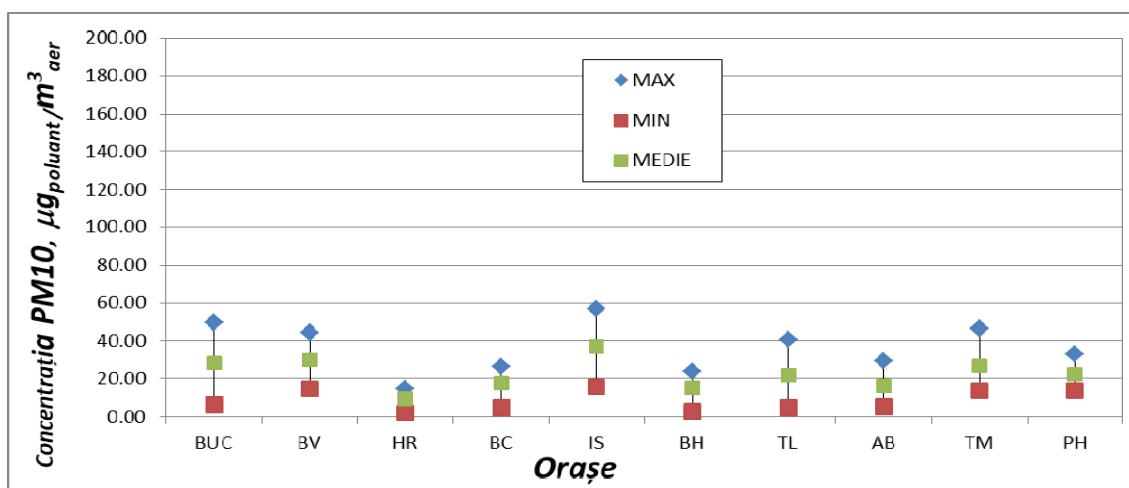


Fig. 8. Valoriile concentrațiilor de  $PM_{10}$  din județele studiate

De asemenea se poate observa că cea mai mare valoare medie a concentrațiilor de  $PM_{10}$  se găsește la nivelul județului Iași ( $37,22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Valorile concentrațiilor au fost înregistrate în orașul Iași, stația de monitorizare fiind situată în centrul acestuia.

## 6. Corelația între concentrațiile celor trei specii poluante

În acest capitol sunt evidențiate grafice cu variația simultană a concentrațiilor celor trei poluanți. Această analiză a fost realizată pentru orașul București deoarece acesta este una dintre cele mai poluate capitale la nivel European, iar la nivelul țării noastre are cea mai mare densitate privind numărul de locuitori.

În urma analizei grafice a valorilor concentrațiilor pentru:  $NO_x$ ,  $O_3$ ,  $PM_{10}$  la nivelul orașului București, se pot observa următoarele aspecte: Valorile concentrațiilor de  $NO_x$  sunt invers proporționale cu valorile concentrațiilor de  $O_3$  (Fig. 9). Ecuația polinomială pentru valorile concentrațiilor de  $O_3$  în funcție de  $NO_x$  este următoarea:

$$C_{O_3} = -4E - 0,6C_{NO_x}^4 + 0,0009C_{NO_x}^3 - 0,0601C_{NO_x}^2 + 1,3361C_{NO_x} + 47,533 \quad (1)$$

Valorile concentrațiilor de  $O_3$  sunt direct proporționale cu valorile concentrațiilor de  $PM_{10}$  (Fig.10), curbele de variație având reprezentarea grafică



asemănătoare. Ecuția polinomială pentru valorile concentrațiilor de  $O_3$  în funcție de  $PM_{10}$  este următoarea:

$$C_{O_3} = -4E - 0.6C_{PM_{10}}^4 - 8E - 0.5C_{PM_{10}}^3 + 0.0206C_{PM_{10}}^2 - 0.4006C_{PM_{10}} + 48.368 \quad (2)$$

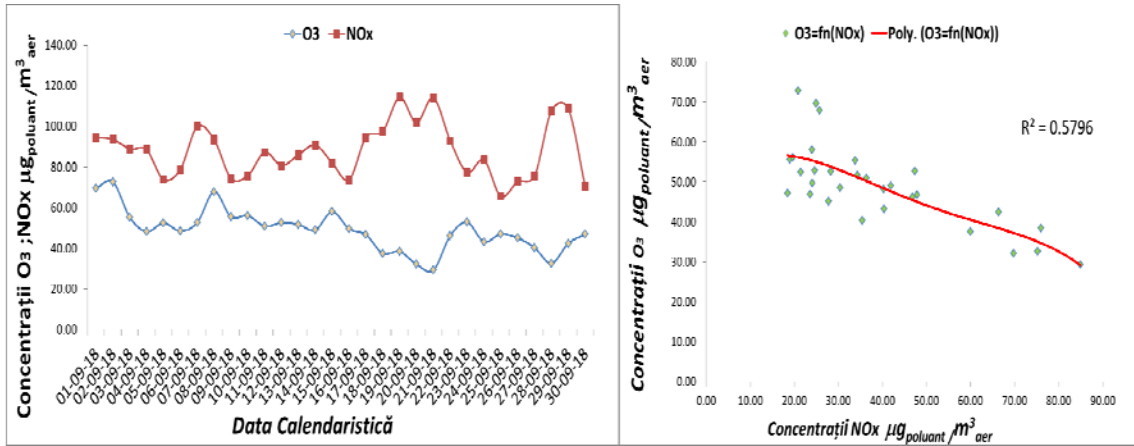


Fig. 9. Valorile concentrațiilor de  $O_3$  în funcție de  $NO_x$

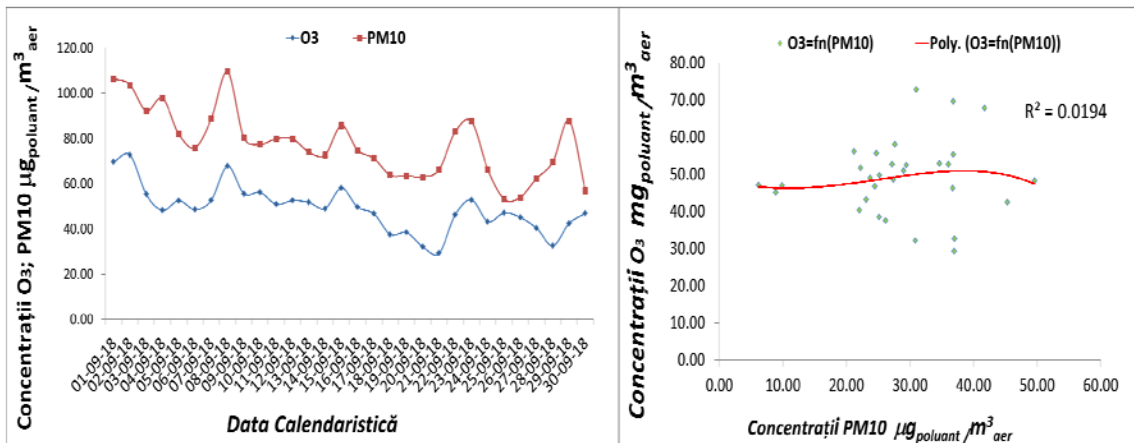


Fig. 10. Valorile concentrațiilor de  $O_3$  în funcție de  $PM_{10}$

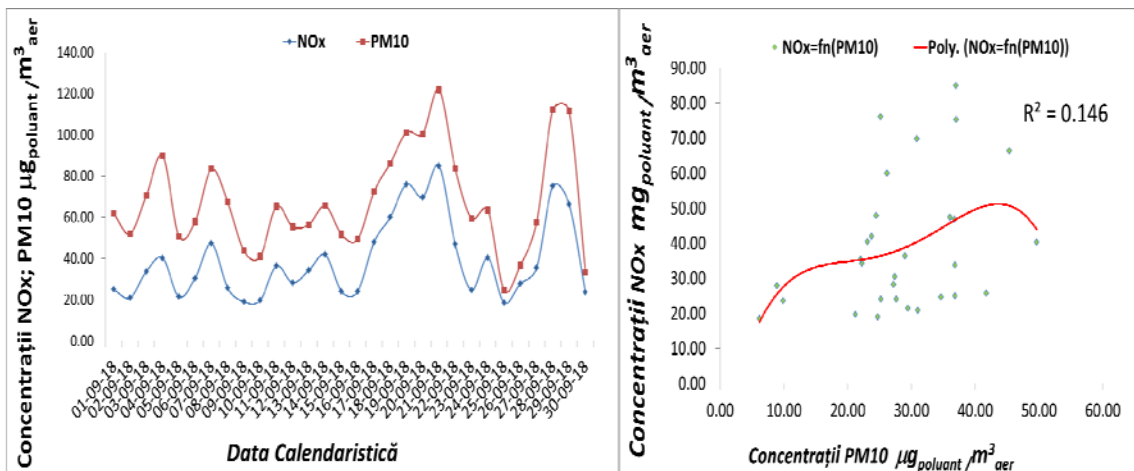


Fig. 11. Valorile concentrațiilor de  $O_3$  în funcție de  $PM_{10}$

Valorile concentrațiilor de  $\text{NO}_x$  sunt direct proporționale cu valorile concentrațiilor de  $\text{PM}_{10}$  (Fig. 11), ajungând să aibă un caracter asemănător de variație. Ecuația polinomială pentru valorile concentrațiilor de  $\text{NO}_x$  în funcție de  $\text{PM}_{10}$  este următoarea:

$$C_{\text{NO}_x} = -0.0001C_{\text{PM}_{10}}^4 + 0,0136C_{\text{PM}_{10}}^3 - 0,518C_{\text{PM}_{10}}^2 + 8,5901C_{\text{PM}_{10}} - 18,738 \quad (3)$$

## 7. Concluzii

Lucrarea, prezintă gradul de poluare privind concentrațiile poluanților atmosferici și diferențele acestora între orașele studiate, existente la ora actuală în mediile urbane din România.

S-au evidențiat depășiri ale limitelor maxime admisibile pentru fiecare poluant studiat, în mai multe orașe.

De asemenea s-au evidențiat orașele, Oradea, Miercurea-Ciuc, și București ca fiind cele mai poluate cu  $\text{NO}_x$ , orașele Brașov, Timișoara și Onești, cele mai poluate cu  $\text{O}_3$ , iar orașe precum Iași și București fiind cele mai poluate cu  $\text{PM}_{10}$ .

Cu toate că valorile concentrațiilor ale poluanților analizați au depășit limita maximă admisibilă la niciunul dintre aceștia, valoarea medie nu a depășit în niciun oraș jumătatea din valoarea maximă admisibilă, valoarea medie având o tendință descendentă.

Calitatea aerului, trebuie să fie obiectivul principal în fiecare zonă a mediilor urbane, dat fiind faptul că majoritatea populației trăiește în aceste zone și astfel, calitatea aerului este direct influențată de gradul de poluare.

## Referințe

- [1] *Hans Bruyninckx*, „Europe’s environment: the power of data and knowledge”, European environment agency, 2018;
- [2] „European Environment Agency”, <https://www.eea.europa.eu/ro>.
- [3] *Hans Bruyninckx*, „Cleaner air benefits human health and climate change”, European environment agency, 2017;
- [4] <http://www.calitateaer.ro>, CalitateaAer, Rețeaua Națională de Monitorizare a Calității Aerului;
- [5] <https://www.who.int/airpollution/ambient/health-impacts/en/>;
- [6] European Environment Agency, „Air quality in Europe –2017 report”, 2017, p. 55;
- [7] European Environment Agency, „Air quality in Europe –2013 report”, 2013, p. 17;
- [8] *Tudorachi C. Lucia*, „Poluanți majori ai mediului: Soluții comune în științele vieții, științele sociale și cele tehnice, Teză de doctorat, Universitatea „Al. I. Cuza” din Iași;
- [9] *Anca Suciu și Tiberiu Rusu*, „Considerații privind sistemele de monitorizare ale emisiilor provenite din traficul rutier urban”, *Analele Universității „Constantin Brâncuși” Tg. Jiu, Seria Inginerie*, Nr. 3/2011.