

A wide-angle photograph of an industrial area, likely a steel mill, with several tall smokestacks and large buildings. In the foreground, there is a dirt path, some greenery, and a railway track curving to the left. The sky is clear and blue.

**UNIVERSITATEA DIN BUCUREȘTI
FACULTATEA DE GEOLOGIE ȘI GEOFIZICĂ**

**STUDIUL GEOCHIMIC AL POLUANȚILOR SOLIZI DIN
ATMOSFERA ZONELOR INDUSTRIALE ALE ORAȘULUI IAȘI, CU
PRIVIRE SPECIALĂ ASUPRA REPARTIȚIEI METALELOR GRELE**

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

**COORDONATOR ȘTIINȚIFIC
PROF.DR. MATEI LUCIAN**

**DOCTORAND
CURCĂ GEANINA**

2011

CUPRINS

Cuvânt înainte

CAP. I CARACTERISTICI GEOGRAFICE ALE MUNICIPIULUI IAȘI

I.1 Așezare și relief	4
I.2 Rețeaua hidrografică	5
I.3 Flora și vegetația	5
I.4 Solul	5
I.5 Caracteristici privind clima	5

CAP. II GEOLOGIA REGIUNII

II.1 Platforma Moldovenească	7
II.2 Formațiunile geologice și alcătuirea litologică	8

CAP. III PROVENIENȚA PRAFULUI CITADIN

III.1 Surse naturale de proveniența a prafului: emisii naturale de praf în municipiul Iași	9
III.2 Surse antropice de proveniența a prafului: emisii antropice de praf în municipiul Iași	11

CAP. IV ANALIZA MINERALOGICĂ ȘI DIFRACTOMETRICĂ A PROBELOR COLECTATE

1. Analiza mineralogică a pulberilor colectate	12
2. Analiza difractometrică de raze X a particulelor prăfoase colectate	16

CAP. V GEOCHIMIA PRAFULUI CITADIN

Rezultate analitice	17
---------------------	----

CAP. VI IMPACTUL POLUĂRII CU METALE GRELE ASUPRA MEDIULUI

VI.1 Impactul poluării asupra solului	24
VI.2 Impactul poluării cu praf asupra apelor de suprafață	26

CAP. VII EFECTELE POLUĂRII CU METALE GRELE ASUPRA

ORGANISMULUI UMAN	27
-------------------	----

CONCLUZII	31
-----------	----

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ	34
------------------------	----

Studiul geochimic al poluanților solizi din atmosfera zonelor industriale ale orașului Iași, cu privire specială asupra repartitiei metalelor grele

Cuvânt înainte

Metalele grele se întâlnesc în mediul ambiant în mod natural sau supraadăugat din surse artificiale care derivă în principal din următoarele activități: termocentrale și alte instalații de ardere a combustibililor solizi și lichizi, circulația rutieră prin gazele de eșapament, prin evaporarea benzinei sau ca urmare a manipulării improprie.

Ca atare este foarte utilă cunoașterea conținutului metalelor grele din pulberile atmosferice urbane, pentru a stabili cu precizie gradul de poluare și eventualele măsuri care se pot lua în vederea diminuării efectelor poluării sau reabilitării zonelor afectate. Studiul geochimic al poluanților solizi din atmosfera zonelor industriale ale municipiului Iași va permite punerea în evidență a eventualelor valori care depășesc pragurile de alertă și intervenția autorităților pentru efectuarea lucrărilor de remediere și de eliminare sau diminuare a surselor generatoare de emisii poluante.

În acest studiu am încercat să determin gradul de poluare atmosferică a orașului Iași, în special în zonele industriale, până în acest moment neefectuându-se nici un studiu cu privire la poluarea atmosferică cu metale grele în zonă. În ceea ce privește gradul de poluare cu metale grele a solurilor din municipiu Iași a fost efectuat un studiu la care am participat coordonat de Facultatea de Geografie și Geologie, Universitatea Al. I. Cuza, Iași, studiu ce s-a finalizat cu editarea *Atlasul geochimic al metalelor grele din solurile municipiului Iași și împrejurimi*.

Pentru realizarea analizelor mineralogice și geochimice am utilizat aparatura tehnică din dotarea laboratoarelor Catedrei de Mineralogie a Facultății de Geologie și Geofizică, Universitatea București (lupă binoculară, microscop cu lumina polarizantă, difractometru de rază X) și Catedrei de Geochimie a Facultății de Geografie și Geologie, Universitatea Al.I. Cuza Iași (spectrometru de raze X).

CAP I. CARACTERISTICI GEOGRAFICE ALE MUNICIPIULUI IAȘI

1. Așezare

Din punct de vedere geografic, municipiul Iași este situat în nord-estul României (fig. 1.1), la $47^{\circ} 10'$ latitudine nordică și $27^{\circ} 53'$ longitudine estică, în Câmpia Moldovei pe râul Bahlui, la o distanță de 15 km de râul Prut, granița cu Republica Moldova.



Fig. 1.1. Așezarea geografică a municipiului Iași

Relief

Ca înfățișare, relieful se prezintă sub forma unor serii de coline domoale înșirate pe stânga văii Bahluiului și de dealuri și platouri mai impunătoare, aparținând Coastei Iașilor, pe dreapta acestei văi. Orașul Iași este legendara urbe a celor 7 coline Cetățuia, Galata, Copou-Aurora, Bucium-Păun, Șorogari, Repedea și Breazu, cu altitudini variind între 40 m în Lunca Bahluiului și 404 m pe Dealul Păun și Dealul Repedea.

I.2 Rețeaua hidrografica

Teritoriul municipiului Iași prezintă un potențial hidric variat, constituit din ape subterane (minerale și dulci) și din ape de suprafață curgătoare: râul Bahlui, pârauri (afluenții Bahluiului) și lacuri. Afluenții Bahluiului din sud sunt Nicolina, Manta Roșie, Vămeșoia iar din nord sunt Reditu, Podgoria Copou, Cârliș și Ciriș.

I.3 Flora și vegetația

În municipiul Iași există o suprafață totală de zonă verde de cca 660 ha formată din grădini de cartier, scuaruri, grădini de fațadă, plantații stradale, fâșii plantate și platbande, spații verzi aferente unităților economice, de învățământ, sanitare. Orașul este înconjurat de o perdea forestieră însumând cca 400 ha, care oferă condiții de agrement. Suprafața de spațiu verde ce revine unui locuitor din municipiul Iași este de 20,6 m² ceea ce corespunde normelor impuse de O.U.G. 114/2007.

I.4 Solul

Pe colinele joase din nordul Bahluiului și vestul Nicolinei predomină *molisolurile reprezentate prin cernoziom*, pe coasta Buciumului și platoul înalt Repedeș –Păun *argiluvisolurile reprezentate prin soluri cenușii brune și brune luvice*, pe șesul Bahluiului și văilor afluențe au o largă dezvoltare solurile *hidro-halomorfe*, iar pe versanți rolul preponderent îl dețin *solurile slab evaluate*.

I.5 Caracteristici privind clima

Clima prezintă un caracter continental pronunțat, fiind influențată de masele de aer cu proveniență răsăriteană; iernile sunt geroase, iar verile călduroase. . Din punct de

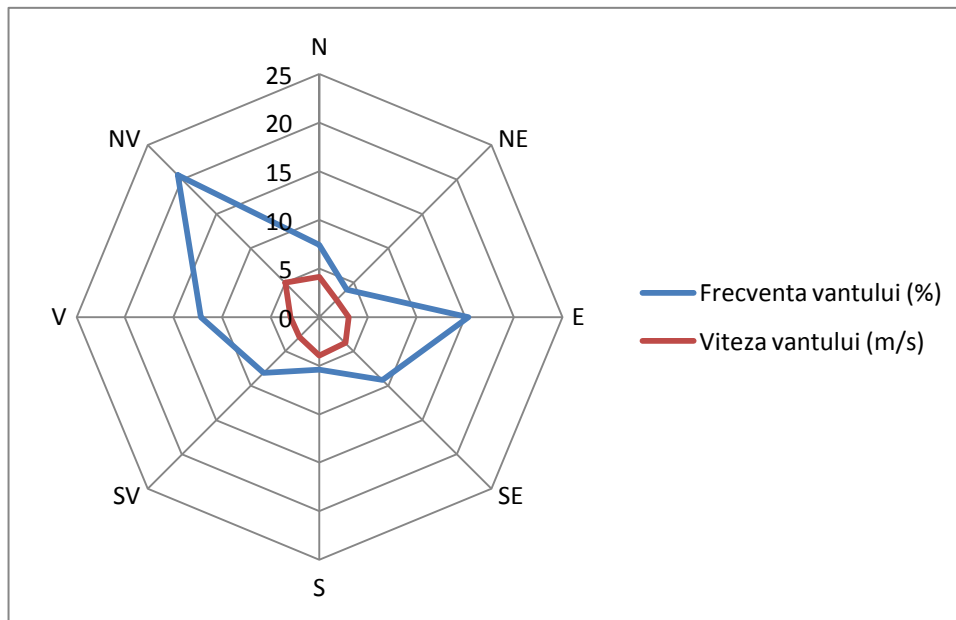
Studiul geochemic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi, cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele

vedere al poziției latitudinale, municipiul Iași este situat în dreptul paralelei de $47^{\circ} 10'$ N, unde razele solare formează cu suprafețele orizontale ale reliefului unghiuri de incidență între $19^{\circ} 23'$ și $66^{\circ} 17'$. Variația de aproape 47° (exact $46^{\circ} 54'$) este prima cauză a diferențelor mari de temperatură a aerului între iarnă și vară, în zona municipiului Iași.

Complexitatea suprafeței active formată din clădiri, piețe, parcuri și rețea de străzi orientate diferit, modifică substanțial direcția vântului, micșorându-i viteza în medie cu 2-4 m/s, iar frecvența calmului atmosferic înregistrează o creștere semnificativă față de valorile înregistrate în zona periferică. Pentru municipiul Iași sunt dominante vânturile de Nord-Vest și cele de Est.

Tab.1.1 Frecvența și viteza vântului pe direcții la Iași (www.apmis.ro)

FRECȚ (%) ȘI VITEZA VANTULUI PE DIRECTII LA IASI (1961-2010)									
	N	NE	E	SE	S	SV	V	NV	CALM
%	7,4	4	15,3	9,2	5,4	8,1	12,2	20,6	17,8
m/s	4,1	2,5	3	3,8	4	2,9	3	5	



**Studiul geochimic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi,
cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele**

Fig.1.2 *Frecvența și viteza medie a vântului (date furnizate de CENTRUL DE METEOROLOGIE Iași)*

CAP. II GEOLOGIA REGIUNII

1. PLATFORMA MOLDOVENEASCA

Din punct de vedere geologic, teritoriul aferent municipiului Iași este situat în partea central-estică a Platformei Moldovenești și reflectă întru totul ansamblul structural în care se integrează. Este situată în fața Carpaților Orientali, fiind cea mai veche unitate de platforma de pe teritoriul României.

Studiul geochemic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi, cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele

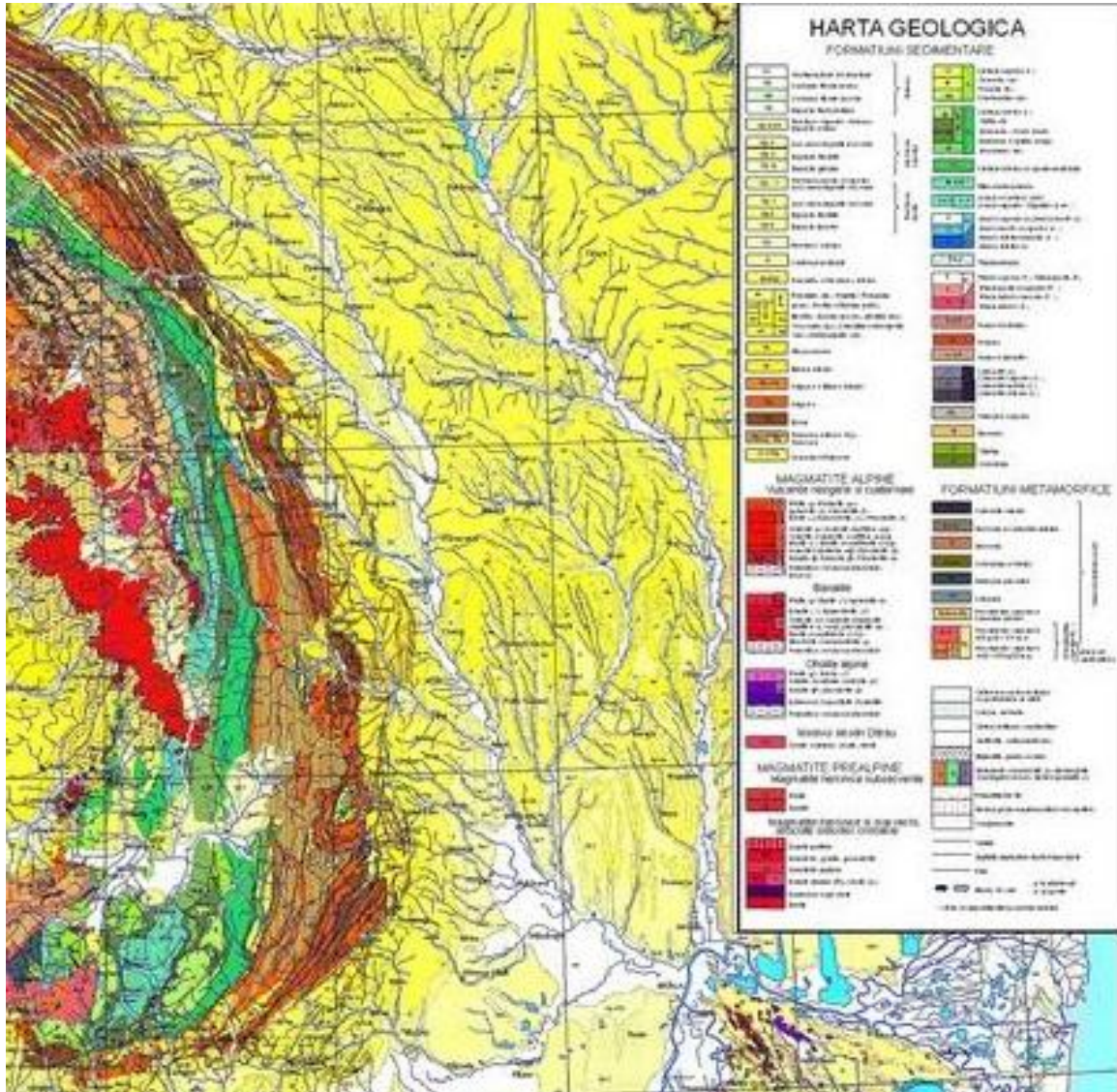


Fig. 2.2 Harta geologică a Platformei Moldovenești (detaliu extras din Harta Geologică a României, 1:1 000 000, I.G.R., 1978)

Platforma Moldoveneasca este cuprinsa între:

- în partea de **est si nord** – *frontiera de stat* (sunt limite formale în sensul ca structura geologica are continuitate spre nord si est de frontiera);
- în partea de **vest** – *falia pericarpatica*, care delimiteaza platforma de molasa pericarpatica (Pânza subcarpatica). La suprafața poate fi urmarita, de la nord la sud, pe aliniamentul localitaților Vicov (pe râul Suceava), Solca, Paltinoasa (pe râul Moldova), Tg.Neamț, Buhusi (pe râul Bistrița). Spre vest se afunda sub zona de orogen, fiind

Studiul geochemic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi, cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele

verificata cu foraje executate din zona flisului carpatic, la Putna (un afluent de dreapta al Sucevei), Frasin (pe râul Moldova), Cujeștii (afluent al Bistriței);
- în partea de **sud** – *falia Falciu-Plopana*.

II.2 Formațiunile geologice și alcătuirea litologică

Cea mai veche formațiune geologică, respectiv soclul Platformei Moldovenești, care se întâlnește în fundamentul orașului, este de vârstă precambriană. Ea este constituită din șisturi cristaline, îndeosebi gnaise cu intruziuni de granite și granite-gnaise.

Aceasta a fost explorată pe o grosime de 270,4 m constatându-se că este asemănătoare cu cea de tip podolic din "masivul ucrainean" și cu cea dobrogeană de la Palazu Mare (Constanța)

Peste fundamental cristalin Precambrian urmează o cuvertură transgresivă de depozite de vârstă vendian-ordoviciană, groasă de 518,9 m alcătuită din gresii argiloase și șisturi argiloase. În continuare s-au depus formațiuni siluriene groase de 245,45m reprezentate prin alternanțe de gresii calcaroase și argiloase, cu intercalații de șisturi argiloase. Mai apar și unele orizonturi de pietrișuri mărunte din cuațite și un strat subțire de tufit (0,15m).

Peste stratele siluriene găsim păturile cretacee cu o grosime de 27,07 m, formate din calcare gresoase glauconitice, calcare cretoase și marne, precum și un nivel detritic greso- microconglomeratic sub formă de oolite și pelete, cu concentrații minereice de fosfați.

Depozitele marine de la partea superioară a cuverturii aparțin ultimului ciclu de sedimentare neogenă și sunt de vârstă badenian- sarmațiană. Cele badeniene ce apar transgresiv peste cretacic sunt formate din alternanțe de gresii calcaroase, argile și marne. Peste ele se găsesc depozite de vârstă bugloviană formate dintr-o alternanță de marno-calcare și nisipuri marnoase. Deasupra acestora s-a depus un pachet de șisturi marnoase, fin nisipoase de vârstă volhiniană peste care urmează sedimente basarabiene, alcătuite la

Studiul geochimic al poluanților solizi din atmosfera zonelor industriale ale orașului Iași, cu privire specială asupra repartitiei metalelor grele

partea inferioară dintr-un complex de roci argiloase și marne cu filme de nisipuri fine. Totalitatea acestora este cunoscută în literatura de specialitate sub numele de ”argilele de Ungheni” sau ”stratele cu *Cryptomactra pesanseriis*”.

Cele mai noi depozite ce apar pe acest teritoriu sunt cele de terase, cu grosimi de 10-30 m, formate din nisipuri și pietrișuri în bază, argile și luturi leossoide la partea superioară. La acestea se adaugă aluviuni din șesul Bahluiului și din cele ale afluenților săi, precum și argilele și luturile nisipoase.

CAP. III PROVENIENȚA PRAFULUI CITADIN

1. Surse naturale de proveniența a prafului: emisii naturale de praf în municipiul Iași

Cauzele producerii prafului și pulberilor sunt în principal de natură mecanică și fizică și secundar de natură chimică și biotică. Intensitatea dezagregării rocilor preexistente, de orice natură genetică, este o consecință a energiei de relief, a factorilor climatici, a compoziției și structurii materialului supus acestor transformări.

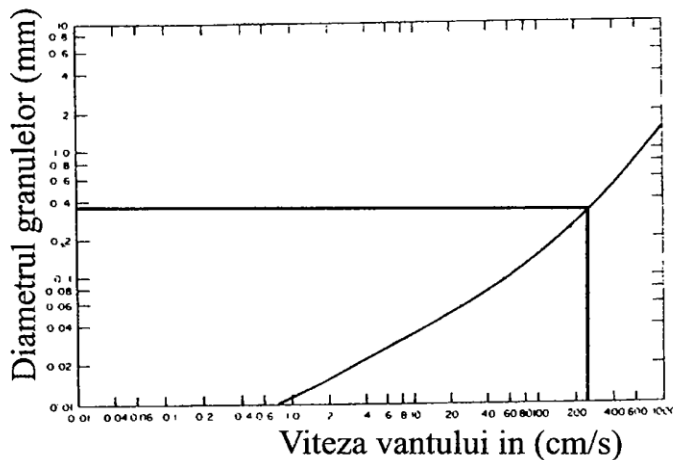


Fig. 3.1 Raportul dintre viteza vântului și diametrul particulelor de cuarț (după Tsor și Pye 1987)

**Studiul geochemic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi,
cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele**

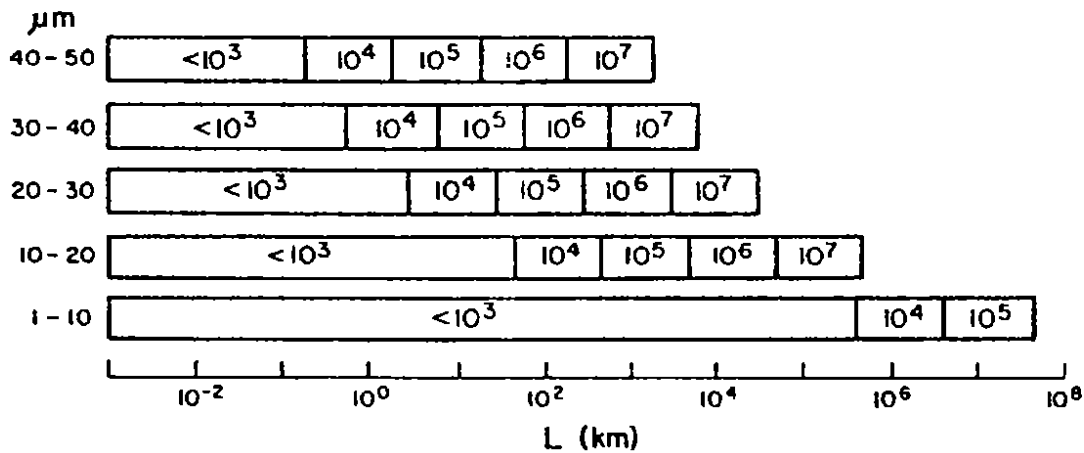


Fig.3.2. Distanța maximă pe care o pot parcurge clastele de cuarț de diferite granulometrii functie de turbulența aerului, pentru o viteză de 15m/s a vântului (după Tsor și Pye 1987)

III.2 Surse antropice de provenienta a prafului: emisii antropice de praf în municipiul Iași

Principalii poluatori industriali din municipiul Iasi sunt:

Tab. 3.1 Principalii poluatori industriali din Iași

Surse de emisie	Activitate principala	2006(t)	2007(t)	2008(t)	2009(t)
Trafic auto	Transport rutier	326	142,4	230,4	91,3
SC CET II Hoboca	Producerea de energie	85	82,2	71,15	25,24
SC Arcelor	metalurgie	15,8	14,85	8,8	13,27

**Studiul geochemic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi,
cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele**

Mittal SA					
SC CET I Iași	Producerea de energie	23	9,44	22,04	22,18
SC. Lucrări drumuri și poduri SA	Instalatii asfalt pe baza de bitum	2,8	8,2	6,94	4,78
SC Ceramica SA	Productia de ceramica	5,7	7,6	8,8	9,37
SC Carpat Beton Iasi SRL	producerea de betoane, sape si mortare				
SC Casa Lebada SRL	producerea vopselelor				
SC EURO CASTING SRL	Topitoria metalelor neferoase, turnarea fontei si otelului				
SC TEHNOSTEEL LBR SRL	producator de banda laminata la rece, tevi sudate longitudinal si profile				

Conform raportului din 2010 a Agentiei pentru Protectia Mediului Iasi(www.apmis.ro)

**CAP. IV ANALIZA MINERALOGICĂ ȘI DIFRACTOMETRICĂ A PROBELOR
COLECTATE**

1. Analiza mineralogică a pulberilor colectate

Studiul geochimic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi, cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele

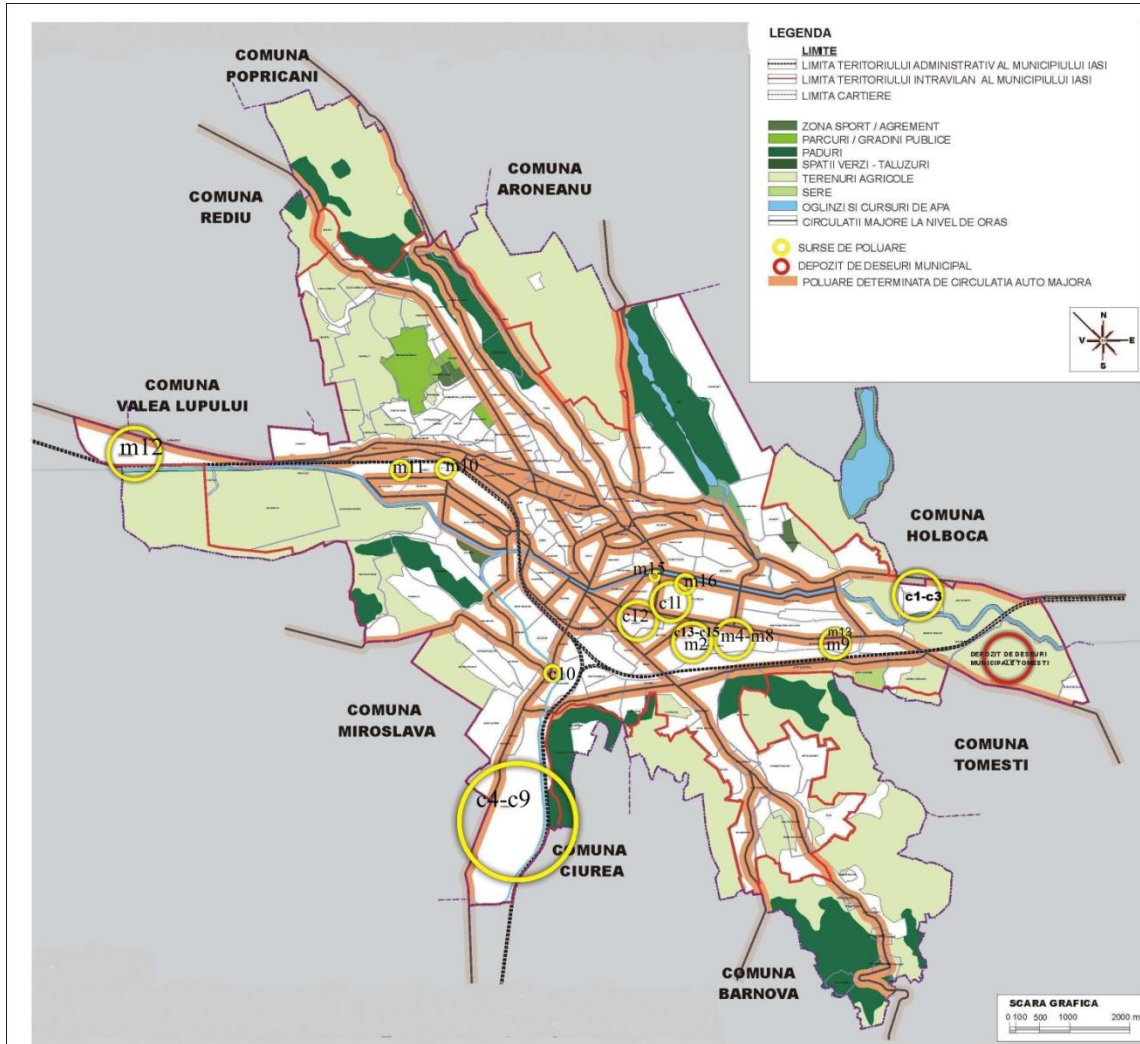


Fig.4.1 Harta cu punctele de probare

Prelevarea probelor s-a efectuat în 2 sesiuni: august 2009 și aprilie 2010 în zonele industriale ale municipiului Iași.

În municipiul Iași se pot distinge următoarele platforme industriale:

- In partea de sud se află platforma vechiului Combinat de Utilaj Greu (CUG) actuala SC Fortus SA ce are ca obiect de activitate producerea și turnarea oțelului și a fontei; utilajelor grele pentru oțelării, utilaje pentru industria extractoare de

Studiul geochimic al poluanților solizi din atmosfera zonelor industriale ale orașului Iași, cu privire specială asupra repartitiei metalelor grele

minereu, utilajelor pentru industria construcțiilor și utilaje pentru industria constructoare de mașini.

În partea estică a municipiului putem distinge platforma industrială unde își au sediul următoarele firme:

- SC Lucrări de drumuri și poduri SA ce are ca obiect de activitate instalații asfalt pe baza de bitum;
- SC CET I și CET II SA – producere de energie
- SC CASA LEBADA SRL - producerea vopselelor
- SC CARPAT BETON IASI SRL produce și comercializează betoane, șape și mortare
- SC TEHNOSTEEL LBR SRL- producător de bandă laminată la rece, țevi sudate longitudinal și profile
- SC MOLDOPLAST S.A. produce tuburi din PVC cu perete profilat; plăci din PVC
- SC EURO CASTING SRL ce are ca obiect de activitate topitoria metalelor neferoase, turnarea fontei și oțelului
- SC CERAMICA IAȘI SA- industria ceramicii
- SC ARCELOR MITTAL SA –industria metalurgică

În partea vestică a municipiului Iași putem distinge fabrica de medicamente SC Antibiotice Iași SA.

Analiza mineralogică - metoda și rezultate

Analiza mineralogică s-a realizat în cadrul Catedrei de Mineralogie a Facultății de Geologie și Geofizică, Universitatea București. Pentru această analiză am utilizat lupa binoculară iar apoi am înglobat pulberile de praf în glicerină și le-am analizat la microscopul Olympus. Probele au fost sitate iar pentru analize a fost aleasă fracțiunea cea mai mică (<0,63 mm).

În urma analizării secțiunilor subțiri la microscop am putut observa o serie de minerale aparținând fracției ușoare (minerale cu greutatea specifică mai mică decât

Studiul geochemic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi, cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele

greutatea specifică a bromoforului 2,8-2,9) cum ar fi: cuarțul, calcitul, muscovitul, feldspați. Pe lângă aceste minerale s-a putut constata și prezența fragmentelor vegetale, sticle și fibre textile ca rezultat al activității antropice.

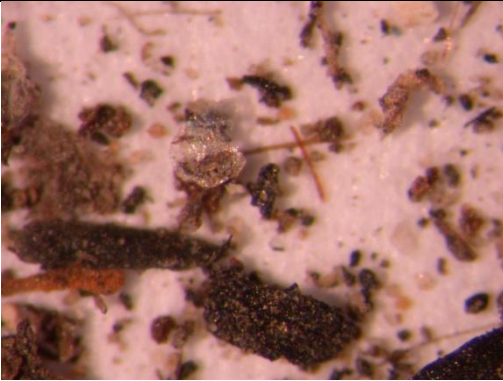


Fig.4.2 Fragmente de mica (M2)

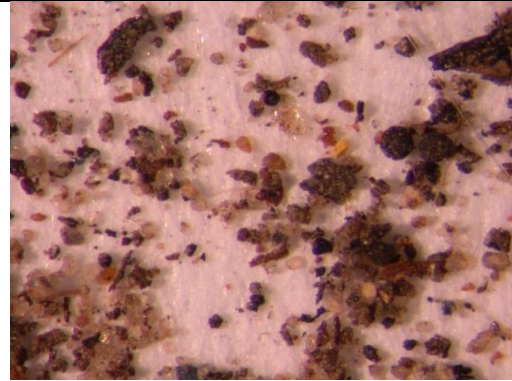


Fig. 4.3 Cuarț, mică (M4)

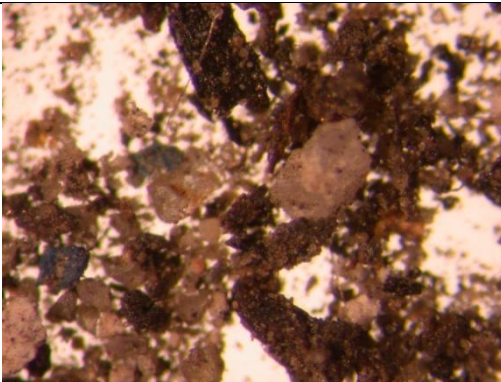


Fig.4.4 Granoclaste de cuarț, resturi organice(C3)

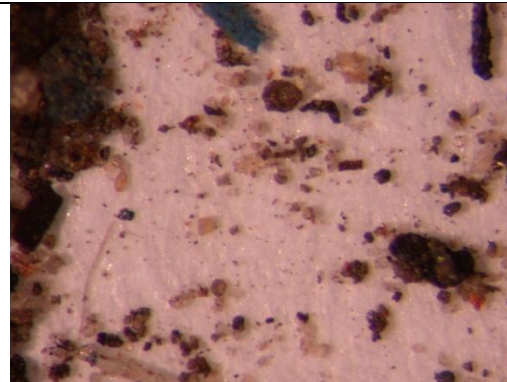


Fig. 4.5 fragmente de vegetație și resturi organice(C2)

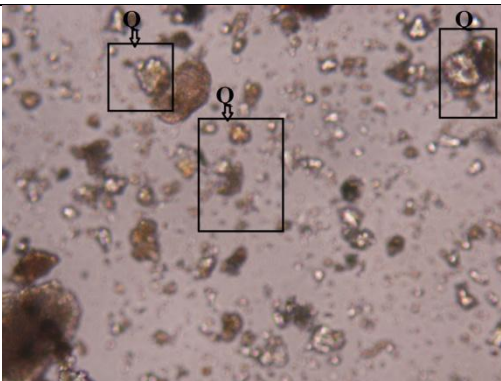


Fig4.16 Granoclaste de cuarț (NII, x120)

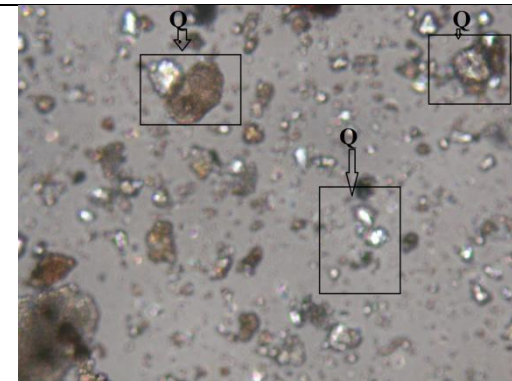
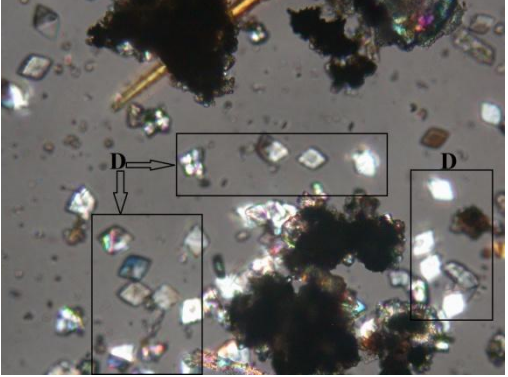
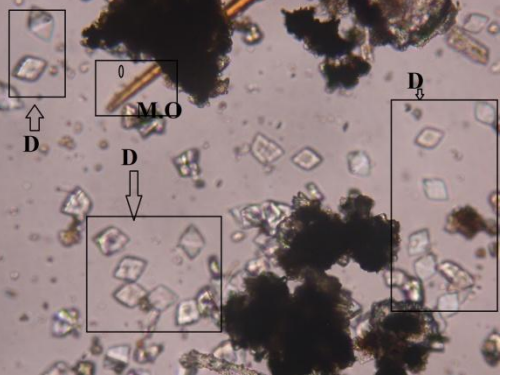
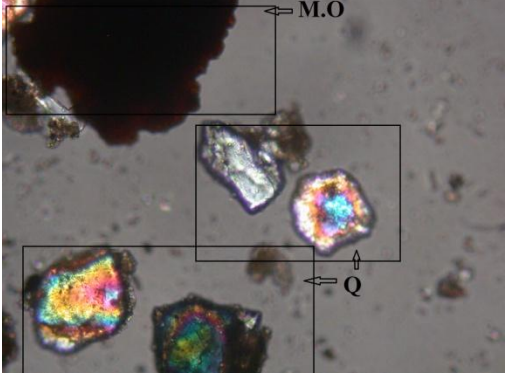
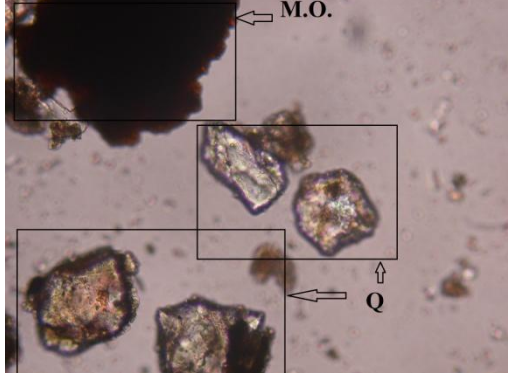


Fig4.17 Granoclaste de cuarț (N +, x120)

Studiul geochemic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi, cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele

	
<p>Fig 4.18 Cristale de dolomit (N+, x120)</p>	<p>Fig 4.19 Cristale de dolomit (NII, x120)</p>
	
<p>Fig 4.24 Cristale de cuarț, materie organică (N +, x120)</p>	<p>Fig 4.25 Cristale de cuarț, materie organică (NII, x120)</p>

IV.2 Analiza difractometrică de raze X a particulelor prăfoase colectate

Analiza difractometrica de raze X a probelor colectate in august 2009 si aprilie 2010 s-a realizat cu ajutorul difractometrului de raze X din cadrul Facultatii de Geologie si Geofizica, Universitatea Bucuresti X'PERT MPD PAN utilizand radiatie Cu K α la 40 kV si 40 mA. Scanările au fost efectuate de 2° la 120° (2 θ) marimea pasului 0.02, timpul pasului 30 sec.

In urma analizelor difractometrice asupra probelor am putut stabili următoarele:

Studiul geochemic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi, cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele

- Principalele minerale care au fost identificate cu ajutorul difractometriei sunt cuarțul, feldspatii si carbonatii(calcit si dolomit) ce se regasesc in majoritatea probelor analizate;
- Muscovitul apare in unele probe ;
- in 5 probe din cele 28 probe am putut constata prezenta zincitul(ZnO). Zincitul apare in probele recoltate pe platforma industriala sudica (SC Fortus SA ce are ca obiect de activitate metalurgia si topitoria de metale feroase).

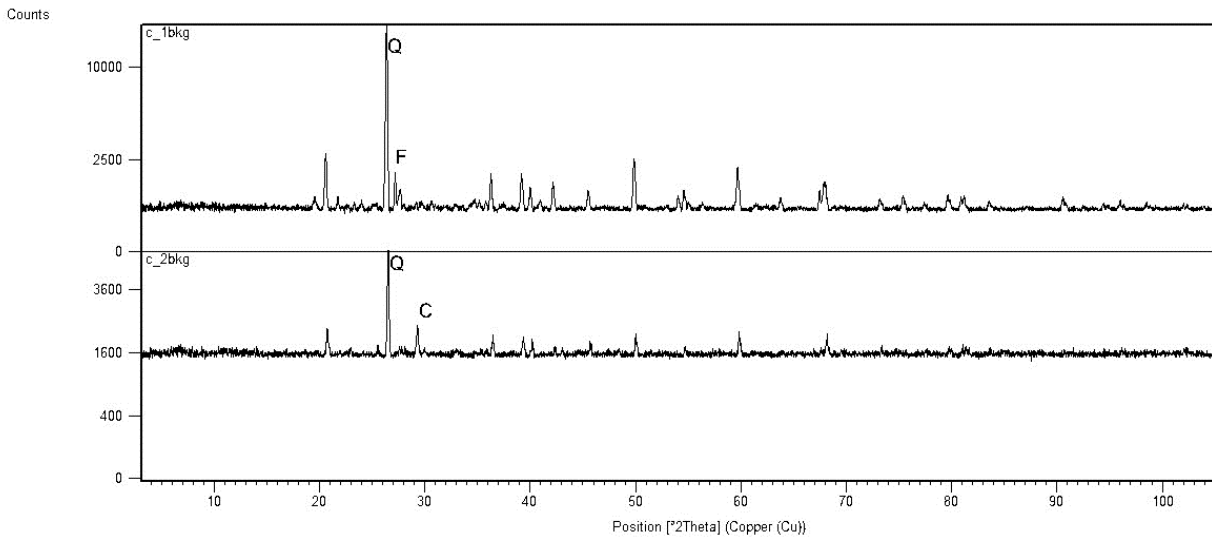


Fig 4.32 Probele C1 și C2 platforma estică (Q- cuarț, F-feldspați, C- calcit)

Studiul geochimic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi, cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele

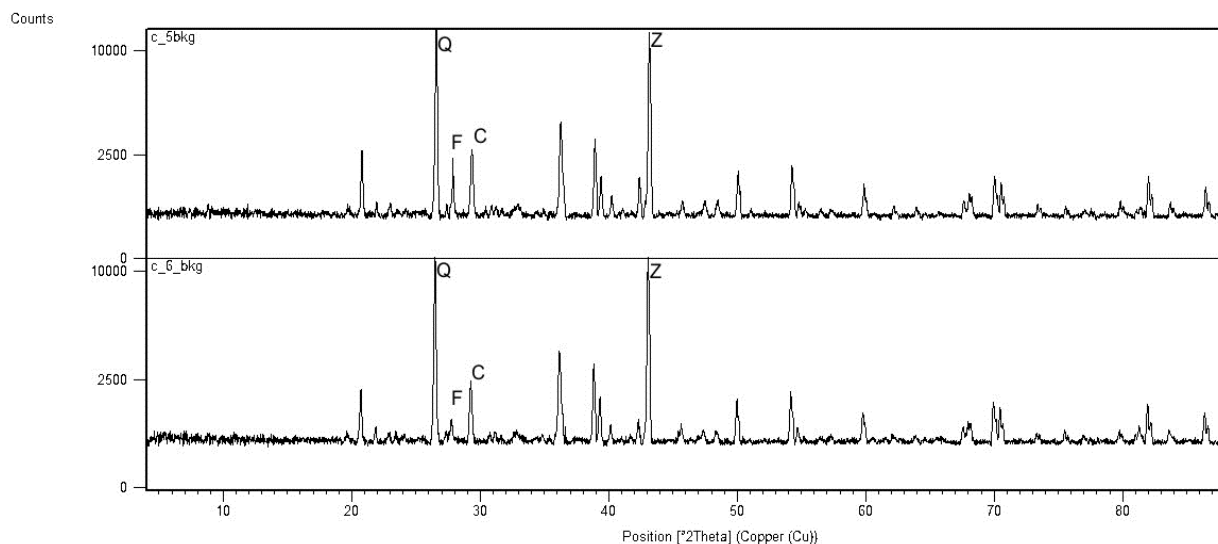


Fig.4.34 Probele C5 și C6 platforma sudică (Q- cuarț, F-feldspați, C- calcit, Z- zincit)

CAP. V GEOCHIMIA PRAFULUI CITADIN

Analizele probelor recoltate în cele două sesiuni august 2009 și mai 2010 au fost efectuate cu un spectrometru EDXRF Epsilon 5. Binderul folosit a fost C_2H_2 , la un raportul probă:binder de 4:1, atât pentru etaloane cât și pentru probele analizate. Omogenizarea s-a realizat timp de 15 minute, folosind o moară cu bile de agat. Etalonarea s-a realizat cu 34 geostandarde de soluri, aluviuni și roci (SO_{1-4} , RT, RTH, GSD and LKSD, STSD, JA, JP, JR etc). Pentru Zn s-au utilizat și etaloane de ZnS și ZnO, cu concentrații de 1, 5, 10 și 20% Zn. Timpul de expunere a fost de 50s cu excepția As, pentru care s-a ales un timp de expunere mai mare, de 100s.

**Studiul geochimic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi,
cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele**

Studiul geochimic al poluanților solizi din atmosfera zonelor industriale ale orașului Iasi, cu privire specială asupra repartitiei metalelor grele

Rezultate analitice

Tab 5.1 Tabelul conținuturilor în metale grele a probelor analizate ($\mu\text{g/g}$)

Nr. crt	Proba	Locul prelevării	Fe	Mn	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Pb	As
1	C1	Platforma estica (CET I S.A)	8,01	0,15	374,2	35,6	165,5	167,8	106011	1641	48,2
2	C2	Platforma estica(CET I S.A)	27,67	0,22	288,3	98,8	24,2	72,4	1637	718,3	sld
3	C3	Platforma estica(CET II S.A)	4,02	0,09	133,6	13,6	32,6	91,7	1617	2770,8	sld
4	C4	Platforma sudica(FORTUS SA)	6,14	0,1	283,8	21,2	45,8	115,1	25153	2605,7	19,1
5	C5	Platforma sudica (FORTUS SA)	7,47	0,13	329,2	31,2	162,2	162,3	105204	1491,2	56,6
6	C6	Platforma sudica (FORTUS SA)	6,82	0,12	385,6	28,9	143	159,7	101878	1493,4	42,5
7	C7	Platforma sudica (FORTUS SA)	7,74	0,15	271,2	30,3	143,5	127,6	114690	1540,9	57,4
8	C8	Platforma sudica (FORTUS SA)	8,83	0,15	292,1	36,1	166,4	141,6	121618	2047,9	65,5
9	C9	Platforma sudica (FORTUS SA)	5,69	0,1	170,6	20,2	71,6	137,1	24819	1011,5	11,6
10	C10	Platforma sudica (FORTUS SA)	6,09	0,12	159,5	21,1	84,2	124,8	23111	762,3	12,4
11	C11	Platforma estica (Arcelor Mittal)	7,31	0,14	177,1	27,6	95	135,3	24079	747,4	9,7
12	C12	Platforma estica (Arcelor Mittal)	9,27	0,18	358,3	38,7	181,5	406,5	140217	2582	73,5
13	C13	Platforma estica(TEHNOSTEEL LBR)	9,46	0,18	420,6	41,5	172	176,9	130959	2335,1	73,3
14	C14	Platforma estica(TEHNOSTEEL LBR)	9,02	0,17	366,6	41,3	162,3	123,8	136148	2199,2	51,9

Studiul geochimic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi, cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele

Nr. crt	Proba	Locul prelevării	Fe	Mn	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Pb	As
15	C15	Platforma estica(TEHNOSTEEL LBR)	7,28	0,13	176,9	27,4	70,9	156,4	26256	701,9	16
16	M2	Platforma estica (TEHNOSTEEL LBR)	3,65	0,1	78,5	13	34,4	120,5	14457	643,3	sld
17	M4	Platforma estica (MOLDOPLAST S.A	3,43	0,09	70,7	11,3	30,5	107,2	12751	773,6	sld
18	M5	Platforma estica(MOLDOPLAST S.A	3,22	0,08	92,8	9,9	26,4	100,4	11994	519,7	sld
19	M6	Platforma estica (MOLDOPLAST S.A	3,55	0,09	87,6	12	31,6	113,1	15801	580,8	sld
20	M7	Platforma estica (EURO CASTING)	3,46	0,09	67,1	11,2	33,1	121,2	13048	625,5	sld
21	M8	Platforma estica(EURO CASTING)	3,65	0,09	104	12,6	42,3	144,3	18947	528,1	sld
22	M9	Platforma estica(EURO CASTING)	3,4	0,09	102,4	10,5	29,3	109,9	12885	483	sld
23	M10	Platforma centrala (CFR SA)	3,78	0,1	90,8	12,6	43,6	128,4	21455	642,7	16,4
24	M11	Platforma centrala(CFR SA)	3,66	0,09	101,7	13,3	39,2	127,9	22612	734,1	12
25	M12	Platforma vestica (Antibiotice Iasi)	4,06	0,08	71,7	13,3	39,4	128,8	550,5	66,5	sld
26	M13	Platforma estica (EURO CASTING)	4,69	0,1	151,9	17,2	55,7	124,6	41585	683,6	13,2
27	M15	Platforma estica(IASITEX)	10,51	0,13	100,4	37,7	34	226,9	2921	263,4	sld
28	M16	Platforma estica(IASITEX)	7,48	0,11	114,8	26,6	44	270,9	4746	694,5	sld

Studiul geochimic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi, cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele

Sld- nedetectabil

Studiul geochimic al poluanților solizi din atmosfera zonelor industriale ale orașului Iași, cu privire specială asupra repartitiei metalelor grele

Arsenul

Arsenul este un element chimic semi-metalic, numărul atomic 33. El se afla în grupa a V-A principală(15) și perioada a 4-a. Concentrațiile As în probe sunt cuprinse în intervalul 9,7 – 73,5 $\mu\text{g/g}$, valoare medie fiind 36,2 $\mu\text{g/g}$. În cazul As în peste 40% din probe nu a fost cuantificabil, probele fiind recoltate de pe platforma industrială estică iar în 60 % din probe concentrațiile nu depășesc acel prag de alertă de 100 $\mu\text{g/g}$, majoritatea probelor fiind prelevate de pe platforma sudică unde își are sediul fostul Combinat de Utilaj Greu ce a avut ca obiect de activitate industria metalurgică.

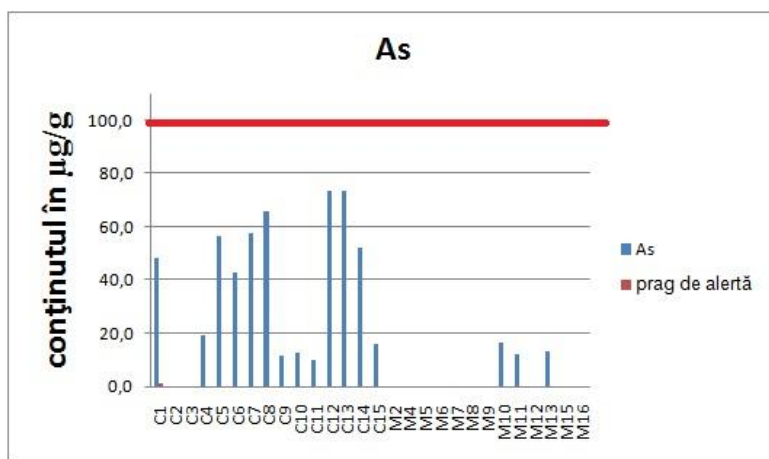


Fig 5.2 Variația conținutului de As din probe

Cromul

Cromul apare în pulberile colectate în intervalul 67,1 - 420,6 $\mu\text{g/g}$, cu o valoare medie de 193,7 $\mu\text{g/g}$. Conform Ordinului nr. 1144/2002 limita maximă admisă pentru crom este 100 $\mu\text{g/g}$, conținutul în crom din majoritatea probelor depășește pragul de alertă. Marea majoritate a probelor cu valori mai mari decât media fiind cele colectate de pe platforma industrială sudică precum și cele colectate din apropierea CET I și CET II (centralele electro- termice ale municipiului Iași).

Studiul geochemic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi, cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele

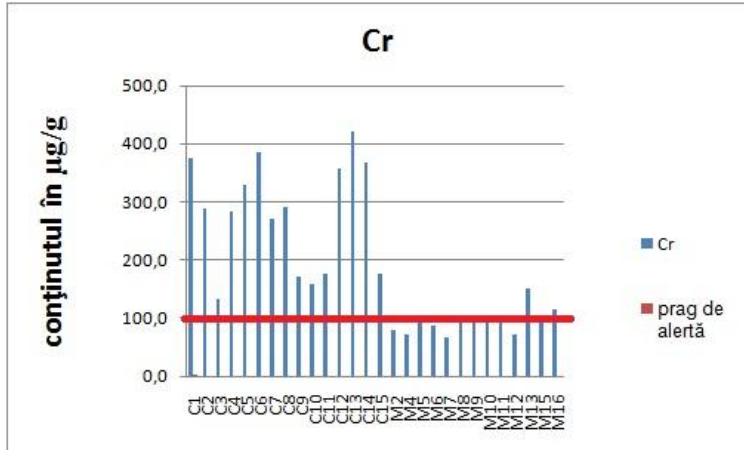


Fig 5.4 Variația concentrațiilor de Cr din probe

Cobalt

Conținutul de cobalt din probe se încadrează în intervalul 9,9 – 98,8 µg /g , valoarea medie fiind 25,5 µg /g. Din anexa Ordinului nr.756/1997 emis de Ministerul Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului putem deduce că limita maximă admisă este de 100 µg /g astfel ceea ce face ca toate probele să se încadreze în limite, majoritatea probelor colectate de pe platforma industrială estică (producerea de bandă laminată la rece, țevi sudate, topitoria metalelor neferoase, turnarea fontei și oțelului, industria ceramicii, industria metalurgică).

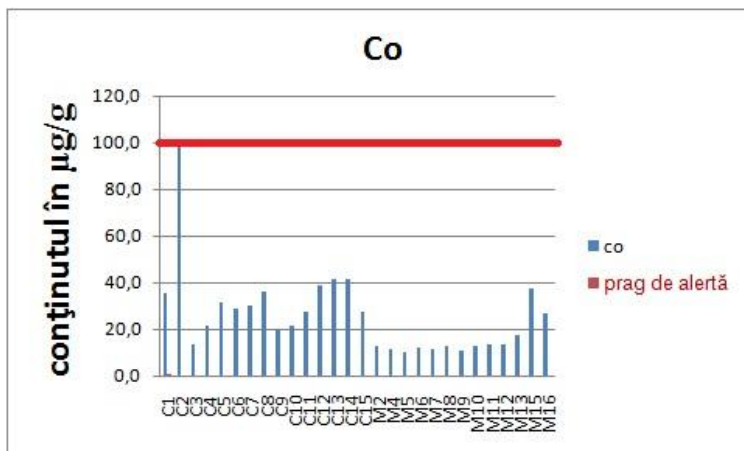


Fig 5.5 Variația concentrațiilor de Co

Studiul geochemic al poluanților solizi din atmosfera zonelor industriale ale orașului Iasi, cu privire specială asupra repartitiei metalelor grele

Cupru

Distribuția conținuturilor de cupru din probele studiate se încadrează în limite destul de largi în intervalul 72,4 – 406,5 $\mu\text{g/g}$, valoarea medie fiind de 147,3 $\mu\text{g/g}$ marea majoritate a probelor depășesc valoarea limită a pragului de alertă de 100 $\mu\text{g/g}$ dar valorile predominante sunt în intervalul 120-160 $\mu\text{g/g}$ doar 3 probe depășesc valoarea de 160 $\mu\text{g/g}$. Aceste anomalii geochemice de Cu pot fi corelate spațial cu activitățile industriale de la CUG și CET II (Holboca), care emit pulberi poluante

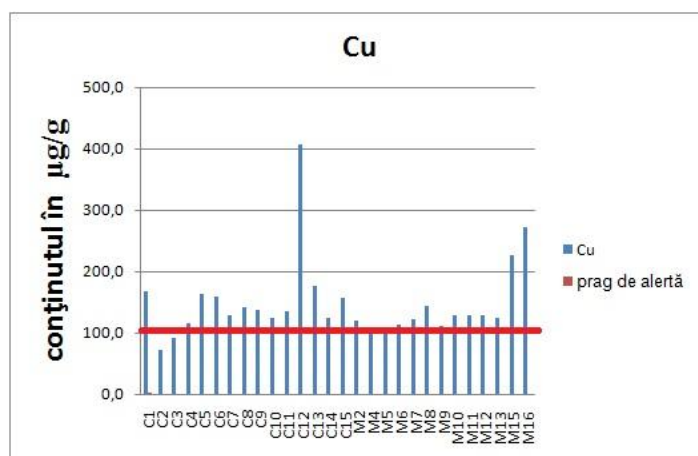


Fig 5.7 Variația concentrațiilor de Cu din probe

Nichel

Valorile de conținut de nichel se încadrează în intervalul 24,2 – 181,5 $\mu\text{g/g}$ cu o valoare medie de 78,7 $\mu\text{g/g}$. Ca urmare peste 50 % din probe au conținuturile în Ni peste valoarea pragului de alertă conform Ordinului nr. 1144 din 9 decembrie 2002 emis de Ministerul Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului care este de 50 $\mu\text{g/g}$.

Studiul geochemic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi, cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele

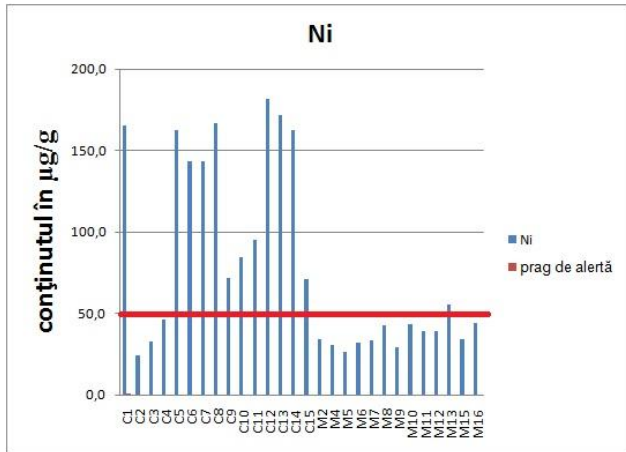


Fig. 5.9 Variația conținuturilor de Ni

Plumb

Conținuturile de plumb din probele colectate din zonele industriale ale municipiului Iași variază în limite destul de mari 66,5 – 2770,8 µg /g , valoarea medie fiind 1138,8 µg /g . Majoritatea probelor (96,3%) din punct de vedere al conținutului de plumb nu se încadrează în limitele admise și depășesc valoarea pragului de alertă (200 µg /g).

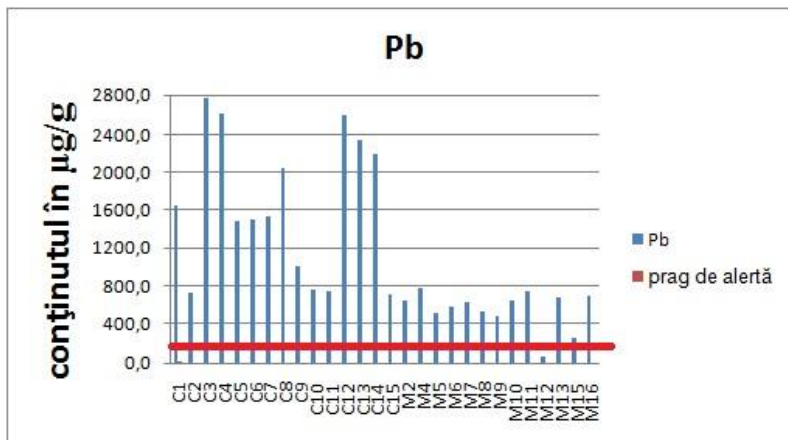


Fig 5.11 Variația conținuturilor de Pb

Zinc

Zincul oscilează ca și conținut in probele analizate în limite foarte largi, intervalul 550,5-140217 µg/g, cu o valoare medie de 45612 µg /g . Conținutul de Zn din toate probele

Studiul geochimic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi, cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele

depășesc pragul de alertă de 200 $\mu\text{g/g}$ (Ordin 1144/2002), peste 50 % din probe având valori de 750 ori mai mari decât valoarea maximă admisă.

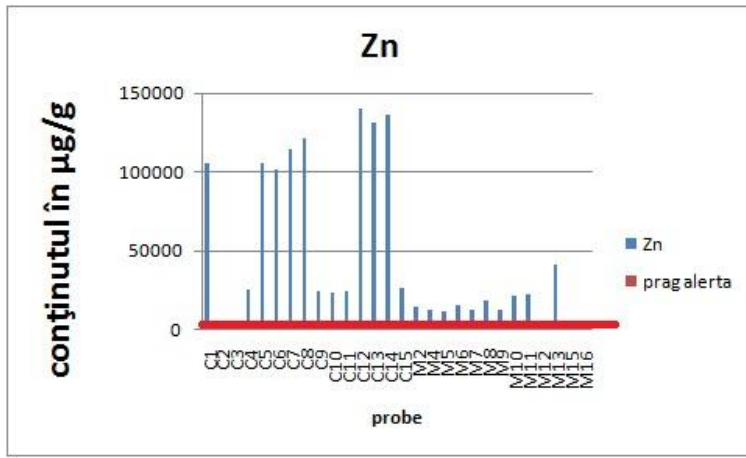


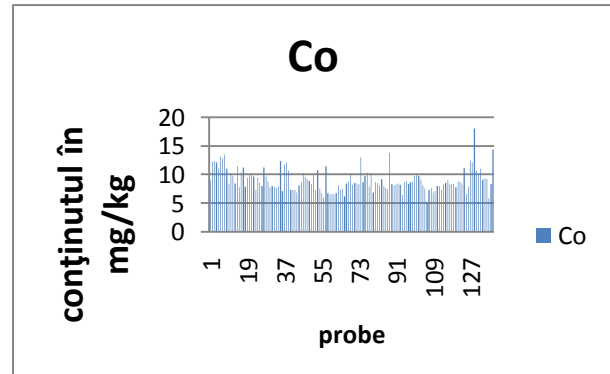
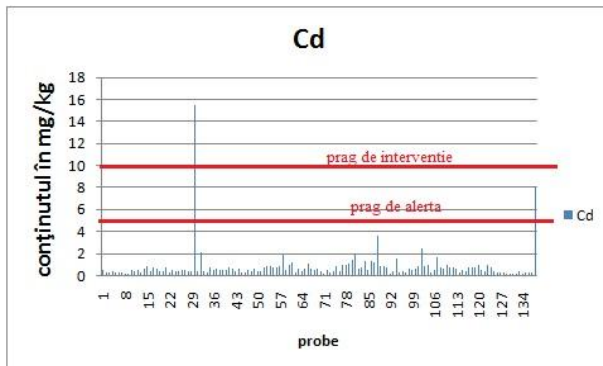
Fig 5.13 Variația concentrațiilor de Zn

CAP. VI IMPACTUL POLUĂRII CU METALE GRELE ASUPRA MEDIULUI

1. Impactul poluării asupra solului

Pentru a putea caracteriza cât mai bine efectele poluării cu metale grele ale atmosferei am considerat că este necesar să studiem și impactul poluării cu metale grele asupra solului, a apelor de suprafață și asupra organismului uman.

În acest sens în perioada 2006-2008 am participat la studiul geochimic care s-a finalizat cu “Atlasul geochimic al metalelor grele din solurile municipiului Iași și împrejurimi” coordonat de Universitatea Al.I.Cuza Iași prin Facultatea de Geografie și Geologie.



Studiul geochemic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi, cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele

Fig 6.1 Distribuția Cd in sol

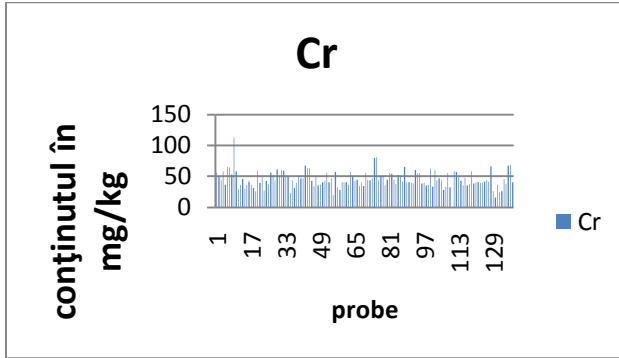


Fig. 6.3 Variațiile de conținut în Co in sol

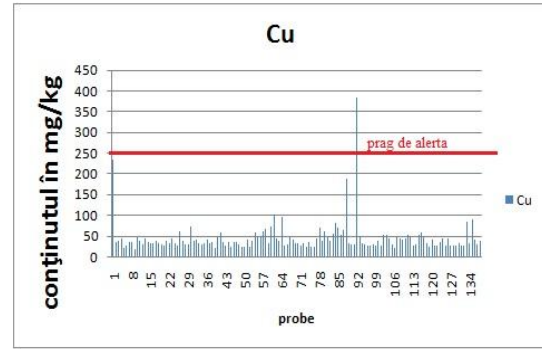


Fig.6.4 Distribuția concentrațiilor de Cr

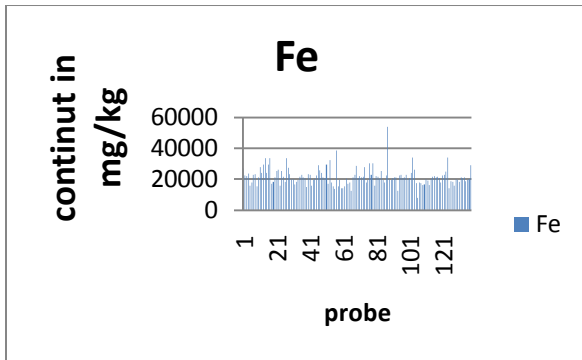


Fig.6.6 Variațiile de conținut ale Cu în sol

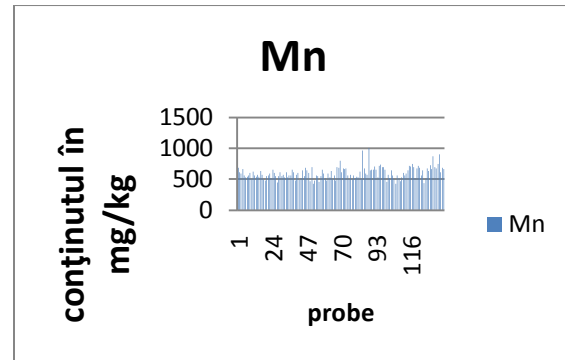


Fig 6.9 Concentrațiile de Fe din sol

Fig. 6.10 Concentrațiile de Mn în sol

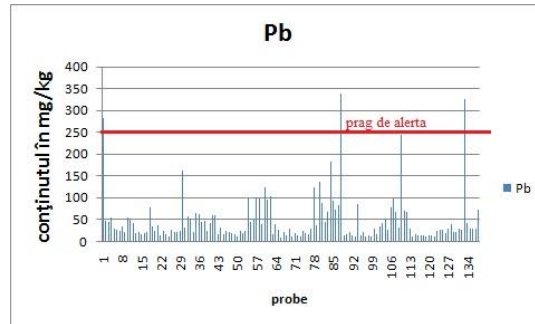
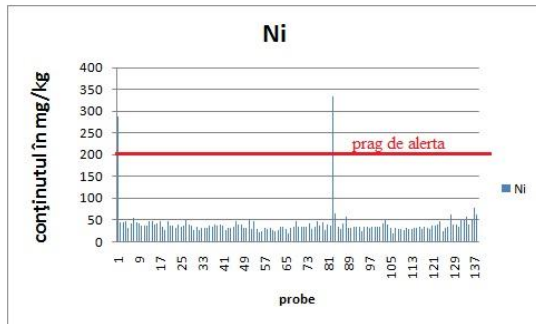


Fig.6.12 Variațiile de conținut de Ni în sol

Fig. 6.13 Conținuturile de Pb din sol

Studiul geochemic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi, cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele

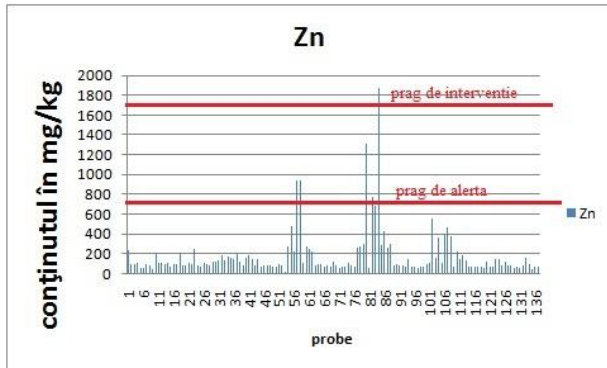


Fig 6.15 Distribuția conținuturilor de Zn în solurile din Iași

VI.2 Impactul poluării cu praf asupra apelor de suprafață

Teritoriul municipiului Iași prezintă un potențial hidric variat, constituit din ape subterane (minerale și dulci) și din ape de suprafață curgătoare: râul Bahlui, pârauri (afleuții Bahluiului) și lacuri. Pentru a caracteriza și a determina impactul poluării asupra apelor de suprafață din municipiul Iași am realizat analizele chimice probelor colectate pentru râurile Bahlui și afluentul său Nicolina, aceste două râuri traversează zona industrială din partea sudică și cea estică din municipiu, analizele realizându-le în laboratorul Agenției pentru Protecția Mediului Iași.

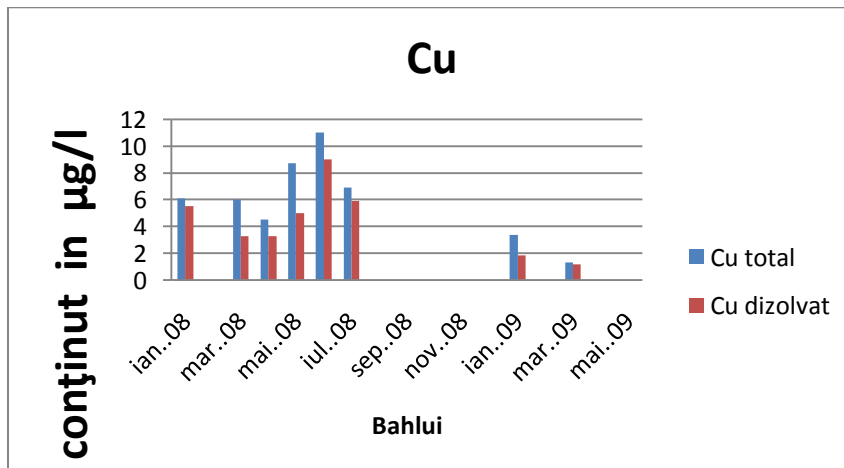


Fig.6.16 Concentrațiile de Cu în râul Bahlui

Studiul geochemic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi, cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele

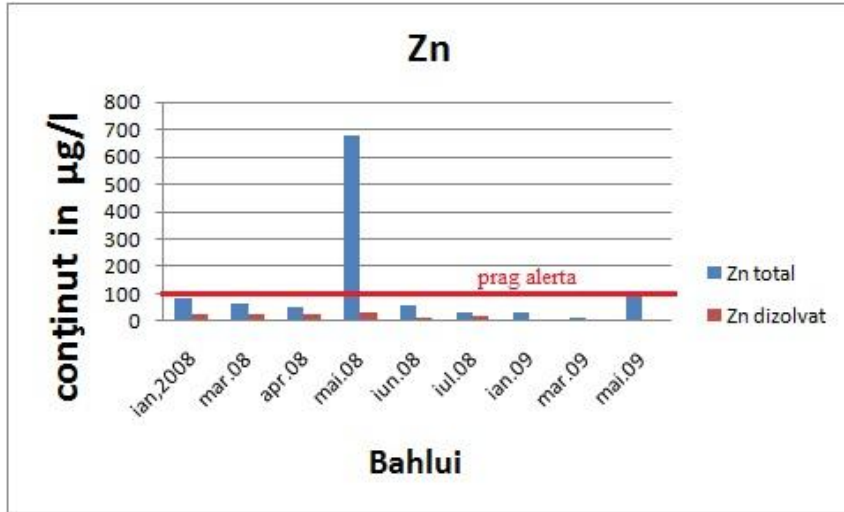


Fig 6.17 Variațiile de conținut de Zn în râul Bahlui

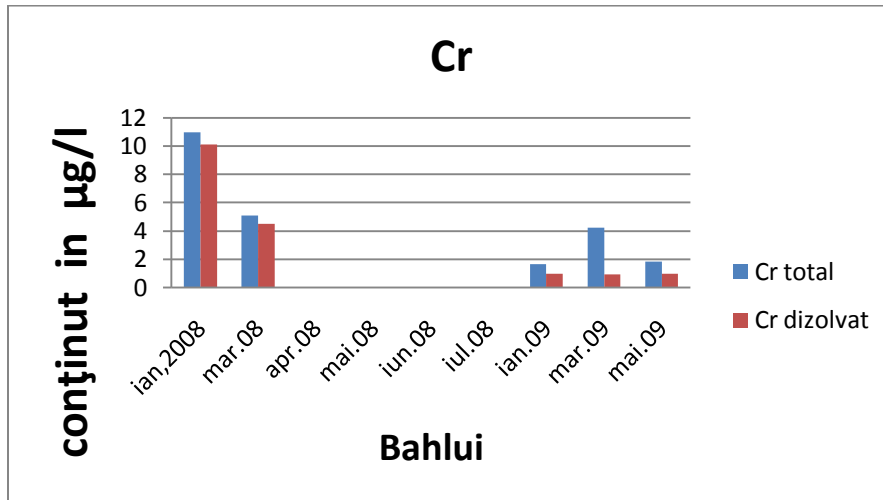


Fig. 6.20 Concentrațiile Cr în râul Bahlui

Studiul geochemic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi, cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele

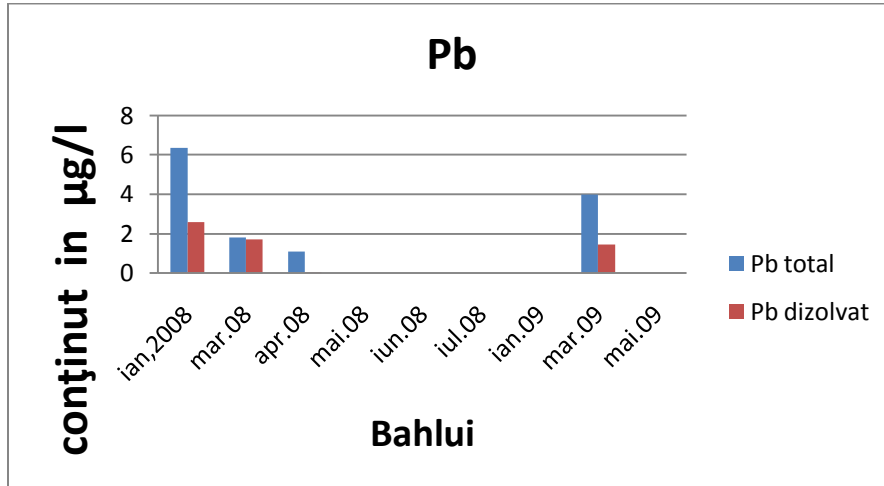


Fig.6.21 Concentrațiile Pb în râul Bahlui

CAP. VI IMPACTUL POLUĂRII CU METALE GRELE ASUPRA MEDIULUI

Surse antropice: activitatea industrială, sistemul de încălzire a populației, centralele termoelectrice. Traficul rutier contribuie prin pulberile produse de pneurile mașinilor la oprirea acestora și datorită arderilor incomplete. Efecte asupra sănătății: toxicitatea pulberilor se datorează nu numai caracteristicilor fizico-chimice, dar și dimensiunilor acestora. Cele cu diametru de la 5-10 (PM10) la 2,5-5 (PM2,5) prezintă un risc mai mare de a pătrunde în alveolele pulmonare provocând inflamații și intoxicații. Pe de altă parte, vehiculele emit și alte gaze iritante, elemente toxice (Cd, Pb, As, etc.) și substanțe cancerigene (hidrocarburi aromatice policiclice, aldehide, nitrocompuși, etc.).

Crom este folosit în aliaje metalice și pigmenți pentru vopsele, ciment, hartie, cauciuc, și alte materiale. Expunerea la un nivel slab poate irita pielea și cauza ulceratie, expunerea pe termen lung poate provoca probleme ale rinichilor și ficatului. Crom adesea se acumulează în organismele acvatice, fiind un pericol în plus consumul de pește, care se poate să fi fost expuși la un nivel ridicat de crom.

Studiul geochimic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi, cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele

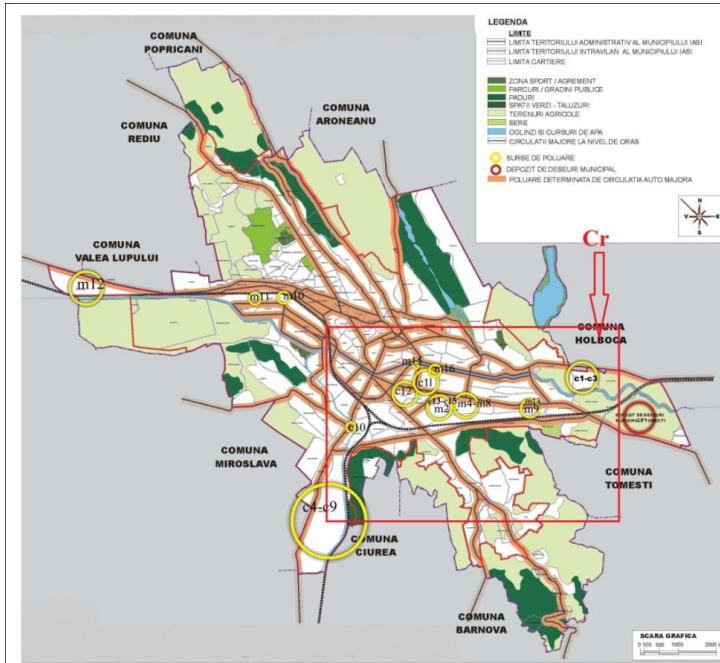


Fig. 7.4 Zonele de risc pentru intoxicatia cu Cr in Iasi

Cuprul este un element esențial pentru viața umană, dar în doze mari acesta poate provoca anemie, daune ale ficatului și a rinichilor, de stomac. Continutul de cupru în mod normal în apă potabilă provine de la țevile de cupru, precum și de la aditivii utilizați pentru a controla creșterea algala.

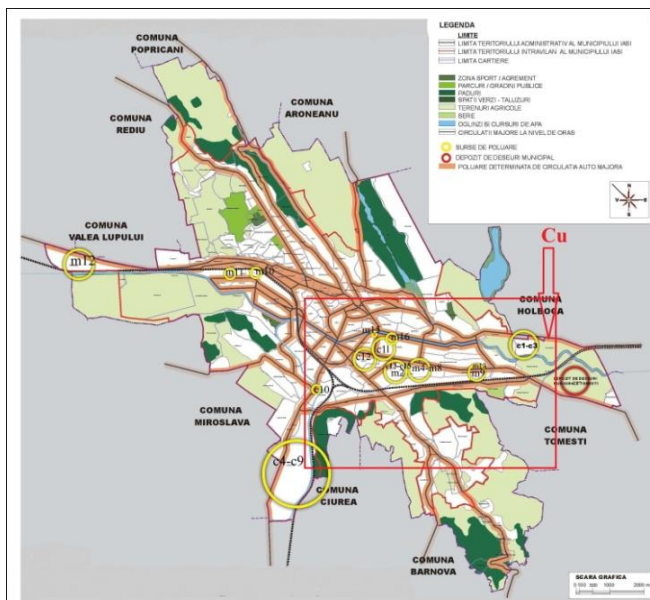


Fig 7.1 Zona de risc pentru intoxicatia cu Cu in Iasi

Studiul geochimic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi, cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele

Pătrunderea Pb în organism are loc pe cale respiratorie și prin ingerare. Absorbția pe cale respiratorie este puternică în vecinătatea surselor industriale, ajungând uneori la 100-500 $\mu\text{g}/\text{zi}$. Particulele de praf deși pătrund pe cale respiratorie pot fi ușor deviate spre tubul digestiv. Transportul Pb în organism se face în principal pe globule roșii, ajungând astfel în întreg organismul și fiind reținut în cea mai mare parte în sistemul osos. Sistemul nervos este lezat de Pb mai ales la nivelul crebelului.

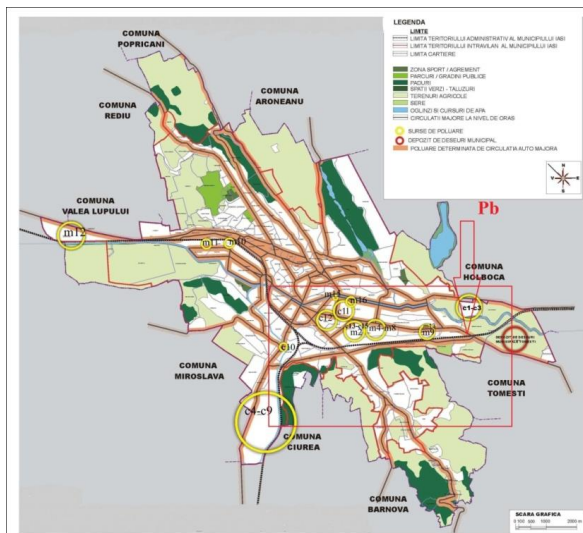


Fig. 7.3 Zona de risc pentru intoxicatia cu Pb

Nichel in cantitate redusa este necesar corpului uman pentru a produce celule roșii, cu toate acestea, în cantități excesive, poate deveni ușor toxic. Nu s-au determinat pana acum probleme de sanatate privind expunerea la nichel pe termen scurt, dar pe termen lung expunerea poate provoca scăderea greutatea corporale, probleme ale inimii și ficatului și iritarea pielii. Nichelul se poate acumula în organismele acvatice dar prezența lui nu este amplificata de-a lungul lanțurilor alimentare.

Studiul geochimic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi, cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele

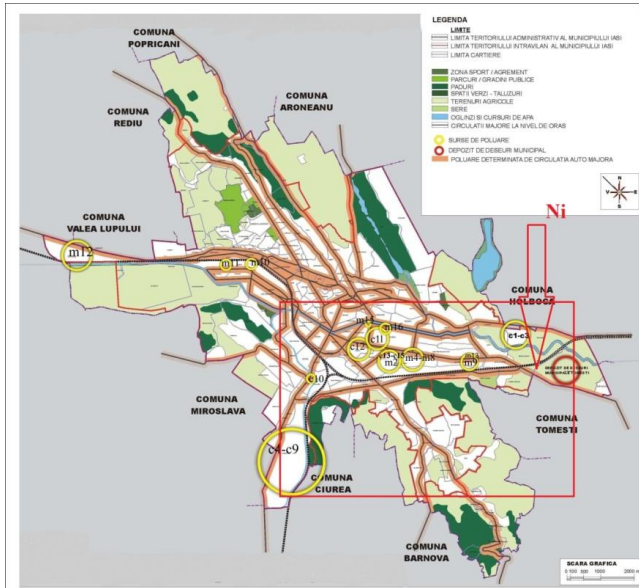


Fig 7.2 Zona de risc pentru intoxicatia cu Ni

Intoxicația cu Zn la om se manifestă, în raport cu durata și doza, sub diferite forme clinice, de la iritația gastric și alte fenomene digestive până la complexe consecințe metabolice, are determină tulburări ale nutriției, aparatului respirator. In Iasi s-a constatat valori foarte mari ale concentratiilor cu Zn in toate zonele studiate atat in zona industrială estica, sudica si cea vestica.

Studiul geochimic al poluanților solizi din atmosfera zonelor industriale ale orașului Iași, cu privire specială asupra repartitei metalelor grele

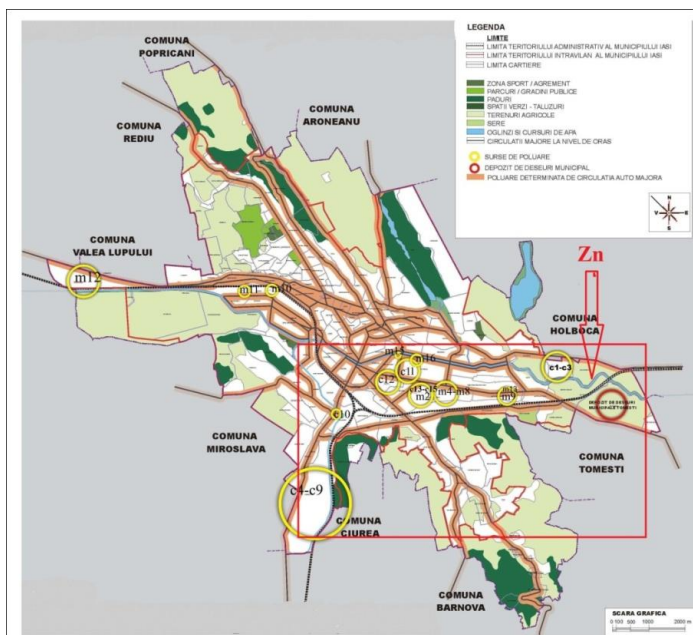


Fig 7.5 Zona de intoxicatie cu Zn in municipiul Iași

CONCLUZII

Din punct de vedere al provenienței poluanților solizi în atmosfera orașului Iași acesta este de origine antropică, se datorează în primul rând activităților industriale, traficului rutier iar pe plan secund este de origine naturală (complexitatea suprafeței active formată din clădiri, piețe, parcuri și rețea de străzi orientate diferit, modifică substanțial direcția vântului, micșorându-i viteza în medie cu 2-4 m/s).

Compoziția mineralogică a poluanților solizi este dominantă de cuarț, feldspați, carbonați (calcit și dolomit) iar în proporție mică apar miclele, zincitul și kaolinitul.

În urma studiului am determinat valori ridicate ale concentrațiilor de metale grele în probele colectate. Astfel concentrațiile de As se încadrează în intervalul 9,7 -73,5 $\mu\text{g/g}$ cu o valoare medie de 36,2 $\mu\text{g/g}$, valori ce sunt sub limita impusă de lege (100 $\mu\text{g/g}$ – conform Ordinului 1144/2002 emis de Ministerul Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului).

Studiul geochemic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi, cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele

Valorile concentrațiilor de Cr din probe sunt înscrise în intervalul 67,1- 420,6 $\mu\text{g/g}$ cu o valoarea medie de 193,7 $\mu\text{g/g}$, marea majoritate a probelor depășesc valoarea pragului de alertă 100 $\mu\text{g/g}$. Marea majoritate a probelor cu valori mai mari decât media fiind cele colectate de pe platforma industrială sudică precum și cele colectate din apropierea CET I și CET II (centralele electro- termice ale Iașului).

Distribuția conținuturilor de cupru din probele studiate se încadrează în limite destul de largi în intervalul 72,4 – 406,5 $\mu\text{g/g}$, valoarea medie fiind de 147,3 $\mu\text{g/g}$ marea majoritate a probelor depășesc valoarea limită a pragului de alertă de 100 $\mu\text{g/g}$ dar valorile predominante sunt în intervalul 120-160 $\mu\text{g/g}$ doar 3 probe depășesc valoarea de 160 $\mu\text{g/g}$. Aceste anomalii geochemice de Cu pot fi corelate spațial cu activitățile industriale de la CUG și CET II (Holboca), care emit pulberi poluante.

Conținutul de cobalt din probe se încadrează în intervalul 9,9 – 98,8 $\mu\text{g/g}$, valoarea medie fiind 25,5 $\mu\text{g/g}$. Din anexa Ordinului nr.756/1997 emis de Ministerul Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului putem deduce că limita maximă admisă este de 100 $\mu\text{g/g}$ astfel ceea ce face ca toate probele să se încadreze în limite, majoritatea probelor colectate de pe platforma industrială estică (producerea de bandă laminată la rece, țevi sudate, topitoria metalelor neferoase, turnarea fontei și oțelului, industria ceramicii, industria metalurgică).

Valorile de conținut de nichel se încadrează în intervalul 24,2 – 181,5 $\mu\text{g/g}$ cu o valoare medie de 78,7 $\mu\text{g/g}$. Ca urmare peste 50 % din probe au conținuturile în Ni peste valoarea pragului de alertă conform Ordinului nr. 1144 din 9 decembrie 2002 emis de Ministerul Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului care este de 50 $\mu\text{g/g}$. Sursele antropogene de Ni include: fertilizatori, oțelării, placări metalice și monetărie, arderea combustibililor și detergenți, probele a căror conținut depășesc valoarea pragului de alertă fiind recoltate din platforma industrială sudică unde își are sediul fostul Combinat de Utilaj Greu(CUG) și platforma estică în apropiere de CET (centrala termică).

Conținuturile de plumb din probele colectate din zonele industriale ale municipiului Iași variază în limite destul de mari 66,5 – 2770,8 $\mu\text{g/g}$, valoarea medie

Studiul geochemic al poluanților solizi din atmosfera zonelor industriale ale orașului Iași, cu privire specială asupra repartitiei metalelor grele

fiind 1138,8 $\mu\text{g/g}$. Majoritatea probelor (96,3%) din punct de vedere al conținutului de plumb nu se încadrează în limitele admise și depășesc valoarea pragului de alertă (200 $\mu\text{g/g}$). Conținuturile ridicate în Pb pot fi corelate cu transportul rutier și feroviar din zonele studiate cât și cu activitățile specific industriale (metalurgie, arderea combustibililor pentru producerea energiei electrice).

Zincul oscilează ca și conținut în probele analizate în limite foarte largi, intervalul 550,5- 140217 $\mu\text{g/g}$, cu o valoare medie de 56265,1 $\mu\text{g/g}$. Toate probele depășesc pragul de alertă de 200 $\mu\text{g/g}$ (Ordin 1144/2002), peste 50 % din probe având valori de 750 ori mai mari decât valoarea maximă admisă. Sursele poluante suspectate pentru astfel de concentrații ale Zn sunt activitatea industrială și traficul auto. Sursele antropogenice de Zn sunt semnificative, provenind în principal din activități industriale precum arderea cărbunelui și a deșeurilor și producerea oțelurilor. Probele colectate de pe platforma industrială sudică(CUG) sunt cele care au cele mai mari concentrații în Zn.

Astfel putem deduce în urma studiului că valorile concentrațiilor de metale grele din pulberile colectate pot fi sintetizate : $C_{\text{Zn}} > C_{\text{Pb}} > C_{\text{Cr}} > C_{\text{Cu}} > C_{\text{Ni}} > C_{\text{As}} > C_{\text{Co}}$.

Din analiza geochemică asupra solurilor din municipiul Iași găsim corelații și asemănări privind conținuturile de metale grele cu cele studiate pe probele de praf recoltate. Astfel cele mai mari conținuturi de metale grele din sol au fost determinate în zona industrială și în zonele cu trafic rutier. Chiar dacă activitatea în zonele industriale își pune amprenta în mod independent totuși poluarea atmosferică are un rol important cu un aport suplimentar de poluanți indus de mediul pedologic.

Studiul asupra râurilor(Bahlui și Nicolina) ce străbat orașul în zona industrială arată concentrații medii pentru metale grele, toate valorile concentrațiilor stabilite sunt inferioare pragului de alertă cu mici excepții. Astfel în cazul Zn în luna martie 2008 atât pentru Bahlui cât și pentru Nicolina s-au stabilit valori care au depășit valoarea pragului de alertă conform Ordinului 1144/2002 emis de Ministerul Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului.

Bibliografie selectivă

- ADACHI, K., TAINOSHO, Y., (2005). *Single particle characterization of size-fractionated road sediments*. Applied Geochemistry 20, 849–859.
- ADRIANO, D.C., (1986). *Trace Element in the Terrestrial Environment*. Springer, Heidelberg.
- ADRIANO, D. C., (2001). *Trace elements in Terrestrial Environments. Biogeochemistry, Bioavailability and Risk of Metals*, second edition, Springer.
- AINSWORTH, C., RAI, D., (1987). *Groundwater pollution by inorganic contaminants*, ERPI, Palo Alto CA
- AKHTER, M.S., MADANY, I.M., (1993). *Heavy metals in street and house dust Bahrain*. Water Air and Soil Pollution 66, 111–119.
- ANASTASIU, N., (1980). *Petrologie sedimentara*, Ed. Tehnica , Bucuresti
- ANASTASIU, N., PANAITOIU, CRISTINA, (1995). *Aplicatii practice pentru sedimentologie*, Tipografia Universitatii Bucuresti
- BAPTISTA, L. F., DE MIGUEL, E. (2005). *Geochemistry and risk assessment of street dust in Luanda, Angola*. Atropical urban environment. Atmospheric Environment, 39(25), 4501–4512.
- BARBU, N., UNGUREANU Al., coord., (1987), *Geografia municipiului Iași*, Ed. Univ. „Al. I. Cuza” Iași,
- BANERJEE, A.D.K., (2003). *Heavy metal levels and solid phase speciation in street dusts of Dehli, India*. Environmental Pollution 123 (1), 95–105.
- BERNABE, J.M., CARRETERO, M.I, GALAN, E., (2005). *Mineralogy and origin of atmospheric particles in the industrial area of Huelva (SW Spain)* – Atmospheric Environment 39, 6777-6789

**Studiul geochimic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi,
cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele**

- BOIX, A., JORDAN, M.M., QUEROL, X., SANTELIU, T., (2001). *Characterization of total suspended particles around a power station in an urban coastal area in eastern Spain*. Environmental Geology 40, 891–896.
- DUMITRESCU, LORETA VIRGINIA, (2006). *Studiul mineralogic si geochimic al prafului din Baia Mare. Implicatii asupra mediului*, Univ. Bucuresti (teza de doctorat)
- ERHAN ELENA, (1979). *Clima și microclimatele din zona orașului Iași și împrejurimi*, Ed.Junimea, Iasi
- ESBERT, R.M., DIAZ PACHE, F., ALONSO, F.J., ORDAZ, J., GROSSI, C.M., (1996). *Solid particles of atmospheric pollution found on the Hontoria limestone of Burgos Cathedral (Spain)*. In: Riederer, J. (Ed.), Proceedings of the Eighth International Congress on Deterioration and Conservation of Stone. Berlin, Germany, pp. 393–399.
- ESPINOZA, A.J.F., RODRIGUEZ, M.T., ALVAREZ, F.F., (2004). *Source characterisation of fine urban particles by multivariate analysis of trace metals speciation*. Atmospheric Environment 38, 873–886
- GRUIA, E., MARCOCI, SIMONA., PANAITESCU, G., (1979). *Apa si poluarea*, Ed. Stiintifica si Enciclopedica, Bucuresti
- IONESI, L., (1985). *Alcătuirea și evoluția geologică a județului Iași*, Lucr.Sem. geogr. D.Cantemir, Iași
- JACKSON, R.E., (1986). *Pollution et protection des aquiferes : project 8.3 du Programme hydrologique international*, Paris, UNESCO.
- KELLY, J.A, JAFFE, D.A., BAKLANOV A., MAHURA A., (1995) *Heavy metals on the Kola Peninsula: aerosol size distribution*, Sci. Total Environ. 160/161, 135–138.
- MARINESCU, DANIELA., (2003). *Tratat de dreptul mediului*, Ed. All Beck, Bucuresti.
- MATEI, L., (1990). *Metode fizice de analiza a mineralelor si rocilor. I. Determinarea compozitiei chimice*, Tip. Univ. Buc.

**Studiul geochimic al poluantilor solizi din atmosfera zonelor industriale ale orasului Iasi,
cu privire speciala asupra repartitiei metalelor grele**

- POPESCU, C., G. (2000). *Baia Mare dust composition – environmental effects and human health influence*; Analele univ. Bucuresti, Geol., Suppl. XLIX, pg. 31-38 (in colaborare cu Loreta Dumitrescu).
- POPESCU, C., G. (2000). *Heavy metals distribution in dust from the central part of Bucharest*; Romanian Journal of Mineral Deposits, Vol 79, Suppl.1, Abstracts Volume, Inst. Geol. al Romaniei, Bucuresti, pg. 85 – 87, (in colaborare cu Loreta Dumitrescu)
- TOKALIOGLU, S., KARTAL, S., (2006). *Multivariate analysis of the data and speciation of heavy metals in street dust samples from the Organized Industrial District in Kayseri (Turkey)*. Atmospheric Environment 40, 2797–2805.
- TUZEN, M. (2003). *Determination of heavy metals in soil, mushroom and plant samples by atomic absorption spectrometry*. Micro chemical Journal, 74, 289–297.
- USEPA, 2006. *Air-quality criteria for particulate matter*. USEnvironmental Protection Agency. EPA/600/P-95.
- UNGUREANU, IRINA., (1984). *Curs de analiza si protectia mediului inconjurator : (pentru uzul studentilor)*, Universitatea "Al.I. Cuza" Iasi. Facultatea de Biologie-Geografie.