

**UNIVERSITATEA „BABEȘ BOLYAI” CLUJ – NAPOCA
FACULTATEA DE ȘTIINȚA ȘI INGINERIA MEDIULUI**



**STUDII PRIVIND PROPRIETĂȚILE FIZICO-CHIMICE ȘI
DISTRIBUȚIA PRINCIPALILOR POLUANȚI ATMOSFERICI
DIN JUDEȚUL CLUJ**

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

**Doctorand:
Dana Florina MIHUȚ (MUNTEAN)**

**Conducător științific:
Prof. Dr. Univ. Dumitru RISTOIU**

**Cluj-Napoca
2012**

CUPRINS

Cap. I. Introducere	2
Cap. II. Surse de poluare din județul Cluj	3
Cap. III. Metode de analiză a poluanților din aer	4
Cap. IV. Investigații cristalografico-mineralogice din aer	4
4.1. Investigarea probelor de aer cu depunere în zilele săptămânii și în zilele de week-end.....	5
4.2. Efectele poluării atmosferice cu particule materiale dispersate în aer asupra sănătății umane	19
4.3. Influența aplicării pe carosabil a materialului antiderapant, în perioada de iarnă, asupra calității aerului din municipiul Cluj-Napoca	20
4.4. Remarci concluzive.....	23
Cap. V. Distribuția principalilor poluanți atmosferici din județul Cluj	24
5.1. Concentrația NO _x	26
5.2. Concentrația NO ₂	26
5.3. Concentrația SO ₂	27
5.4. Concentrația PM ₁₀	29
5.5. Concentrația Pb	30
5.6. Concentrația CO	30
5.7. Concentrația C ₆ H ₆	31
Cap. VI. Concluzii și contribuții personale	31
Cap. VII. Bibliografie selectivă	33
Cap. VIII. Lista publicațiilor	35

Cuvinte cheie: Poluanți atmosferici, aerul înconjurător, surse de poluare, EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook, concentrații, Cristalografie mineralogică, Difrakție cu raze X, Microscopie optică mineralogică, modelarea dispersiei poluanților, distribuția poluanților atmosferici.

Cap. I. Introducere

În perioada actuală protecția mediului este o problemă majoră a întregii umanități. Cauzele care au dus și continuă să fie motivul poluării mediului sunt de natură tehnologică, economică și socială.

Principala caracteristică a mediului înconjurător este capacitatea sa de autoreglare, dar în condițiile depășirii anumitor limite, mediul se degradează, evoluând spre distrugere. [Muntean et al, 2000]

Poluarea aerului înseamnă prezența în aer sau atmosferă a chimicalelor, în stare gazoasă sau sub formă de particule solide sau lichide, în cantități și pe durata care face ca aerul să fie periculos pentru sănătatea umană și pentru mediu.

Ne-am propus realizarea unor studii privind proprietățile fizico-chimice ale principalilor poluanți atmosferici din județul Cluj și elaborarea distribuției acestora în atmosferă. Acestea au presupus mai multe etape de-a lungul perioadei de cercetare, care a debutat în anul 2007.

În prima perioadă, studiile s-au canalizat asupra identificării surselor de poluare existente în județul Cluj. Pentru aceasta, s-au aprofundat cunoștințele cu privire la clasificarea surselor de poluare și la natura poluanților din atmosferă.

Astfel, s-au elaborat Inventare de emisii a poluanților atmosferici pentru județul Cluj, în care au fost inventariate toate sursele mari de poluare din județ, care au fost încadrate pe tipuri de surse.

Încadrarea surselor pe tipuri s-a realizat în funcție de domeniul de activitate din care provine sursa, de materiile prime utilizate și tipul combustibililor folosiți în procesul de producție și de caracteristicile instalațiilor tehnologice cu privire la sistemele de reținere a emisiilor, la evacuarea gazelor în atmosferă, provenite din procese.

Astfel, s-au obținut date asupra cantităților de poluanți emiși din toate tipurile de surse de poluare inventariate.

A doua etapă a presupus o aprofundare din punct de vedere teoretic, în care s-au stabilit metodele de analiză pentru toți poluanții studiați. Pentru aceasta, s-a identificat legislația, STAS-urile, normele în vigoare care stau la baza determinării poluanților din atmosferă și s-au studiat principiile măsurătorilor, aparatura necesară prelevării probelor și a efectuării analizelor.

A treia perioadă se referă strict la partea de cercetare cu privire la proprietățile fizico-chimice ale principalilor poluanți atmosferici din județul Cluj și la distribuția acestora. S-au efectuat măsurători ale principalilor indicatori prezenți în atmosferă: NO_x, NO, NO₂, SO₂,

CO, O₃, PM₁₀, Pb, Cd și Ni din PM₁₀ și s-a urmărit evoluția concentrațiilor acestora. Prin coroborarea datelor obținute din inventarul de emisii, cu datele meteorologice și cu măsurătorile efectuate pentru toți indicatorii studiați, s-a aplicat modelul OML-multi de dispersie de tip gaussian, iar rezultatele au pus în evidență distribuția poluanților atmosferici din județul Cluj, pe baza modelelor de dispersie obținute.

Pentru a avea o imagine completă asupra calității aerului studiile au continuat. Astfel, s-au efectuat investigații cristalografice – mineralogice din probe de material pulverulent (pulberi sedimentabile) prelevate din aer, din diferite puncte din municipiul Cluj – Napoca.

Deoarece, s-a observat faptul că în perioada de iarnă, s-au înregistrat valori mai ridicate ale concentrațiilor de PM₁₀, comparativ cu perioadele mai calde ale anului, ne-am pus întrebarea care ar putea fi motivele care ar cauza aceste creșteri.

Astfel, am aprofundat studiul nostru și am urmărit obținerea unor rezultate cu privire la influența aplicării materialului antiderapant pe carosabil, în perioada de iarnă, asupra calității aerului.

Cap. II. Surse de poluare din județul Cluj

Poluanții nu acționează local, în zona de emisie, ci sunt transportați în spațiu, în aer, în apele de suprafață, în apele subterane, în sol, afectând peste tot condițiile de viață.

S-au investigat următoarele categorii de surse de poluare din județul Cluj:

- ❖ Surse de poluare datorate traficului
- ❖ Surse de poluare datorate activităților industriale
- ❖ Surse de poluare datorate depozitării și distribuției combustibililor fosili
- ❖ Surse de poluare datorate utilizării solvenților și a altor produse
- ❖ Surse de poluare datorate incinerării deșeurilor
- ❖ Surse de poluare datorate epurării apelor uzate
- ❖ Surse de poluare datorate agriculturii
- ❖ Alte surse

Cap. III. Metode de analiză a poluanților din aer

Pentru stabilirea metodelor de analiză pentru toți poluanții studiați s-a identificat legislația, STAS-urile, normele în vigoare care stau la baza determinării poluanților din atmosferă și s-au studiat principiile măsurătorilor, aparatura necesară prelevării probelor și a efectuării analizelor.

Cap. IV. Investigații cristalografico-mineralogice din aer

S-au studiat patru probe materiale care reprezintă material pulverulent (pulberi sedimentabile) colectat din aer din municipiul Cluj-Napoca.

Având în vedere ocurența particulelor materiale (PM) de origine minerală în aerul din centrele urbane [Joshi et al, 2009; Tasic et al, 2006; Elihn, Berg, 2009; Navaro, Sebastian, 1996; Moldoveanu, 2005] a fost necesară o investigare cristalografico-mineralogică a probelor.

Caracterizarea completă a probelor a fost efectuată prin corelarea analizelor de difracție cu raze X cu rezultatele microscopiei optice mineralogice în lumină transmisă și în lumină polarizată cu nicoli încrucișați. [Arghir, Gherghari, 1989; Cullity, Stock, 2001; Arghir, 1993]

Toate cele patru au fost investigate în condiții identice de lucru la temperatura camerei și presiune atmosferică.

Având în vedere depunerea aderentă a particulelor de investigat la peretele creuzetelor, s-a procedat la o desprindere a lor cu ajutorul a câtorva picături de apă bidistilată, urmată de depunerea mostrelor pe lamelele de sticlă pentru microscopie și pe cuvetele de material amorf pentru difracția cu raze X.

Analiza de difracție cu raze X a fost efectuată cu ajutorul unui difractometru de tip DRON 3 echipat cu modul de achiziție de date și softul de înregistrare – citire Matmec VI.0.

Domeniul de înregistrare a difractogramei este 20 – 100 grade 2 θ , cu detalieri ulterioară pe domeniul 20 – 45 grade 2 θ . S-a folosit anticatod de Cu având lungimea de undă $\text{Cu}_{\text{K}\alpha} \lambda = 1.54184 \cdot 10^{-10}$ m, viteza de înregistrare 1 grad/minut. Reglaj sursă: fantă orizontală 4mm, fantă verticală 8 mm, colimator Soller 1,5 ° div., reglaj contor: colimator Soller 1,5 ° div., filtru Ni 20 μm grosime, fantă orizontală 0,5 mm, fantă verticală 12 mm, constanta de timp 5 s, diapazon impulsuri $1 \cdot 10^3$ imp/sec. Distanțele interplanare corespunzătoare au fost calculate pe baza Legii lui Bragg cu ajutorul softului de înregistrare Matmec VI.0.

Mineralele conținute în probă au fost identificate prin compararea distanțelor interplanare rezultate din calcul cu cele din baza de date specifică Match – Phase Identification from Powder Diffraction, Crystal Impact Co. 2008.

Aspectele morfologice ale probei PP au fost evidențiate cu ajutorul microscopiei optice în câmp întunecat. S-a folosit un microscop optic metalografic de tip IOR 8 echipat cu o captură digitală Samsung de 8 MPx și softul specializat de analiză microfotografică Image J 1.40g – open resource from National Institute of Health USA. [Rasband, 2009]

Analizele microscopice mineralogice au fost efectuate cu ajutorul unui microscop optic mineralogic Laboval 2 – Carl Zeiss Jena, în lumină transmisă și în lumină polarizată cu nicolii încrucișați (cross polarized light). A fost folosită o captura digitală Samsung de 8 MPx.

4.1. Investigarea probelor de aer cu depunere în zilele săptămânii și în zilele de week-end

Proba 1 – prelevată din strada Dâmboviței, cu depunere în timpul săptămânii: 17–21.01.2011, în cantitate de 0,020 g sub formă de depunere pe peretele creuzetului;

În fig. 1 este prezentată difractograma rezultată pentru proba P1. Se observă maxime de difracție foarte bine conturate, caracteristice unor componente cristaline bine dezvoltate la nivel microstructural. Observăm un maxim net reprezentativ urmat de o succesiune relativ complexă de maxime mai puțin intense, fapt care indică o probă care conține mai multe componente (faze) cristaline.

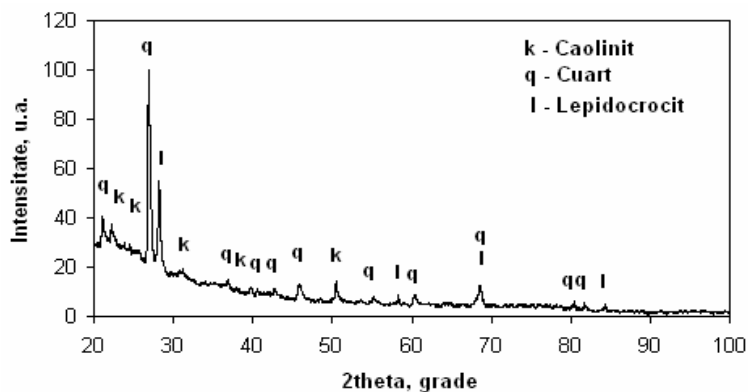


Fig.1. Difractograma probei P1 – prelevare str. Dâmboviței (17–21.01.2011)

Astfel, componentul majoritar este cuarțul, iar distanțele interplanare corespund cu datele din literatura de specialitate fișa PDF # 01-064. [Hanawalt et al, 1938]

Acesta cristalizează hexagonal și are formula chimică SiO_2 [Arghir, Gherghari, 1989]. Acesta nu prezintă clivaj, ceea ce conduce la formarea unor particule cu formă echiaxială (aproximativ aceeași rază în orice direcție) cu suprafață neregulată cu colți ascuțiți, dar care se tocesc în timp datorită abraziunii reciproce. Astfel de particule se găsesc într-o gamă dimensională vastă, în diferite sorturi de nisip.

Al doilea component evidențiat, în ordinea participației cantitative în probă, este lepidocrocitul, distanțele interplanare corespunzând cu datele din literatura de specialitate fișa PDF # 88-2112. [26] Acesta reprezintă hidroxidul de fier γ , având formula chimică FeOOH .

Caolinit - $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ – Silicat de aluminiu hidratat. Acesta cristalizează în sistemul ortorombic, având formele caracteristice de bibpiramidă, ceea ce conduce la un aspect de mase granulare și sau solzoase al acestor particule [Arghir, Gherghari, 1989].

Al treilea component mineral al probei P1 este caolinitul, distanțele interplanare corespunzând cu datele din literatura de specialitate fișa PDF # 01-0527. [Hanawalt et al, 1938]

Intensitățile relative ale maximelor specifice acestuia nu depășesc 25 %, fapt care indică o prezență mai slabă a acestuia în masa probei, comparativ cu cuarțul și lepidocrocitul. Acesta face parte din categoria mineralelor argiloase, cristalizând în sistemul triclin [Arghir, Gherghari, 1989] și este un component uzual al solurilor adiacente spațiilor rutiere, fiind găsit adesea în praful stradal. [27]

Distribuția mineralelor în masa probei P1 poate fi revelată prin microscopie optică mineralogică. În figurile 2 a și c observăm aspectul morfologic de ansamblu al probei, fiind evidențiate particule materiale microscopice gabaritic moderate care au un diametru mediu de 25 μm evidențiate net în prim - planul imaginilor (culoare închisă) însoțite de particule foarte fine situate în plan secund.

Examinarea microscopică în lumină polarizată cu nicolii încrucișați, figurile 2 b și d, evidențiază distinct apartenența particulelor la speciile cristaline identificate prin difracție cu raze X.

Cuarțul apare colorat gri verzui, lepidocrocitul ruginiu roșiatic iar caolinitul alb strălucitor. [Arghir, Gherghari, 1989].

Se remarcă o pondere de peste 50 % a particulelor de cuarț în microstructurile investigate, lepidocrocitul situându-se undeva în jurul a 30 %, iar restul aparține caolinitului (particule foarte fine care apar în lumină polarizată ca punctulețe albe – uneori cu nuanța alb gălbuie).

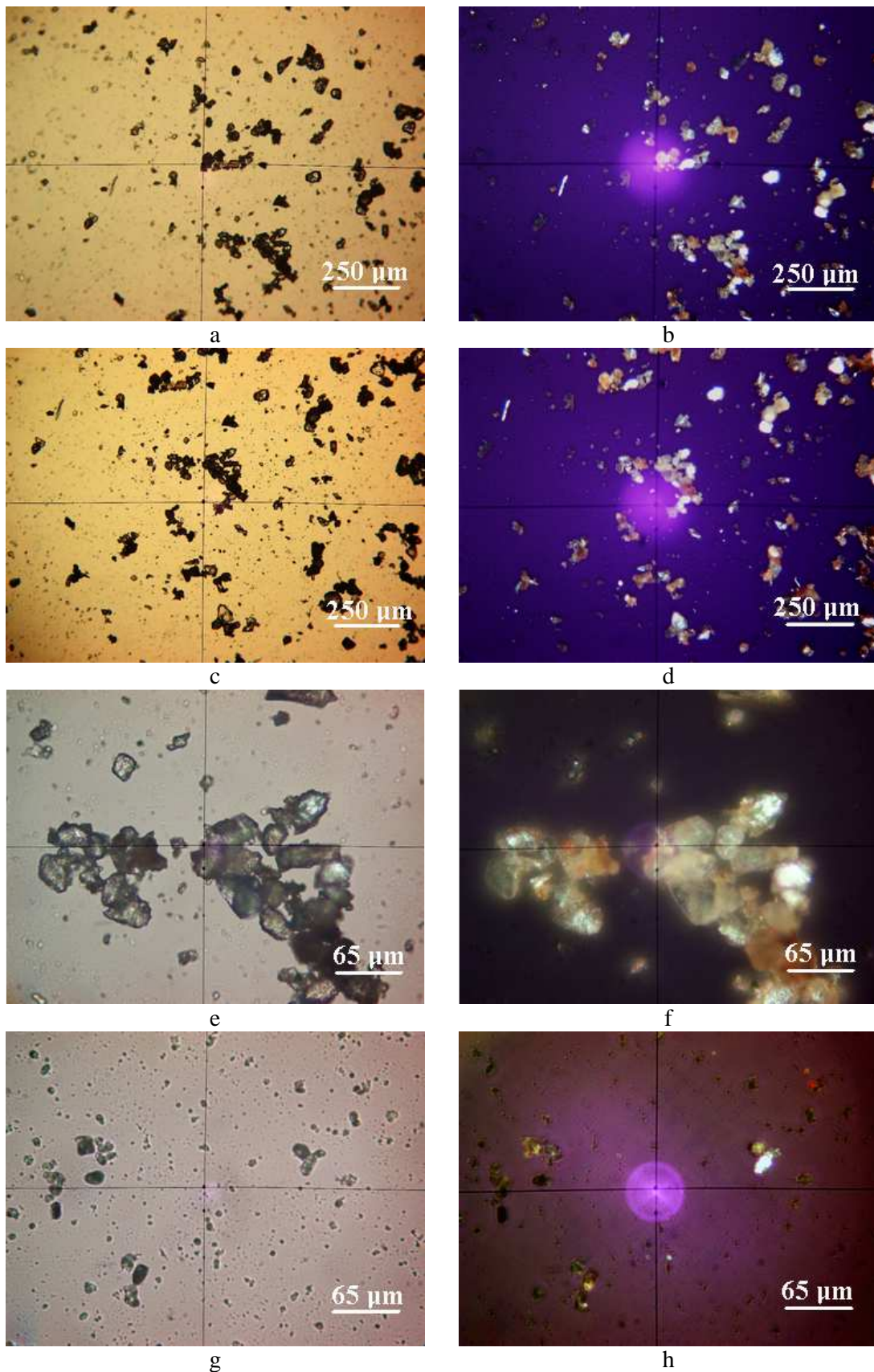


Fig. 2. Aspecte microscopice ale probei P1: a, c, e, g) microfotografii în lumină transmisă și b, d, f, h) în lumină polarizată cu nicolii încrucișați

Detaliile microscopice la mărirea mare, fig. 2 e și f, subliniază mai bine observațiile făcute pentru aspectul de ansamblu al probei P1. Forma echiaxială a particulelor de cuarț se observă distinct în lumină transmisă, fig. 2.e, cât și în lumină polarizată cu nicolii încrucișați, fig.2 f.

În această micro fotografie observăm un detaliu interesant la una din particulele de cuarț, se evidențiază incluziuni de lepidocrocit, fapt care concordă cu aspecte din literatura de specialitate. [28, 29]

Detaliile microstructurale la mărirea mare, fig. 2 g și h, evidențiază prezența particulelor materiale de tip PM_{10} , cele mai mari, și $PM_{2,5}$ cele mai mici. Cele mai mari apar net colorate în nuanțele tipice pentru cuarț, în timp ce unele din particulele foarte fine apar ca niște puncte albe sau alb gălbui, acestea din urmă fiind particule de caolinit.

Particule foarte fine de caolinit se observă la fel și în fig. 2 b și d. Literatura de specialitate menționează tendința caolinitului de a forma particule lamelare (formă de fulg) cu dimensiuni preponderente în domeniul PM_1 , și $PM_{2,5}$ mai degrabă decât în PM_{10} . [Zbik et al, 2008; Houwing, Rijn, 1998; Hosu Prack et al, 2010]

Pentru evidențierea particulelor foarte fine de tip $PM_{2,5}$ și PM_{10} proba P1 a fost supusă la o inspecție optică în lumină reflectată în câmp întunecat, asociată cu o analiză cantitativă, în vederea stabilirii diametrului mediu al acestor particule.

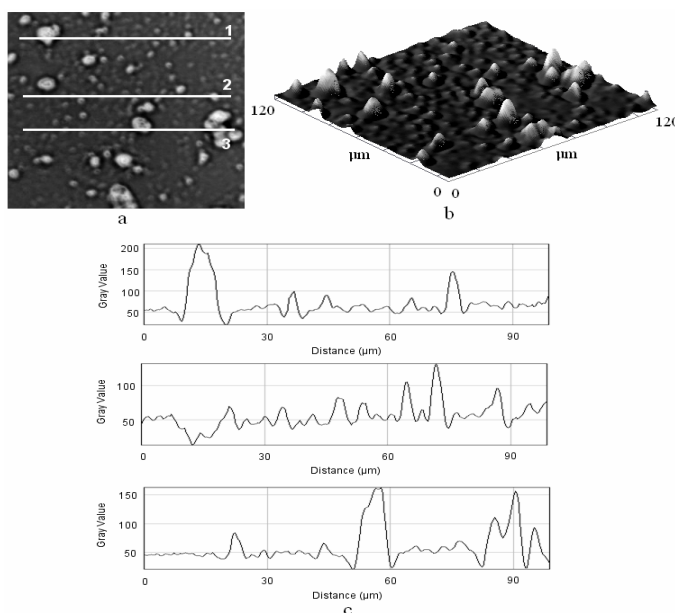


Fig. 3. Analiza microscopică cantitativă efectuată prin examinare în câmp întunecat pentru proba P1: a) microfotografia rezultată, b) reprezentarea tridimensională a imaginii (a) și c) detaliile de profil corespunzătoare liniilor albe marcate în imaginea (a)

În fig. 3 a se observă particulele foarte fine aparținând categoriei $PM_{2,5}$ ca niște puncte fine albe, iar cele mai mari sunt particulele de tipul PM_{10} , aspectul acestora poate fi observat mai bine în reprezentarea tridimensională a acestora în fig. 3.b.

Din detaliile de profil trasate prin microfotografia în câmp întunecat, figura 3.c, se poate determina diametrul particulelor evidențiate la semiînălțimea fiecărei particule de pe profil. Astfel, rezultă diametrul mediu al particulelor $PM_{2,5}$ în jurul valorii de $2 \mu m$, iar diametrul mediu al PM_{10} se situează în jurul valorii de $9 \mu m$.

Prin urmare proba P1 este formată din particule microscopice moderate dimensional, având diametrul mediu de circa $25 \mu m$ formate din cuarțit și lepidocrocit, însoțite de $PM_{2,5}$ și PM_{10} compuse din toate cele trei specii mineralogice identificate.

Prezența particulelor materiale minerale mai mari de $10 \mu m$ pledează pentru o agitare foarte puternică a prafului stradal datorită circulației rutiere intense de pe parcursul săptămânii.

Proba 2 - prelevată din strada Dâmboviței, cu depunere în perioada de week-end: 21–23.01.2011, în cantitate de 0,004 g sub formă de depunere pe peretele creuzetului;

Difractograma rezultată pentru proba P2 este prezentată în fig. 4.

Se evidențiază maxime bine conturate, mai puțin intense decât pentru proba P1 și se remarcă o lățire sensibilă a acestora care indică un aport masiv al materialelor cristaline corelat cu o prezență masivă a particulelor fine de tip $PM_{2,5}$ și PM_{10} .

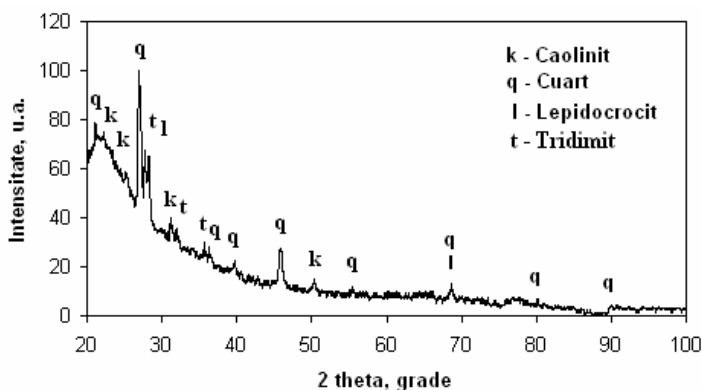


Fig. 4. Difractograma probei P2 – prelevare str. Dâmboviței (21 – 23.01.2011)

Cel mai intens maxim aparține cuarțului, fiind identificate încă opt maxime distincte. Contextul arată cuarțul ca fiind component majoritar în masa probei. Următorul mineral, în ordinea importanței, este lepidocrocitul.

În mod similar cu proba P1, în proba P2 s-a identificat caolinitul, în masa probei păstrându-se același raport al intensităților relative.

Deosebirea majoră constă în faptul că pentru proba P2 a fost identificat tridimitul, alături de acesta fiind identificate alte două maxime distincte în deplină concordanță cu datele din literatura de specialitate. [30]

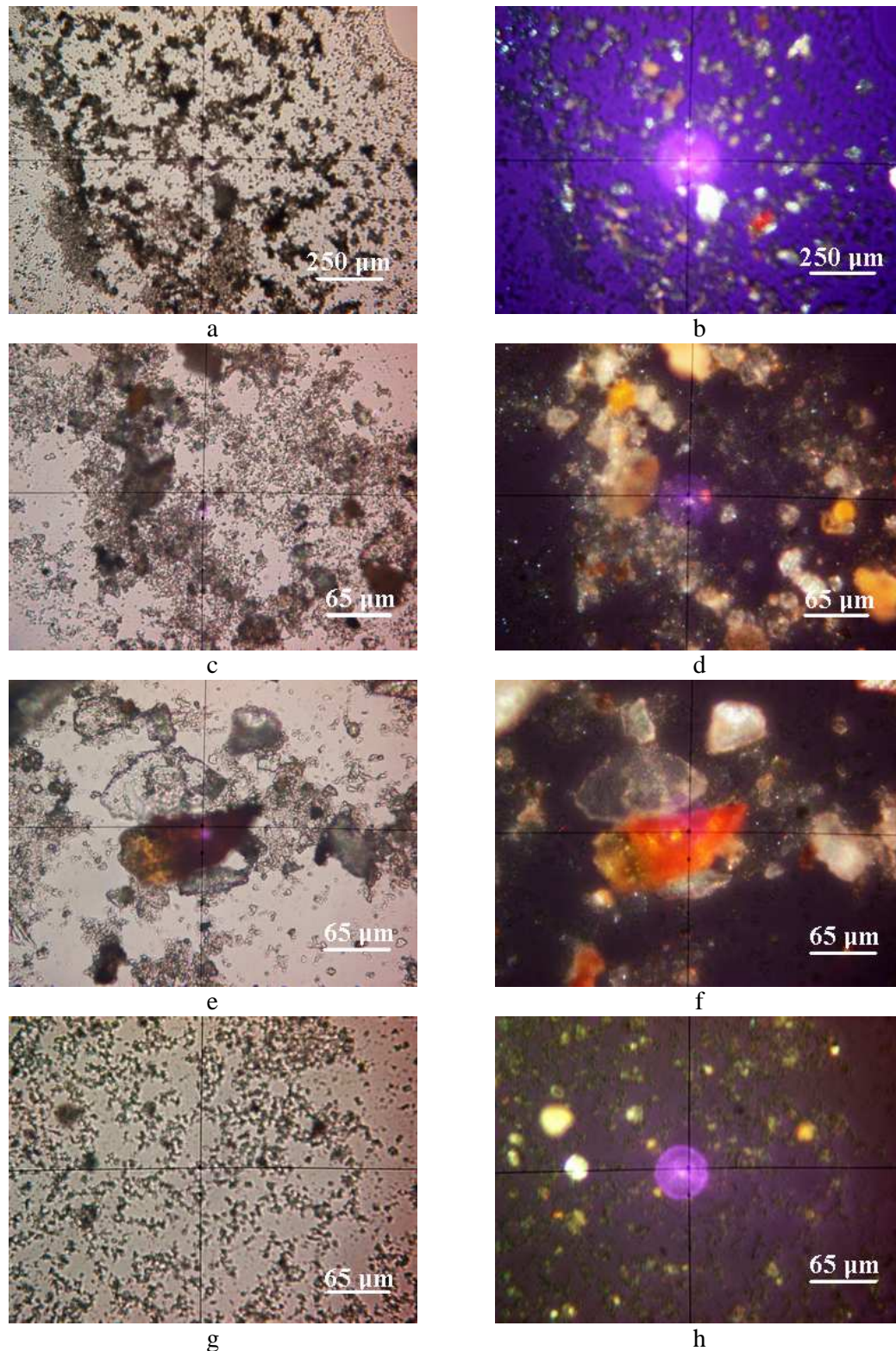


Fig. 5. Aspecte microscopice ale probei P2: a, c, e, g) microfotografiile în lumină transmisă și b, d, f, h) în lumină polarizată cu nicolii încrucișați

Tridimitul este o formă alotropică a dioxidului de siliciu care cristalizează ortorombic spre deosebire de cuarț care cristalizează hexagonal. Tridimitul se formează prin încălzirea cuarțului la temperaturi ridicate (ex. 1470°C) urmată de răcirea acestuia. Fenomenul este facilitat de prezența unor impurități cum ar fi oxizii de fier sau de calciu. [Baldo, Santos, 2002] Habitul (forma specifică) a particulelor de tridimit este tabular – lamelară.

Viziunea de ansamblu a probei P2 poate fi observată la mărire medie în figurile 6.36. a și b. În acestea se evidențiază două tipuri de asocieri de particule: asocieri de particule microscopice medii și asocieri de particule microscopice fine de tipul PM_{2,5} și PM₁₀. Se observă predominanța particulelor microscopice fine. În lumină polarizată cu nicolii încrucișați se observă particule de cuarț gri verzui, particule de lepidocrocit brun roșiatic.

De asemenea se observă în fig. 5 b unele particule gri verzui cu aspect tabular – lamelar care corespund tridimitului, în timp ce particulele de caolinit apar ca niște puncte fine alb – gălbui. La mărire mare toate aceste particule se observă mult mai clar, fig. 5 c și d.

În fig. 5 c se observă foarte distinct asocierea particulelor mai mari, având un diametru mediu de circa 25 μm (sensibil mai mici decât în cazul probei P1).

Aceeași imagine observată în lumină polarizată evidențiază net trei particule de lepidocrocit brun deschis spre roșu, mai multe particule echiaxiale de cuarț și o particulă de cuarț mai mare (este puțin alungită, ovoidală, 65 μm lungime și 50 μm diametru), având incluziuni fine de lepidocrocit.

Se observă particule foarte fine de caolinit colorate alb – gălbui în funcție de poziția lor față de axa optică a microscopului. Detaliile din fig. 5 e și f surprind două particule de deosebit interes: cea roșiatică care este o particulă solzoasă de lepidocrocit, având o lungime de 75 μm și o lățime de 50 μm și o particulă tabulară de tridimit colorată gri verzui având o lungime de circa 70 μm și o lățime de 50 μm.

În fig. 5 g și h sunt surprinse aranjamentele particulelor foarte fine care în lumină polarizată evidențiază unele fragmente cuarțoase și mai multe particule caolinitice alb gălbui.

Investigarea microscopică cantitativă efectuată în câmp întunecat, fig. 6, evidențiază detalii similare cu cele observate în fig. 5.g.

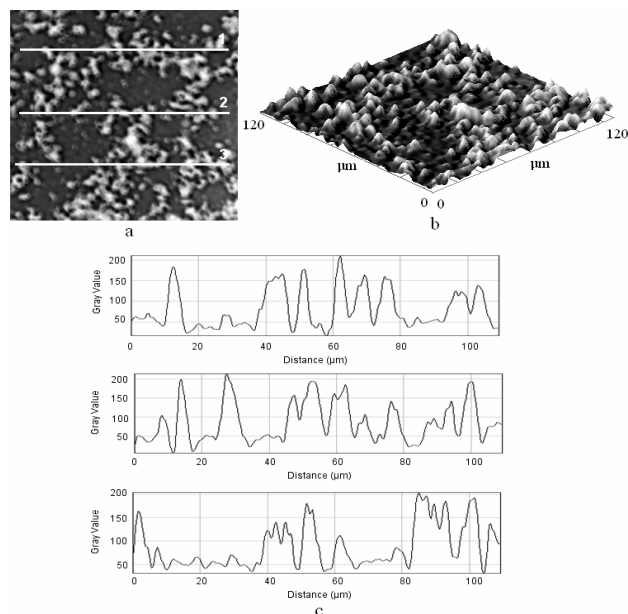


Fig. 6. Analiza microscopică cantitativă efectuată prin examinare în câmp întunecat pentru proba P2: a) microfotografia rezultată, b) reprezentarea tridimensională a imaginii (a), și c) detaliile de profil corespunzătoare liniilor albe marcate în imaginea (a)

Detaliile de profil corespunzătoare, figura 6, ne permit să stabilim diametrul mediu al $PM_{2,5}$ ca fiind de $2 \mu m$ în timp ce PM_{10} se situează în jurul valorii de $7 \mu m$.

Observăm că aceste valori sunt net mai mici decât celelalte rezultate pentru proba P1.

Proba 3 – prelevată din strada Aurel Vlaicu, cu depunere în timpul săptămânii: 17–21.01.2011, în cantitate de 0,014 g sub formă de depunere pe peretele creuzetului;

Difractograma rezultată pentru proba P3 este prezentată în fig. 7.

Aspectul general al acesteia este cu maxime zvelte, foarte bine dezvoltate, fapt care atestă predominanța componentelor cristaline în masa probei P3.

Citirea difractogramei din fig. 7 ne permite determinarea datelor de difracție și identificarea compușilor (fazelor) cristaline din probă.

Observăm că principalul compus cristalin din proba P3 este cuarțul, dioxid de siliciu cristalizat hexagonal. Acesta este reprezentat de maximul cel mai intens și însoțit de alte opt maxime reprezentative, valorile distanței interplanare fiind în deplină concordanță cu literatura de specialitate. [Hanawalt et al, 1938]

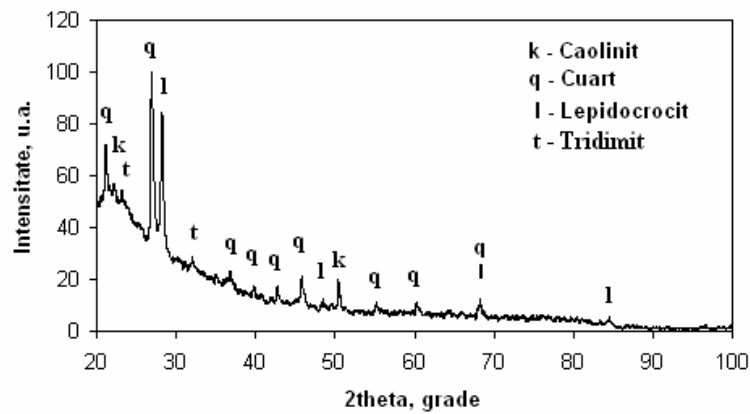


Fig. 7. Difractograma probei P3 – prelevare str. Aurel Vlaicu (17–21.01.2011)

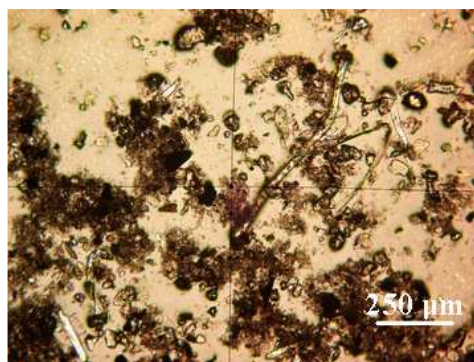
Următorul compus, ca importanță în probă, este lepidocrocitul.

Al treilea compus identificat este caolinitul. Acest fapt ne permite să estimăm o participație masică de circa 15% din totalul probei. Restul de 5% revine tridimitului, care prezintă două maxime relativ puțin intense (15 și respectiv 18%). Acesta fiind dioxid de siliciu cristalizat ortorombic, specific unei încălziri prealabile la temperaturi ridicate, este posibil să provină din unele surse antropice de praf stradal.

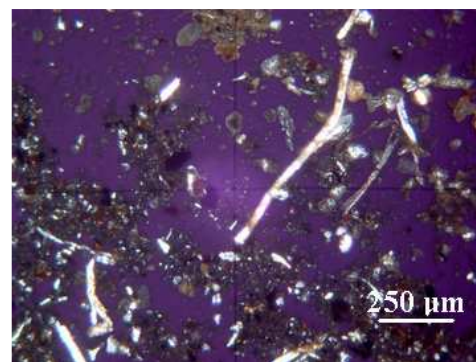
Viziunea de ansamblu a probei P3 se poate observa în fig. 8 a și b. Se evidențiază particule microscopice măricele cu forme echiaxiale, având un diametru mediu de circa 60 μm însoțite de particule mai fine care le înconjoară.

Se observă prezența masivă a unor materiale fibroase ce nu fac parte din categoria mineralelor (probabil urme de material textil).

În lumină polarizată, fig. 8 b, se observă cu precădere particulele cuarțoase colorate gri verzui și unele particule de lepidocrocit colorate brun închis.



a



b

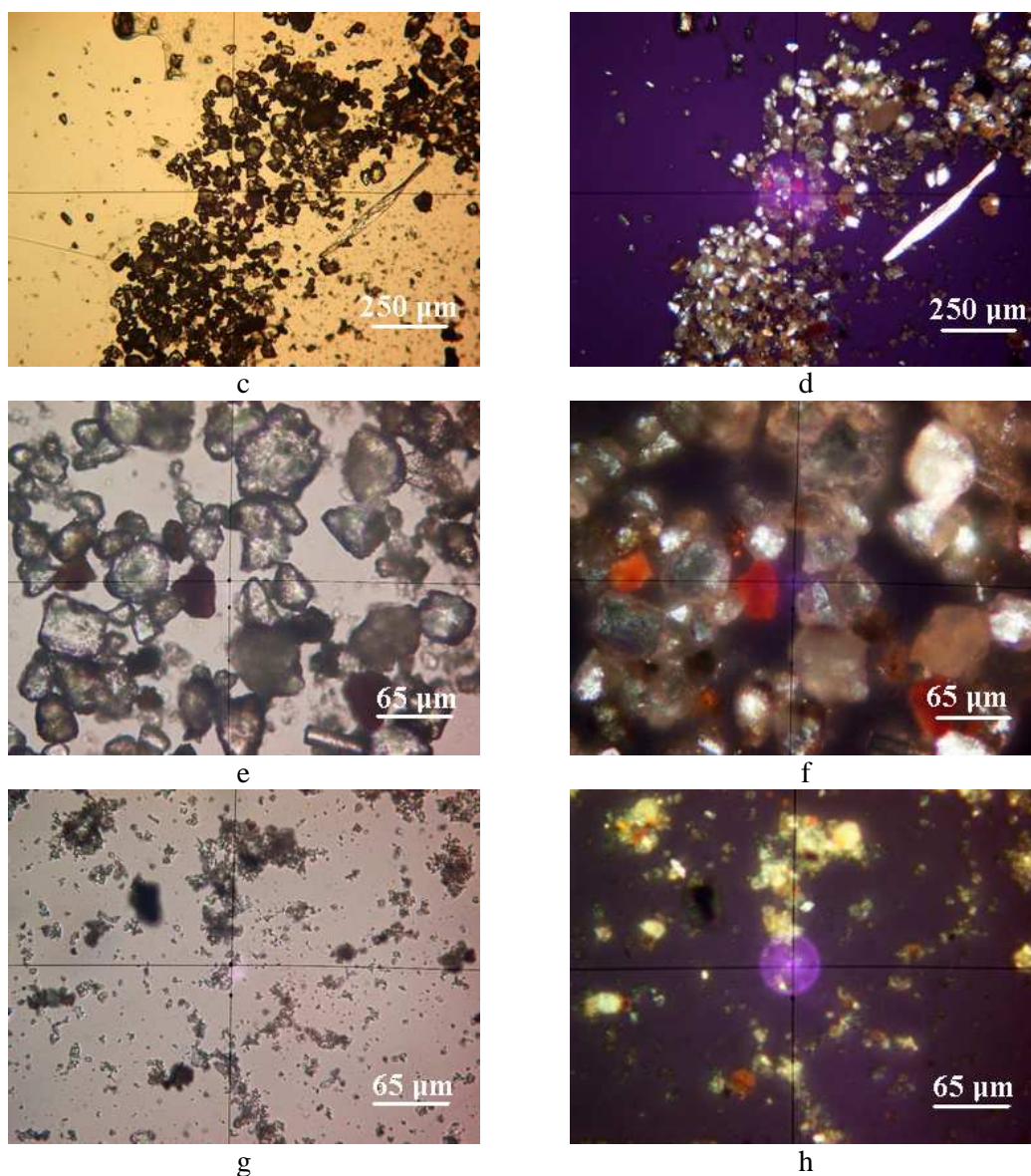


Fig. 8. Aspecte microscopice ale probei P3: a, c, e, g) microfotografii în lumină transmisă și b, d, f, h) în lumină polarizată cu nicolii încrucișați

În imaginile 8 c și d, se observă altă zonă microscopică de ansamblu unde diferitele particule minerale identificate prin difracție cu raze X pot fi văzute distinct.

Partea cea mai interesantă a imaginii din fig. 8 d sunt reluate în detaliu la mărire mare în fig. 8 e și f.

Astfel, se observă dimensiunile microscopice mari ale particulelor, ceea ce confirmă observațiile anterioare, adică un diametru mediu de circa 60 μm.

Mai interesante sunt detaliile observate în lumină polarizată, fig. 8 f, unde se evidențiază trei particule de lepidocrocit colorate în brun roșcat care sunt înconjurată de particule cuarțoase colorate gri verzui. Acest fapt concordă pe deplin cu observațiile facute prin difracție cu raze X.

În fig. 8 g și h se relevă structurarea particulelor fine, care așa cum se poate observa în lumină polarizată, fig. 8 h, fragmentele fine de cuarțit sunt înconjurate de particule și mai fine de caolin colorate alb – gălbui. Se mai observă de asemenea unele fragmente de particule de lepidocrocit colorate brun.

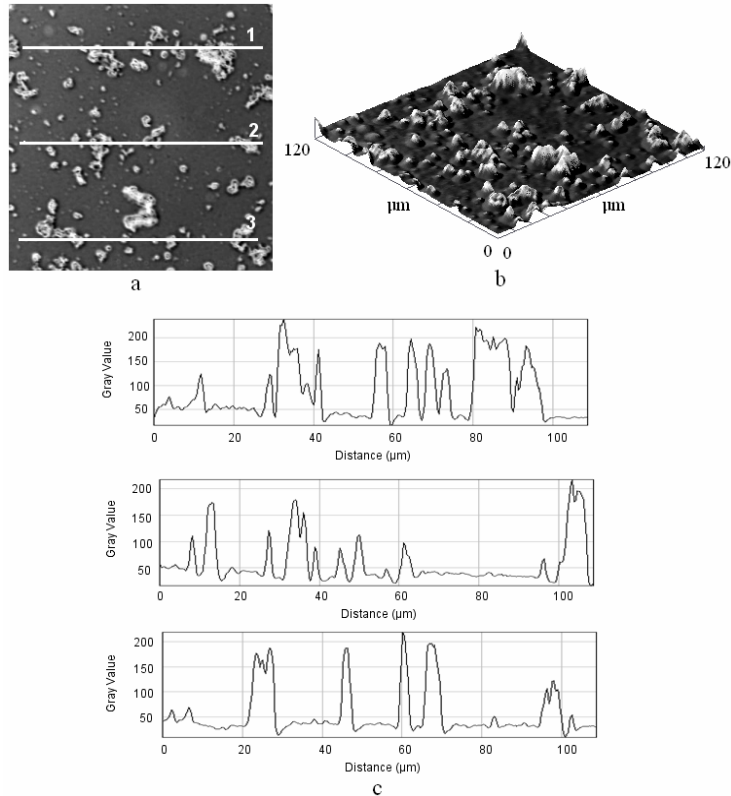


Fig. 9. Analiza microscopică cantitativă efectuată prin examinare în câmp întunecat pentru proba P3: a) microfotografia rezultată, b) reprezentarea tridimensională a imaginii (a), și c) detaliile de profil corespunzătoare liniilor albe marcate în imaginea (a).

Aceste structurări de particule fine au fost supuse unei analize microscopice cantitative prin observație în câmp întunecat, fig. 9.

În fig. 9 b este evidențiată reprezentarea tridimensională a imaginii microscopice în câmp întunecat unde se poate vedea cu acuratețe forma particulelor foarte fine. Detaliile de profil din figura 6.40.c ne permit stabilirea diametrelor medii astfel pentru $PM_{2,5}$ rezultă un diametru mediu de circa $3 \mu m$ în timp ce PM_{10} se situează în jurul valorii de $8 \mu m$.

Proba 4 – prelevată din strada Aurel Vlaicu, cu depunere în perioada de week-end: 21–23 01 2011, în cantitate de 0,005 g sub formă de depunere pe peretele creuzetului.

În fig. 10 este prezentată difractograma pentru proba P4.

Aceasta prezintă maxime de difracție destul de distincte, caracteristice materialului cristalin dar cu intensități sensibil mai reduse și mai late decât în cazul probei P3. Faptul indică prezența unui material pulverulent foarte fin.

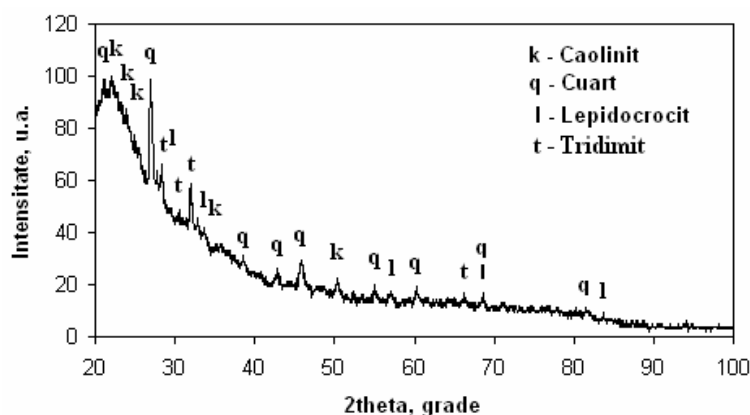


Fig. 10. Diffractograma probei P4 – prelevare str. Aurel Vlaicu (21 – 23.01.2011)

Au fost identificate aceleași minerale ca în cazul probei P3, după cum urmează: componentul majoritar este cuarțul urmat de lepidocrocit, caolinit și tridimit. Spre deosebire de proba P3, în proba P4 cuarțul depășește net celelalte minerale componente. Putem estima o participare de circa 70% cuarț, restul fiind ocupat de celelalte minerale.

Această estimare este confirmată de observațiile microscopice de ansamblu, obținute prin examinare în lumină polarizată, după cum se poate observa în figura 6.42.d, cadrul imaginii fiind ocupat aproape în totalitate de particule fin disperse de cuarț, colorate în gri verzui. Se observă foarte puține particule colorate brun roșiatic - lepidocrocit sau alb gălbui – caolinit diseminate printre cele de cuarț.

O altă viziune microscopică de ansamblu, fig. 11 a, evidențiază unele particule echiaxiale mai măricele, care au către 25 μm diametru mediu, dar puține în raport cu asocierile de particule fine.

În lumină polarizată, fig. 11 b, se observă că acestea aparțin cu precădere cuarțului, o singură particulă aparținând tridimitului (culoare gri verzui cu aspect tabular).

Se remarcă fibre materiale lungi care apar colorate divers în lumină polarizată. Acestea sunt fibre textile colorate, pigmentii de colorare care conferă o iluminare caracteristică în lumină polarizată.

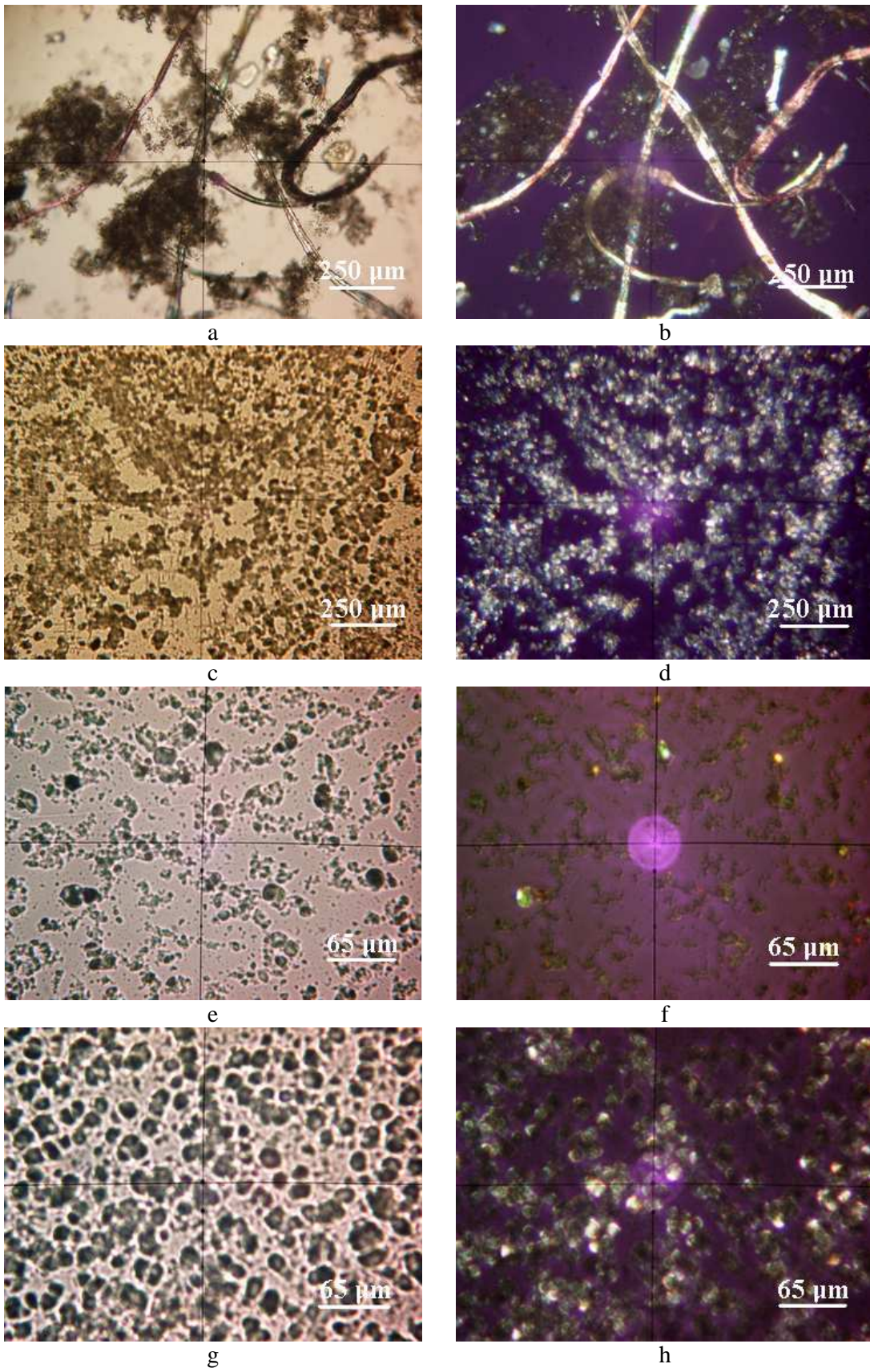


Fig. 11. Aspecte microscopice ale probei P4: a, c, e, g) microfotografii în lumină transmisă și b, d, f, h) în lumină polarizată cu nicolii încrucișați

Detaliile de microscopie optică mineralogică evidențiate la mărime mare sunt prezentate în figurile 11 e – h.

Se observă particule fine de tipul PM_{10} cu o formă echiaxială și colorit gri verzui în lumină polarizată cu nicolii încrucișați, ceea ce indică apartenența acestora la categoria cuarțului.

Particulele fine de tipul $PM_{2,5}$ sunt mai evidente în fig. 11 e care însoțesc particulele de tip PM_{10} .

În lumină polarizată, fig. 11 f, aceste particule $PM_{2,5}$ tind să se coloreze alb – gălbui, corespunzând caolinitului. Rezultatele concordă cu datele obținute prin difracție cu raze X.

Aceste particule au fost examinate și prin microscopie optică în câmp întunecat, în vederea stabilirii caracteristicilor dimensionale. Analiza microscopică cantitativă este ilustrată în fig. 12.

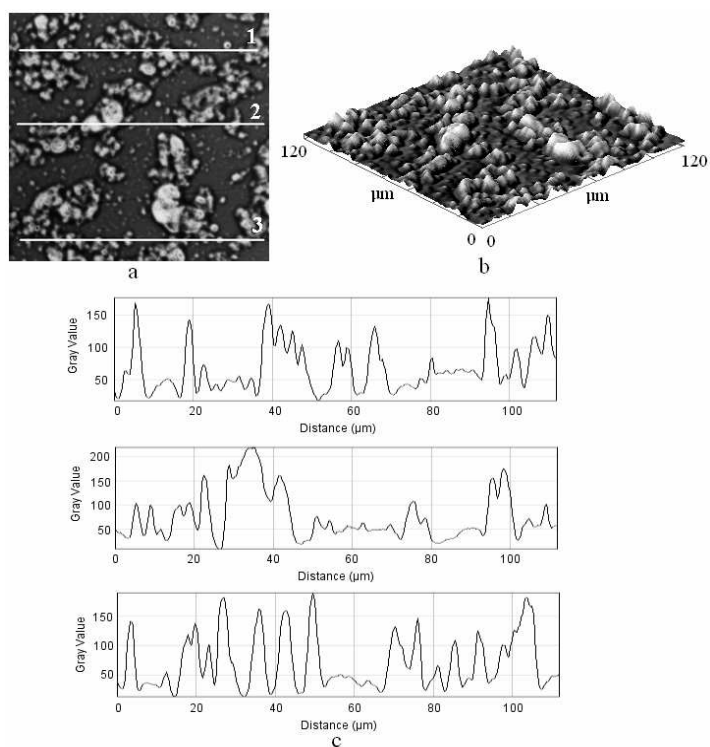


Fig. 12. Analiza microscopică cantitativă efectuată prin examinare în câmp întunecat pentru proba P4: a) microfotografia rezultată, b) reprezentarea tridimensională a imaginii (a), și c) detaliile de profil corespunzătoare liniilor albe marcate în imaginea (a)

Detaliile de structură revelate de către microfotografia optică în câmp întunecat din fig. 12 a se observă mai bine în reprezentarea tridimensională din fig. 12 b și sunt în deplină concordanță cu observațiile microscopice în lumină transmisă (fig. 11 e).

Detaliile de profil corespunzătoare fig. 12 ne permit stabilirea diametrelor medii pentru particulele de tip PM. Prin urmare particulele $PM_{2,5}$ prezintă un diametru mediu de 2.5 μm iar particulele de tipul PM_{10} prezintă un diametru mediu de 9 μm .

Observăm de asemenea că particulele fine au o preponderență mai mare în masa probei P4 decât în cazul probei P3.

4.2. Efectele poluării atmosferice cu particule materiale dispersate în aer asupra sănătății umane

S-a demonstrat faptul că în conținutul PM_{10} se găsesc cu precădere cuarțul – SiO_2 și lepidocrocitul – $FeO(OH)$.

Hidroxizii de fier sunt foarte periculoși dacă intră în căile respiratorii și în alveolele pulmonare, cauzând inflamații acute. [Harris, 1999; Muntean et al, 2012]

Pentru a vedea care este capacitatea invazivă a PM_{10} și $PM_{2,5}$ și care sunt efectele poluării atmosferice cu particule materiale dispersate în aer, asupra sănătății umane, s-a realizat un studiu, bazat pe metoda microscopiei optice.

Astfel, un voluntar a fost expus, timp de o oră, la efectul particulelor materiale dispersate în aer, în zona str. Dâmboviței, în condiții normale de trafic rutier.

După expunere, a fost colectată o probă din mucoasa nazală care a fost supusă microscopiei optice.

Particulele de PM_{10} și $PM_{2,5}$ sunt observate ca niște puncte negre, înconjurate de globulele albe (WBC) și de câțiva germeni (G) (fig. 13). [Muntean et al, 2012]

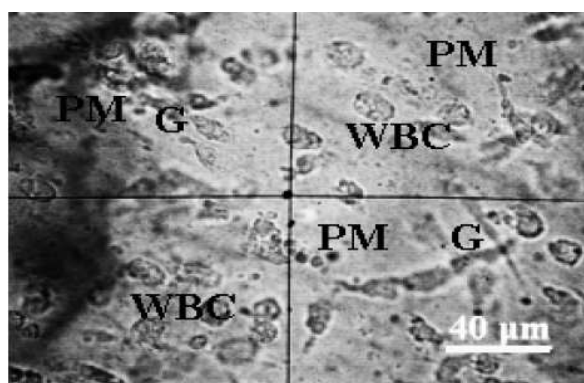


Fig. 13. Microfotografia optică a unei mostre de mucoasă nazală expusă in vivo, timp de o oră, la efectul particulelor materiale dispersate în aer, din zona străzii Dâmboviței. PM = particule materiale, WBC = white blood cells - globule albe, G = germeni.

Aceasta înseamnă că prezența PM în mucoasa nazală provoacă o reacție în organism, care afectează starea de sănătate a oamenilor.

4.3. Influența aplicării pe carosabil a materialului antiderapant, în perioada de iarnă, asupra calității aerului din municipiul Cluj-Napoca

Datorită înregistrării unor valori mai ridicate ale concentrațiilor de pulberi în suspensie cu fracțiunea PM₁₀, în perioada de iarnă, ne-am propus realizarea unui studiu cu privire la influența aplicării materialului antiderapant pe carosabil, asupra calității aerului din municipiul Cluj-Napoca, din punct de vedere a prezenței în aer a pulberilor în suspensie.

În acest context, s-a luat spre investigare o mostră medie reprezentativă de material antiderapant distribuit în pubelele aferente în localitatea Cluj Napoca, la data de 11 02 2011.

Proba este un material granular eterogen având în componență particule din clase granulometrice diferite, variind de la 2 la 15 mm diametru. Pentru investigarea mineralogică proba a fost preparată astfel:

- O cantitate reprezentativă de material antiderapant a fost concasată și mărunțită pentru evidențierea compoziției mineralogice globale a probei prin microscopie optică mineralogică;
- S-au separat câteva particule din fiecare component diferit al probei. Fiecare component în parte a fost concasat și mărunțit pentru investigarea optică mineralogică individuală.

Pentru a identifica mineralele componente din probele de material antiderapant, acestea au fost supuse unei analize de difracție cu raze X..

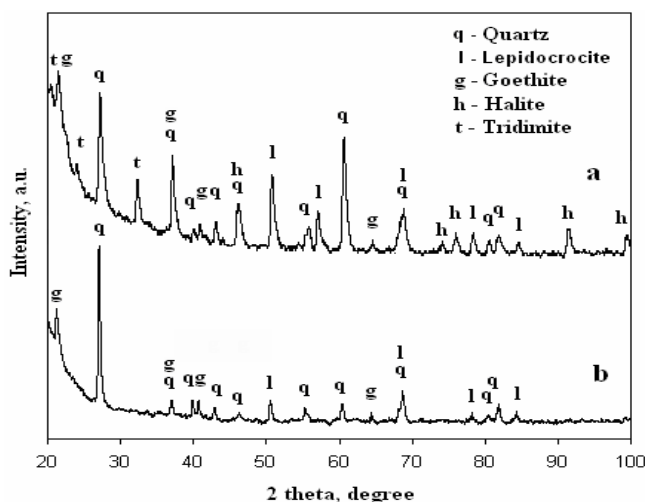


Fig. 14. Spectrul de raze-X pentru: a) proba de material antiderapant și b) proba de material cu conținut mare de hidroxid de fier [Muntean et al, 2011]

Spectrul de raze - X rezultat, fig.14, pentru probele de material antiderapant pune în evidență vârfuri foarte bine dezvoltate, care corespund la o stare cristalină a probei.

S-au găsit cantități mari de cuarț – α SiO_2 , lepidocrocite γ $\text{FeO}(\text{OH})$, goethit – α $\text{FeO}(\text{OH})$, halit - NaCl și unele urme de trydimite – γ SiO_2 . [Arghir, Gherghari, 1989]

Morfologia materialului antiderapant inițial este prezentată în fig. 15. a. Particulele de cuarț apar cu o formă rotunjită având culoarea alb-gri, particulele de halite apar ca particule pătrate translucide, în timp ce particulele cu conținut de hidroxizi de fier apar de culoare maro-roșcat, [Catarig, Arghir, 1998], iar urmele de trydimite apar ca niște particule rotunjite întunecate. Inițial, diametrul particulelor de material antiderapant s-a situat între 5-10 mm. Particulele de cuarț, chiar și de trydimite prezintă un rol funcțional în creșterea aderenței rutiere, iar particulele de halit au rolul de a reduce punctul de îngheț în timpul iernii, în stare de trafic.

Prin microscopie optică, conform fig. 15 c și d se poate observa conținutul mare de lepidocrocit și goethit, fiind colorat brun-portocaliu, amestecat cu particule fine de cuarț, gri-verzui.

Cel mai probabil, particulele cu conținut de hidroxid de fier prezente în materialul antiderapant, provin de la conținutul de fier din șasiul autovehiculelor, din rugina acestora, care se recirculă în amestec cu materialul antiderapant utilizat.

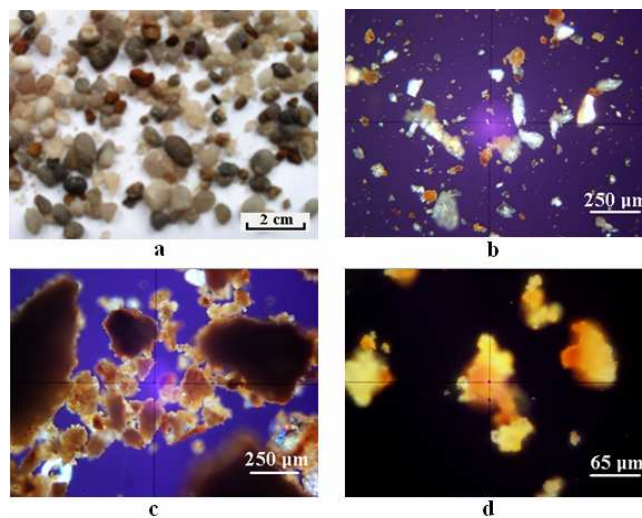


Fig. 15. Morfologia și distribuția minerală în probele primare: a) material antiderapant inițial, b) microfotografia în lumină polarizată cu nicoli încrucișați a probei de material antiderapant, c) microfotografia în lumină polarizată cu nicoli încrucișați a probei de material antiderapant cu conținut de hidroxid de fier și d) microfotografia mărită în lumină polarizată cu nicoli încrucișați a probei de material antiderapant cu conținut de hidroxid de fier

[Muntean et al, 2011]

Având în vedere posibilele efecte nocive ale hidroxizilor de fier dispersați în aer, este necesară elaborarea unei modalități de reducere a acestor emisii.

Noi am propus diminuarea acestora prin separare magnetică.

Aplicând separarea magnetică uscată, am obținut un coeficient ridicat de extracție, dar mixtura de goethit și lepidocrocit este sensibil impurificată de prezența unor resturi de cuarț și tridimit.

Coeficientul de extracție obținut este benefic pentru mediu, dar produsul rezultat are o aplicabilitate industrială nulă, datorită impurificării cu cuarț.

În vederea valorificării industriale a acestor particule de hidroxid de fier am aplicat selecție magnetică umedă, unde coeficientul de extracție a fost mai mic, dar puritatea produsului final a rezultat mult îmbunătățită.

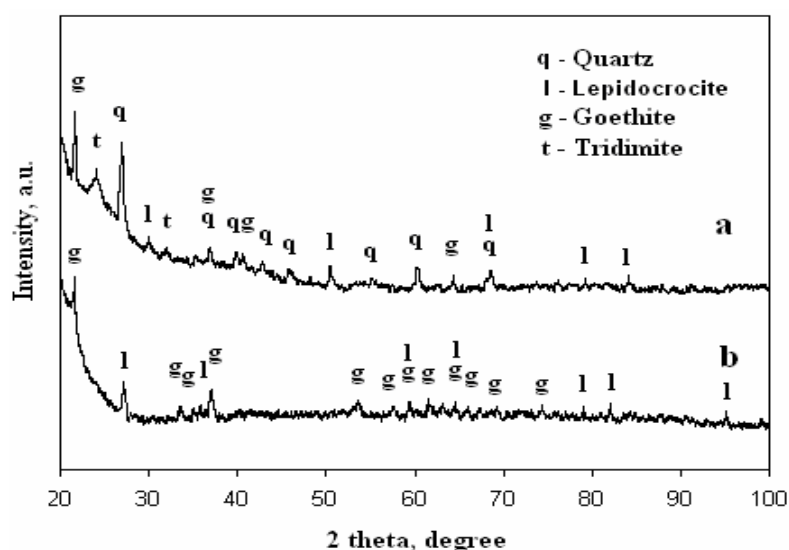


Fig. 16. Spectrul de raze - X pentru particulele din materialul antiderapant cu conținut mare de hidroxizi de fier rezultat după: a) separare magnetică uscată și b) separare magnetică umedă [Muntean et al, 2011]

Se observă că prin metoda de separare magnetică umedă, goethitul și lepidocrocitul sunt singurele minerale detectate, fig. 67.

. Pulberea de hidroxid de fier rezultată prin separarea magnetică umedă pare să aibă dimensiuni uniforme medii, de 15 μm , care ar putea fi adecvată pentru aplicarea în metalurgia pulberilor sau ar putea fi supusă la o reducere a hidrogenului pentru a obține o puritate adecvată pulberii de fier.

Cu toate acestea, metoda tehnică de separare umedă prezentată ar putea fi îmbunătățită, în vederea utilizării acestora ca sursă de materii prime în metalurgia pulberilor,

în diferite procese, cum ar fi fabricarea magneților permanenți din ferită de bariu sinterizată. [Catarig, Arghir, 1998; Arghir, 1978]

Cercetările pe care noi le-am desfășurat și care au vizat hidroxizii de fier din mediu au dovedit că probele de material antiderapant colectate în perioada decembrie 2010 – februarie 2011 conțin cantități semnificative de hidroxizi de fier (goetit și lepidocrocit), situându-se în jurul valorii de 20%. Prezența acestora poate fi foarte periculoasă pentru sănătatea umană.

Separarea magnetică aplicată dezvăluie aspecte interesante favorabile pentru îmbunătățirea calității mediului.

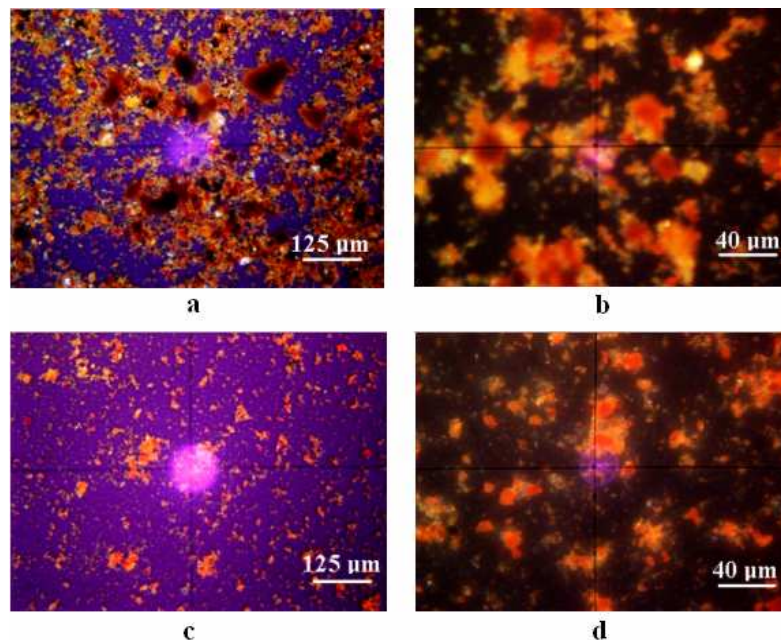


Fig. 17. Microfotografiile optice în lumină polarizată cu nicoli încrucișați pentru separare magnetică: a) uscată – mărime medie, b) uscată – mărime mare, c) umedă – mărime medie și d) umedă – mărime mare [Muntean et al, 2011] [

Metoda de separare se dovedește a fi utilă în sensul diminuării conținutului de hidroxizi de fier din mediul ambiant urban.

4.4. Remarci concluzive

Din analiza celor patru probe de material pulverulent (pulberi sedimentabile) prezentate spre investigare cristalografică mineralogică rezultă următoarele aspecte:

➤ Toate cele patru probe prezintă aceeași compoziție de bază, având ca și component majoritar cuarțul însoțit, în proporții variabile, de lepidocrocit. În toate probele s-a identificat caolinitul ca și component minoritar. Cu excepția probei P1, în compoziția probelor se

remarcă urme de tridimit. Faptul că la ambele puncte de prelevare (str. Dâmboviței și str. Aurel Vlaicu) aflate la distanță de cel puțin 1 km liniar, rezultă că sursa de proveniență a acestor particule are un areal larg de răspândire.

➤ Pentru perioada de prelevare din timpul săptămânii se remarcă un excedent mare în aer de particule microscopice mari cu diametre medii între 25 și 60 μm , pentru ambele puncte de prelevare (str. Dâmboviței și str. Aurel Vlaicu), asociat cu particule de tipul $\text{PM}_{2,5}$ și PM_{10} . Pe timpul week-endului se remarcă o scădere relativă a nivelului acestor particule microscopice grosiere, în favoarea aportului de $\text{PM}_{2,5}$ și PM_{10} . Faptul poate fi corelat cu o intensitate mult mai mare a transportului rutier în timpul săptămânii, decât în week-end, care este capabil să antreneze în aer particule materiale microscopice mari.

➤ Particulele microscopice fine de tipul $\text{PM}_{2,5}$ și PM_{10} se încadrează în valorile dimensionale specifice la toate probele, indiferent de locul și perioada de prelevare, cu mențiunea că acestea sunt mai fine în perioada week-endului cu circa 1 – 2 μm .

➤ Cuarțul și lepidocrocitul se găsesc cu precădere în cadrul PM_{10} și al particulelor microscopice mari, în timp ce caolinitul corespunde mai degrabă fracțiilor fine de particule corespunzătoare $\text{PM}_{2,5}$.

Este deosebit de interesantă asocierea cuarțului cu lepidocrocitul în toate cele patru probe investigate. Această asociere evidențiată impune admiterea existenței unei aceeași surse de particule materiale cu o întindere pe suprafețe vaste aparținente carosabilelor vizate de amplasamentul celor două puncte de prelevare (str. Dâmboviței și str. Aurel Vlaicu) din municipiul Cluj-Napoca.

S-a observat că prezența materialului antiderapant, aplicat în timpul iernii, constituie o problemă, deoarece, datorită forțelor destul de mari care intervin la contactul anvelopelor traficului rutier cu partea carosabilă, asociate cu duritatea redusă a unor particule minerale prezente în materialul antiderapant, se creează o dispersie în aer a particulelor PM_{10} și o resuspensie a prafului stradal, respectiv o creștere a concentrației de pulberi în suspensie.

Cap. V. Distribuția principalilor poluanți atmosferici din județul Cluj

Evacuarea în atmosferă a substanțelor poluante provenite de la diferite activități umane și naturale afectează nu numai factorul de mediu aer, ci și ceilalți factori de mediu – apa, flora, solul – cu consecințe asupra condițiilor de viață ale ecosistemelor și ale oamenilor. [Hâncu, Marin, 2008; Coldea, 2002]

Difuzia (moleculară sau turbulentă), are loc ca urmare a schimbului de molecule între stratele de fluid (la difuzia moleculară) sau a schimbului de masă în formațiuni ce fluctuează,

(macroparticule) de la un strat la altul (la difuzia turbulentă). Difuzia la nivel macro (de particule de fluid), se produce și în cazul mișcării laminare a fluidelor, datorită diferențelor de viteză între stratele de fluid. [Sandu et al, 2004]

Un model de dispersie este o simulare matematică a fenomenelor fizice și chimice din atmosferă, care pe baza unor date de intrare rezolvă ecuațiile caracteristice ale dispersiei, dând valori ale concentrațiilor la diverși receptori. [Olendrzynski, 2000]

Pentru realizarea distribuției poluanților atmosferici s-au parcurs mai multe etape:

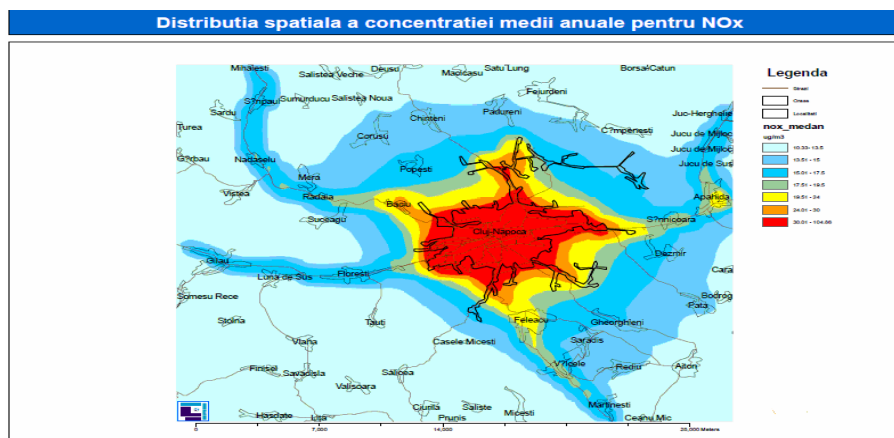
- ❖ S-au identificat sursele de poluare a aerului existente în județul Cluj
- ❖ S-a elaborat Inventarul anual de emisii a poluanților atmosferici pentru județul Cluj, în baza căruia s-au obținut date asupra cantităților de poluanți emiși
- ❖ S-au efectuat măsurători ale principalilor indicatori prezenți în atmosferă: NO_x, NO, NO₂, SO₂, CO, O₃, PM₁₀, Pb, Cd și Ni din PM₁₀ și s-a urmărit evoluția concentrațiilor acestora.
- ❖ S-a urmărit evoluția condițiilor meteorologice precum temperatura, presiunea, viteza și direcția vântului, umiditatea, radiația solară și cantitatea de precipitații din municipiul Cluj-Napoca

Prin coroborarea datelor obținute din inventarul de emisii, cu datele meteorologice și cu măsurătorile efectuate pentru toți indicatorii studiați, s-a rulat modelul de dispersie de tip gaussian OML-multi, iar rezultatele au pus în evidență distribuția principalilor poluanți atmosferici, pe raza județului Cluj

Baza de date aferentă inventarului de emisii, construit la nivelul județului Cluj, , cuprinde date asupra surselor de emisie, pe cele trei categorii:

- ❖ Surse punctuale (coșuri)
- ❖ Surse de suprafață (consumuri combustibil necesar încălzirii populației din toate localitățile județului Cluj)
- ❖ Surse liniare (trafic)

5.1. Concentrația NO_x

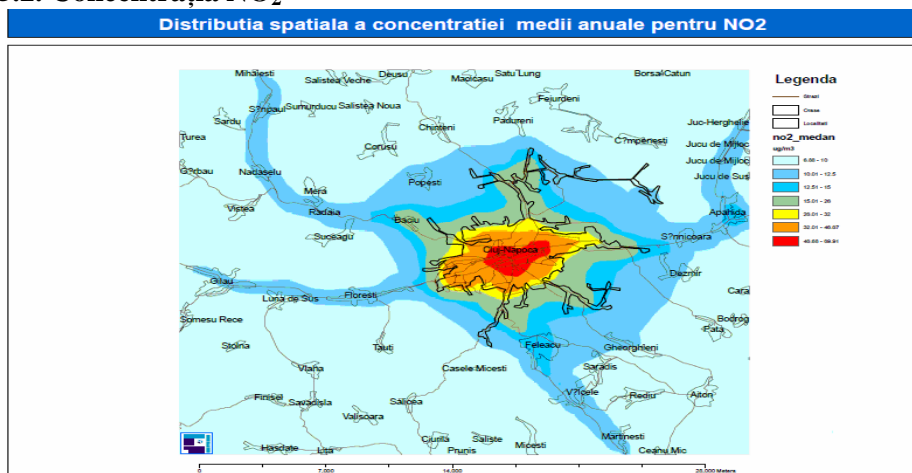


Poluant	Timp de mediere	Concentrații modelate	Unitate de măsură	PIE	PSE	VL	VL+MT 2008
NO _x	an	10,33 - 104,86	µg/m ³	19,5	24	30	-

Fig. 18. Distribuția spațială a concentrației medii anuale pentru NO_x

Valoarea limită a concentrației medii anuale este depășită pe întreaga suprafață a municipiului Cluj-Napoca, cu evidențierea căilor de intrare/iesire din oraș, fig.18.

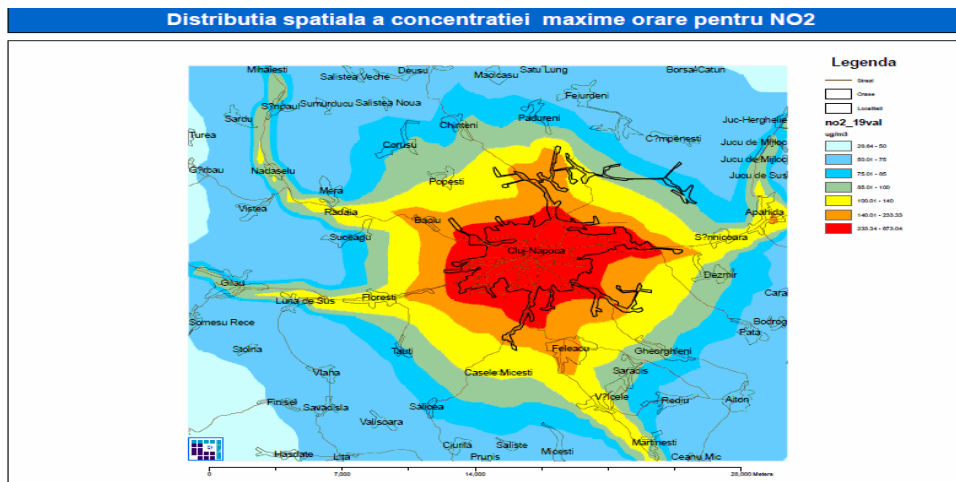
5.2. Concentrația NO₂



Poluant	Timp de mediere	Concentrații modelate	Unitate de măsură	PIE	PSE	VL	VL+MT 2008
NO ₂	an	6,88 - 69,91	µg/m ³	26	32	40	46,66

Fig. 19. Distribuția spațială a concentrației medii anuale pentru NO₂

Valoarea limită (care include și marja de toleranță – VL+MT) a concentrației medii anuale este depășită pe o arie relativ restrânsă în zona centrală a municipiului Cluj- Napoca, fig. 19.

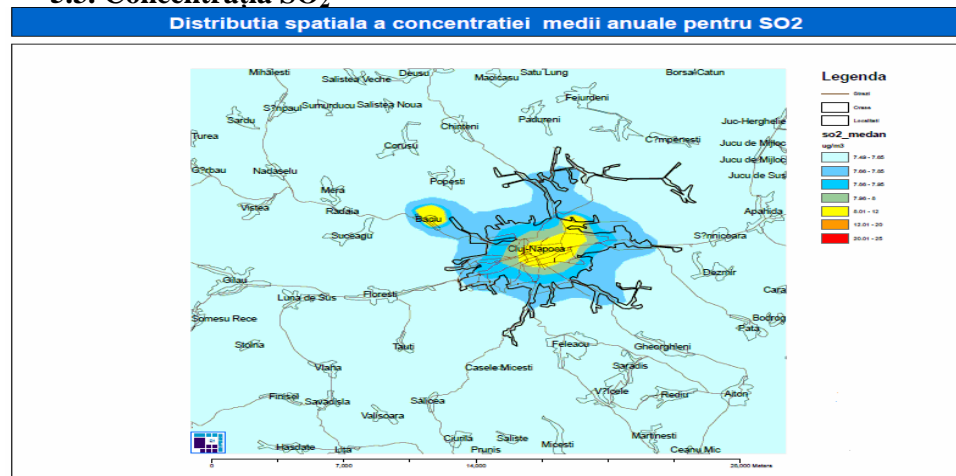


Poluant	Timp de mediere	Concentrații modelate	Unitate de măsură	PIE	PSE	VL	VL+MT 2008
NO ₂	1h	26,64 - 673,04	µg/m ³	100	140	200	233,33

Fig. 20. Distribuția spațială a concentrației maxime orare pentru NO₂

Valoarea limită (care include și marja de toleranță – VL+MT) este depășită aproape pe întreaga suprafață a municipiului Cluj-Napoca, fig. 20.

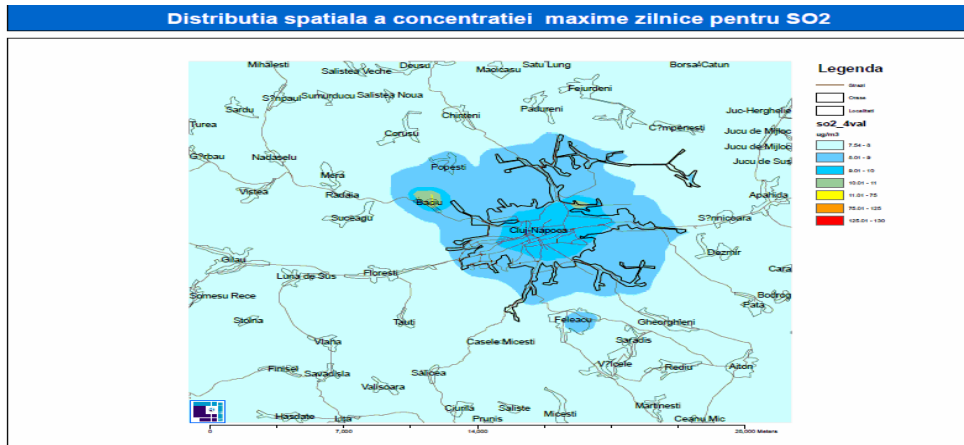
5.3. Concentrația SO₂



Poluant	Timp de mediere	Concentrații modelate	Unitate de măsură	PIE	PSE	VL	VL+MT 2008
SO ₂	an	7,49 - 8,36	µg/m ³	8	12	20	-

Fig. 21. Distribuția spațială a concentrației medii anuale pentru SO₂

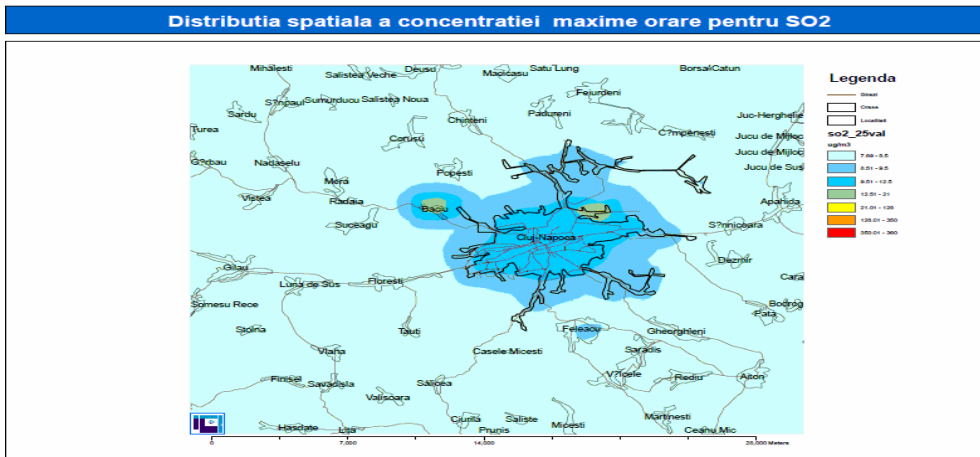
Valoarea limită a concentrației medii anuale nu este depășită pe arealul județului Cluj, fig. 21.



Poluant	Timp de mediere	Concentrații modelate	Unitate de măsură	PIE	PSE	VL	VL+MT 2008
SO ₂	24 h	7,54 - 11,07	μg/m ³	50	75	125	-

Fig.22. Distribuția spațială a concentrației maxime zilnice pentru SO₂

Valoarea limită a concentrației zilnice, PSE și PIE nu sunt depășite în arealul județului Cluj, fig. 22.

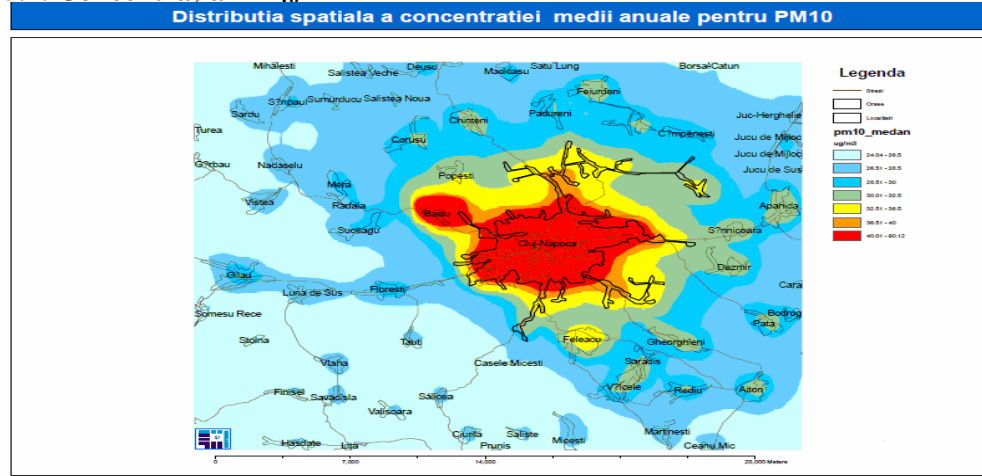


Poluant	Timp de mediere	Concentrații modelate	Unitate de măsură	PIE	PSE	VL	VL+MT 2008
SO ₂	1h	7,69 - 21,98	μg/m ³	-	-	350	-

Fig.23. Distribuția spațială a concentrației maxime orare pentru SO₂

Valoarea limită a concentrației maxime, PSE și PIE nu sunt depășite în arealul județului Cluj, fig. 23.

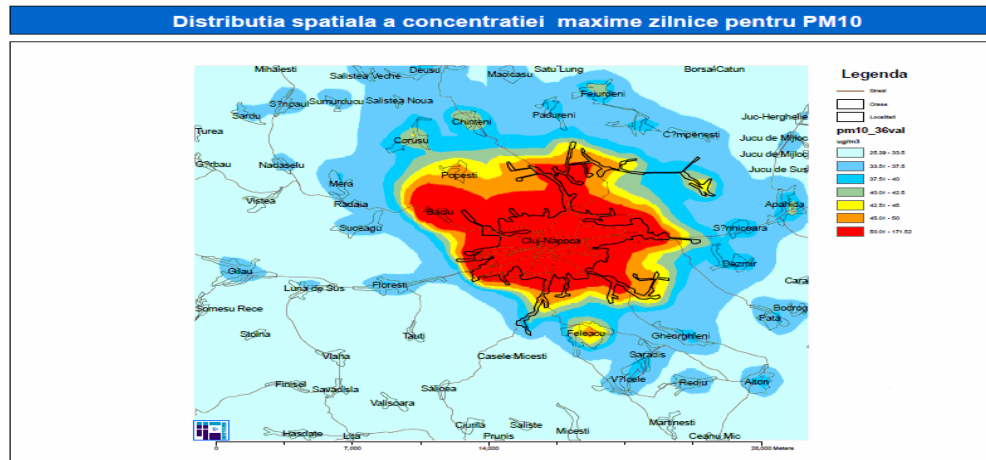
5.4. Concentratia PM₁₀



Poluant	Timp de mediere	Concentrații modelate	Unitate de măsură	PIE	PSE	VL	VL+MT 2008
PM ₁₀	an	24,04 - 90,12	µg/m ³	-	-	40	-

Fig.24. Distribuția spațială a concentrației medii anuale pentru PM₁₀

Valoarea limită a concentrației medii anuale este depășită în perimetrul municipiului Cluj-Napoca și în zona localității Baciu, fig. 24.

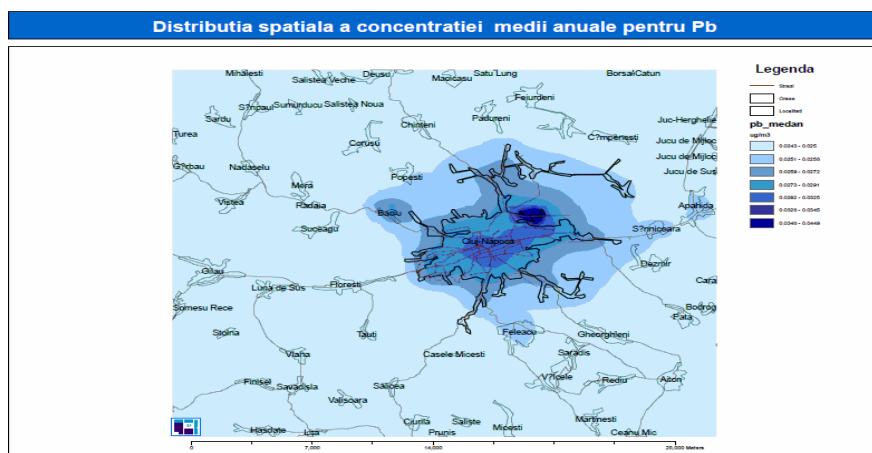


Poluant	Timp de mediere	Concentrații modelate	Unitate de măsură	PIE	PSE	VL	VL+MT 2008
PM ₁₀	24 h	25,29 - 171,52	µg/m ³	-	-	50	-

Fig.25. Distribuția spațială a concentrației maxime zilnice pentru PM₁₀

Valoarea limită a concentrației medii zilnice este depășită pe întreaga suprafață a municipiului Cluj-Napoca, cu extindere până la nivelul localităților suburbane

5.5. Concentrația Pb

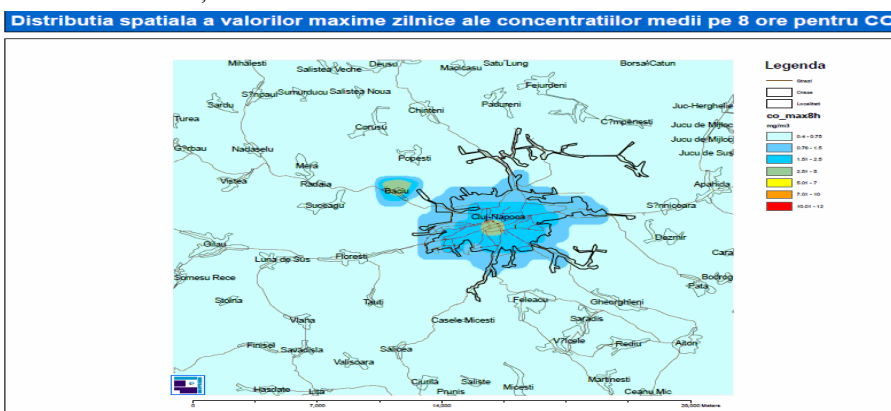


Poluant	Timp de mediere	Concentrații modelate	Unitate de măsură	PIE	PSE	VL	VL+MT 2008
Pb	an	0,024 - 0,045	µg/m ³	0,25	0,35	0,5	-

Fig.26. Distribuția spațială a concentrației medii anuale pentru Pb

Valoarea limită a concentrației medii anuale, PSE și PIE nu sunt depășite în arealul județului Cluj, fig. 26.

5.6. Concentrația CO



Poluant	Timp de mediere	Concentrații modelate	Unitate de măsură	PIE	PSE	VL	VL+MT 2008
CO	8 h	0,40 - 4,40	mg/m ³	5	7	10	-

Fig. 27. Distribuția spațială a valorilor maxime zilnice ale concentrațiilor medii pe 8 ore pentru CO

Valoarea limită a concentrației maxime pe 8h, PSE și PIE nu sunt depășite în arealul județului Cluj, fig. 27.

5.7. Concentrația C₆H₆

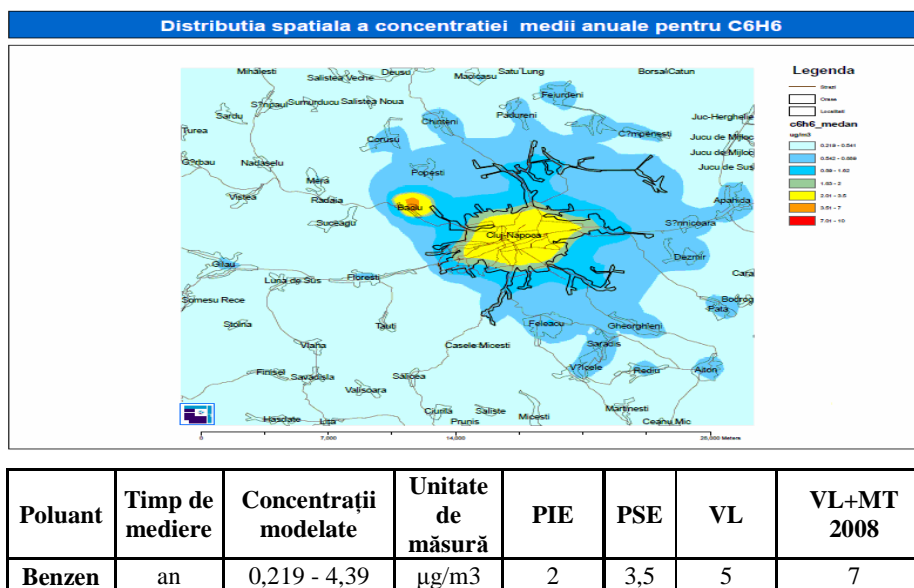


Fig. 28. Distribuția spațială a concentrației medii anuale pentru C₆H₆

Valoarea limită a concentrației medii anuale nu este depășită în arealul județului Cluj, fig. 28.

Cap. VI. Concluzii și contribuții personale

Poluarea aerului reprezintă marea provocare a ultimelor decenii, datorită pe de o parte agresivității poluanților asupra sănătății umane, dar și datorită impactului acestora asupra tuturor componentelor de mediu: aer, apă, sol, vegetație.

Studiile pe care noi le-am efectuat, în județul Cluj, în perioada 2007- 2011, au pus în evidență înregistrarea unor depășiri ale valorilor limită pentru indicatorul PM₁₀, iar acest lucru se cauzează, în special datorită:

- traficului rutier (datorită consumului de motorină la autovehicule)
- lucrărilor de construcție, care în perioada 2007-2009 au avut o evoluție ascendentă
- aplicării materialului antiderapant pe carosabil, în perioada de iarnă
- Instalației Mari de Ardere existentă în județul Cluj (IMA - Regia Autonomă de Termoficare Cluj-Napoca, cu puterea instalată > 50 MW)
- surselor fixe, datorită ascensiunii activității industriale din județ, în perioada 2008-2009

Realizarea acestor studii au dus la formarea unei imagini asupra calității aerului din județul Cluj și la concluzia că ar trebui luate anumite măsuri de reducere a poluării, la nivelul județului Cluj, în special a poluării cu PM₁₀.

Aceste măsuri trebuie să vizeze, în special:

- Reabilitarea și modernizarea infrastructurii la nivelul județului

- Încurajarea utilizării transportului în comun
- Mărirea suprafețelor de spațiu verde și întreținerea corespunzătoare a acestora
- Asigurarea necesarului de locuri de parcare
- Crearea de facilități pentru deplasarea cu bicicleta
- Instalarea de sisteme de irigații în zonele centrale ale municipiilor din județul Cluj
- Activitatea de salubritate stradală prin:
 - Utilizarea materialelor antiderapante nepoluante, cu conținut de clorură de calciu și clorură de magneziu, care nu produc poluare
 - Curățirea străzilor, după aplicarea materialului antiderapant clasic, folosind mijloace mecanizate de salubritate
 - Curățirea și spălarea străzilor urbane, a marginilor acestora și a trotuarelor, cu ritmicitate, în municipiile din județul Cluj
 - Menținerea integrității spațiilor verzi, înierbarea pământului din rondourile aflate pe marginea drumului și amenajarea acestora
 - Măsuri obligatorii de inclus în autorizațiile de construcție:
 - Impunerea, prin autorizația de construcție ca șantierele de construcție să folosească perdele umede de protecție, iar în cazul renovării clădirilor, acestea să fie izolate (înfoliate) cu materiale care să nu permită dispersia prafului;
 - Includerea în autorizațiile de construcție a obligativității agenților economici de a asigura spălarea roților autovehiculelor la ieșirea de pe șantier;
 - Izolarea șantiierelor, astfel încât să nu permită accesul autovehiculelor în șantier decât pe căile special amenajate;
 - Acoperirea cu prelată a camioanelor care transportă materiale de construcție;
 - Depozitarea direct în containere sau în alte ambalaje a materialelor rezultate în urma lucrărilor de construcții;
 - Îndepărtarea imediată cu mijloace de transport corespunzătoare a deșeurilor rezultate din construcții.

Numeroase studii de specialitate efectuate atât în Uniunea Europeană cât și în România apreciază efectele poluării atmosferice asupra sănătății oamenilor, în special în privința pulberilor în suspensie, ca fiind extrem de serioase. O serie de estimări conservatoare, bazate pe studii de specialitate, demonstrează că, dintre adulții și copiii sub 1 an care mor în fiecare an, câteva zeci ar putea fi salvați dacă aerul ar fi mai curat.

Este foarte important ca fiecare dintre noi să conștientizăm importanța acestor lucruri și să contribuim la efortul comun de îmbunătățire a calității aerului și de asigurare a unei stări bune de sănătate a populației.

Cap. VII. Bibliografie selectivă

1. Arghir G., Gherghari M., 1989. Cristalografie Mineralogie, Îndrumător lucrări de laborator, Litografia IPC – N
2. Arghir G., 1993. Caracterizarea cristalografică a metalelor și aliajelor prin difracție cu raze X, Litografia UTC – N
3. Arghir George, Petean Ioan, **Muntean Dana Florina**, Muresan Liana, Suciu Cristian, 2011. Raw material for powder metallurgy obtained from environmental iron hydroxides, Powder Metallurgy Progress, 11, nr. 3-4, p. 340 – 346. ISSN 1335 – 8987
4. Arghir, G., 1978. Machines Building Series, St. Bull, Institutul Politehnic, Cluj-Napoca, , 21, p. 47
5. Baldo J.B., Santos W.N., 2002. Phase transitions and their effects on the thermal diffusivity behaviour of some SiO₂ polymorphs, Ceramica, 48, 307, p. 172 – 177
6. Catarig, O., Arghir G., 1998. In: 2nd International Conference on Materials and Manufacturing Technologies 1. Ed. G. Arghir, Cluj-Napoca: UT Press, 1998, p. 163
7. Coldea Speranța, 2002. Difuzia și dispersia poluanților în geofluide, Cluj-Napoca, Presa Universitară Clujeană, ISBN 973-610-053-7
8. Cullity B.D., Stock S.R., 2001. Elements of X-ray diffraction, Third Edition, Prentice-Hall Incorporated, USA
9. Elihn K., Berg P., 2009. Ultrafine Particle Characteristics in Seven Industrial Plants, Ann. Occup. Hyg., 53,5, p. 475–484
10. Hanawalt J. D., Rinn H.W., Fervel L. K., 2008. Quartz, Anal. Chem. 1938, 10, 475, Match PDF # 01-0649
11. Hanawalt J. D., Rinn H.W., Fervel L. K., 2008. Kaolinite, Anal. Chem., 1938, 10, 475, Match PDF # 01-0527
12. Harris, D.J., 1999. A quantitative approach to the assessment of the environmental impact of building materials. Building and Environment, 23, 640-647.
13. Hâncu S., Marin G., 2008. Transportul și dispersia poluanților, Ediție revizuită, Editura Ars Academica, București, ISBN: 978-973-88931-6-0
14. Hosu Prack A.G., Petean I., Arghir G., Bobos L.D., Tomoaia Cotisel M., 2010. Particulate Matters Found in Urban Street Dust, Studia Universtiatis Babes Bolyai, Chemia, 15, 3, p. 94 – 104
15. Houwing E. J., Rijn L.C., 1998. In Situ Erosion Flume (ISEF): determination of bed-shear stress and erosion of a kaolinite bed, Journal of Sea Research, 39, p. 243–253

16. Joshi U. M, Vijayaraghavan K., Balasubramanian R., 2009. Elemental composition of urban street dusts and their dissolution characteristics in various aqueous media, *Chemosphere*, p 77.
17. Moldoveanu A. M., 2005. *Poluarea aerului cu particule*, Editura Matrixrom, Bucuresti
18. **Muntean Dana Florina**, Roş Victor ş.a., 2000. Ghid pentru Diseminarea Tehnologiilor de Mediu în domeniile Ingineriei Agricole, Transporturilor şi Energiei, Cluj-Napoca, Editura RISOPRINT, ISBN 973-9464-88-2
19. **Muntean Dana Florina**, Ristoiu Dumitru, Arghir George, Câmpean Ramona Flavia, Petean Ioan, 2012. Iron Hydroxides occurrence in winter air particulate matters suspensions in Cluj-Napoca, Romania, *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, vol. 7, No. 3, p. 175-182, ISSN 1842-4090
20. Navaro C.R., Sebastian E., 1996. Role of particulate matter from vehicle exhaust on porous building stones (limestone) sulfation, *The Science of the Total Environment*, 1,87, p. 79-91
21. Olendrzynski, K., 2000. Performance of EMEP Eulerian acid deposition model for 1998. Note 3/00, EMEP, Norwegian Meteorological Institute, Oslo, Norway
22. Rasband W., 2009. Image J 1.40g microphotograph analysis soft, Open Resource of National Institute of Health USA
23. Sandu Ion, Pescaru Ion Victor, Sandu Irina, 2004. Modele de evaluare a dispersiei poluanţilor în atmosferă, Craiova, Editura Sitech
24. Tasic M., Durić-Stanojević B., Rajšić S., Mijić Z., Novaković V., 2006. Physico - Chemical Characterization of PM₁₀ and PM_{2.5} in the Belgrade Urban Area, *Acta Chimica Slovenica*, 53, p. 401–405
25. Zbik M.S., R., Smart S.C., Morris G. E., 2008. Kaolinite flocculation structure, *Journal of Colloid and Interface Science*, 328, p. 73–80
26. ***, *Lepidocrocite - ICSD X ray spectra*, 1982, Match PDF # 88-2112
27. ***, *Kaolinite - ICSD X ray spectra*, 1982, Match PDF # 78-2110, 2008
28. ***, *Lepidocrocite and hematite inclusions in quartz*, http://media.onsugar.com/files/2010/08/35/1/1067/10674999/0e/quartz_lepidocrocite_ref.jpg, accesat online, ianuarie 2011
29. ***, *Trillion lepidocrocite quartz*, http://images.sabob.com/products/images/1/MIN_00CT_10X10MM_TRILLION_LEPIDOCROCITE_QUARTZ.jpeg, accesat online, ianuarie 2011
30. ***, *Trydimite X ray data*, Dow Chemical Midland USA, Match PDF # 01-0378, 2008

Cap. VIII. Lista publicațiilor

Cărți publicate în edituri cu ISBN

Victor Roș, **Dana Florina Muntean**, ș.a., Ghid pentru Diseminarea Tehnologiilor de Mediu în domeniile Ingineriei Agricole, Transporturilor și Energiei, Cluj-Napoca, 2000, Editura RISOPRINT, ISBN 973-9464-88-2

Lucrări cu cotație ISI

Muntean Dana Florina, Panaitescu Mariana, Ristoiu Dumitru, Evolution of greenhouse gas emissions in Cluj county versus county in Constanta, Proceedings of the 3rd International Conference on Environmental and Geological Science and Engineering, ISBN: 978-960-474-221-9, covered in Energy and Environmental Engineering Series, ISSN 1792-4685, WSEAS Press U.S., 2010, p. 99 -104.

Muntean Dana Florina, Panaitescu Viorel, Ristoiu Dumitru, Cd and Ni in respirable dust from Cluj and Constanta, Proceedings of the 3rd International Conference on Environmental and Geological Science and Engineering, ISBN: 978-960-474-221-9, covered in Energy and Environmental Engineering Series, ISSN 1792-4685, WSEAS Press U.S., 2010, p. 105 – 109.

Dana Florina Muntean, Dumitru Ristoiu, George Arghir, Ramona Flavia Campean, Ioan Petean, Iron Hidroxides occurence in winter air particulate matters suspensions in Cluj-Napoca, Romania, Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, august 2012 vol. 7, No. 3, p. 175-182, ISSN 1842-4090

Lucrări publicate în reviste cu ISSN și volume cu ISBN

Muntean Dana Florina, Ristoiu Dumitru, NO₂ determination from ambient air in urban medium by UV-VIS Spectrometry and Chemiluminescence Methods, Studia Universitatis Babeș – Bolyai Ambientum, LIV, 1 – 2 , 2009, p. 77-84.

Muntean Dana Florina, Ristoiu Dumitru, Poluarea atmosferică din județul Cluj cu pulberi în suspensie (PM₁₀) și plumb din pulberi în suspensie (Pb), Environment & Progress, vol 12, 2008, Editura EFES, Cluj-Napoca, ISSN 1584-6733, Cod CNCISIS 697/2006, p. 279-285.

Dana Florina Muntean, Dumitru Ristoiu, Proprietățile fizico-chimice ale principalilor poluanți atmosferici din județul Cluj Studiu de caz – municipiile Cluj-Napoca și Dej, Book of Abstracts, XXX – th Romanian Chemistry Conference, october 8-10, 2008, Călimănești – Căciulata, Vâlcea, România, ISBN 978-973-750-124-0, p. 394.

Dana Florina Muntean, Dumitru Ristoiu, George Arghir, Imisiile și emisiile de SO₂ în atmosferă în județul Cluj, Știință și Inginerie, vol. XVI, 5-6 iunie 2009, Sebeș – Alba, Editura AGIR, București, 2009, ISBN 978-973-720-246-8, p. 235 –242.

Dana Florina Muntean, L. Mureșan, D. Ristoiu, Monitorizarea automată a calității aerului în municipiul Cluj-Napoca, Environment – Research – Protection and Management Abstracts, Ediția a XI-a, Cluj, Napoca, 26-28 octombrie 2007, p. 57.

Ana Angela Cordoș, **Dana Florina Muntean**, Dumitru Ristoiu, Metalele grele din atmosferă ca surse de poluare a solului, Ecoterra, No. 25, 2010, p. 59-64.

Dana Florina Muntean, Poluarea cu aerosoli urbani și metode de combatere a acestora – Studiu de Caz Municipiul Cluj-Napoca, 2007 - Proiect de Mediu în colaborare cu Grupul Școlar de Chimie Industrială „Terapia” Cluj Napoca – Aer mai curat pentru clujeni, 2007 -

Arghir George, Petean Ioan, **Muntean Dana Florina**, Muresan Liana, Suciu Cristian, Raw material for powder metallurgy obtained from environmental iron hydroxides, Powder Metallurgy Progress, 11, nr. 3-4, 2011, p. 340 – 346. ISSN 1335 – 8987.

Lucrări prezentate la conferințe – postere, prezentări orale

Muntean Dana Florina, Panaitescu Mariana, Ristoiu Dumitru, Evolution of greenhouse gas emissions in Cluj county versus county in Constanta, prezentare la Conferința Internațională “3rd International Conference on Environmental and Geological Science and Engineering” (EG’10), 3-5 septembrie 2010, Constanta, Proceedings of the International Conferences, p. 99 -104.

Muntean Dana Florina, Panaitescu Viorel, Ristoiu Dumitru, Cd and Ni in respirable dust from Cluj and Constanta, prezentare la Conferința Internațională “3rd International Conference on Environmental and Geological Science and Engineering” (EG’10), 3-5 septembrie 2010, Constanta, Proceedings of the International Conferences, p. 105 – 109.

Muntean Dana Florina, Ristoiu Dumitru, NO₂ determination from ambient air in urban medium by UV-VIS Spectrometry and Chemiluminescence Methods, prezentare la Conferința Internațională “Environment – Research, Protection and Management”, 5-8

noiembrie 2009, Cluj-Napoca, Studia Universitatis Babes – Bolyai Ambientum, LIV, 1 – 2 , 2009, p. 77-84.

Muntean Dana Florina, Ristoiu Dumitru, Poluarea atmosferică din județul Cluj cu pulberi în suspensie (PM₁₀) și plumb din pulberi în suspensie (Pb), prezentare la Simpozionul Național cu participare Internațională, Contribuții științifice în tehnologii și echipamente pentru evaluarea și protecția mediului”, Ediția aIV-a, Arcalia, Bistrița, 26-28 septembrie, 2008, ISSN 1584-6733, Cod CNCSIS 697/2006, p. 279-285.

Muntean Dana Florina, Ristoiu Dumitru, Poluarea atmosferică din județul Cluj cu pulberi în suspensie (PM₁₀) și plumb din pulberi în suspensie (Pb), prezentare la Simpozionul Național cu participare Internațională, Contribuții științifice în tehnologii și echipamente pentru evaluarea și protecția mediului”, Ediția aIV-a, Arcalia, Bistrița, 26-28 septembrie, 2008, Abstract Book pag. 30-31.

Dana Florina Muntean, Dumitru Ristoiu, Proprietățile fizico-chimice ale principalilor poluanți atmosferici din județul Cluj Studiu de caz – municipiile Cluj-Napoca și Dej, prezentare la a XXX-a Conferință Națională de Chimie (8-10 octombrie) 2008, Vâlcea, România, Abstract Book ISBN 978-973-750-124-0, pag. 394.

Dana Florina Muntean, Dumitru Ristoiu, George Arghir, Imisiile și emisiile de SO₂ în atmosferă în județul Cluj, prezentare la a IX-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională - “Profesorul Dorin Pavel - fondatorul hidroenergeticii românești”, 5-6 iunie 2009, Sebeș, România, Știință și Inginerie, prezentare orală, publicat în vol. XVI, Editura AGIR, București, ISBN 978-973-720-246-8, pag. 235 – 242.

Dana Florina Muntean, L. Mureșan, D. Ristoiu, Monitorizarea automată a calității aerului în municipiul Cluj-Napoca, prezentare la Simpozionul național cu participare internațională (sub coordonarea Autorității Naționale pentru Cercetare Științifică), “Mediul – Cercetare, Protecție și Gestiune”, Environment & Progress Abstracts, Ediția a XI-a, Cluj, Napoca, 26-28 octombrie 2007, p. 57

Ana Angela Cordoș, **Dana Florina Muntean**, Dumitru. Ristoiu, Metalele grele din atmosferă ca surse de poluare a solului, prezentare la Simpozionul Național “Contribuții Științifice în Tehnologii și Echipamente pentru Evaluarea și Protecția Mediului ”, Ediția a VI-a, Arcalia, Bistrița, 24-26 septembrie 2010, Ecoterra, No. 25, 2010, p. 59-64.

Ana Angela Cordoș, **Dana Florina Muntean**, Dumitru. Ristoiu, Metalele grele din atmosferă ca surse de poluare a solului, prezentare la Simpozionul Național “Contribuții Științifice în Tehnologii și Echipamente pentru Evaluarea și Protecția

Mediului ”, Ediția a VI-a, Arcalia, Bistrița, 24-26 septembrie 2010, Caiet de rezumate, p. 32.

Arghir George, Petean Ioan, **Muntean Dana Florina**, Muresan Liana, Suciu Cristian, Raw material for powder metallurgy obtained from environmental iron hydroxides, presented at The International Conference of Deformation and Fracture in Powder Metallurgy Materials, DFPM 2011, Under the auspices of The Slovak Academy of Science, Stara Lesna Slovakia, 6 – 9 November 2011, poster presentation nr. 28.