



**UNIVERSITATEA TEHNICĂ  
„GHEORGHE ASACHI” DIN IAȘI**

**Școala Doctorală a Facultății de Inginerie  
Chimică și Protecția Mediului**



**CONTRIBUȚII LA EVALUAREA IMPACTULUI  
ACTIVITĂȚILOR DIN JUDEȚUL VASLUI ASUPRA  
CALITĂȚII SOLULUI**

**Rezumatul tezei de doctorat**

**Conducător științific,  
prof. univ. dr. ing. Matei MACOVEANU**

**Doctorand,  
ing. Mihaela MILEA  
(căsătorită BUDIANU)**

**IAȘI - 2011**

**UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI" DIN IAȘI**  
**RECTORATUL**

Către

---

Vă facem cunoscut că, în ziua de 29 noiembrie la ora 12<sup>00</sup>.

În Sala de Consiliu a Facultății de Inginerie Chimică și Protecția Mediului, va avea loc susținerea publică a tezei de doctorat intitulată:

**"CONTRIBUTII LA EVALUAREA IMPACTULUI ACTIVITATILOR DIN JUDEȚUL  
VASLUI ASUPRA CALITATII SOLULUI"**

elaborată de domnul **ING. MIHAELA MILEA (CAS. BUDIANU)** în vederea conferirii titlului științific de doctor.

Comisia de doctorat este alcătuită din:

- |                                                                                                 |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>1. Prof.univ.dr.ing. Ioan MAMALIGA</b><br>Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași   | <b>-presedinte</b>            |
| <b>2. Prof.univ.dr.ing. Matei MACOVEANU</b><br>Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași | <b>-conducător științific</b> |
| <b>3. Prof.univ.dr.ing. Domnica CIOBANU</b><br>Universitatea „Vasile Alecsandri” Bacău          | <b>-membru</b>                |
| <b>4. Prof.dr.hab. Tudor LUPASCU</b><br>Institutul de Chimie A.S.M. Chisinau                    | <b>-membru</b>                |
| <b>5. Prof.dr.hab.academician Gheorghe DUCA</b><br>Universitatea de Stat din Chisinau           | <b>-membru</b>                |

Vă trimitem rezumatul tezei de doctorat cu rugămintea de a ne comunica, în scris, aprecierile dumneavoastră.

Cu această ocazie vă invităm să participați la susținerea publică a tezei de doctorat.

  
**RECTOR,**  
Prof.univ.dr.ing. **ION GIURMA**

**Secretar universitate,**  
  
**Ing. Cristina Nagi**

*Acum când activitatea mea din ultimii 7 ani se concretizează în această lucrare, cele mai alese gânduri de recunoștință și mulțumire se îndreaptă spre domnul profesor universitar dr. ing. Matei MACOVEANU. Mulțumesc domnului profesor pentru încrederea pe care mi-a acordat-o, pentru exigența, susținerea științifică, îndemnul și încurajările pe tot parcursul elaborării tezei.*

*Totodată mulțumesc pe această cale tuturor dascălilor mei, mentorilor prezenți sau dispăruți, care m-au ajutat să evoluez și mi-au modelat personalitatea de-a lungul anilor de studiu, contribuind la dezvoltarea și desăvârșirea mea profesională.*

*Fără profesionalismul și devotamentul la altarul științei al domnului acad. prof. dr. ing. chim. Mihai NICU, nu ar fi existat astăzi această teză de doctorat. De aceea doresc să îi mulțumesc pentru răbdarea plină de înțelepciune cu care mi-a urmărit și îndrumat primii pași în activitatea de cercetare și să îi ofer ca omagiu această lucrare care încununează întreaga mea activitate profesională de până acum.*

*În acest moment deosebit în viața și cariera mea, vreau să mulțumesc familiei mele, colegilor și tuturor celor care m-au susținut și încurajat în munca mea și s-au dovedit plini de înțelegere în momentele dificile pe care le-am parcurs până la finalizarea lucrării.*

*Consider cuvintele insuficiente pentru a le arata toată recunoștința și considerația mea celor care m-au sprijinit, și din acest motiv las întreaga muncă pe care am adunat-o în aceste pagini să le fie mulțumire adusă din tot sufletul*

**MULTUMIRI!**

## CUPRINS

|                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Introducere .....                                                                                                               | 12 |
| Obiectivele cercetărilor .....                                                                                                  | 12 |
| <b>PARTEA I – STUDIU DOCUMENTAR</b>                                                                                             |    |
| <b>CAPITOLUL I. PROTECȚIA CALITĂȚII SOLULUI – COMPONENTĂ</b>                                                                    |    |
| <b>IMPORTANTĂ A CONCEPTULUI DE DEZVOLTARE DURABILĂ.....</b>                                                                     | 15 |
| I.1. Principiile dezvoltării durabile în contextul socio – economic actual ....                                                 | 15 |
| I.2. Utilizarea durabilă a învelișului de sol .....                                                                             | 17 |
| <i>I.2.1. Repartiția fondului funciar al României pe categorii de folosințe.....</i>                                            | 17 |
| <i>I.2.2. Solurile județului Vaslui .....</i>                                                                                   | 17 |
| I.2.2.a. Repartiția principalelor clase și tipuri de sol .....                                                                  | 17 |
| I.2.2.b. Repartiția solurilor pe clase de calitate agricolă .....                                                               | 19 |
| I.3. Situația poluării solului în România și în județul Vaslui .....                                                            | 19 |
| <i>I.3.1. Procese de poluare diversă a solului determinate de activități industriale și agricole .....</i>                      | 20 |
| <i>I.3.2. Soluri afectate de procese de pantă și alte procese.....</i>                                                          | 23 |
| <i>I.3.3. Soluri afectate de procese naturale și /sau antropice.....</i>                                                        | 24 |
| I.4. Principalele restricții ale calității solurilor .....                                                                      | 25 |
| <i>I.4.1. Poluarea solului cu metale grele .....</i>                                                                            | 26 |
| I.4.1.1. Factori care influențează accesibilitatea metalelor grele pentru plante .....                                          | 27 |
| I.4.1.2. Formele chimice ale metalelor grele în sol .....                                                                       | 27 |
| I.4.1.3. Transportul metalelor grele în sol .....                                                                               | 28 |
| I.4.1.4. Impactul poluării cu metale grele .....                                                                                | 28 |
| <i>I.4.2. Poluarea solului cu substanțe purtate de aer.....</i>                                                                 | 30 |
| I.4.2.1. Modelarea dispersiei poluanților atmosferici: definire, importanță, aplicabilitate .....                               | 32 |
| I.4.2.2. Modele de dispersie a poluanților atmosferici – analiză comparativă .....                                              | 34 |
| I.5. Concluzii .....                                                                                                            | 41 |
| <b>CAPITOLUL II. MONITORIZAREA CALITĂȚII SOLULUI .....</b>                                                                      | 42 |
| II.1. Norme de calitate a solurilor .....                                                                                       | 43 |
| <i>II.1.1. Norme internaționale.....</i>                                                                                        | 43 |
| <i>II.1.2. Norme românești .....</i>                                                                                            | 44 |
| II.2. Considerente generale cu privire la calitatea învelișului de sol .....                                                    | 45 |
| II.3. Elemente privind starea economică actuală a județului Vaslui .....                                                        | 46 |
| II.4. Zone critice sub aspectul deteriorării solurilor. Inventarul terenurilor afectate de diferite procese .....               | 48 |
| II.5. Acțiuni pentru reconstrucția ecologică a terenurilor degradate și pentru ameliorarea stării de calitate a solurilor ..... | 50 |
| II.6. Concluzii.....                                                                                                            | 54 |
| <b>CAPITOLUL III. ASPECTE ALE IMPACTULUI SURSELOR DE POLUARE ASUPRA SOLURILOR DIN JUDEȚUL VASLUI (SURSE MOBILE ȘI</b>           |    |
|                                                                                                                                 | 55 |

|                                                                                                                                                                                  |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>STAȚIONARE) PENTRU PERIOADA 2001-2009 .....</b>                                                                                                                               | <b>56</b> |
| III.1. Impactul sectorului energetic și a sectorului industrial asupra mediului .....                                                                                            | 59        |
| III.2. Impactul transporturilor .....                                                                                                                                            | 60        |
| III.3. Impactul tratării și depozitării deșeurilor .....                                                                                                                         | 65        |
| III.4. Metode pentru evaluarea impactului activităților asupra mediului.....                                                                                                     | 71        |
| III.5. Concluzii .....                                                                                                                                                           |           |
| <b>PARTEA II – CONTRIBUȚII PERSONALE</b>                                                                                                                                         |           |
| <b>CAPITOLUL IV. INVENTARIEREA SURSELOR DE EMISII DE METALE GRELE ÎN ATMOSFERĂ DIN JUDEȚUL VASLUI .....</b>                                                                      | <b>73</b> |
| IV.1. Emisiile metalelor grele în județul Vaslui .....                                                                                                                           | 75        |
| IV.2. Identificarea contribuției surselor inventariate la nivelul județului la emisiile de plumb (Pb), nichel (Ni), cupru (Cu), crom (Cr) .....                                  | 77        |
| IV.3. Concluzii .....                                                                                                                                                            |           |
| <b>CAPITOLUL V. STUDIUL DISPERSIEI POLUANȚILOR SUB FORMĂ DE PULBERI ÎN SUSPENSIE PENTRU ZONA AGROINDUSTRIALĂ A JUDEȚULUI VASLUI .....</b>                                        | <b>78</b> |
| V.1. Parametrii care influențează dispersia, raportat la particularitățile zonei studiate .....                                                                                  | 79        |
| V.1.1. Parametrii geo – climatici.....                                                                                                                                           | 79        |
| V.1.2. Caracteristicile sursei de emisie.....                                                                                                                                    | 80        |
| V.1.3. Caracteristicile emisiei.....                                                                                                                                             | 83        |
| V.1.4. Condiții meteo-climatice și geografice.....                                                                                                                               | 85        |
| V.2. Alegerea modelului dispersie utilizat; criterii de selecție; limite de aplicare .....                                                                                       | 92        |
| V.3. Modelarea dispersiei emisiilor de pulberi în suspensie de la sursele staționare punctiforme selectate cu modelul ECO 95ep .                                                 | 93        |
| V.3.1. Utilizarea modelului matematic ECO 95ep pentru modelarea dispersiei pulberilor în suspensie provenite din cele 14 surse punctiforme selectate .....                       | 124       |
| V.3.2. Analiza rezultatelor obținute în urma modelării dispersiei pulberilor în suspensie de la sursele punctiforme selectate, prin utilizarea modelului ECO 95ep.....           | 133       |
| V.4. Modelarea dispersiei emisiilor de pulberi în suspensie cu modelul matematic Pol 15sm pentru modelarea dispersiei pulberilor în suspensie provenite din surse multiple ..... | 147       |
| V.4.1.Utilizarea modelului matematic Pol 15sm pentru modelarea dispersiei pulberilor în suspensie provenite din surse multiple .....                                             | 149       |
| V.4.2.Analiza rezultatelor obținute în urma modelării dispersiei pulberilor în suspensie provenite din surse multiple, prin utilizarea modelului Pol 15sm.....                   | 153       |
| V.5. Concluzii.....                                                                                                                                                              |           |
| <b>CAPITOLUL VI. SITUAȚIA POLUĂRII SOLURILOR CU METALE GRELE ÎN</b>                                                                                                              | <b>5</b>  |

|                                                                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>JUDEȚUL VASLUI.....</b>                                                                                                                |     |
| VI.1. Monitorizarea calității solurilor din zone agricole, forestiere si industriale din județul Vaslui .....                             | 153 |
| VI.2. Metode de analiză .....                                                                                                             | 154 |
| VI.3. Dinamica încărcării solurilor agricole si forestiere cu metale grele în județul Vaslui .....                                        | 155 |
| VI.4. Dinamica încărcării solurilor cu metale grele din zona industrială a municipiului Vaslui .....                                      | 163 |
| VI.5. Concluzii .....                                                                                                                     | 165 |
| <b>CAPITOLUL VII. EVALUAREA IMPACTULUI ACTIVITĂȚILOR DIN JUDEȚUL VASLUI PRIN METODA ÎMBUNĂTĂȚITĂ A INDICELUI DE POLUARE GLOBALĂ .....</b> | 166 |
| VII.1. Evaluarea impactului activitatilor pentru factorul de mediu de sol .....                                                           | 166 |
| VII.2. Evaluarea impactului activitatilor pentru factorul de mediu aer .....                                                              | 174 |
| VII.3. Concluzii .....                                                                                                                    | 177 |
| <b>CAPITOLUL VIII. PROPUNERI PENTRU REDUCEREA IMPACTULUI POLUĂRII ASUPRA MEDIULUI ȘI MĂSURI DE ECOLOGIZARE A ZONELOR POLUATE .....</b>    | 178 |
| <b>VIII.1. Menținerea calității aerului - un indicator al dezvoltării durabile.....</b>                                                   | 178 |
| <b>VIII.2. Aspecte actuale și perspective ale utilizării durabile a învelișului de sol.....</b>                                           | 180 |
| <b>VIII.3. Concluzii.....</b>                                                                                                             | 182 |
| <b>CAPITOLUL IX. CONCLUZII GENERALE .....</b>                                                                                             | 183 |
| <b>BIBLIOGRAFIE .....</b>                                                                                                                 | 188 |
| <b>ANEXE</b>                                                                                                                              |     |
| <b>Anexa 1. Harta solurilor din extravilanul municipiului Vaslui .....</b>                                                                | 193 |
| <b>Anexa 2. Plan urbanistic general pentru municipiul Vaslui .....</b>                                                                    | 194 |
| <b>Anexa 3. Fișa climatologică a municipiului Vaslui .....</b>                                                                            | 195 |
| <b>Anexa 4. Fișe de dispersie S1 (<math>FD_1</math> - <math>FD_{27}</math>) .....</b>                                                     | CD  |
| <b>Anexa 5. Fișe de dispersie S 2 (<math>FD_{28}</math> – <math>FD_{54}</math>) .....</b>                                                 | CD  |
| <b>Anexa 6. Fișe de dispersie S 3 (<math>FD_{55}</math> – <math>FD_{81}</math>) .....</b>                                                 | CD  |
| <b>Anexa 7. Fișe de dispersie S 4 (<math>FD_{82}</math> – <math>FD_{108}</math>) .....</b>                                                | CD  |
| <b>Anexa 8. Fișe de dispersie S 5 (<math>FD_{109}</math> – <math>FD_{135}</math>) .....</b>                                               | CD  |
| <b>Anexa 9. Fișe de dispersie S 6 (<math>FD_{136}</math> – <math>FD_{162}</math>) .....</b>                                               | CD  |
| <b>Anexa 10. Fișe de dispersie S 7 (<math>FD_{163}</math> – <math>FD_{189}</math>) .....</b>                                              | CD  |
| <b>Anexa 11. Fișe de dispersie S 8 (<math>FD_{190}</math> – <math>FD_{216}</math>) .....</b>                                              | CD  |
| <b>Anexa 12. Fișe de dispersie S 9 (<math>FD_{217}</math> – <math>FD_{243}</math>) .....</b>                                              | CD  |
| <b>Anexa 13. Fișe de dispersie S10 (<math>FD_{244}</math> – <math>FD_{270}</math>) .....</b>                                              | CD  |
| <b>Anexa 14. Fișe de dispersie S11 (<math>FD_{271}</math> – <math>FD_{297}</math>) .....</b>                                              | CD  |
| <b>Anexa 15. Fișe de dispersie S12 (<math>FD_{298}</math> – <math>FD_{324}</math>) .....</b>                                              | CD  |
| <b>Anexa 16. Fișe de dispersie S13 (<math>FD_{325}</math> – <math>FD_{351}</math>) .....</b>                                              | CD  |
| <b>Anexa 17. Fișe de dispersie S14 (<math>FD_{352}</math> – <math>FD_{378}</math>) .....</b>                                              | CD  |
| <b>ACTIVITATEA ȘTIINȚIFICĂ DIN CADRUL TEZEI DE DOCTORAT .....</b>                                                                         | 197 |

## INTRODUCERE

**„În natură nu este nici răsplată, nici pedeapsă,  
există doar consecințe.....”**

**Robert Ingersoll**

Interesul pentru poluarea mediului a crescut foarte mult pentru întreaga populație a globului, a instituțiilor și a organizațiilor diverse, unele polivalente, altele cu caracter specializat, orientate exclusiv pe problemele poluării.

Fără sol nu există viață. Solul format de-a lungul milioanelor de ani poate fi distrus de eroziune în câteva zile. O treime din solul planetei este serios deteriorat, fapt ce are consecințe fatale asupra naturii. Poluarea este evidentă și în cazul solului care este cel de-al treilea factor important de mediu, ce trebuie protejat la fel ca și apa și aerul. Reziduurile de tot felul care n-au fost evacuate în ape și aer acopera uscatul, ambianța imediată de viață a oamenilor, tocmai în locurile aglomerate unde fiecare metru pătrat este intens și multiplu solicitat, degradează terenurile agricole tocmai acolo unde sunt mai fertile, urătesc natura acolo unde este mai căutată pentru frumusețea ei. Roca ce acoperă pământul a fost transformată de vânt, ploaie și gheață în particule minuscule, ce pe baza dimensiunilor și calității sunt denumite nisip, argilă sau măr. Solul este locul de întâlnire a poluanților: pulberile din aer și gazele toxice dizolvate de ploaie în atmosferă se întorc în sol. Apele de infiltrație impregnează solul cu poluanți antrenându-l spre adâncime, râurile poluate infectează suprafețele inundate sau irigate, aproape toate reziduurile solide sunt depozitate prin aglomerare sau numai aruncate la întâmplare pe sol. De la mucusul de țigară sau biletul de tramvai până la automobilul abandonat, la picatura de ulei scursă din tractorul care circulă pe câmp, toate sunt poluări directe ale solului.

Atitudinea pe care o luăm în fața extinderii și impactului degradării mediului constituie un indicator important al perspectivei eforturilor noi sau continui pentru îmbunătățirea calității mediului și orice cheltuială suplimentară afectată în acest scop trebuie privită ca o necesitate vitală. Luate în amănunt, probleme sunt multe și de intensități diferite, monitorizarea reprezentând sursa principală de informații, astfel putând fi stabilite direcțiile prioritare de acțiune.

Protecția mediului presupune două mari aspecte: **protecția factorilor de viață** care sunt degradați prin poluarea tot mai accentuată ca urmare a activităților desfășurate de om, fie din necunoaștere, fie din neacordarea unei atenții corespunzătoare acestei probleme și **protecția resurselor naturale** nerecuperabile și epuizabile: solul, resurse minerale.

Ar trebui să înțelegem că tot ce aruncăm nu dispare pur și simplu, fie că e vorba despre gunoiul dispersat în mare sau despre gazele emise în atmosferă. Consecințele schimbărilor întreprinse în mediul nostru trebuie suportate și de plante și de animale pe care le predispunem la inevitabila dispariție. Dacă vrem să ne oprim din

acest drum spre pierzanie, trebuie să ne schimbăm radical atitudinea față de mediul înconjurător și față de ceilalți oameni.

## OBIECTIVELE CERCETĂRILOR

Scopul cercetărilor prezentate în această lucrare a fost de a evalua impactul activităților din județul Vaslui asupra calității solului, urmărind evoluția gradului de poluare a solurilor, în special cu metalele grele provenite din depunerile atmosferice în perioada 2001-2009 și respectiv modelarea dispersiei pulberilor în suspensie cu conținut de metale grele pentru zona agroindustrială a municipiului Vaslui utilizând două modele matematice originale pentru dispersia poluanților atmosferici, puse la punct și testate ca programe de simulare pe calculator în cadrul Catedrei de Inginerie Chimică și Protecția Mediului din Facultatea de Inginerie Chimică și Protecția Mediului a Universității Tehnice „Gheorghe Asachi” din Iași.

Pentru îndeplinirea acestor deziderate s-au avut în vedere următoarele obiective științifice:

1. structurarea unei baze de date dinamice privind sursele de emisie a metalelor grele (Pb, Ni, Cu, Cr) din județul Vaslui, în perioada 1999 – 2009;
2. studierea dispersiei pulberilor cu conținut de metale grele pentru 14 surse fixe selectate în zona agroindustrială a Municipiului Vaslui, utilizând simularea pe calculator pe baza a 2 modele matematice, modelul ECO 95ep pentru dispersia poluanților proveniți din fiecare din sursele punctiforme individuale, și a modelului matematic Pol 15sm, pentru surse de poluare punctiforme multiple;
3. monitorizarea dinamicii încărcării solurilor cu metale grele (Pb, Ni, Cu, Cr) în județul Vaslui, în perioada 2001 – 2009;
4. evaluarea impactului activităților din județul Vaslui prin stabilirea gradului de poluare a aerului cu pulberi în suspensie și respectiv a gradului de poluare a solului cu metale grele (Pb, Ni, Cu, Cr), cu ajutorul metodei îmbunătățită de calcul a indicelui de poluare globală, în perioada 2001- 2009.

Lucrarea de doctorat prin tematica abordată și mai ales prin contribuțiile sale originale încearcă să răspundă nevoii de racordare a cercetării românești la conceptul de dezvoltare durabilă a societății, concept pe care Uniunea Europeană îl promovează ca o soluție la criza ecologică determinată de intensa exploatare industrială a resurselor și degradarea continuă a mediului, urmărindu-se în primul rând prezervarea calității mediului înconjurător.

**Rezultatele** acestei teze de doctorat **se constituie într-un material științific util** deoarece se realizează:

- **valorificarea rezultatelor modelării dispersiei pulberilor în suspensie emise din sursele supuse cercetării**, prin: structurarea unei *baze de date dinamice*, actualizabilă în funcție de evoluția situației reale în arealul studiat, crearea unui set de date și informații utile pentru *realizarea altor studii*, *structurarea corectă a rețelei de monitorizare a calității atmosferei* din zona de potențial impact a grupului de surse de emisie studiate pe baza dinamicii și modelării dispersiei poluanților analizați.

- **studierea gradului de poluare al factorilor de mediu aer și sol pe baza metodei îmbunătățite a Indicelui de Poluare Globală**, care *sunt condiții esențiale pentru cunoașterea reală a stării mediului și stabilirea corectă a unor viitoare obligații de mediu* în contextul dezvoltării durabile.

## **CAPITOLUL IV. INVENTARIEREA SURSELOR DE EMISII DE METALE GRELE ÎN ATMOSFERĂ ÎN JUDEȚUL VASLUI**

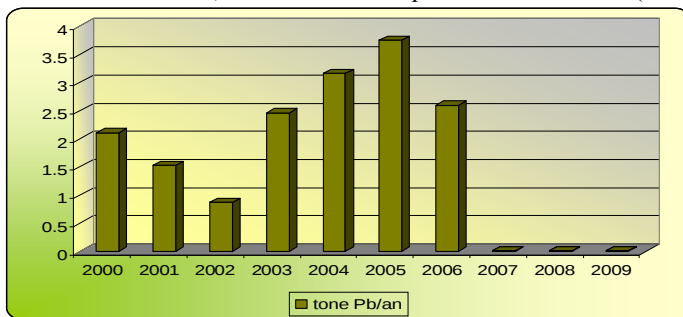
### **IV.1. Emisiile metalelor grele în județul Vaslui**

În județul Vaslui, cantitățile de metale grele emise în atmosferă, au fost calculate prin metoda CORINAIR, conform inventarului de emisii, pentru perioada 1999-2009. Pentru calculul emisiilor de poluanți în atmosferă, din totalul surselor inventariate la nivelul județului Vaslui s-au selectat un număr de 140 surse fixe care s-au apreciat că emit în atmosferă 90% din totalul de poluanți. (Ordin MAPAM 524/2000).

### **IV.2. Identificarea contribuției surselor inventariate la nivelul județului la emisiile de plumb (Pb), nichel (Ni), cupru (Cu), crom (Cr)**

Pentru perioada 1999 - 2002 s-au utilizat pentru calculul emisiilor metodologiile CORINAIR și AP 42. Fiind un calcul estimativ al emisiilor s-au ales factorii de emisie cei mai mari pentru fiecare activitate în parte. Din 2003 inventarele de emisii se realizează, la nivel național, pe baza metodologiei CORINAIR, factorii de emisie fiind stabiliți de ICIM București. (Budianu, M., Nicu. M, 2008)

**Pb. Sursele de poluare pentru plumb** sunt **surse mobile** – traficul și **surse staționare** – procese industriale și incinerare deșeuri spitalicești (tabelul 4.4.). Arderile din procesele de producție (tabelul 4.1.) și incinerarea deșeurilor spitalicești (tabelul 4.3.) generează în atmosferă cantități mici de plumb, cea mai pondere, de peste 80% din totalul emisiilor, revine traficului pe bază de motorină (tabelul 4.2).



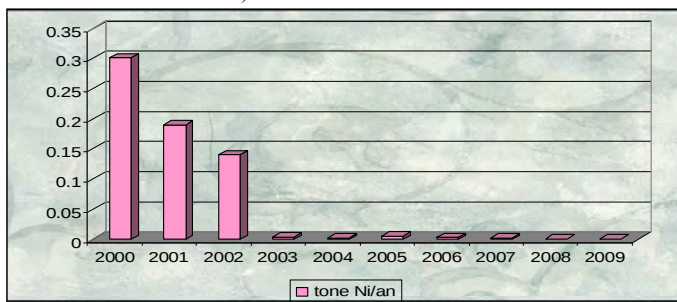
**Figura IV.2. Emisii totale de Pb**

Chiar dacă numărul autovehiculelor este în creștere în ultimii ani, cantitatea de benzină tranzitată în județul Vaslui a scăzut în anul 2002 față de 1999 și apoi a crescut până în anul 2005. Scăderea emisiilor de plumb din anul 2006 este datorită

scoaterii de pe piață a benzinei aditivată cu tetraetil de plumb și a înnoirii parcului auto (figura IV.2 ).

**Ni. Sursele de poluare pentru nichel** sunt **surse mobile** – traficul și **surse staționare** - procese de combustie pe bază de cărbuni, petrol, gaze naturale și incinerare deșeurilor spitalicești (tabel 4.4.). Traficul (tabelul 4.2.) și incinerarea deșeurilor (tabelul 4.3.) au o pondere foarte redusă emisia totală de nichel. Arderile produc peste 90% din emisiile totale de nichel (tabelul 4.1.).

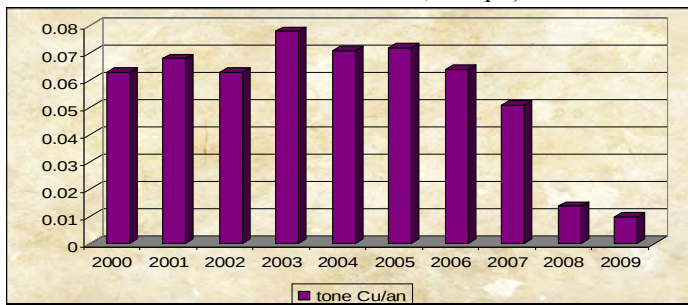
Emisiile totale de nichel scad mai mult începând cu anul 2003 (figura IV.3.), acest lucru datorindu-se faptului că metodologia utilizată pentru calcul este CORINAIR (factorul de emisie din metodologia CORINAIR stabilit de ICIM București pentru activitățile de ardere este mai mic).



**Figura IV.3.** Emisii totale de Ni

**Cu. Sursele de poluare pentru cupru** sunt **surse mobile** – traficul și **surse staționare** – incinerarea deșeurilor spitalicești (tabelul 4.4). Traficul pe bază de motorină este responsabil de emisia în atmosferă a cuprului în proporție de aproape 100 % (tabel 4.2) și într-o foarte mică măsură incinerarea deșeurilor spitalicești contribuie la emisia totală de cupru (tabel 4.3).

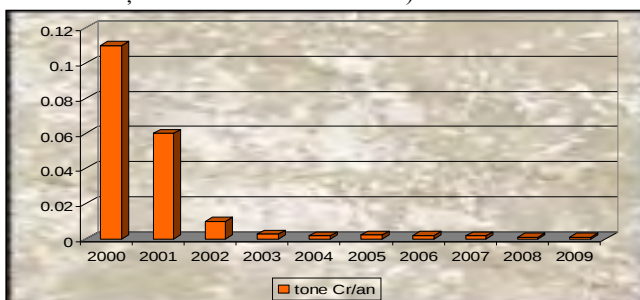
În figura IV.4 se observă că emisiile anuale de cupru sunt comparabile, consumul de motorină fiind constant în fiecare an, mai puțin ultimii 2 ani.



**Figura IV.4.** Emisii totale de Cu

**Cr. Sursele de poluare pentru crom** sunt **surse mobile** – traficul și **surse staționare** - procesele de combustie pe bază de cărbuni, petrol, gaze naturale și incinerare deșeurilor spitalicești (tabelul 4.4). Traficul (tabelul 4.2) și incinerarea deșeurilor (tabelul 5.3) sunt răspunzătoare în mică măsură de emisiile în atmosferă a cromului, arderile producând peste 85% din emisiile totale (tabelul 4.1).

În figura IV.5 se observă că emisiile totale de crom scad mai mult începând cu anul 2003, acest lucru datorându-se faptului că metodologia utilizată pentru calcul este CORINAIR (factorul de emisie din metodologia CORINAIR stabilit de ICIM București pentru activitățile de ardere este mai mic).



**Figura IV.5. Emisii totale de Cr**

## **CAPITOLUL V. STUDIUL DISPERSIEI POLUANȚILOR SUB FORMĂ DE PULBERI ÎN SUSPENSIIE PENTRU ZONA AGROINDUSTRIALĂ A JUDEȚULUI VASLUI**

Migrarea substanțelor poluante la distanțe mari, fără a cunoaște limite, a devenit o problemă internațională. În atare condiții, o importanță deosebită prezintă nu numai supravegherea (constatarea) răspândirii substanțelor poluante ori a formelor de pătrundere a acestora în mediul ambiant, ci și detectarea căilor de migrare a poluanților, descrierea cantitativă a vitezei lor de difuzie în componentele mediului – fapt ce ar permite modelarea matematică a proceselor de transfer de masă – în cazul specific al transferului de substanțe poluante – și, în consecință, identificarea unor posibilități de reglare a nivelului de poluare a mediului și menținerea acestui nivel în limite de *suportabilitate ecologică* – element esențial al conceptului de dezvoltare durabilă. Dispersia poluanților în atmosferă este în realitate un fenomen mult mai complex și este influențată de 3 serii de factori/ parametri ce vor fi trecuți în revistă în *sub-capitolele următoare*:

- caracteristicile geo-climatice ale zonei în care se produce dispersia;
- caracteristicile sursei de emisie;
- caracteristicile emisiei în sine.

### **V.1. Parametrii care influențează dispersia, raportat la particularitățile zonei studiate**

### V.1.1. Parametrii geo – climatici

Principalele caracteristici geografice (naturale sau antropice) care pot influența dispersia poluanților emiși în atmosferă dintr-o sursă dată sunt:

- *denivelări semnificative* ale terenului, localizate în speță pe direcția principală de propagare a penei de poluant (formațiuni geologice de tip deal, munte, vale adâncă și îngustă etc.);
- existența în zonă a unor *cursuri importante de apă*, a unor *lucii de apă* cu volum și suprafață semnificative, a unor *zone bogate în vegetație* (ex. păduri), a căror prezență influențează întrucâtva micro-climatul pe arii mai mult sau mai puțin extinse ( Mănescu Sergiu ș.a., 1994)
- prezența, în apropierea sursei, a unor *construcții de dimensiuni importante*, mai ales sub aspectul înălțimii, ce pot induce modificări locale ale direcției și chiar ale vitezei curenților de aer cu rol în antrenarea și dispersarea poluanților.

Sub aspect meteo-climatic, următoarele caracteristici au o deosebită importanță în procesele de dispersie a poluanților în atmosferă (Nicu Viorica, 2000):

- mișcările maselor de aer atmosferic, respectiv *turbulența atmosferei*, definită pe de o parte de cele 6 *categorii de stabilitate* ale lui Pasquill, iar pe de altă parte de *viteza curenților de aer* (vânt) corelată cu *direcția* și *distribuția spațială* a acestora;
- *temperatura atmosferei*, cu variațiile sezoniere caracteristice zonei studiate și, eventual, cu variațiile zi-noapte, dacă amplitudinea acestora este semnificativă pentru influențarea dispersiei;
- *umiditatea* (în speță, umiditatea relativă) a atmosferei și fenomenele legate de aceasta: ceață, nebulozitate etc.;
- *precipitațiile* sub formă lichidă și solidă, evaluate ca frecvență, cantitate și arie de răspândire.

În aprecierea influenței acestui complex de parametri asupra dispersiei poluanților în atmosferă, sunt importante de luat în considerație, pe de o parte, *șirurile de date climatice multi-anuale* furnizate de stația meteorologică cea mai apropiată de zona investigată, iar pe de altă parte – *manifestările caracteristice* care diferențiază zona studiată, datorită anumitor particularități (exemple: existența unor episoade semnificative de calm atmosferic, anomalii ale distribuției precipitațiilor etc.).

### V.1.2. Caracteristicile sursei de emisie

Din foarte multe coșuri industriale, gazele evacuate ies cu o anumită viteză, indusă de echipamentele de antrenare, sau dată de așa - numitul „tiraj natural”, și la o anumită temperatură – de cele mai multe ori superioară temperaturii aerului ambiant.

Aceste două motive fac ca poluantul emis să nu se deplaseze la nivelul gurii coșului, ci la un nivel superior. Altfel spus, înălțimea *efectivă* a sursei,  $H$ , este superioară înălțimii *fizice*,  $h$ , cu o diferență,  $\Delta h$ , denumită **supraînălțarea penei**:

$$H = h + \Delta h \quad (5.2)$$

Astfel, supraînălțarea este cu atât mai mare cu cât temperatura gazului evacuat este mai ridicată sau, echivalent, cu cât cantitatea de căldură  $Q_H$  evacuată în unitatea de timp (la același volum de gaz evacuat) este mai mare.

În mod evident, supraînălțarea este direct proporțională cu viteza gazului la ieșire,  $w_0$  și invers proporțională cu viteza curenților de aer (vântul „culcă” pana de poluant, apropiind-o de nivelul solului).

Formulat altfel, se poate afirma că, concentrația poluantului la nivelul solului depinde foarte puternic de înălțimea *efectivă* a coșului, aspect cu consecințe constructive și financiare deloc neglijabile.

Drept urmare, au fost puse la punct și utilizate în practică mai multe *formule pentru calculul supraînălțării penei*, aplicabile în diverse categorii de stabilitate atmosferică și pentru diverse categorii de înălțime a coșurilor. Una dintre cele mai vehiculate este formula Moses-Carson (Tumanov Sergiu, 1989):

$$\Delta h = (-0,029 \times w_0 \times D + 5,35 \times \sqrt{Q_H}) / u \quad (5.3)$$

unde:

$u$  – viteza vântului la nivelul punctului de emisie (gura coșului);

$D$  – diametrul coșului în secțiunea de emisie (la vârful);

$w_0$  – viteza gazului la ieșire;

$Q_H$  – cantitatea de căldură evacuată în unitatea de timp

### V.1.3. Caracteristicile emisiei

Pentru a evalua cât mai corect fenomenul complex de dispersare a poluanților emiși în atmosferă din sursele fixe punctiforme, precum și pentru a estima cât mai concludent consecințele răspândirii unui anume contaminant în componentele de mediu – respectiv impactul exercitat de sursele de poluare atmosferică – este necesar, pe lângă acumularea și prelucrarea informațiilor legate de caracteristicile meteorologice și climatice ale zonei, de parametri fizici ai sursei, și colectarea și interpretarea informațiilor ce descriu emisii de poluant în sine, adică:

- temperatura gazelor emise;
- umiditatea gazelor (importantă mai ales în cazul așa-numitor „gaze reci”, cu temperaturi mai mici sau apropiate de cea a mediului ambiant);
- viteza gazelor la emisie;
- compoziția calitativă și cantitativă a gazelor la emisie și proprietățile fizico-chimice și toxicologice ale principalelor noxe componente.

În scopul de a structura o imagine unitară, de ansamblu, asupra condițiilor specifice de la care s-a pornit în realizarea modelării matematice a poluanților din cele 14 surse de emisie tehnologice, selectate în urma etapelor de cercetare, sunt reluate, în cele ce urmează, principalele date și informații prezentate tabelar, referitoare atât la caracteristicile meteo-climatice ale zonei studiate, cât și la caracteristicile surselor punctiforme de emisie și ale emisiilor de poluanți în atmosferă, măsurate la fiecare din aceste surse.

#### ***V.1.4. Condiții meteo-climatice și geografice***

Datorită poziției pe glob, 46° 40' lat. N, în partea extrem estică a României, județul Vaslui are clima temperat continentală, specifică Europei răsăritene. Sunt caracteristice masele de aer rece ale anticiclonului siberian, iar vara- aerul uscat continental sau tropical. În perioada caldă a anului, seceta este un fenomen accentuat și frecvent; iarna sunt specifice inversiunile termice.

**Relieful** zonei orașului Vaslui prezintă o serie de particularități de o importanță climatică locală, între care se datasează cel mai evident, aspectul general depresionar pe care această regiune îl capătă față de sectoarele ceva mai înalte din jur. (Ciulache S, 1980) Tipurile și formele de relief existente în vatra orașului Vaslui și a împrejurimilor sale au fost create în cea mai mare măsură, prin acțiunea râurilor care străbat această parte a Moldovei (îndeosebi Bîrlad, Vaslui, Racova). Adâncindu-se treptat în formațiunile sarmatice, ele au generat văi cu lărgimi de ordinul kilometrilor pe flancurile cărora se manifestă influențele structurii și litologiei precum și poduri interfluviale ale căror caracteristici reflectă de asemenea, natura substratului geologic.

**Altitudinea medie absolută** a orașului Vaslui este de aproximativ 110 m. Cotele cele mai înalte din intravilan ating 185 m la limita nordică a acestuia coborând apoi destul de lin spre sud-sud-est: 140 m la Monumentul Eroilor, 120 m la Liceul Mihail Kogălniceanu, 115 m în Piața Centrală din fața sediului Prefecturii (inclusiv Platforma industrială nordică), 100 m la Clubul elevilor și Liceul industrial nr 1. Cele mai joase suprafețe se găsesc pe șesurile întinse ale celor 3 văi (în preajma gării, stadionului, satului Rediu) fiind în jurul a 90 m.

Fără să exercite o influență hotărâtoare asupra climei orașului Vaslui în ansamblu, **relieful regiunii în care acesta este plasat, prin altitudine, gradul de fragmentare, morfologie, înclinarea și orientarea versanților, orientarea văilor principale, determină o mare neuniformitate și complexitate a suprafeței subadiacente, cauzând o serie de diferențieri spațiale în distribuția și chiar regimul principalelor elemente climatice.** ( Davidescu G. , 2000)

**Temperatura aerului** prezintă o ușoară variație în raport cu altitudinea, înregistrând diferențe termice medii anuale de cca. 0,4-0,5 °C între zonele cele mai joase din intravilan și zonele cele mai înalte în afara intravilanului. Aceste diferențe sunt chiar mai mari în timpul verii, ziua, ca urmare a încălzirii puternice a suprafeței terestre și a creșterii în acest fel a valorilor gradientilor termici verticali. În perioada rece a anului, pe timp liniștit și cer senin, în special pe valea Bîrladului, dar și pe văile Racova și Vaslui, se produc inversiuni de temperatura destul semnificative. (Gugiuman I, 1963, 1970, 1973)

Regimul anual al **umezelii aerului** se caracterizează prin existența unui maxim în semestrul rece al anului și un minim în cel cald. La orele de observații climatologice (1, 7, 13, 19) regimul umezelii relative este în strânsă concordanță cu regimul temperaturii aerului și tensiunii vaporilor de apă. Cele mai mari valori se înregistrează noaptea și în cursul dimineții cobărând la cele mai mici spre orele prânzului. Caracterul suprafeței active și temperatura aerului mai ridicată a atmosferei urbane determină unele diferențe de umezeală între aerul orașului Vaslui și cel al împrejurimilor sale. În regimul anual al diferențelor de umezeală, valorile minime,

apropiate de zero se remarcă iarna, iar cele maxime vara. Valorile extreme ale umezelii relative sunt decalate în oraș față de localitățile rurale învecinate, mai ales datorită faptului că în oraș se realizează mult mai încet răcirea clădirilor, care au o conductibilitatea calorică mare. (Bogdan O, Mihai E, 1972)

**Vîntul** este influențat de relief atât prin altitudine, care determină mai ales o creștere a vitezei acestuia, cât și prin orientarea general pe care o prezintă văile și interfluviile. Orientarea nord-vest sud-vest a văii largi a Bârladului determină, la sol cea mai mare canalizare a aerului în ambele sensuri. Cele mai frecvente medii anuale ale vîntului sunt cele pe direcțiile nord-vest (22,2%) și sud-est (18%). Față de valorile medii ale vitezei și frecvența vîntului, pe văi, în lungul cărora se întreține permanent o dinamică foarte activă, dar și pe culmile dealurilor, se înregistrează însemnate abateri pozitive. Configurația topografică din această regiune favorizează și producerea unor vînturi cu caracter local, brizele de versant, prezente peste tot, dar cu o intensitate și o frecvență mai mare fiind cele dinspre cuesta Vasluiului sau dinspre cuesta Racovei spre zonele mai joase din vecinătate. (Anexa 3. Fișa climatologică a municipiului Vaslui)

Toate aceste date și informații conturează profilul situației emisiilor provenite din cele mai importante surse din zona agroindustrială a municipiului Vaslui și al condițiilor specifice în care se realizează efectiv dispersia pulberilor din sursele punctiforme considerate.

Ca atare, pentru descrierea fenomenelor de dispersie și a efectelor acestora, în contextul prezentat mai sus, a fost necesară în primul rând selectarea modelelor de dispersie care – prin destinație, structură, performanțe și facilități de operare – să fie adecvate scopului declarat inițial: diagnosticarea cât mai corectă a influenței emisiilor de pulberi de la sursele industriale din zona agroindustrială a municipiului Vaslui asupra calității atmosferei zonei și implicit, asupra calității componentelor mediului natural și antropic din perimetrele adiacente instalațiilor poluatoare.

## **V.2. Alegerea modelului dispersie utilizat; criteriile de selecție; limite de aplicare**

După consultarea literaturii de specialitate disponibile și analizarea comparativă a mai multor tipuri de modele matematice de dispersie a poluanților în atmosferă, s-a decis utilizarea modelelor ECO 95ep și Pol 15sm, două modele matematice originale pentru dispersia poluanților atmosferici, puse la punct și testate ca programe de simulare pe calculator în cadrul Catedrei de Inginerie Chimică și Protecția Mediului din Facultatea de Inginerie Chimică și Protecția Mediului a Universității Tehnice „Gheorghe Asachi” din Iași. Criteriile și argumentele acestei alegeri sunt prezentate în cele de mai jos.

### **Modelul ECO 95ep**

Modelul ECO 95ep reprezintă un program pentru *calculul dispersiei unui poluant gazos sau a unui poluant sub formă de pulbere, emis de o sursă fixă punctiformă în mediul ambiant, pe suprafețe orizontale aflate la o anumită înălțime de la nivelul solului (înălțimea receptorului).*

Modelul, de tip Gaussian, a fost conceput și testat pentru atare utilizări în cadrul Facultății de Inginerie Chimică și Protecția Mediului a Universității Tehnice „Gheorghe Asachi” din Iași.

Etapale de rulare a modelului sunt cele clasice și presupun introducerea *mărimilor de intrare*, respectiv:

- date climatologice și de relief – condițiile atmosferice, viteza vântului, temperatura aerului, natura terenului;
- date ce descriu caracteristicile sursei de emisie și ale emisiei în sine – înălțimea și diametrul sursei în secțiunea de emisie, temperatura și viteza gazelor emise, concentrația poluantului vizat.

Funcție de datele introduse, programul de modelare ECO 95ep calculează și redă, ca *mărimi de ieșire*, inclusiv sub formă grafică, următoarele:

- înălțimea de ridicare (supraînălțarea) a penei de poluant emisă de sursa fixă punctiformă, pe direcția vântului;
- profilul de concentrație a poluantului urmărit, pe direcția vântului;
- dispunerea pe suprafața orizontală a suprafețelor de izoconcentrație (izopletelor) pentru poluantul vizat – se afișează numai jumătatea superioară de dispunere a elipselor de izoconcentrație.

Programul este conceput pentru o folosire prietenoasă, fiind accesibil (cu instrucțiunile însoțitoare de rigoare, prezentate de asemenea de o manieră logică și simplă) chiar și utilizatorilor fără abilități deosebite în lucrul cu computerul.

Pentru modelarea dispersiei gazelor, în cazul de față este folosit un model de dispersie de tip Gaussian, verificat cu date experimentale, descris, la modul general, de ecuația:

$$C_{x,z,y} = f [Q, Q_f, u, s_y(x), s_z(x), h, dh(x), y, z] \quad (5.4.)$$

în care:

$C_{x,z,y}$  (mg/m<sup>3</sup>) = concentrația gazului poluant la imisie, într-un punct din spațiu definit prin coordonatele sale în raport cu poziția sursei de emisie (denumită generic, în cadrul modelului, „coșul de fum”) și cu direcția principală a vântului;

$x, y, z$  (m) = coordonatele unui punct, raportat la poziția coșului de fum și la direcția vântului ( $x$ );

$Q$  (mg/s) = debitul masic de poluant emis (rata de emisie)

$Q_f$  (m<sup>3</sup>/s) = debitul total al coșului de fum (al sursei de emisie)

$u$  (m/s) = viteza medie a vântului

$h$  (m) = înălțimea fizică a coșului de fum

$dh(x)$  (m) = înălțimea de ridicare a penei de fum față de gura coșului (supraînălțarea penei de poluant), definită de:

$$dh = f (x, u, T, T_f, \text{natura terenului, condiții atmosferice}) \quad (5.5.)$$

$T (^{\circ}\text{C})$  = temperatura mediului ambiant

$T_f (^{\circ}\text{C})$  = temperatura fumului (gazelor) la ieșirea din coș

$s_y(x)$ ,  $s_z(x)$  (m) = deviațiile standard pentru dispersia gazului pe direcțiile y și z, definite generic prin ecuațiile:

$$s_y = f(x, \text{natura terenului, condiții atmosferice}) \quad (5.6.)$$

$$s_z = f_l(x, \text{natura terenului, condiții atmosferice}) \quad (5.7.)$$

unde elementele care descriu matematic natura terenului pot fi introduse ca date de intrare conform cu două opțiuni diferite, codificate cu simbolurile 1 și 2, respectiv:

1 = teren relativ plat (tip rural)

2 = teren accidentat (tip urban)

Prin „teren accidentat”, în cazul de față, se înțelege prezența, în proximitatea sursei de emisie, a unor construcții masive, de înălțimi comparabile cu cea a sursei, care, în atare condiții, acționează în raport cu dispersia gazelor asemenea unor „forme de relief antropice”, producând fenomene de tipul „efectul de clădire” sau „efectul de canion”;

Condițiile atmosferice – reprezintă, în esență, gradul de stabilitate (sau nivelul de turbulență) al atmosferei.

Modelul ECO 95ep ia în considerație clasificarea Pasquill pe clase de stabilitate ale atmosferei, care este, după cum se știe, funcție de: momentul zilei/noptii, încălzirea solară, calmul atmosferic corelat cu trepte (intervale) de viteză a curenților de aer (Tumanov Sergiu, 1989), (Pasquill, F., 1961). Fără a intra în alte detalii privind clasele de stabilitate, de precizat că modelul consideră cele 6 clase codificate după cum urmează:

1 (A) – puternic instabil

2 (B) – instabil

3 (C) – slab instabil

4 (D) – neutru

5 (E) – stabil

6 (F) – puternic stabil

Utilizarea uneia sau alteia din cele 6 variante de mai sus trebuie să se bazeze pe cunoașterea clară a condițiilor meteo-climatice caracteristice zonei pentru care se aplică modelul – cunoaștere ce se poate realiza fie prin consultarea bazelor de date de specialitate (dacă acestea există/sunt disponibile), fie prin realizarea directă de măsurători meteorologice complete, cel puțin pe durata unui an calendaristic, fie printr-o combinaire adecvată a acestor două procedee.

Pentru modelarea dispersiei pulberilor, modelul ECO 95ep ia în considerație tot un model de tip Gaussian, în care se ține cont și de viteza de sedimentare a materialului pulverulent în atmosferă,  $v_s$ . *Viteza de sedimentare* depinde, în esență, de

granulația materialului pulverulent prezent în pana de poluant emisă, precum și de densitatea acestuia.

Concentrația pulberii de poluant la imisie este definită, în cadrul modelului, prin ecuațiile:

$$C_{x, y, z} = c_e \times Q_f \times f_2[u, s_y(x), s_z(x), v_s, h, dh(x), y, z] \quad (5.8.)$$

și

$$C_{sp, x, y, z}^p = f_2[u, s_y(x), s_z(x), v_s, h, dh(x), y, z] \quad (5.9.)$$

unde:

$C_{sp, x, y, z}^p$  (mg/m<sup>3</sup>) = concentrația specifică a pulberii de poluant la imisie, determinată într-un punct din spațiu dat prin coordonatele sale în raport cu poziția coșului de fum și cu direcția principală a vântului, considerată pentru o concentrație la emisie de 1 mg/m<sup>3</sup> și un debit de gaze emis de 1 m<sup>3</sup>/s.

$c_e$  (mg/m<sup>3</sup>) = concentrația la emisie a pulberii de poluant

$v_s$  (m/s) = viteza de sedimentare a pulberii

În continuare, cunoscând  $c_e$  pentru pulbere, se calculează concentrația poluantului pulverulent la imisie,  $C_{x, y, z}$ , cu formula:

$$C_{x, y, z} = c_e \times Q_f \times C_{sp, x, y, z}^p \quad (5.10.)$$

Relațiile de mai sus permit astfel calculul imediat al concentrațiilor la imisie, pentru cazul concret al unor concentrații de emisie, respectiv debite de gaze emise cunoscute, având în prealabil calculate concentrațiile specifice pentru o sursă punctiformă de emisie într-o situație dată.

De menționat că restul parametrilor de care depinde distribuția la imisie a poluantului pulverulent sunt considerați aceiași ca și în cazul modelării dispersiei unui poluant gazos, al cărei principiu este prezentat mai sus: caracteristicile geometrice ale sursei de emisie, temperatura și viteza de ieșire a gazelor, condițiile atmosferice, viteza vântului, temperatura aerului, tipul terenului.

Rezumând performanțele modelului ECO 95ep, descris succint, acesta permite:

- calcularea înălțării penei de poluant;
- calcularea concentrației la imisie a poluantului specificat, într-un punct din spațiu (receptor), poziționat față de sursa poluantă și direcția vântului;
- calculul concentrației maxime a poluantului la imisie, pe direcția vântului, în diferite planuri orizontale;
- calculul poziționării unor izoconcentrații de anumite valori, în plan orizontal dat (coordoanate x, y).

### **Modelul Pol 15sm**

Este, de asemenea, un model pentru calculul dispersiei în atmosferă a poluanților, pus la punct și testat în cadrul Facultății de Inginerie Chimică și Protecția Mediului a Universității Tehnice „Gheorghe Asachi” din Iași.

Are la bază un program de simulare a monitorizării *concentrațiilor de poluant emis de la mai multe surse punctiforme*, denumit SPPM – Surse de Poluare Punctiforme Multiple

Programul permite simularea monitorizării distribuției concentrației unui poluant emis de mai multe surse, bine localizate, la un număr de receptori de poluare, de asemenea precis localizați.

- Numărul maxim de surse punctiforme emitente pe care programul le poate lua în calcul – 15.

- Numărul maxim de receptori ce pot fi considerați – 15.

Performanțele modelului pot fi cel mai bine sintetizate prin precizarea tipurilor de mărimi de ieșire; în fiecare punct receptor sunt măsurate și redată, sub forma tabelelor de date, următoarele *mărimi de ieșire*:

- Concentrația locală de poluant, datorată fiecărei surse de emisie
- Concentrația locală totală a poluantului urmărit, datorată emisiei tuturor surselor considerate
- Concentrația locală medie, pe intervalul de timp considerat, datorată fiecărei surse de emisie
- Concentrația locală medie totală, pe intervalul de timp dat.

De notat că primele două categorii de rezultate sunt furnizate orar, pe un interval de maximum 15 ore, ipoteza de modelare formulată fiind aceea că și frecvența (medie) de modificare a condițiilor meteo este tot orară.

În ceea ce privește *mărimile de intrare* necesare în cazul modelului Pol 15sm, acestea pot fi grupate în trei categorii:

a. „Surse” (valabil pentru fiecare sursă de emisie în parte)

$n_s$  = numărul surselor de emisie luate în considerare ( $n_s$  max. = 15)

$Q$  (mg/s) = debitul masic de poluant emis

$Q_f$  (m<sup>3</sup>/s) = debitul volumetric „de fum” la emisie (debitul total de gaze emis de fiecare sursă)

$T_f$  (°C) = temperatura „fumului” la emisie (temperatura gazelor emise)

$h$  (m) = înălțimea fizică a sursei poluante

Coordonatele sursei, definite față de un *reper fix*, ales, respectiv:

- $c_{xs}$  (m) = coordonata pe direcția Vest-Est
- $c_{ys}$  (m) = coordonata pe direcția Sud-Nord

b. „Receptori” (valabil pentru fiecare receptor în parte)

$n_r$  = numărul de receptori ai concentrației poluantului la imisie luați în considerare ( $n_r$  max. = 15)

$z$  (m) = înălțimea de amplasare a fiecărui receptor considerat

Coordonatele receptorului, față de *același reper fix* (ca și pentru surse) ales, respectiv:

- $c_{xr}$  (m) = coordonata pe direcția Vest-Est
- $c_{yr}$  (m) = coordonata pe direcția Sud-Nord

„Rural / Urban” = opțiunea privind condițiile de teren față de fiecare sursă

c. „Condiții meteo orare”

$n_o$  = numărul de ore considerate ( $n_o$  max. = 15)

$u$  (m/s) = viteza vântului

$\theta$  (grade) = direcția vântului, față de direcția Nord, măsurată în sens orar

(1 – 6) = clasa selectată pentru a defini condițiile atmosferice (se utilizează tot cele 6 clase de stabilitate Pasquill, ca și în cazul modelului „ECO 95ep”)

$T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) = temperatura atmosferei

Pentru a facilita utilizarea modelului și de către persoane ce nu au cunoștințe suficiente privind criteriile de caracterizare a stării de stabilitate /turbulență a atmosferei, în cadrul prezentării modelului sunt formulate și recomandări referitoare la alegerea clasei pentru condițiile atmosferice, cu valori de la „1” la „6”.

Astfel, se consideră cazurile I – VI, de mai jos, caracterizate de următoarele condiții:

- Caz I – Ziua, soare puternic, incidența radiației solare sub un unghi mai mare de  $60^{\circ}$
- Caz II – Ziua, soare moderat, incidența radiației solare sub un unghi cuprins între  $35^{\circ}$  și  $60^{\circ}$  (așa-numitul cer „ușor acoperit”)
- Caz III – Ziua, soare slab, incidența radiației solare sub un unghi mai mic de  $35^{\circ}$  (cer „parțial acoperit”)
- Caz IV – Intervalul zi/noapte (noapte/zi), cer înnorat
- Caz V – Noaptea, cer înnorat (nebulozitate peste 50 %)
- Caz VI – Noaptea, cer slab înnorat (nebulozitate sub 50 %)

Se stabilește apoi clasa corespunzătoare pentru caracterizarea unor anume condiții atmosferice, funcție de particularitățile fiecărei situații de modelare a dispersiei considerate, utilizându-se tabelul de atribuire a claselor prezentat mai jos:

**Tabelul 5.16. Atribuirea claselor de condiții atmosferice; corelarea condițiilor meteo definite de cazurile I – VI, cu viteza vântului**

| Caz        | Viteza vântului (m/s) |              |              |              |          |
|------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|----------|
|            | < 2                   | între 2 și 3 | între 3 și 5 | între 5 și 6 | > 6      |
| <b>I</b>   | <b>1</b>              | <b>1;2</b>   | <b>2</b>     | <b>3</b>     | <b>3</b> |
| <b>II</b>  | <b>1;2</b>            | <b>2</b>     | <b>2;3</b>   | <b>3;4</b>   | <b>4</b> |
| <b>III</b> | <b>2</b>              | <b>3</b>     | <b>3</b>     | <b>4</b>     | <b>4</b> |
| <b>IV</b>  | <b>4</b>              | <b>4</b>     | <b>4</b>     | <b>4</b>     | <b>4</b> |
| <b>V</b>   | <b>5</b>              | <b>5</b>     | <b>4</b>     | <b>4</b>     | <b>4</b> |
| <b>VI</b>  | <b>6</b>              | <b>6</b>     | <b>5</b>     | <b>4</b>     | <b>4</b> |

De menționat că și în cazul acestui model, valoarea „1” (sau „A”) corespunde categoriei „Puternic instabil”, iar valoarea „6” (sau „F”) corespunde categoriei „Puternic stabil”, conform clasificării realizate de Pasquill în 1961 (Pasquill, F., 1961)

Modelul matematic care stă la baza programului de simulare Pol 15sm, pentru calculul dispersiei în atmosferă a poluanților emiși de la mai multe surse punctiforme, este descris în continuare:

1. Calculul distanței sursă - receptor pe direcția vântului:

$$x_{rel} = Cx r_j - Cx s_i \quad (5.11.)$$

$$y_{rel} = Cy r_j - Cy s_i \quad (5.12.)$$

$$x = x_{rel} \cdot \cos(\alpha_k) + y_{rel} \cdot \sin(\alpha_k) \quad (5.13.)$$

$$y = \sqrt{(x_{rel}^2 + y_{rel}^2 - x^2)} \quad (5.14.)$$

2. Calculul dispersiei poluantului în atmosferă:

$$\sigma_y = f_1(x, k) \quad (5.15)$$

$$\sigma_z = f_2(x, k) \quad (5.16)$$

3. Calculul înălțimii penei de fum:

$$dh = f_3(x, k, i) \quad (5.17.)$$

$$H_t = h_0 + dh \quad (5.18.)$$

4. Calculul concentrației la receptor:

$$\psi_{i,j,k} = \frac{Q}{2\pi \cdot \bar{u} \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z} e^{-0,5\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2} \cdot \left[ e^{-0,5\left(\frac{z-Ht}{\sigma_z}\right)^2} + e^{-0,5\left(\frac{z+Ht}{\sigma_z}\right)^2} \right] \quad (5.19.)$$

5. Calculul concentrațiilor mediate:

$$\bar{\psi}_{j,k} = \frac{1}{n_i} \sum_i^{n_i} c_{i,j,k} \quad (5.20.)$$

$$\bar{\psi}_{i,j} = \frac{1}{n_k} \sum_k^{n_k} c_{i,j,k} \quad (5.21.)$$

În descrierea modelului, se mai specifică și faptul că atât datele introduse cât și rezultatele obținute sunt prezentate sub formă tabelară, în fișierele-text tip ASCII: „POL.DAT” – pentru datele introduse și respectiv „POL.REZ” – pentru rezultatele livrate de model. (Nagacevski V., Macoveanu M., 1994, 1995, 1996, 2002, Nagacevski V, Macoveanu M., Peiu N., 1997)

În contextul situației zonei agroindustriale Vaslui, prezentat în capitolele anterioare sub aspectul impactului generat de sursele de poluare a atmosferei, lucrarea de față și-a propus să analizeze posibilitatea identificării unor căi și metode de evaluare a acestui impact, comparativ cu abordările de până acum. Situația actuală a acestei zone – care poate fi definită rezumativ ca fiind o perioadă de tranziție de la tehnologii vechi de 10-20 ani și chiar mai mult, cu un grad ridicat de poluare, la un nou concept de zonă industrială – impune *o abordare ușor diferită a problematicii de afectare a calității atmosferei, văzută inclusiv din perspectiva poluării istorice.*

Din acest motiv, s-a conturat ideea investigării unui număr cât mai cuprinzător de facilități pe care dezvoltarea actuală a tehnicilor de modelare a dispersiei poluanților atmosferici le-ar putea oferi, cu scopul de a selecta cea mai adecvată variantă, utilă și mai ales aplicabilă în condițiile specifice ale acestei zone.

Rezultatele și concluziile etapelor de cercetare parcurse pentru fundamentarea lucrării de față, parțial concretizate prin descrierea și definirea condițiilor particulare meteorologice și geografice, precum și a celor legate de caracteristicile principalelor surse de emisie și ale emisiilor ca atare, impun de la bun început o serie de criterii specifice de care este nevoie să se țină cont în selectarea unui model de dispersie ce se dorește a fi aplicat cu rezultate cât mai concludente, respectiv:

- Criterii privind condițiile meteorologice:
  - Prezența perioadelor de calm atmosferic în proporție de peste 24%;
  - Frecvența semnificativă a inversiunilor termice totale și parțiale;
  - Existența vânturilor periodice (vântul de N-V și N);

- Condiții de umiditate relativă ridicată (favorizante pentru producerea unor reacții secundare la nivelul noxelor emise).
- Criterii privind condițiile de relief:
  - Amplasamentul zonei în valea Bîrladului – suprafață plană relativ întinsă;
  - Prezența în vecinătate a formelor de relief de tip sub-carpatic, cu altitudini ce nu depășesc 400 m și cu diferențe de altitudine sub 150 m față de nivelul platformei.
- Criterii privind emisiile:
  - Existența surselor de emisie cu înălțimi semnificativ diferite (între 12 m și 218 m);
  - Existența unor clădiri și construcții industriale de dimensiuni moderate, aflate în vecinătatea surselor de emisie de înălțime medie, dar la distanțe în raport cu care nu se apreciază existența efectului de clădire;
  - Emisii de noxe diferite care, în condiții favorizante, pot conduce la reacții secundare, în atmosferă, cu formarea unui alt poluant.
- Alte criterii:
  - Importanța extinderii ariei de evaluare pe o rază de cel puțin 40 km (până către granița cu Republica Moldova);
  - Oportunitatea formulării unor concluzii, pe baza rezultatelor modelării, privind și consecințele poluării istorice (ex. cuantificarea gradului de afectare a construcțiilor civile și industriale, eventual aprecierea impactului în timp asupra sănătății populației și asupra integrității actuale a ecosistemelor potențial afectate);

Accesibilitatea unor modele, atât din punct de vedere financiar (având în vedere că majoritatea acestor modele sunt prezentate numai cu caracter demonstrativ, achiziționarea lor completă implicând plata unor sume consistente), cât și din punct de vedere al resurselor logistice ce trebuie mobilizate pentru utilizarea lor.

### **V.3. Modelarea dispersiei emisiilor de pulberi în suspensie de la sursele staționare punctiforme selectate cu modelul ECO 95ep**

Acest capitol prezintă un studiu al dispersiei pulberilor în suspensie provenite de la 15 surse punctiforme ce corespund la 5 agenți economici din zona agroindustrială a municipiului Vaslui utilizând o simulare pe calculator pe baza modelului matematic ECO 95ep, în 3 situații meteo-climatice diferite, pentru 3 viteze de sedimentare diferite, reprezentând cazurile cele mai frecvent întâlnite în această zonă. Modelul ECO 95ep realizează calculul dispersiei unui poluant gazos sau a unui poluant sub formă de pulbere, emis de o sursă fixă punctiformă în mediul ambiant, pe suprafețe orizontale aflate la o anumită înălțime de la nivelul solului (înălțimea receptorului). (Nagacevschi V., Macoveanu M., 1994, 1995, 1996, 2002; Miclăuș, Dezsy, 2006)

### **V.3.1. Utilizarea modelului matematic ECO 95ep pentru modelarea dispersiei pulberilor în suspensie provenite din cele 14 surse punctiforme selectate**

Pentru a facilita prezentarea etapelor parcurse în realizarea modelării matematice, se consideră utilă reamintirea principalelor caracteristici ale modelului utilizat.

Categoriile de **mărimi de intrare** necesare pot fi sintetizate astfel:

- date climatologice și de relief, inclusiv date despre receptorul considerat – condițiile atmosferice, viteza vântului, temperatura aerului, natura terenului; înălțimea receptorului, distanța receptor-sursă;
- date ce descriu caracteristicile sursei de emisie și ale emisiei în sine – înălțimea și diametrul sursei în secțiunea de emisie, temperatura și viteza gazelor emise, concentrația poluantului vizat, viteza de sedimentare (în cazul poluanților pulverulenți).

Ca **mărimi de ieșire**, modelul furnizează, inclusiv sub formă grafică, următoarele date și informații:

- ✓ înălțimea de ridicare (supraînălțarea) a penei de poluant emisă de sursa fixă punctiformă, pe direcția vântului;
- ✓ profilul de concentrație a poluantului urmărit, pe direcția vântului
- ✓ dispunerea pe suprafața orizontală a suprafețelor de izoconcentrație (izopletelor) pentru poluantul vizat – se afișează numai jumătatea superioară de dispunere a elipselor de izoconcentrație.

Modelul ECO 95ep este de tip Gaussian, iar în ceea ce privește caracterizarea condițiilor meteorologice, acesta ia în considerație clasificarea Pasquill pe cele 6 clase de stabilitate ale atmosferei, codificate după cum urmează: 1 (A) – puternic instabil; 2 (B) – instabil; 3 (C) – slab instabil; 4 (D) – neutru; 5 (E) – stabil; 6 (F) – puternic stabil. Ținând cont de caracteristicile climatologice din zona Vasluiului, de caracteristicile surselor punctiforme de emisie selectate și ale emisiilor de poluanți provenite din aceste surse, s-a decis **realizarea modelării, pentru fiecare din cele 15 surse, în 3 situații meteo-climatice diferite, pentru 3 viteze de sedimentare diferite**, reprezentând cazurile cele mai frecvent întâlnite în această zonă, conform datelor statistice și studiilor de specialitate consultate: (Budianu M., Macoveanu M., 2009)

- Atmosferă puternic stabilă – clasa de stabilitate “F”
- Atmosferă neutră – clasa de stabilitate “D”
- Atmosferă instabilă – clasa de stabilitate “B”.

Pentru fiecare din cele trei clase, am considerat, ca **viteze ale curenților de aer, valorile medii multi-anuale cele mai frecvent întâlnite** în zona Vasluiului: **0,5, 2 și 3,5 m/s** –reprezentând mediile valorilor minime, medii și maxime ale vântului în arealul respectiv, stabilite în urma consultării datelor și informațiilor bibliografice de profil și verificate suplimentar prin urmărirea, pe o perioadă de 4 ani, a înregistrărilor stației meteo multi-parametrice de la Stația Meteo Vaslui. (Anexa 3 -Fișa climatologică a municipiului Vaslui)

Pentru **temperatura aerului**, am selectat ca mărimi de intrare, pentru fiecare din cele trei clase de stabilitate alese, **câte trei valori medii reprezentative pentru un**

**întreg ciclul al anotimpurilor: -2°C, +10°C și +20°C.** Alegerea a avut la bază datele privind valorile medii multi-aniuale și mediile valorilor minime și maxime sezoniere ale zonei.

Pentru mărimile de intrare ce descriu **caracteristicile receptorului**, s-au considerat următoarele date, conform cerințelor și instrucțiunilor modelului: **înălțimea receptorului – 0 m; tip de teren – rural.**

Pentru distanțele minimă și maximă la receptor, s-au stabilit grupe de valori, diferențiate pentru fiecare sursă de emisie, funcție de caracteristicile și amplasarea surselor de emisie.

Pentru mărimile de intrare ce descriu **caracteristicile surselor de emisie**, am utilizat valorile pentru viteza gazului, concentrația poluantului, temperatura gazelor, rezultate în urma campaniilor de măsurători ale emisiilor.

Având în vedere dimensiunea pulberilor și viteza de depunere, am ales pentru vitezele de sedimentare ale pulberilor **3 situații** :

- 0,01 m/s pentru pulberi cu diametru < 10  $\mu\text{m}$ ;
- 0,04 m/s pentru pulberi cu diametru cuprins între 10  $\mu\text{m}$  și 50  $\mu\text{m}$ ;
- 0,15 m/s pentru pulberi cu diametru > 50  $\mu\text{m}$ .

**Tabelul 5.18.** Viteze de depunere și sedimentare pentru pulberi în suspensie

| Nr. crt. | Diametru ( $\mu\text{m}$ ) | Viteza de depunere (m/s) | Viteza de sedimentare (m/s) |
|----------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1        | <2,5                       | 0,001                    | 0                           |
| 2        | 2,5 – 10                   | 0,01                     | 0,01                        |
| 3        | 10- 50                     | 0,05                     | 0,04                        |
| 4        | >50                        | 0,20                     | 0,15                        |

Sursa : [www.anpm.ro/Files/twinning](http://www.anpm.ro/Files/twinning)

Utilizând facilitățile de prelucrare grafică ale modelului, s-au realizat **3 categorii de reprezentări grafice**, pentru cele **378 situații distincte**, rezultând astfel **378 de Fișe de Dispersie**. **Fișa de Dispersie** prezintă următoarele (Budianu M., Nicu M, 2009), (Budianu M., Macoveanu M., 2010) :

- **Supra-înălțarea penei de poluant** (Effective Plume Height) - coord.  $X(m)/H_t(m)$  unde:  
 $X$ =distanța pe orizontală de la sursa de emisie,  
 $H_t$  =înălțimea totală (înălțimea fizică a sursei+ supraînălțarea penei), considerată de la cota zero a terenului;
- **Profilul distribuției concentrațiilor** de poluant pe direcția predominantă a vântului  
 (Downwind Concentration Profile) – coord.  $X(m)/C(mg/mc)$ , unde:  
 $X$ =distanța pe orizontală de la sursa de emisie,  
 $C$ =concentrația poluantului, în  $mg\ noxă/m^3$  aer, în fiecare punct receptor, până la distanța maximă considerată de la sursa de emisie;

- **Curbele de izoconcentrație pentru poluantul respectiv** (Isophlets), în coordonatele planului X/Y(m), cu legenda culorilor atașată (concentrații exprimate în mg/mc);
- și o **casetă-text** sintetizând principalele **date de intrare**: denumire, concentrație poluant, CMA imisie, diametru și înălțime coș etc

În scopul facilitării accesului rapid la conținutul oricăreia din cele 378 Fișe de Dispersie, s-a stabilit o codificare a acestora, funcție de setul de mărimi specifice de intrare utilizat pentru modelarea fiecărui caz în parte. (Budianu M., Macoveanu M., 2010)

Modul de codificare a Fișelor de Dispersie este realizat conform următorului exemplu:

„FD S1 (coș 1)-v (0,01)-V(0,5)B-T(+10)”, ceea ce înseamnă, respectiv:

- FD S1(coș1) – Fișa de Dispersie a pulberilor emise de coșul 1 de la sursa S1
- v(0,01)- viteza de sedimentare de 0,01 m/s,
- V(0,5)B – viteza vântului = 0,5 m/s, clasa de stabilitate atmosferică =B
- T(+10) – temperatura atmosferei = +10<sup>0</sup>C

În cele de mai jos, sunt prezentate: **tabelul 5.19**, cuprinzând datele de intrare pentru modelarea dispersiei poluanților emiși din cele 14 surse punctiforme selectate, precum și o **selecție de 10 Fișe de Dispersie (figurile 5.1.- 5.10)** relevante pentru diversele condiții în care s-a realizat modelarea la sursele S1-S14.

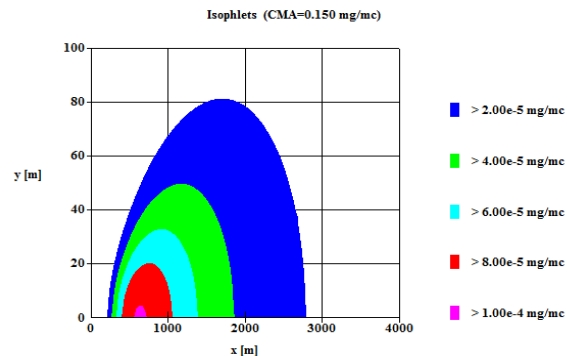
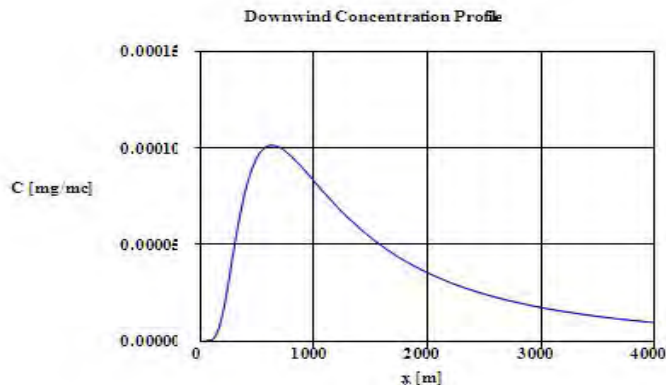
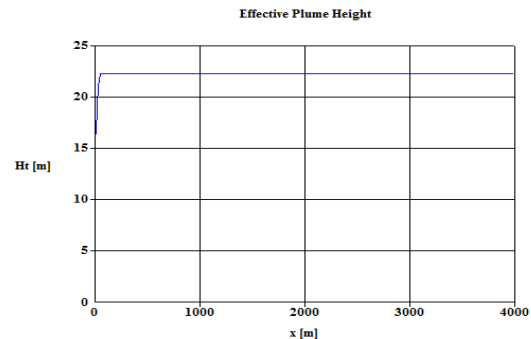
Aceste informații sunt, de asemenea, sistematizate în tabelele 5.20.- 5.33. în secțiunea „Codificare fișe de dispersie”, tabelul cuprinzând și o secțiune intitulată „Denumire sursă și poluant”, care explicitează succint restul informațiilor incluse ca date de intrare în model.

**Tabelul 5.20.** Date intrare sursa **S1** de emisii pulberi în suspensie

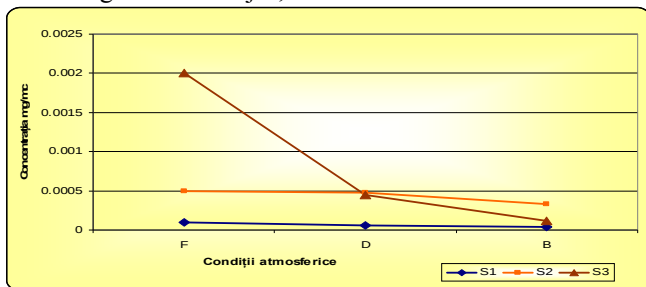
| Denumire<br>sursa și<br>poluant                                                                                                                        | Date despre sursa |              |               |                              | Date despre receptor |              |               |              | Date despre vreme |              |              | Codificare fișa de dispersie                   |  |    |                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|---------------|------------------------------|----------------------|--------------|---------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|------------------------------------------------|--|----|------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                        | Viteză<br>gaz     | Conc.<br>gaz | Temp.<br>gaze | Viteză de<br>Sedimen<br>tare | Înălți<br>me         | Tip<br>teren | Dist.<br>min. | Dist.<br>max | Viteză<br>vînt    | Cond.<br>atm | Temp.<br>aer |                                                |  |    |                                                |
|                                                                                                                                                        | m/s               | mg/mc        | °C            | m/s                          | m                    |              | m             | m            | m/s               |              | °C           |                                                |  |    |                                                |
| <div>S1</div> <div>Coș 1 dispersie<br/>SC Stemar SA<br/>Vaslui</div> <div>D coș= 0,3 m<br/>H coș=12 m</div> <div>Pulberi<br/>CMA=0,150<br/>mg/mc</div> | 1                 | 4, 44        | 110           | 0,01                         | 0                    | rural        | 10            | 3000         | 0,5               | F            | -2           | FD <sub>1</sub> S1(cos1)-v(0,01)-V(0,5)-T(-2)  |  |    |                                                |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               |                              |                      |              |               |              |                   |              |              |                                                |  | 10 | FD <sub>2</sub> S1(cos1)-v(0,01)-V(0,5)-T(10)  |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               |                              |                      |              |               |              |                   |              |              |                                                |  | 20 | FD <sub>3</sub> S1(cos1)-v(0,01)-V(0,5)-T(20)  |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               |                              | 0                    | rural        | 10            | 900          | 2,0               | D            | -2           | FD <sub>4</sub> S1(cos1)-v(0,01)-V(2)-T(-2)    |  |    |                                                |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               |                              |                      |              |               |              |                   |              |              |                                                |  | 10 | FD <sub>5</sub> S1(cos1)-v(0,01)-V(2)-T(10)    |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               |                              |                      |              |               |              |                   |              |              |                                                |  | 20 | FD <sub>6</sub> S1(cos1)-v(0,01)-V(2)-T(20)    |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               |                              | 0                    | rural        | 10            | 350          | 3,5               | B            | -2           | FD <sub>7</sub> S1(cos1)-v(0,01)-V(3,5)-T(-2)  |  |    |                                                |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               |                              |                      |              |               |              |                   |              |              |                                                |  | 10 | FD <sub>8</sub> S1(cos1)-v(0,01)-V(3,5)-T(10)  |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               |                              |                      |              |               |              |                   |              |              |                                                |  | 20 | FD <sub>9</sub> S1(cos1)-v(0,01)-V(3,5)-T(20)  |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               | 0,04                         | 0                    | rural        | 100           | 800          | 0,5               | F            | -2           | FD <sub>10</sub> S1(cos1)-v(0,04)-V(0,5)-T(-2) |  |    |                                                |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               |                              |                      |              |               |              |                   |              |              |                                                |  | 10 | FD <sub>11</sub> S1(cos1)-v(0,04)-V(0,5)-T(10) |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               |                              |                      |              |               |              |                   |              |              |                                                |  | 20 | FD <sub>12</sub> S1(cos1)-v(0,04)-V(0,5)-T(20) |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               |                              | 0                    | rural        | 10            | 700          | 2,0               | D            | -2           | FD <sub>13</sub> S1(cos1)-v(0,04)-V(2)-T(-2)   |  |    |                                                |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               |                              |                      |              |               |              |                   |              |              |                                                |  | 10 | FD <sub>14</sub> S1(cos1)-v(0,04)-V(2)-T(10)   |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               |                              |                      |              |               |              |                   |              |              |                                                |  | 20 | FD <sub>15</sub> S1(cos1)-v(0,04)-V(2)-T(20)   |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               |                              | 0                    | rural        | 10            | 300          | 3,5               | B            | -2           | FD <sub>16</sub> S1(cos1)-v(0,04)-V(3,5)-T(-2) |  |    |                                                |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               |                              |                      |              |               |              |                   |              |              |                                                |  | 10 | FD <sub>17</sub> S1(cos1)-v(0,04)-V(3,5)-T(10) |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               |                              |                      |              |               |              |                   |              |              |                                                |  | 20 | FD <sub>18</sub> S1(cos1)-v(0,04)-V(3,5)-T(20) |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               | 0,15                         | 0                    | rural        | 50            | 200          | 0,5               | F            | -2           | FD <sub>19</sub> S1(cos1)-v(0,15)-V(0,5)-T(-2) |  |    |                                                |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               |                              |                      |              |               |              |                   |              |              |                                                |  | 10 | FD <sub>20</sub> S1(cos1)-v(0,15)-V(0,5)-T(10) |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               |                              |                      |              |               |              |                   |              |              |                                                |  | 20 | FD <sub>21</sub> S1(cos1)-v(0,15)-V(0,5)-T(20) |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               |                              | 0                    | rural        | 50            | 350          | 2,0               | D            | -2           | FD <sub>22</sub> S1(cos1)-v(0,15)-V(2)-T(-2)   |  |    |                                                |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               |                              |                      |              |               |              |                   |              |              |                                                |  | 10 | FD <sub>23</sub> S1(cos1)-v(0,15)-V(2)-T(10)   |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               |                              |                      |              |               |              |                   |              |              |                                                |  | 20 | FD <sub>24</sub> S1(cos1)-v(0,15)-V(2)-T(20)   |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               |                              | 0                    | rural        | 10            | 250          | 3,5               | B            | -2           | FD <sub>25</sub> S1(cos1)-v(0,15)-V(3,5)-T(-2) |  |    |                                                |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               |                              |                      |              |               |              |                   |              |              |                                                |  | 10 | FD <sub>26</sub> S1(cos1)-v(0,15)-V(3,5)-T(10) |
|                                                                                                                                                        |                   |              |               |                              |                      |              |               |              |                   |              |              |                                                |  | 20 | FD <sub>27</sub> S1(cos1)-v(0,15)-V(3,5)-T(20) |

**FISA DISPERSIE** **FD<sub>2</sub> S1(co=1) - v (0,01) - V(0,5) F - T(+10)** Modelarea dispersiei pulberilor emise de coșul 1, de la SC Stemar SA Vaslui, la o concentrație de 4.44 mg/mc, cu viteză de sedimentare de 0,01 m/s, pentru o viteză a vântului de 0,5 m/s, în condiții atmosferice puternic stabile și temperatura aerului de +10°C

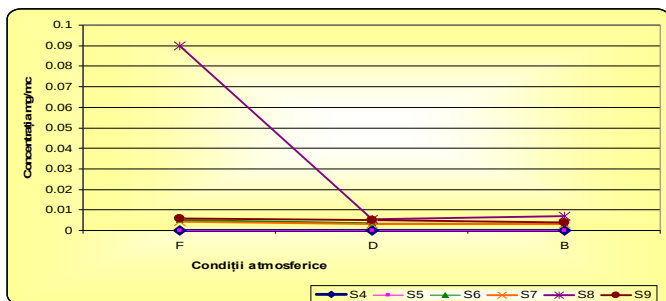
|                                                     |                            |   |                      |
|-----------------------------------------------------|----------------------------|---|----------------------|
| <b>Sursa 1</b><br><b>SC Stemar SA Vaslui, coș 1</b> | Denumire poluant           | - | PULB ERI             |
|                                                     | CMA                        | - | 0,150 mg/mc          |
|                                                     | Diametrul coșului          | - | 0,3 m                |
|                                                     | Înălțimea coșului          | - | 12 m                 |
|                                                     | Concentrația poluantului   | - | 4,44 mg/mc           |
|                                                     | Viteza gazului la coș      | - | 1 m/s                |
|                                                     | Viteza de sedimentare      | - | 0,01m/s              |
|                                                     | Temperatură gazelor la coș | - | 110 °C               |
|                                                     | Debitul de poluant emis    | - | 0,3138 mg/s          |
|                                                     | Debitul gazului la coș     | - | 0,0707 mc/s          |
|                                                     | Înălțimea receptorului     | - | 0 m                  |
|                                                     | Tip teren                  | - | rural                |
|                                                     | Condiții atmosferice       | - | puternic stabilă (F) |
|                                                     | Distanță minimă receptor   | - | 10 m                 |
|                                                     | Distanță maximă receptor   | - | 4000 m               |
|                                                     | Viteza vântului (la 10 m)  | - | 0,5 m/s              |
|                                                     | Temperatura aerului        | - | +10 °C               |



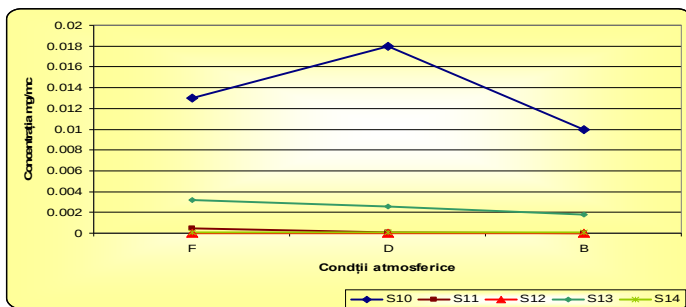
În scopul de a facilita interpretarea comparativă a rezultatelor, pe baza diagramelor „Downwind Concentration Profile” și „Isophlets” figurate în Fișele de Dispersie nr. 1 – 378, din anexele 4 – 17, au fost realizate câteva reprezentări grafice de sinteză, redată în figurile de mai jos, de la V.15- V.23.



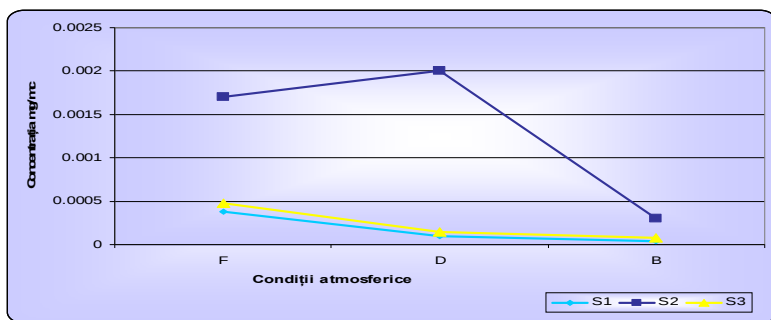
**Figura V.15.** Variația concentrației maxime la imisie a pulberilor cu diametru < 10 μm provenite din sursele punctiforme S1, S2, S3 funcție de condițiile de stabilitate atmosferică



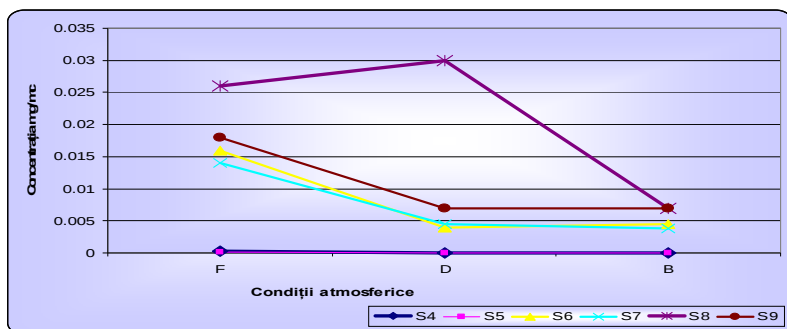
**Figura V.16.** Variația concentrației maxime la imisie a pulberilor cu diametru < 10 μm provenite din sursele punctiforme S4, S5, S6, S7, S8, S9 funcție de condițiile de stabilitate atmosferică



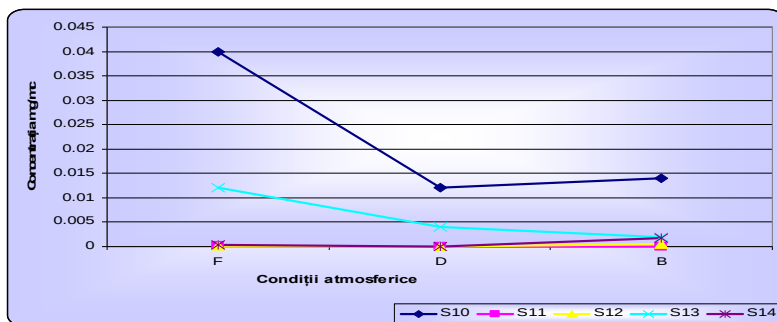
**Figura V.17.** Variația concentrației maxime la imisie a pulberilor cu diametru < 10 μm provenite din sursele punctiforme S10, S11, S12, S13, S14 funcție de condițiile de stabilitate atmosferică



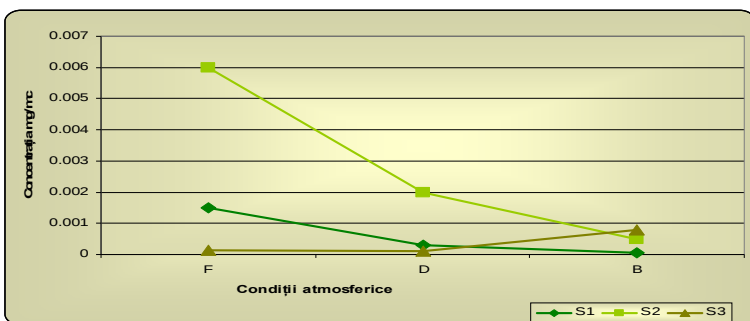
**Figura V.18 .**Variația concentrației maxime la imisie a pulberilor cu diametru cuprins între 10  $\mu\text{m}$  și 50  $\mu\text{m}$  provenite din sursele punctiforme S1, S2, S3 funcție de condițiile de stabilitate atmosferică



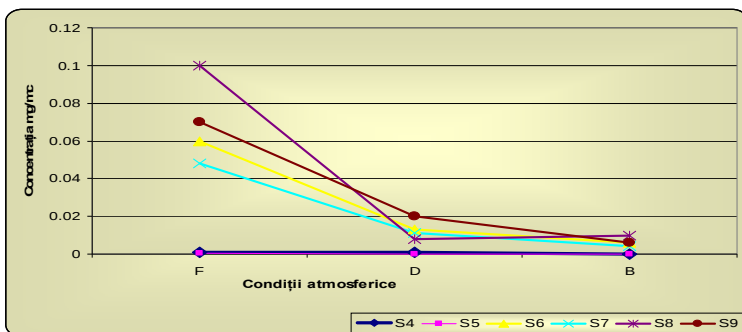
**Figura V.19.** Variația concentrației maxime la imisie a pulberilor cu diametru cuprins între 10  $\mu\text{m}$  și 50  $\mu\text{m}$  provenite din sursele punctiforme S4, S5, S6, S7, S8, S9 funcție de condițiile de stabilitate atmosferică



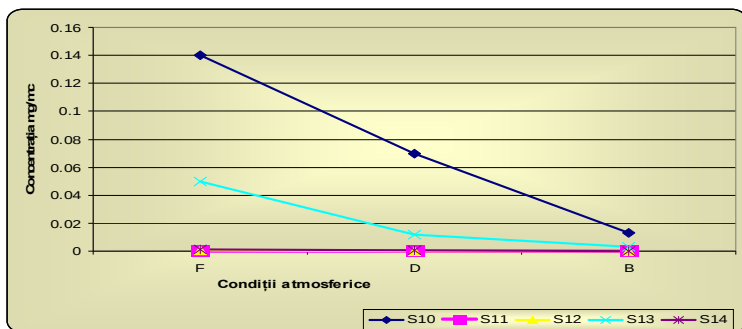
**Figura V.20.** Variația concentrației maxime la imisie a pulberilor cu diametru cuprins între 10  $\mu\text{m}$  și 50  $\mu\text{m}$  provenite din sursele punctiforme S10, S11, S12, S13, S14 funcție de condițiile de stabilitate atmosferică



**Figura V.21.** Variația concentrației maxime la imisie a pulberilor cu diametru > 50  $\mu\text{m}$  provenite din sursele punctiforme S1, S2, S3 funcție de condițiile de stabilitate atmosferică



**Figura V.22.** Variația concentrației maxime la imisie a pulberilor cu diametru > 50  $\mu\text{m}$  provenite din sursele punctiforme S4, S5, S6, S7, S8, S9 funcție de condițiile de stabilitate atmosferică

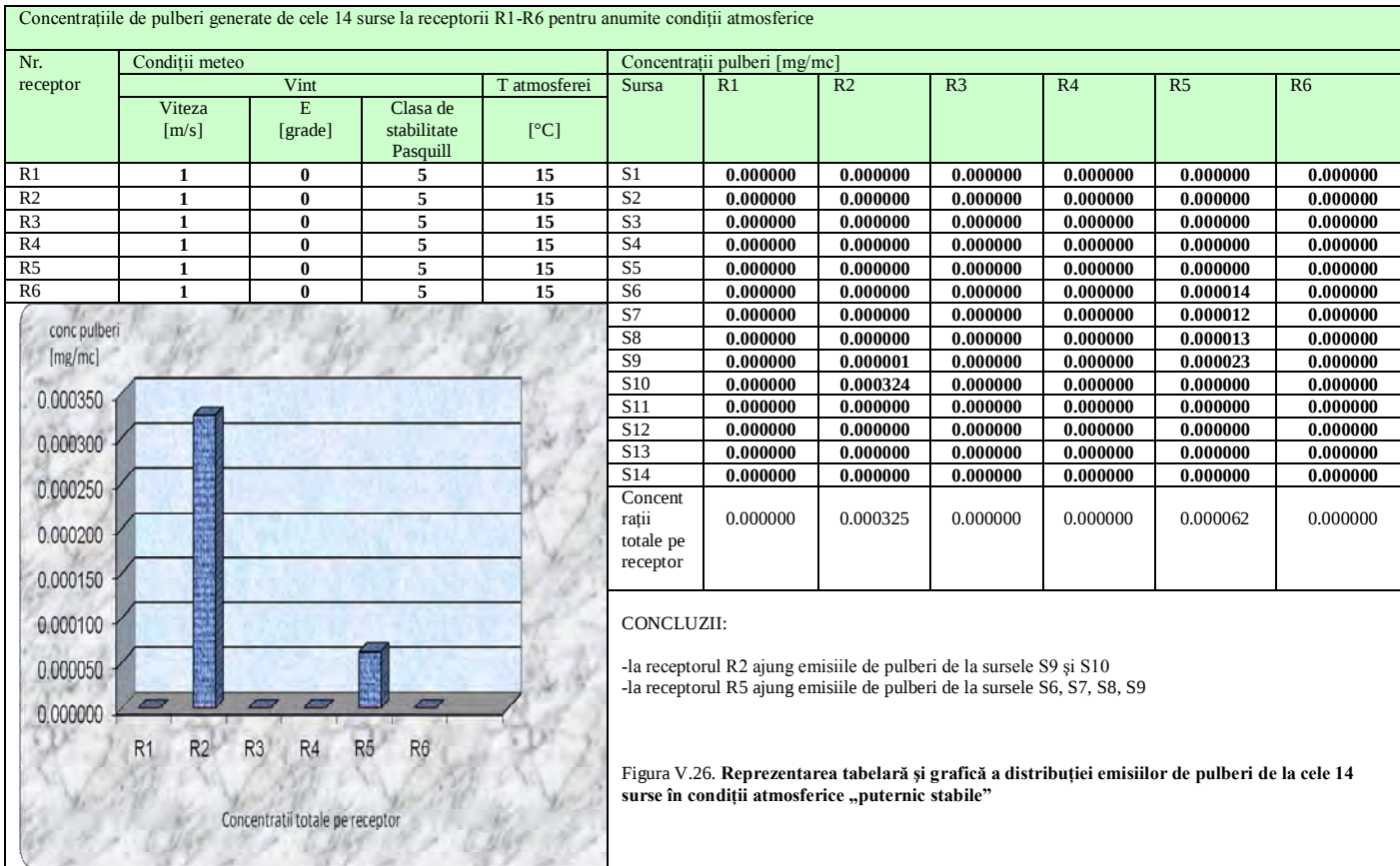


**Figura V.23.** Variația concentrației maxime la imisie a pulberilor cu diametru > 50  $\mu\text{m}$  provenite din sursele punctiforme S10, S11, S12, S13, S14 funcție de condițiile de stabilitate atmosferică

Analizând reprezentările grafice din figurile V.15. până la V.23, în corelație și cu datele și informațiile conținute în Fișele de Dispersie FD 1-378 (anexele 4 –17), se constată următoarele:

- în diagramele din figurile V.15, V.16., V.17. concentrațiile maxime la imisie a pulberilor cu diametru  $< 10 \mu\text{m}$  nu depășesc  $0,09 \text{ mg/mc}$ , în condiții de instabilitate atmosferică.
- nivelul concentrațiilor maxime la imisie a pulberilor cu diametru cuprins între  $10 \mu\text{m}$  și  $50 \mu\text{m}$ , funcție de condițiile de stabilitate atmosferică nu depășesc  $0.04 \text{ mg/mc}$ , așa cum este ilustrat în figurile V. 18., V.19., V.20.
- diagramele din figurile V.21. și V.22 indică o variație spectaculoasă a concentrațiilor maxime la imisie a pulberilor cu diametru  $> 50 \mu\text{m}$ , în condiții de instabilitate atmosferică, provenite de la sursele punctiforme S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14.
- în orice caz, valorile concentrațiilor maxime la imisie se situează, fără excepție, mult sub limitele maxime admise pentru pulberi în suspensie, cu excepția valorilor concentrațiilor pulberilor cu diametru  $> 50 \mu\text{m}$ .

În continuare, pentru a evidenția, într-o primă formă, *anvergura influenței exercitate de emisiile din cele 14 surse punctiforme, asupra receptorilor situați la diverse distanțe de acestea, pe direcția predominantă a vântului și, de asemenea, funcție de condițiile atmosferice*, am structurat tabelar și grafic această dependență, așa cum este prezentat în tabelele 5.34., 5.35. și 5.36.



#### **V.4.1. Utilizarea modelului matematic Pol 15sm pentru modelarea dispersiei pulberilor în suspensie provenite din surse multiple**

După examinarea „comportării” individuale a fiecărei surse de emisie, dintre cele 14 selectate, în diferite condiții meteo-climatice, specifice zonei – fapt realizat prin modelarea dispersiei pulberilor în suspensie provenite din fiecare dintre cele 5 surse investigate, utilizând modelul ECO 95ep – s-a considerat necesară și evaluarea de o manieră cât mai relevantă a *contribuției totale într-un poluant specific*, emis de grupul surselor cu această caracteristică, precum și *stabilirea contribuției fiecărei surse* generatoare a unui tip de poluant, la „edificarea” impactului total al concentrației aceluși poluant la imisie, determinată în puncte-receptoare precis stabilite.

Pentru aceasta, a fost realizată modelarea dispersiei pulberilor provenite din surse multiple, utilizând modelul Pol 15sm, ale cărui elemente de bază au fost prezentate în sub-capitolul V.2

Utilizarea acestui model, în continuarea studierii dispersiei pulberilor provenite din surse punctiforme individuale, realizată prin folosirea modelului ECO 95ep, a fost și urmarea logică a faptului că aceste două modele au întrucâtva un caracter de complementaritate; în plus, ambele folosesc același tip de clasificare a stabilității atmosferice, aceeași împărțire în două categorii distincte a tipurilor de teren și, în mare, aceleași cerințe privind datele de intrare.

Ca *element suplimentar*, absolut necesar pentru un atare model, se menționează cerința de introducere, într-o anume formă, a coordonatelor surselor de emisie, pe direcțiile Vest-Est și Sud-Nord, adică *cxs* și *cys*, stabilite față de un reper fix, ales de către utilizator, precum și a coordonatelor receptorilor pe direcțiile Vest-Est și Sud-Nord, adică *cxr* și *cyr*, stabilite față de același reper fix, denumit în continuare „referința”.

*Mărimile de intrare* introduse în programul de modelare în acest caz concret, pentru caracterizarea emisiilor de poluanți, a surselor punctiforme și a condițiilor meteo-climatice sunt cele prezentate în tabelele 5.35. și 5.36., cu precizarea că încadrarea în clasele de stabilitate s-a făcut ținând cont de instrucțiunile din prezentarea modelului Pol 15sm, iar modelarea a fost realizată cu surprinderea a două categorii de condiții atmosferice: instabile și puternic stabile.

Argumentele selecției și modalitățile în care au fost alese aceste date de intrare au fost de asemenea explicate în sub-capitolul anterior, iar asupra lor nu mai este necesar să se revină.

Codificarea surselor s-a păstrat aceeași, respectiv S1 – S14. Ca *puncte-receptoare inițiale*, au fost stabilite 6 puncte de monitorizare din rețeaua APM Vaslui, 5 puncte din rețeaua manuală și 1 din rețeaua automată ( “sediul APM”, Stația Vaslui 1 – Direcția Finanțelor Publice Vaslui”, „Spital Județean Vaslui”, „Stația de Epurare”, „SC Termica SA Vaslui”, SC AMC Badotherm SA Vaslui”) – notate, în ordinea enumerării de mai sus: R1, R2, R3, R4, R5 și R6.

Atât *coordonatele geografice* ale surselor punctiforme de emisie considerate (S1 – S14), cât și coordonatele receptorilor R1 – R6 au fost determinate direct în teren,

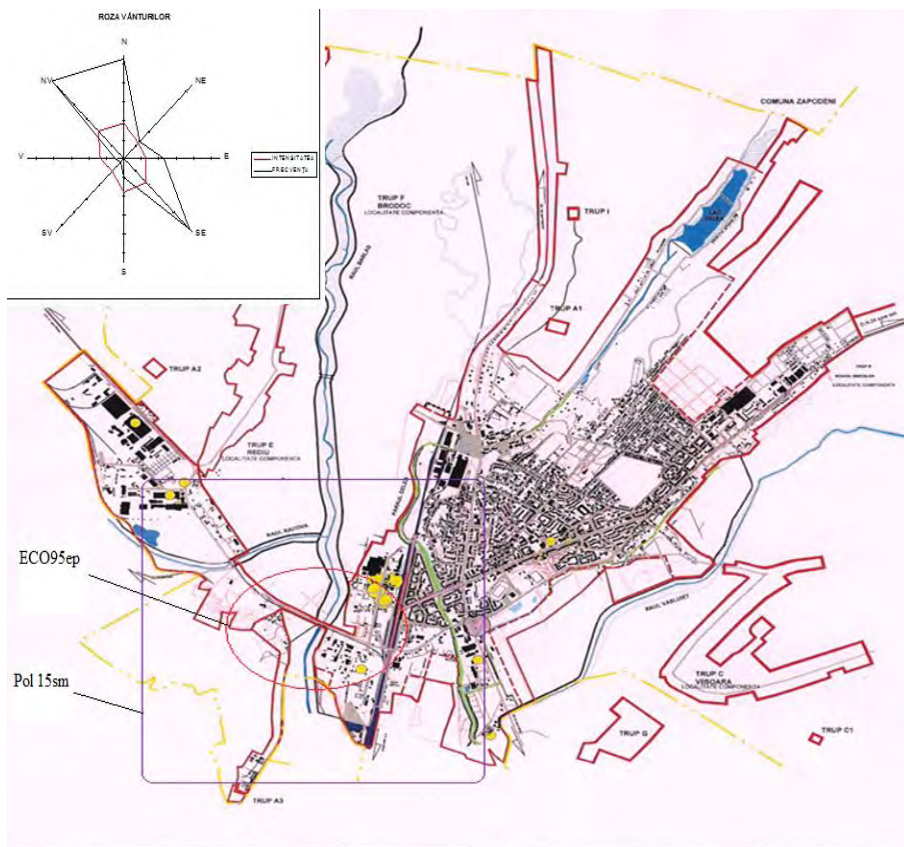
utilizându-se un sistem GPS. Pentru facilitarea calculelor și reprezentărilor grafice ulterioare, referința, (reperul fix sau punctul zero) cu coordonatele: 46°37'8,352" / 27°43' 61,092", a fost stabilită în același punct cu sursele S1, S2, S3, modelul Pol 15sm neintroducând nici o interdicție sau limitare în acest sens.(figura V.24. și Anexa 2.Planul urbanistic generl pentru municipiul Vaslui).

Tabelul de coordonate și diagrama surselor de emisie și punctelor receptoare sunt prezentate mai jos. ( tabelele 5.37. și 5.38.)

*Mărimea de ieșire*, furnizate de model sub forma șirurilor de date ce indică, pentru fiecare receptor:

- **concentrația locală de poluant, datorată fiecărei surse de emisie**
- **concentrația locală totală a poluantului urmărit, datorată emisiei tuturor surselor considerate,**

au fost selectate și prelucrate ulterior, sub formă tabelară și grafică, pentru a deveni mai relevante și mai accesibile analizei și formulării unor concluzii corecte și coerente.



**Figura V.24.** Zonele de aplicare ale celor două modele de dispersie ECO 95ep, și Pol 15sm

#### ***V.4.2. Analiza rezultatelor obținute în urma modelării dispersiei pulberilor în suspensie provenite din surse multiple, prin utilizarea modelului Pol 15sm***

Reprezentările grafice și tabelele de date care ilustrează sintetic rezultatele obținute în urma utilizării modelului Pol 15sm pentru evaluarea dispersiei poluanților proveniți din surse multiple de emisie au fost prezentate în sub-capitolul V.4.1. – figurile V.25 la V.35.

De asemenea, tot în sub-capitolul V.4.1., în figura V.23 sunt prezentate zonele de aplicație ale modelelor de dispersie studiate în teză, iar în figura V.24. este prezentată schema dispunerii teritoriale a surselor multiple și a punctelor – receptori industriali, prin raportare la un reper fix, ales de utilizator ca mărime de intrare în program – reper ale cărui coordonate sunt ale agentului economic SC Stemar SA Vaslui.

Corelând datele și informațiile din această schemă, cu datele și informațiile privind direcția și viteza curenților de aer din zona Vasluiului, sintetizate în sub-capitolul V.1.4, (tabelul 5.15.), se constată:

- vântul predominant în zona agroindustrială Vaslui este cel dinspre Nord-Vest, cu o medie de 18,5 % din total an și cu o pondere mai mare (peste 50 % din timp) în sezonul cald.
- următorul vânt ca predominanță – cu o pondere de numai 17,1 % – este vântul dinspre Nord
- în această evaluare a caracteristicilor curenților de aer din zona agroindustrială, un loc deosebit îl ocupă situațiile de calm atmosferic, cu o pondere de peste 24 % din total an.

În aceste condiții, revenind la schema de poziționare a surselor și a receptorilor din figura V.24, se pot formula câteva reper de evaluare pentru analiza rezultatelor modelării realizate folosind programul pentru surse multiple Pol 15 sm:

- în condițiile în care direcția predominantă a vântului este cea dinspre N-V, receptorii R5 se află parțial sub influența emisiilor generate de sursele S4, S5, S6, S7, S8, S9 și S10 și deloc – sub influența emisiilor generate de sursele S1, S2, S3, S11, S12 și S13.
- considerând următoarea direcție, ca pondere, respectiv vântul dinspre N, în acest caz receptorul R5 și R4 se află sub influența emisiilor generate de sursele S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S1, S12, S13 și S14.
- în situațiile de calm atmosferic, caracterizate prin viteze ale vântului sub 1 m/s și fără o preponderență clar definită a direcției curenților de aer (situații însoțite frecvent și de fenomene de inversiune termică), nu se poate face o apreciere suficient de exactă a ponderii influenței fiecăreia din surse asupra receptorilor considerați; în acest caz, condițiile de dispersie trebuie considerate ținând cont, în proporții aproximativ egale, de toate direcțiile curenților de aer manifestate în

zona studiata, respectiv – în ordinea frecvenței medii înregistrate pe parcursul unui an:

- o vântul de Nord-Vest – influența surselor asupra receptorului R5
- o vântul de Sud-Est – influența surselor asupra receptorului R6
- o vântul de Nord-Est – influența surselor asupra receptorilor R4, R5;
- o vântul de Nord – influența surselor asupra receptorilor R4, R5;
- o vântul de Sud-Vest – influența surselor asupra receptorilor R1, R2, R3, R5.

Se consideră necesar de reamintit că alegerea coordonatelor receptorilor R1 – R6 s-a realizat în corelație cu poziționarea actualelor puncte fixe de supraveghere a calității aerului din rețeaua APM Vaslui, astfel încât putem stabili o corespondență teritorială de tipul:

- R1 – Punct „Sediul APM”
- R2 – Punct „Stația Vaslui 1 – Direcția Finanțelor Publice Vaslui”
- R3 – Punct „Spital Județean Vaslui”
- R4 – Punct „Stația de Epurare”
- R5 – Punct „SC Termica SA Vaslui”
- R6 – Punct „SC AMC Badotherm SA Vaslui”

Fiecare din cele 4 direcții dominante ale vântului au fost luate în calcul pentru două categorii de stabilitate atmosferică, selectate conform indicațiilor modelului Pol 15sm și în concordanță cu caracteristicile meteo-climatice ale zonei investigate, respectiv *atmosferă instabilă* și *atmosferă stabilă*.

În continuare, analizând graficele și tabelele aferente **modelării pulberilor în suspensie provenite din sursele multiple S1-S14**, prezentate în figurile V.26., V.28., V.31., V.32. se constată:

#### **A. În situația de atmosferă instabilă:**

- pentru direcția vântului dinspre V spre E
  - o în receptorii **R1, R2, R3** și **R6** nu se constată nici o contribuție a nici uneia din sursele generatoare de pulberi, motiv pentru care concentrația totală a pulberilor la imisia considerată în aceste puncte-receptoare este nulă.
  - o la receptorul **R4** ajung emisiile de pulberi de la sursele S4, S6, S7, S8, S9, S10
  - o la receptorul **R5** ajung emisiile de pulberi de la sursele S12, S13, S14.
- pentru direcția vântului dinspre N-V spre S-E
  - o în receptorii **R1, R2, R3, R4** și **R6** nu se constată nici o contribuție a nici uneia din sursele generatoare de pulberi, motiv pentru care concentrația totală a pulberilor la imisia considerată în aceste puncte-receptoare este nulă.
  - o la receptorul **R5** ajung emisiile de pulberi de la sursele S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10.

- pentru direcția vântului dinspre S-E spre N-V
  - o în receptorii **R1, R2 R3, R4** și **R5** nu se înregistrează nici o contribuție a nici uneia din sursele generatoare de pulberi, motiv pentru care concentrația totală a pulberilor la imisia considerată în aceste puncte-receptoare este nulă.
  - o la receptorul **R6** ajung emisiile de pulberi de la sursele S4, S6, S7, S8, S9, S10, S13.
- pentru direcția vântului dinspre N-E spre S-V
  - o la receptorul **R1** ajung emisiile de pulberi de la sursele S5, S6, S7, S8, S9, S10, S13, S14.
  - o la receptorul **R2** ajung emisiile de pulberi de la sursele S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S14.
  - o la receptorul **R3** ajung emisiile de pulberi de la sursele S6, S7, S8, S9, S14.
  - o în receptorii **R4, R5, R6**, niciuna din sursele considerate nu are vreo contribuție la concentrația totală a pulberilor emise, aceasta fiind nulă.

Trecând în revistă toate aceste observații și corelându-le cu rezultatele monitorizării calității atmosferei în cadrul rețelei de supraveghere a Agenției pentru Protecția Mediului Vaslui, mai ales pentru perioada 2000 - 2009, *este de înțeles de ce frecvența anuală a depășirilor la pulberi înregistrate în punctele de monitorizare este atât de redusă (nu depășește un maxim de 7 % pe an), deși, în acest interval de timp, toate sursele menționate au emis cvasi - continuu pulberi având concentrații la emisie ce nu depășeau cu mult limitele maxime admise, decît uneori.*

*Practic, amplasarea punctelor rețelei nu a surprins decît parțial influența individuală și cumulată a surselor selectate, pe una din direcțiile vântului, care nu este cea predominantă (dinspre N-E spre S-V).*

Acest aspect va fi reluat și comentat în detaliu la următorul sub-capitol, ce își propune să formuleze o serie de concluzii privind rezultatele modelării.

## **B. În situația de atmosferă stabilă** (figurile V.25., V.27., V.29., V.30, V.33)

- pentru direcția vântului dinspre S-V spre N-E
  - o în nici unul din receptorii **R1, R2, R3, R5** și **R6** nu se înregistrează influența nici uneia din sursele de emisie considerate, concentrația totală a pulberilor în imisia calculată la aceste puncte - receptoare fiind nulă
  - o la receptorul **R4** ajung emisiile de pulberi de la sursa S11.
- pentru direcția vântului dinspre S spre N
  - o în nici unul din receptorii **R1, R2, R3, R4 R5, R6** nu se înregistrează influența nici uneia din sursele de emisie considerate, concentrația totală a pulberilor în imisia calculată la aceste puncte-receptoare fiind nulă
- pentru direcția vântului dinspre E spre V
  - o în receptorii **R1, R2, R3** și **R4** nu se înregistrează influența nici uneia din sursele de emisie considerate, concentrația totală a pulberilor în imisia calculată la aceste puncte-receptoare fiind nulă
  - o la receptorul **R5** ajung emisiile de pulberi de la sursele S1, S2, S3

- o la receptorul **R6** ajung emisiile de pulberi de la sursele S9, S10 și S11.
- pentru direcția vântului dinspre N spre S
  - o în receptorii **R1, R3, R4, R6** contribuțiile tuturor surselor considerate sunt nule în situația dată
  - o la receptorul **R2** ajung emisiile de pulberi de la sursele S9 și S10
  - o la receptorul **R5** ajung emisiile de pulberi de la sursele S6, S7, S8, S9.

## **CAPITOLUL VI. SITUAȚIA POLUĂRII SOLURILOR CU METALE GRELE ÎN JUDEȚUL VASLUI**

În acest capitol s-a realizat o bază de date dinamică care reflectă nivelul poluării solului cu metalele grele Pb, Ni, Cu, Cr atât în zonele agricole, forestiere dar și pentru zona industrială studiată pentru modelarea dispersiei pulberilor în suspensie.

### **VI.1. Monitorizarea calității solurilor din zone agricole, forestiere și industriale din județul Vaslui**

Metalele grele din zonele agricole și forestiere sunt monitorizate, la nivelul județului Vaslui, de către Agenția pentru Protecția Mediului Vaslui în 17 puncte: 4 ocoale silvice, 3 sisteme de irigații și 10 ferme agrozootehnice, așa cum se prezintă în figura VI.1.

Pentru a stabili nivelul poluării solului cu metale grele în zona industrială a municipiului Vaslui, ca urmare a emisiilor și dispersiei pulberilor în suspensie în condițiile meteo-climatice specifice am folosit datele rezultate din măsurătorile efectuate în cadrul automonitorizărilor, prevăzute în actele de reglementare pentru punctele: SC Fabrica de cărămizi SRL, SC Termica SA, S.C. Stemar SRL, S.C.Ulerom SA și SC Vascar SA conform figurii VI.2. (Cezar L, Nicu. M., 2006)

### **VI.3. Dinamica încărcării solurilor cu metale grele în județul Vaslui**

Analizele efectuate în laboratorul Agenției pentru Protecția Mediului Vaslui demonstrează că există soluri în zonele forestiere și agricole în județul Vaslui care prezintă conținut mărit al metalelor grele. Așa cum se va observa în sub-capitolul următor, unele valori maxime pentru stratul de sol 0- 5 cm, în solurile forestiere și agricole:

- depășesc pragurile de alertă pentru ecosistemele mai puțin sensibile la Pb și Cu;
- depășesc cu puțin valorile normale pentru ecosistemele mai puțin sensibile la Ni.

Din analiza determinărilor în cele 5 *situri forestiere* din județul Vaslui (tabel 6.1.), în perioada 2001-2009, rezultă următoarele aspecte principale cu privire la încărcarea solului cu metale grele cum sunt: Pb, Ni, Cu, Cr față de prevederile Ordinului nr. 756/1997 – pentru stratul 0-5 cm (Budianu M, Nicu. M., 2008):

- *încărcarea maximă cu Ni* depășește valorile normale, apropiindu-se de pragul de alertă pentru folosințe mai puțin sensibile; în anul 2003 (Ocol Silvic Băcești-141 mg/kg față de 200 mg/kg și Ocol Silvic Brodoc -178,5 mg/kg față de 200 mg/kg);

- *încărcarea maximă cu Pb* depășește valorile normale, apropiindu-se de pragul de alertă pentru folosințe mai puțin sensibile, înregistrându-se depășiri față de această limită în anul 2001 (Ocol Silvic Băcești-254 mg/kg, Ocol Silvic Bădeana-316 mg/kg, Ocol Silvic Huși-294 mg/kg, Ocol Silvic Brodoc-270 mg/kg față de 250 mg/kg), în anul 2002 (Ocol Silvic Brodoc-267 mg/kg față de 250 mg/kg), în anul 2003 (Ocol Silvic Huși-272 mg/kg față de 250 mg/kg), în anul 2004 (Ocol Silvic Băcești-254 mg/kg, Ocol Silvic Brodoc- 272mg/kg față de 250 mg/kg), în anul 2005 (Ocol Silvic Băcești-320 mg/kg, Fanatul de la Glodeni- 276 mg/kg față de 250 mg/kg), în anul 2006 (Ocol Silvic Băcești-320 mg/kg, Ocol Silvic Brodoc- 301 mg/kg, Fanatul de la Glodeni -280 mg/kg față de 250 mg/kg), în anul 2007 (Ocol Silvic Huși-315 mg/kg, Ocol Silvic Brodoc- 405 mg/kg, față de 250 mg/kg)

- *încărcarea maximă cu Cu* depășește ușor valorile normale, înregistrându-se depășiri ale pragului de alertă pentru folosințe mai puțin sensibile în anul 2001 (Ocol Silvic Huși -325 mg/kg față de 250 mg/kg) și valori apropiate de pragul de alertă pentru folosințe mai puțin sensibile în anul 2001 (Ocol Silvic Bacesti- 146,5 mg/kg, Ocol Silvic Bădeana – 150 mg/kg), în anul 2004 (Ocol Silvic Băcești-153 mg/kg ).

- *încărcarea maximă cu Cr* nu depășea valorile normale.

Din analiza determinărilor în cele 12 *situri agricole* (9 ferme agro-zootehnice și 3 sisteme de irigație), în perioada 2001-2008, rezultă următoarele aspecte principale cu privire la încărcarea solului cu metale grele cum sunt: Pb, Ni, Cu, Cr față de prevederile Ordinului nr. 756/1997 – pentru stratul 0-5 cm (tabelul 6.2.):

- *încărcarea maximă cu Ni* depășește ușor valorile normale, dar e mult mai mică decât pragul de alertă pentru folosințe mai puțin sensibile -200 mg/kg).

- *încărcarea maximă cu Pb* depășește valorile normale, apropiindu-se de pragul de alertă pentru folosințe mai puțin sensibile și înregistrându-se depășiri față de această limită în anul 2001 la SC Vidișamp SA Huși - 308 mg/kg, SC Agrocomplex SA Bârlad-275 mg/kg, Baza de recepție Huși - 310 mg/kg, Baza de recepție Drânceni - 272 mg/kg, Baza de recepție Murgeni - 310 mg/kg, la SI Tutova - 328 mg/kg față de 250 mg/kg, în anul 2002 la SI Râșești – 396 mg/kg, la SC Prodsuis SA Stăniilești - 268 mg/kg, SC Prodincom SA Vaslui - 290 mg/kg, Baza de recepție Huși -356 mg/kg, în anul 2003 la SC Vidișamp SA Huși-290 mg/kg, Baza de recepție Huși - 276 mg/kg, Baza de recepție Drânceni -260 mg/kg, în anul 2004 la SC Vidișamp SA Huși-298 mg/kg, SC Prodsuis SA Stăniilești -260 mg/kg, Baza de recepție Huși-302 mg/kg, Baza de recepție Drânceni -270mg/kg, la SI Râșești – 268 mg/kg față de 250 mg/kg, în anul 2006 la SC Agrocomplex SA Bădeana-273 mg/kg, SC Agrivas SRL Lipovăț - 313 mg/kg, SC Avicom SA Vaslui -304 mg/kg, în anul 2007 la Baza de recepție Huși-300 mg/kg, Baza de recepție Drânceni -342 mg/kg, la SI Râșești – 370 mg/kg, Baza de recepție Murgeni - 288 mg/kg, SC Agrivas SRL Lipovăț - 308 mg/kg, SC Avicom SA Vaslui -336 mg/kg față de 250 mg/kg.

•*încărcarea maximă* cu Cu depășește valorile normale, apropiindu-se de pragul de alertă pentru folosințe mai puțin sensibile, dar nu se înregistrează depășiri ale pragului de alertă.

•*încărcarea maximă* cu Cr nu depășește valorile normale.

Determinările privind **încărcarea solurilor forestiere** cu *metale grele* efectuate în **județul Vaslui**, în perioada 2001-2009, în cele 5 situri (tabel 6.3.), arată următoarele aspecte (Budianu, M, Nicu, M, 2009)

- *valorile minime ale metalelor grele Pb și Cu* în stratul 0- 5 cm depășeau conținuturile normale;
- *valorile minime ale metalelor grele Ni și Cr* în stratul 0- 5 cm se situau sub conținuturile normale;
- *valorile maxime ale Ni și Cr* se situau sub nivelul pragului de alertă pentru folosințe mai puțin sensibile;
- *valorile maxime ale Pb* depășeau pragul de alertă pentru folosințe mai puțin sensibile;
- *valorile maxime ale Cu* depășeau pragul de alertă pentru folosințe mai puțin sensibile în anii 2001, 2003 și 2004 și 2005.

Determinările privind **încărcarea solurilor agricole** cu *metale grele* efectuate în județul Vaslui (tabelul 6.4.), în perioada 2001-2009, în cele 12 situri, arată următoarele aspecte:

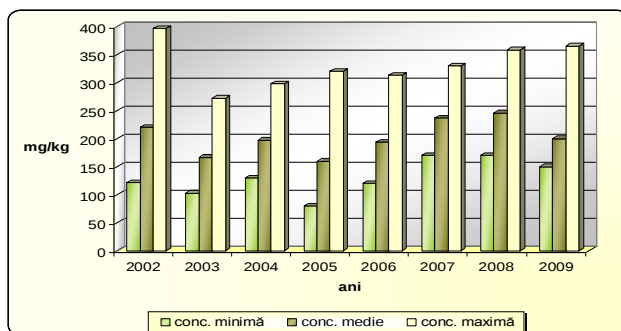
- *valorile minime ale metalelor grele Pb și Cu* în stratul 0 - 5 cm depășeau conținuturile normale;
- *valorile minime ale metalelor grele Ni și Cr* în stratul 0 - 5 cm se situau sub conținuturile normale;
- *valorile maxime ale Ni și Cr* se situau sub nivelul pragului de alertă pentru folosințe mai puțin sensibile;
- *valorile maxime ale Pb* depășeau pragul de alertă pentru folosințe mai puțin sensibile;
- *valorile maxime ale Cu* depășeau pragul de alertă pentru folosințe mai puțin sensibile în anii 2002, 2003 și 2004 și 2005.

Evoluțiile variațiilor concentrațiilor minime, medii și maxime pentru Pb, Cr, Ni și Cu în perioada analizată 2001-2009 sunt ilustrate în figurile VI.3, VI.4., VI.5. și VI.6.

Pentru **Plumb** valorile *concentrațiilor maxime* înregistrate, în toți anii, **au depășit pragul de alertă** pentru tipul de folosință mai puțin sensibilă, dar **au fost mult mai mici decât valorile pragurilor de intervenție**, conform Ord.756/1997. (figura VI.3)

Pentru **Crom** valorile *concentrațiilor maxime* înregistrate, în toți anii, **sunt mult mai mici decât valorile normale**, conform Ord.756/1997. (figura VI.4)

Pb



Valori normale conform Ord.756/1997

- 20 mg/kg

Prag de alertă (tip de folosință mai puțin sensibilă)

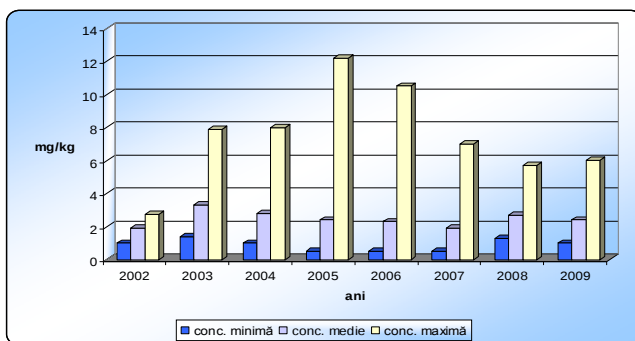
-250 mg/kg

Prag de intervenție (tip de folosință mai puțin sensibilă)

-1000 mg/kg

**Figura VI.3.** Dinamica concentrației de Pb în stratul de suprafață al solurilor județului Vaslui

Cr



Valori normale conform Ord.756/1997

- 30 mg/kg

Prag de alertă (tip de folosință mai puțin sensibilă)

-300 mg/kg

Prag de intervenție (tip de folosință mai puțin sensibilă)

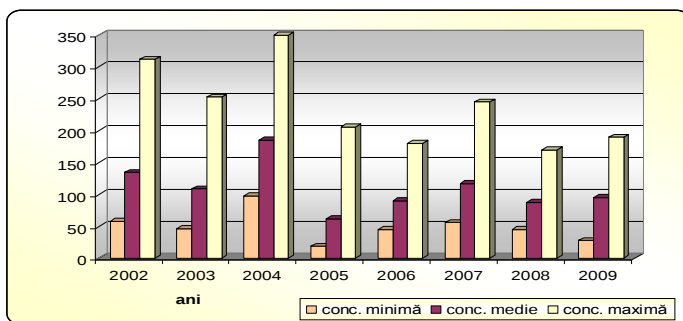
-600 mg/kg

**Figura VI.4.** Dinamica concentrației de Cr în stratul de suprafață al solurilor județului Vaslui

Pentru **Cupru** valorile *concentrațiilor maxime* înregistrate, pentru perioada 2002-2004, **au depășit pragul de alertă** pentru tipul de folosință mai puțin sensibilă, dar **au fost mult mai mici decât valorile pragurilor de intervenție**, în toți anii de **monitorizare**, conform Ord.756/1997. (figura VI.5)

Pentru **Nichel** valorile *concentrațiilor maxime* înregistrate, în toți anii, **sunt mult mai mici decât valorile normale**, conform Ord.756/1997. (figura VI.6)

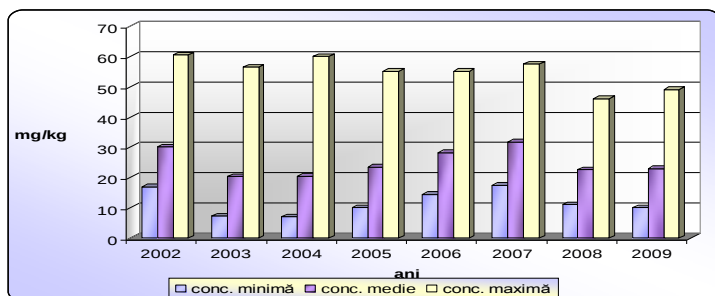
**Cu**  
**mg/kg**



Valori normale conform Ord.756/1997 - 20 mg/kg  
 Prag de alertă (tip de folosință mai puțin sensibilă) -250 mg/kg  
 Prag de intervenție (tip de folosință mai puțin sensibilă) -500 mg/kg

**Figura VI.5.** Dinamica concentrației de Cu în stratul de suprafață al solurilor județului Vaslui

**Ni**



Valori normale conform Ord.756/1997 - 20 mg/kg  
 Prag de alertă (tip de folosință mai puțin sensibilă) -200 mg/kg  
 Prag de intervenție (tip de folosință mai puțin sensibilă) -500 mg/kg

**Figura VI.6.** Dinamica concentrației de Ni în stratul de suprafață al solurilor județului Vaslui

#### **VI.4. Dinamica încărcării solurilor cu metale grele în zona industrială a municipiului Vaslui**

Din analiza determinărilor realizate de cei 5 agenți economici din zona industrială a municipiului Vaslui (tabelul 6.10.), în perioada 2001-2009, pentru stratul de la suprafața solului 0-5 cm, rezultă următoarele aspecte principale cu privire la încărcarea solului cu metale grele cum sunt: Pb, Ni, Cu, Cr față de prevederile Ordinului nr. 756/1997 – pentru stratul 0-5 cm (Budianu M, Nicu. M., 2008):

- *încărcarea cu Ni* depășește valorile normale, dar nu depășește pragul de alertă pentru folosințe mai puțin sensibile;
- *încărcarea maximă cu Pb* depășește valorile normale, apropiindu-se de pragul de alertă pentru folosințe mai puțin sensibile, înregistrându-se depășiri față de

această limită la SC Termica SA și la SC Fabrica de cărămizi SRL, dar numai pentru perioada 2001-2005;

- *încărcarea cu Cu* depășește ușor valorile normale, dar sunt mult mai mici decât pragul de alertă pentru folosințe mai puțin sensibile;

- *încărcarea cu Cr* nu depășește valorile normale.

## **CAPITOLUL VII. EVALUAREA IMPACTULUI ACTIVITĂȚILOR DIN JUDEȚUL VASLUI PRIN METODA ÎMBUNĂTĂȚITĂ A INDICELUI DE POLUARE GLOBALĂ**

### **VII.1. Evaluarea impactului activităților pentru factorul de mediu sol**

Rezultatele obținute în urma modelării dispersiei pulberilor în suspensie cu cele două modele de dispersie (capitolul V) confirmă faptul că emisiile atmosferice de metale grele sub formă de pulberi în suspensie, se depun pe sol la distanțe variabile față de sursa de emisie, distanțe care depind de dimensiunea particulelor și de intensitatea curenților atmosferici.

Astfel pentru sursele de emisie studiate în teză, pulberile în suspensie ajung pe sol la distanțe foarte mari, în funcție de condițiile atmosferice și dimensiuni (figura V.36 din subcapitolul V.4):

- 60 km pentru pulberile fine, în condiții atmosferice stabile;
- 28 km pentru pulberile cu dimensiuni medii, în condiții atmosferice neutre;
- 8 km pentru pulberile grosiere, în condiții atmosferice neutre.

Pornind de la acest fapt am considerat oportun să analizăm evaluarea impactului activităților asupra factorul de mediu sol nu numai pentru solurile din zona industrială studiată, ci și pentru solurile forestiere și agricole din județul Vaslui.

Pentru **factorul de mediu sol**, s-au luat în considerare analizele efectuate în punctele de monitorizare ale Agenției pentru Protecția Mediului Vaslui- pentru solurile agricole și forestiere, iar pentru solurile industriale s-au utilizat date de automonitorizare ale agenților economici din zona agroindustrială studiată.

Pentru solurile forestiere și agricole indicatorii analizați au fost metalele grele (Cu, Pb, Ni, Cr). Calculele s-au făcut pe valorile medii anuale ale celor patru indicatori prezentați în tabelele 6.1. și 6.2., din capitolul VI al lucrării.

Notele de bonitate pentru factorul de mediu sol s-au stabilit folosind scara de bonitate raportată la valorile prezentate în Ord.756/1997 și sunt utilizate la calculul indicelui de poluare globală pentru sol. Starea de sănătate a solurilor forestiere și agricole este reflectată în notele stabilite în tabelele 7.1. și 7.2.

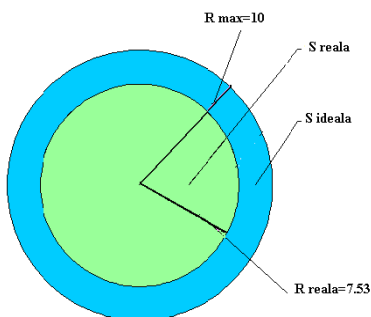
În tabelul 7.4. este prezentată media aritmetică a notelor de bonitate pe fiecare an analizat, pentru solurile forestiere, agricole, cât și pentru agenții economici din zona agroindustrială a municipiului Vaslui.

**Tabelul 7.4.** Centralizatorul notelor de bonitate pentru sol

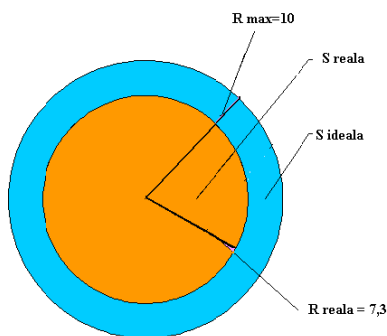
| AN               | Media aritmetică a notelor de bonitate pentru solurile forestiere | Media aritmetică a notelor de bonitate pentru solurile agricole | Media aritmetică a notelor de bonitate pentru solurile din zona agroindustrială Vaslui |
|------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 2001             | 7,4                                                               | 7,5                                                             | 7,30                                                                                   |
| 2002             | 7,3                                                               | 7,1                                                             | 7,28                                                                                   |
| 2003             | 7,5                                                               | 7,1                                                             | 7,40                                                                                   |
| 2004             | 7,3                                                               | 7,2                                                             | 7,34                                                                                   |
| 2005             | 7,5                                                               | 7,4                                                             | 7,84                                                                                   |
| 2006             | 7,7                                                               | 7,3                                                             | 7,90                                                                                   |
| 2007             | 7,6                                                               | 7,3                                                             | 7,90                                                                                   |
| 2008             | 7,7                                                               | 7,4                                                             | 8,05                                                                                   |
| 2009             | 7,7                                                               | 7,4                                                             | 8,05                                                                                   |
| <b>2001-2009</b> | <b>7.53</b>                                                       | <b>7.3</b>                                                      | <b>7.67</b>                                                                            |

Folosim noua formulă de calcul a indicelui de poluare globală, care pornește de la aceeași formulă propusă de Rojanschi, în care valoarea indicelui de poluare globală este dată de raportul dintre aria cercului ce exprimă starea ideală și aria cercului ce exprimă starea reală, așa cum am prezentat în sub – capitolul III.4.

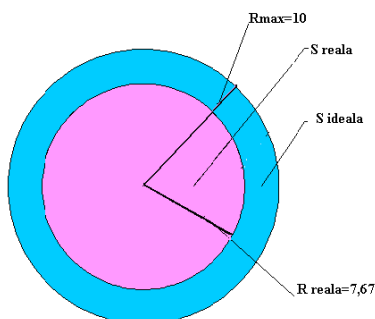
$$I_{PG} = \frac{S_{ideal}}{S_{real}} = \frac{\Pi \cdot R_i^2}{\Pi \cdot R_r^2} = \frac{R_i^2}{R_r^2} = \frac{b_{max}^2}{b^2} \quad (7.1.)$$



**Figura VII.1.** Reprezentarea grafică a modului de calcul al indicelui de poluare globală pentru solurile forestiere în perioada 2001-2009



**Figura VII.2.** Reprezentarea grafică a modului de calcul al indicelui de poluare globală pentru solurile agricole în perioada 2001-2009



**Figura VII.3.** Reprezentarea grafică a modului de calcul al indicelui de poluare globală pentru solurile din zona industrială în perioada 2001-2009

Reprezentările grafice din figurile VII.1., VII.2 și VII.3 ilustrează că media aritmetică a notelor de bonitate pentru solurile agricole, forestiere cât și pentru solurile industriale sunt cuprinse între 7 și 8, neexistând diferențe semnificative între acestea.

Utilizând formula de calcul a indicelui de poluare globală, calculat ca raportul dintre pătratul razei maxime (100) și pătratul mediei aritmetice a notelor de bonitate obținute de componentele de mediu evaluate pentru solurile forestiere, agricole și industriale se obțin valorile din tabelul 7.5.

$$I_{PG} = \frac{100}{b^2} \quad (7.2.)$$

$b$  -media aritmetică a notelor de bonitate obținute de componentele de mediu evaluate

$I_{PG}$  = indice de poluare globală.

Atunci când se ia în considerare un singur factor de mediu indicele de poluare global se numește simplu **indice de poluare**.

**Tabelul 7.5.** Centralizatorul indicilor de poluare pentru sol

| AN   | Indice de poluare pentru solurile forestiere | Indice de poluare pentru solurile agricole | Indice de poluare pentru solurile din zona agroindustrială Vaslui |
|------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 2001 | 1,83                                         | 1,77                                       | 1,88                                                              |
| 2002 | 1,88                                         | 1,98                                       | 1,88                                                              |
| 2003 | 1,77                                         | 1,98                                       | 1,83                                                              |
| 2004 | 1,88                                         | 1,93                                       | 1,85                                                              |
| 2005 | 1,77                                         | 1,83                                       | 1,63                                                              |
| 2006 | 1,69                                         | 1,88                                       | 1,60                                                              |
| 2007 | 1,73                                         | 1,88                                       | 1,60                                                              |
| 2008 | 1,69                                         | 1,83                                       | 1,54                                                              |
| 2009 | 1,69                                         | 1,83                                       | 1,54                                                              |

Valorile indicilor de poluare pentru solurile forestiere și agricole ne demonstrează că efectele activității umane sunt în limite admisibile, așa cum se observă încadrarea stării de sănătate a mediului funcție de valorile indicelui de poluare globală.

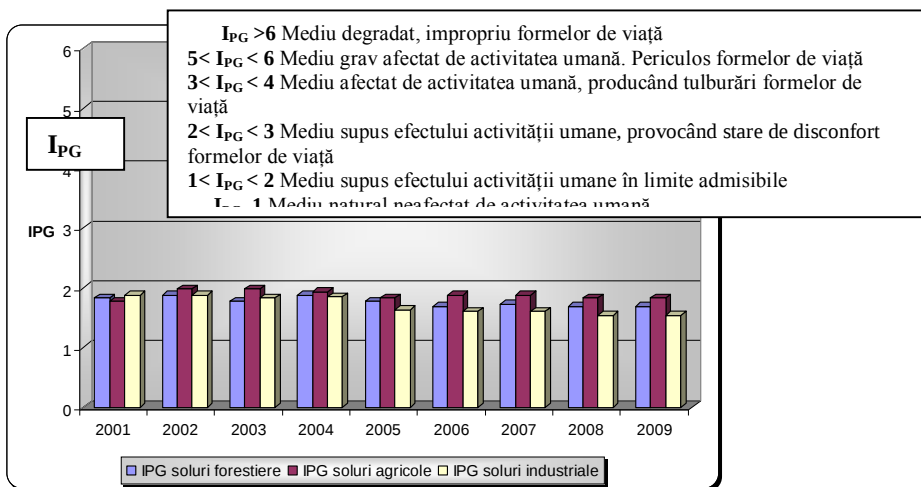
**Tabelul 7.6.** Clasificarea impactului de mediu

| $I_{PG}$         | $\bar{b}$    | Clasa | Starea de sănătate a mediului                                                            |
|------------------|--------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| $I_{PG} = 1$     | 10           | A     | Mediu natural neafectat de activitatea umană                                             |
| $1 < I_{PG} < 2$ | 9,999-7,072  | B     | Mediu supus efectului activității umane în limite admisibile                             |
| $2 < I_{PG} < 3$ | 7,071-5,774  | C     | Mediu supus efectului activității umane, provocând stare de disconfort formelor de viață |
| $3 < I_{PG} < 4$ | 5,773-5,001  | D     | Mediu afectat de activitatea umană, producând tulburări formelor de viață                |
| $5 < I_{PG} < 6$ | 5-4,083      | E     | Mediu grav afectat de activitatea umană. Periculos formelor de viață                     |
| $> 6$            | $\leq 4,082$ | F     | Mediu degradat, impropriu formelor de viață                                              |

Urmărindu-se valorile obținute pentru indicii de poluare a solului din tabelul 7.5. se observă că acestea sunt cuprinse între 1 și 2, **mediul fiind supus efectului activității umane în limite admisibile** (tabel 7.6)

Se constată că pentru zona industrială studiată din municipiul Vaslui, valoarea indicelui de poluare este mai mare (fiind apropiată de 2) în perioada 2001-2004, activitatea industrială în aceasta perioadă fiind mai intensă, depunerea pulberilor în suspensie care conțin metale grele se depun mai mult în apropierea surselor industriale.

Din 2004, suspendarea activității unor agenți economici (ex. Stemar) dar și reducerea activității unităților industriale din zonă, justifică ușoara scădere a valorii indicelui de poluare a solului în perioada 2005-2009, ajungând până la 1,54.



**Figura VII.4.** Evoluția indicilor de poluare în perioada 2001-2009 pentru solurile forestiere, agricole și industriale

Evoluția indicilor de poluare pentru solurile forestiere, agricole și industriale (figura VII.4.) pentru perioada monitorizată, 2001-2009, demonstrează ca activitățile umane nu au depășit pe ansamblu limitele admisibile, neprovocând stare de disconfort formelor de viață.

## VII.2. Evaluarea impactului activităților pentru factorul de mediu aer

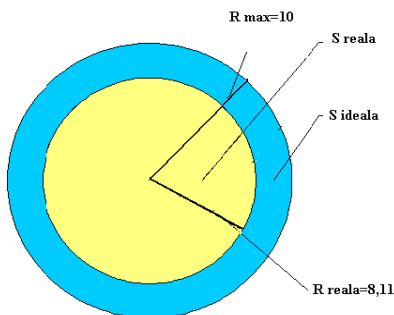
Evaluarea calității aerului și analiza impactului combină în principal cele două abordări: monitorizarea calității aerului și modelarea transportului și dispersiei poluanților emiși în atmosferă.

Pentru **factorul de mediu aer**, s-au luat în considerare analizele efectuate în punctele de monitorizare ale Agenției pentru Protecția Mediului Vaslui, care s-au aflat în vecinătatea agenților economici monitorizați pentru sol. Indicatorul analizat a fost pulberile în suspensie. Calculele pentru notele de bonitate s-au făcut pentru valorile

medii anuale ale pulberilor în suspensie ținând cont de concentrațiile maxim admise la imisie conform Ordinului 592/2002. (în tabelul 7.7.) (Nicu. M, Cezar. L, 2005) Aplicând formulele calcul pentru determinarea indicelui de poluare folosind metoda îmbunătățită de calcul a indicelui de poluare globală am obținut centralizatorul pentru indicii de poluare pentru aer (tabel 7.8.).

**Tabelul 7.8.** Centralizatorul indicilor de poluare pentru aer

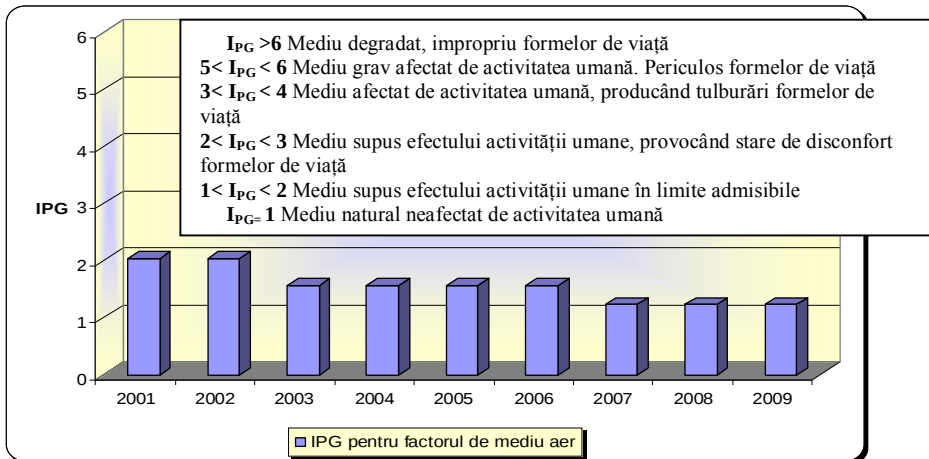
| AN               | Media notelor de bonitate pentru aer pentru zona studiată | Indice de poluare pentru aer pentru zona studiată |
|------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 2001             | 7                                                         | 2,04                                              |
| 2002             | 7                                                         | 2,04                                              |
| 2003             | 8                                                         | 1,56                                              |
| 2004             | 8                                                         | 1,56                                              |
| 2005             | 8                                                         | 1,56                                              |
| 2006             | 8                                                         | 1,56                                              |
| 2007             | 9                                                         | 1,23                                              |
| 2008             | 9                                                         | 1,23                                              |
| 2009             | 9                                                         | 1,23                                              |
| <b>2001-2009</b> | <b>8,11</b>                                               | <b>1,55</b>                                       |



**Figura VII.5.** Reprezentarea grafică a modului de calcul al indicelui de poluare globală pentru aer din zona industrială în perioada 2001-2009

Urmărindu-se valorile obținute pentru indicii de poluare ai aerului din tabelul 7.8. se observă că acestea sunt cuprinse între 1 și 2, **mediul fiind supus efectului activității umane în limite admisibile** pentru perioada 2003-2009. Pentru anii 2001 și 2002 se constată că **mediul este supus efectului activității umane, provocând stare de disconfort formelor de viață**, valorile indicilor de poluare depășind valoare 2, activitatea industrială în această perioadă fiind mai intensă.

Scăderea indicelui de poluare, confirmă faptul că în anii 2003, 2004 s-a înregistrat o reducere a emisiilor industriale, datorită faptului că agenții economici au derulat o serie de investiții ce au condus la reducerea poluării aerului prin îmbunătățirea parametrilor de funcționare ai instalațiilor, creșterea gradului de siguranță în exploatare a acestora și încadrarea emisiilor/imisiilor în valorile autorizate pentru unele unitati economice: SC Ulerom SA Vaslui, SC Vascar SA, SC Termica SA Vaslui.



**Figura VII.6.** Evoluția indicilor de poluare în perioada 2001-2009, pentru factorul de mediu aer

La cele menționate se adaugă faptul că în anul 2002 s-au închis o serie de unități economice puternic dezvoltate din zona industrială a Vasluiului: SC Moldosin SA, SC Hitrom SA.

La scăderea indicelui de poluare începând cu anul 2006, a contribuit substanțial reducerea consumului de păcură de la SC Termica SA, datorată faptului că:

- un număr tot mai mare de locuințe s-a bransat la rețeaua de gaz metan, în detrimentul încălzirii centralizate cu combustibili solizi și lichizi.
- societatea a trebuit să respecte, după integrarea în Uniunea Europeană noile măsuri din programul de conformare, măsuri specifice instalațiilor mari de ardere.

## **CAPITOLUL VIII. PROPUNERI PENTRU REDUCEREA IMPACTULUI POLUĂRII ASUPRA MEDIULUI ȘI MĂSURI DE ECOLOGIZARE A ZONELOR POLUATE**

### **VIII.1. Menținerea calității aerului - un indicator al dezvoltării durabile**

Poluarea aerului reprezintă o mare provocare a ultimelor decenii, datorită agresivității asupra sănătății umane, asupra tuturor componentelor de mediu (aer, apă, sol, vegetație), în general asupra mediului natural și construit.

Prin urmare, protecția atmosferei devine un domeniu de o mare importanță în asigurarea sănătății umane și a protecției mediului în spiritul conceptului de dezvoltare durabilă. Astfel, autorităților de mediu internaționale și naționale le revine sarcina dificilă de a genera cadrul legislativ necesar pentru menținerea calității aerului la un nivel satisfăcător, care nu aduce prejudicii sănătății umane sau diferitelor componente de mediu.

Evaluarea calității aerului reprezintă chintesența modalității de implementare a directivelor europene. Prevederile directivelor europene în domeniul calității aerului și a legislației naționale în domeniu, stipulează încadrarea teritoriului în regimuri de evaluare și gestionarea a calității aerului. Astfel încadrarea zonelor și aglomerărilor depinde de nivelul concentrațiilor unuia sau mai multor poluanți și de încadrarea acestora peste sau sub obiectivele de calitate definite: valoare limită - VL, prag superior de evaluare - PSE, prag inferior de evaluare - PIE, după cum este ilustrat în figura VIII.1.

|     | CONFORMARE   |     | EVALUARE |
|-----|--------------|-----|----------|
| VL  | neconformare | VL  | Regim 1  |
| PSE | conformare   | PSE | Regim 1  |
| PIE | conformare   | PIE | Regim 2  |
|     | conformare   |     | Regim 3  |

**Figura VIII.1.** Stabilirea regimurilor de evaluare în funcție de nivelul concentrațiilor poluanților

Evaluarea calității aerului și nivelului concentrațiilor de poluanți sunt prezentate în tabelul de mai jos :

**Tabelul 8.1** Cerințele obligatorii de evaluare raportate la nivelul concentrațiilor de poluanți

| Nivelul maxim al concentrațiilor de poluanți în zone și aglomerări                                            | Cerințe obligatorii de evaluare                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Regim 1:</b><br>mai mare decât pragul superior de evaluare – PSE.                                          | sunt obligatorii măsurători care trebuie suplimentare cu informații provenite și din alte surse, inclusiv modelarea.                                            |
| <b>Regim 2:</b><br>mai mic decât pragul superior de evaluare, dar mai mare decât pragul inferior de evaluare. | sunt obligatorii măsurători, dar nu în număr foarte mare, sau pot fi utilizate metode mai puțin intensive, suplimentate de informații furnizate din alte surse. |

|                                                                                          |                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Regim 3 :</b><br>mai mic decât pragul inferior de evaluare                            |                                                                                                                                |
| a. în aglomerări, numai pentru poluanții pentru care au fost stabilite praguri de alertă | cel puțin un punct de măsurători continue în aglomerări, combinată cu modelare, alte estimări obiective, măsurători indicative |
| b. în zone, pentru toți poluanții pentru care nu au fost stabilite praguri de alertă     | sunt suficiente procedeele următoare: modelare, estimare obiectivă și măsurători indicative                                    |

Distribuția concentrațiilor de poluanți analizați obținute prin modelare constituie baza pentru evaluarea calității aerului chiar la nivel de regiuni, permițând încadrarea în liste așa cum este prevăzut în O.M. 745/2002 „*Stabilirea aglomerărilor și clasificarea glomerărilor și zonelor pentru evaluarea calității aerului în România*” și indentificarea arealurilor unde este necesară inițierea și elaborarea programelor de gestionare a calității aerului în conformitate cu H.G. 543/2004- „*privind elaborarea și punerea în aplicare a planurilor și programelor de gestionare a calității aerului*” în cazul apariției unei depășiri a valorilor limită și/sau valorilor țintă ale unuia și/sau mai multor poluanți în aerul înconjurător. Astfel, modelarea poate fi utilizată pentru verificarea indicativă a respectării/nerespectării obiectivelor de calitate pentru indicatorii evaluați (valori limită, prag superior și inferior de evaluare). Depășirea valorilor limită/pragurilor de alertă impune elaborarea de planuri/programe care să conducă la reducerea emisiilor de poluanți la sursă, respectiv la încadrarea concentrațiilor ambientale în valorile limită. (Ordinul MMGA nr. 35/2007)

Realizarea de programe de gestionare a calității aerului implică, într-o primă etapă, o evaluare complexă și completă a calității aerului în zonele de interes, prin realizarea unor inventare complexe cu un grad mare de rafinament, prin modelarea calității aerului și prin analiza datelor de monitorizare a calității aerului existente. Ulterior, pe baza evaluării situației actuale, se elaborează mai multe scenarii care au ca scop indentificarea de măsuri în vederea reducerii poluării și a îmbunătățirii calității aerului.

## **VIII.2. Aspecte actuale și perspective ale utilizării durabile a învelișului de sol**

Vizibilă sau invizibilă, poluarea este din ce în ce mai prezentă în orașe, iar orașele din România au un grad de poluare de trei ori mai mare decât cele din Europa, potrivit specialiștilor. Din măsurătorile efectuate și în baza rezultatelor obținute și comparate cu actele normative în vigoare, Vasluiul poate fi considerată o zonă urbană cu poluare redusă.

Unitatea de termoficare a municipiului și centralele de cartier au fost modernizate și au trecut de la cazanele cu funcționare pe păcură și combustibil lichid ușor la gaz natural. În același timp, o parte din populație și-a montat centrale proprii de apartament ce folosesc drept combustibil tot gazul natural. Arderea acestuia, deși

reprezintă o sursă importantă de dioxid de carbon și oxizi de azot, este cea mai completă, generând emisii reduse de monoxid de carbon, precum și de oxizi de sulf și pulberi. Pe lângă acestea, mai există o serie de alte probleme, de "punctele slabe" ale vieții cotidiene. Astfel, nerealizarea investițiilor datorate lipsei fondurilor bugetare, legislație nu întotdeauna favorabilă administrației locale, atitudine ecologică aproape inexistentă, datorată lipsei unei conștiințe ecologice, starea precară a drumurilor și lipsa centurii de ocolire a orașului, lipsa unui depozit ecologic pentru deșeuri la nivelul județului (figura VIII.5), neacordarea atenției cuvenite spațiilor verzi și necesitatea apariției unor noi impuse de dezvoltarea orașului, dezinteresul față de conservarea ecosistemelor, degradarea și poluarea învelișului de sol, sunt câteva dintre dificultățile cu care se confruntă orașul în implementarea conceptului dezvoltării durabile. (Mocanu S., Rusu, C-tin, 2008).

Un exemplu de intervenție în rezolvarea unei poluări cu metale grele a solului în zona industrială a municipiului Vaslui este cel de la SC AMC – Badotherm SA Vaslui. În anul 2009, a fost impusă ca măsură în programul de conformare, ecologizarea a 280 mp de sol, din incinta unității, pentru care s-au înregistrat depășiri ale pragului de alerta pentru metale grele. Ecologizarea s-a realizat prin decopertarea și îndepărtarea stratului de sol poluat de la suprafață și apoi copertarea cu material fin pământos corespunzător, nepoluat, pe o grosime suficient de mare care să asigure evitarea riscului de translocare a poluanților din sol în plantă.

## CAPITOLUL IX. CONCLUZII GENERALE

În prima parte a acestei lucrări, se prezintă *stadiul actual al cunoașterii problematicei privind poluarea solurilor, evaluarea impactului surselor de poluare asupra solurilor din județul Vaslui precum și identificarea unor acțiuni pentru reconstrucția ecologică a terenurilor degradate și pentru ameliorarea stării de calitate a solurilor.*

În cea de-a doua parte a lucrării sunt prezentate *contribuțiile originale privind evaluarea impactului activităților din județul Vaslui asupra calității solului, urmărind evoluția gradului de poluare a solurilor, în special cu metalele grele provenite din depunerile atmosferice în perioada 2001-2009.* Pentru modelarea dispersiei pulberilor în suspensie cu conținut de metale grele pentru zona agroindustrială a municipiului Vaslui *s-au utilizat două modele matematice originale pentru dispersia poluanților atmosferici, puse la punct și testate ca programe de simulare pe calculator în cadrul Catedrei de Inginerie Chimică și Protecția Mediului din Facultatea de Inginerie Chimică și Protecția Mediului a Universității Tehnice „Gheorghe Asachi” din Iași.*

Rezultatele activității de cercetare prezentate în *a doua parte* a lucrării au pus în evidență următoarele aspecte:

- S-a realizat inventarierea surselor de emisie de metale grele (Pb, Ni, Cu, Cr) în atmosfera județului Vaslui pentru perioada 2001-2009.

- Principalele surse generatoare de emisii de metale grele în atmosferă (conform Ord. 524/2000), pentru județul Vaslui, sunt: *arderile în energie și industria de transformare* pentru Ni, Cr, *arderile neindustriale* pentru Ni, Cr, *arderile în industria de prelucrare* pentru Pb, *transportul rutier* pentru Pb, Ni, Cu, Cr, *tratarea și depozitarea deșeurilor (pe platformele deșeuri urbane și rurale până la data la care s-au închis, 2006 - platformele urbane Vaslui, Huși, Bârlad și respectiv 2009 - pentru depozitele rurale și platforma de la Negrești)* pentru Pb, Ni, Cu, Cr.
  - Elaborarea inventarelor de emisii de metale grele (Pb, Ni, Cu, Cr) pentru perioada analizată 2001-2009, în județul Vaslui, oferă o bază de date solidă pentru modelarea dispersiei, servesc la predicția impactului asupra mediului, ajută la stabilirea planului de dezvoltare urbană și de mediu, sprijină proiectarea rețelei de monitorizare a calității aerului.
  - De asemenea inventarele de emisii sunt esențiale în evaluarea tendințelor de evoluție a emisiilor și ajută la elaborarea planurilor de management ale calității aerului.
  - S-a studiat dispersia pulberilor emise din cele 14 surse din zona agroindustrială Vaslui luate în considerare, folosindu-se două modele matematice de dispersie – ambele puse la punct și testate în cadrul Facultății de Inginerie Chimică și Protecția Mediului a Universității Tehnice „Gheorghe Asachi” din Iași – respectiv *modelele ECO 95ep* pentru surse punctiforme și *Pol 15sm* pentru surse de emisie multiple.
  - S-a studiat modelarea dispersiei pentru 14 surse punctiforme de emisie, aparținând a 5 agenți economici, cu *Modelul ECO 95ep* și s-a constatat că sursele de emisie a pulberilor în suspensie **își fac simțită prezența în funcție de condițiile atmosferice și dimensiuni la distanțe foarte mari: 60 km** pentru pulberile fine, în condiții atmosferice stabile; **28 km** pentru pulberile cu dimensiuni medii, în condiții atmosferice neutre; **8 km** pentru pulberile grosiere, în condiții atmosferice neutre.
- 
- În condiții **puternic stabile (F)**, pentru pulberile cu diametru **< 10 μm** emise de cele 14 surse, pe direcția vântului dominant pentru **municipiul Vaslui** s-au înregistrat cele mai mari concentrații maxime ale pulberilor emise de SC Termica SA, iar distanța sursă - receptor la care s-a înregistrat concentrația maximă, variază între 450 m (S8 - SC Termica SA, coș 5) și 60000 m (S4 -SC Termica SA, coș 1)
  - În condiții **puternic stabile (F)**, pentru pulberile cu diametru **între 10 μm și 50 μm** emise de cele 14 surse, pe direcția vântului dominant, s-au înregistrat cele mai mari concentrații maxime ale pulberilor emise de SC Fabrica de cărămizi SRL, iar distanța sursă - receptor la care s-a înregistrat concentrația maximă, variază între 700 m (S1- SC Stemar SA) și 15000 m (S4 - SC Termica SA, coș 1).

- În puternic **stabile (F)**, pentru pulberile cu diametru  $> 50 \mu\text{m}$  emise de cele 14 surse, pe direcția vântului dominant, s-au înregistrat cele mai mari concentrații maxime ale pulberilor emise de SC Fabrica de cărămizi SRL, iar distanța sursă - receptor la care s-a înregistrat concentrația maximă variază între 160 m ( S1- SC Stemar SA, coș 1) și 10000 m (S3- SC Stemar SA, coș 3).
- În condiții **neutre (D)**, pentru pulberile cu diametru  $< 10 \mu\text{m}$  emise de cele 14 surse, pe direcția vântului dominant, s-au înregistrat cele mai mari concentrații maxime ale pulberilor emise de SC Fabrica de cărămizi SRL, iar distanța sursă - receptor la care s-a înregistrat concentrația maximă, pe direcția vântului, variază între 800 m (S11- SC Ulerom SA, coș 1) și 45000 m (S4- SC Termica SA, coș 1).
- În condiții **neutre (D)**, pentru pulberile cu diametru între  $10 \mu\text{m}$  și  $50 \mu\text{m}$  emise de cele 14 surse, pe direcția vântului dominant, s-au înregistrat cele mai mari concentrații maxime ale pulberilor emise de S8- SC Termica SA, coș 2, iar distanța sursă - receptor la care s-a înregistrat concentrația maximă, pe direcția vântului, variază între 700 m (S1- Stemar, coș 1) și 28000 m (S4- SC Termica SA, coș 1).
- În condiții **neutre (D)**, pentru pulberile cu diametru  $> 50 \mu\text{m}$  emise de cele 14 surse, pe direcția vântului dominant s-au înregistrat cele mai mari concentrații maxime ale pulberilor emise de SC Fabrica de cărămizi, iar distanța sursă - receptor la care s-a înregistrat concentrația maximă, pe direcția vântului, variază între 700 m (S1- Stemar SA, coș1) și 28000 m (S4- SC Termica SA, coș1).
- În condiții **instabile (B)**, pentru pulberile cu diametru  $< 10 \mu\text{m}$  emise de cele 14 surse, pe direcția vântului dominant, s-au înregistrat cele mai mari concentrații maxime la SC Termica SA coș 5, iar distanța sursă - receptor la care s-a înregistrat concentrația maximă, pe direcția vântului, variază între 350 m ( S2- SC Stemar SA, coș 2) și 4500 m ( S4- SC Termica SA, coș 1).
- În condiții **instabile (B)**, pentru pulberile cu diametru între  $10 \mu\text{m}$  și  $50 \mu\text{m}$  emise de cele 14 surse, pe direcția vântului dominant, s-au înregistrat concentrații maxime la SC Fabrica de cărămizi SRL, iar distanța sursă - receptor la care se înregistrează concentrația maximă, pe direcția vântului, variază între 300 m (sursa S1-SC StemarSA, coș 1) și 4000 m (pentru S4, SC Termica SA, coș 1).
- În condiții **instabile (B)**, pentru pulberile cu diametru  $> 50 \mu\text{m}$  emise de cele 14 surse, pe direcția vântului dominant, s-au înregistrat concentrații maxime la SC Fabrica de cărămizi SRL, iar distanța sursă - receptor la care se înregistrează concentrația maximă, pe direcția vântului, variază între 300 m (sursa S1SC Stemar Sa , coș1) și 4000 m (pentru S4-SC Termica SA, coș 1).

- Rezultatele obținute în urma modelării cu *modelul ECO 95ep* confirmă că **emisiile atmosferice de metale grele sub formă de pulberi în suspensie, se depun pe sol la distanțe variabile față de sursa de emisie, distanțe care depind de dimensiunea particulelor și de intensitatea curenților atmosferici.**
  - În ceea ce privește zonele de influență și intensitatea impactului exercitat de fiecare sursă punctiformă de emisie, pe baza analizei rezultatelor modelării cu *modelul ECO 95ep* s-a concluzionat următorul fapt: **cu cât dimensiunile particulelor sunt mai mari cu atât acestea se vor depune mai aproape de sursa de emisie, ceea ce face ca solul din apropierea fiecărei surse punctiforme să aibă un conținut ridicat de metale grele.**
  - Pornind de la analiza rezultatelor modelării pulberilor în suspensie, care conțin metale grele, cu *modelul ECO 95ep* s-a impus ca măsură imediată verificarea amplasării punctelor de monitorizare pentru calitatea solului și a aerului.
- După examinarea comportării individuale a fiecărei surse de emisie, dintre cele 14 selectate, în diferite condiții meteo-climatice, specifice zonei, prin modelarea dispersiei pulberilor în suspensie cu *modelul ECO 95ep*, s-a considerat necesară și evaluarea de o manieră mai relevantă a contribuției totale a unui poluant, pulberi în suspensie, emis concomitent de mai multe surse punctiforme din zona agroindustrială a municipiului Vaslui, cu calcularea concentrațiilor de poluant la imisie pentru mai mulți receptori stabiliți, utilizându-se ***modelul Pol 15sm***.
- Calculul s-a efectuat pentru majoritatea condițiilor meteo întâlnite în municipiul Vaslui – de la calm atmosferic până la vijelie - pentru ambele modele. În niciuna din situații nu s-au atins concentrațiile maxim admise.
  - **În situația de atmosferă instabilă:** la receptorii R4(Stația de epurare), R5(SC Termica SA Vaslui) și R6 (SC AMC Badotherm SA Vaslui) s-a înregistrat poluarea maximă cu pulberi în suspensie atunci când direcția vântului este dinspre V, dinspre N-V și dinspre S-E, iar receptorii R1(Sediul APM), R2(Stația Vaslui 1- Direcția Finanțelor Publice), R3(Spital Județean Vaslui) sunt afectați maxim atunci când direcția vântului este dinspre N-E.
  - **În situația cea mai defavorabilă și ținând cont că direcția vântului dominant pentru municipiul Vaslui este dinspre N-V( pondere 18,5%) se constată că poluarea maximă s-a înregistrat la receptorii R4 (Stația de epurare), R5 (SC Termica SA Vaslui) și R6 (SC AMC Badotherm SA Vaslui).**
  - **În situația de atmosferă stabilă:** receptorul **R4** (Stația de epurare) înregistrează poluarea maximă cu pulberi în suspensie pentru direcția

vântului dinspre S-V, receptorii R5 (Termica SA Vaslui) și R6( SC AMC Badotherm SA Vaslui) înregistrează poluarea maximă cu pulberi în suspensie pentru direcția vântului dinspre E, iar receptorii R2(Stația Vaslui 1- Direcția Finațelor Publice) și R5 (SC Termica SA Vaslui) înregistrează poluarea maximă cu pulberi în suspensie pentru direcția vântului dinspre N.

- **În situația de atmosferă stabilă și ținând cont că direcția vântului dominant pentru municipiul Vaslui este dinspre N(pondere 17,1%) poluarea maximă este înregistrată la receptorii R2(Stația Vaslui 1- Direcția Finațelor Publice) și R5 (SC Termica SA Vaslui).**
  - Concentrațiile totale pe receptori de la toate cele 14 surse, calculate cu ajutorul *Modelului Pol 15sm* pentru surse de emisie multiple, sunt mult sub limita maximă admisă, și sunt cuprinse între 0,004 și 0,076 micrograme/mc.
- 
- Rezultatele dispersiei pulberilor în suspensie care conțin metale grele folosind cele două modele originale concordă cu cele determinate experimental de către Agenția pentru Protecția Mediului Vaslui de a lungul timpului și justifică reducerea punctelor de monitorizare a calității aerului.
  - Pe baza modelării pulberilor în suspensie care conțin metale grele folosind cele două modele s-a pus la punct o metodologie de evaluare a gradului de poluare a solului metale grele pentru județul Vaslui.
  - S-a realizat o bază de date care reflectă nivelul poluării solurilor cu metale grele atât în zonele forestiere cât și agricole din județul Vaslui ce prezintă dinamica încărcării siturilor agricole și forestiere din județul Vaslui cu metale grele (Ni, Pb, Cr, Cu).
  - Analizând datele cuprinse în baza de date care reflectă nivelul poluării solurilor cu metale grele analizate în acest capitol se observă că există o tendință de acumulare a metalelor grele studiate (Ni, Pb, Cr, Cu) în sol, în perioada analizată (2001-2009).
  - Stabilirea nivelului de poluare a solurilor cu metale grele din zona industrială a municipiului Vaslui este necesar pentru evaluarea impactului activităților industriale din această zonă asupra factorului de mediu sol și la cunoașterea evoluției în timp a indicilor de poluare pentru zona studiată
  - Evoluția indicilor de poluare pentru solurile forestiere, agricole și industriale pentru perioada monitorizată, 2001-2009, demonstrează că activitățile umane nu au depășit pe ansamblu limitele admisibile. Rezultă astfel că sistemul de monitorizare a calității solului nu pune discuții, fiind stabilit un număr redus de puncte de recoltare la nivelul județului Vaslui.
  - Analiza evoluției indicilor de poluare pentru aer demonstrează că pentru evaluarea calității aerului este necesară verificarea anuală a modului de amplasare și a numărului punctelor de monitorizare. Astfel până la finele anului 2002, valoarea indicelui de poluare era mai mare ca 2, activitățile

desfășurate în zona industrială a municipiului Vaslui produceau disconfort asupra tuturor formelor de viață și era justificată existența unui număr mai mare de puncte de monitorizare. Din 2003, valoarea indicelui de poluare pentru aer este cuprinsă între 1 și 2, emisiile de pulberi în suspensie înregistrate în zona industrială fiind în limite admisibile, rețeaua de monitorizare a calității aerului ar fi trebuit reevaluată.

- Scăderea valorii înregistrate pentru indicii de poluare în anul 2007 ( $I_{PG}=1,23$ ) este un argument solid pentru reducerea substanțială a numărului punctelor de monitorizare a calității aerului ale Agenției pentru Protecția Mediului, iar amplasarea punctelor de monitorizare este determinată de modelarea transportului și dispersiei poluanților emiși în atmosferă
- Evaluarea impactului asupra mediului prin metoda îmbunătățită a Indicelui de Poluare Globală a lui Rojanschi se constituie astfel ca o necesitate, fiind un eficient instrument de a optimiza în timp real rețeaua de monitorizare a calității aerului
- Menținerea calității aerului în limitele concentrațiilor maxime admisibile în județul Vaslui a impus realizarea ***Programului de gestionare a calității aerului pentru indicatorul  $PM_{10}$  în municipiile Vaslui, Bârlad, Huși, precum și comunele Grivița, Zorleni, Crețești, Perieni și Ciocani pentru perioada 2007-2011*** după evaluarea complexă și completă a calității aerului în zonele de interes, prin realizarea unor inventare complexe cu un grad mare de rafinament, prin modelarea calității aerului și prin analiza datelor de monitorizare a calității aerului existente.

Cercetările efectuate în cadrul tezei de doctorat ***„Contribuții la evaluarea impactului activităților din județul Vaslui asupra calității solului”*** se concretizează într-o analiză critică și valorificarea rezultatelor modelării dispersiei poluanților emiși din sursele supuse cercetării – prin:

- structurarea unei baze de date dinamice, actualizabilă funcție de evoluția situației reale în arealul studiat;
- crearea unui set de date și informații utile pentru realizarea altor studii;
- structurarea corectă a rețelei de monitorizare a calității atmosferei din zona de potențial impact a grupului de surse de emisie studiate (număr și amplasare puncte de măsură, tip poluanți de monitorizat, concentrații estimate la imisie; frecvență măsurători).

În contextul socio-economic actual, cu o dinamică a schimbărilor din ce în ce mai ridicată, un astfel de studiu privind gradul de afectare al factorilor de mediu aer și sol a fost mai mult decât necesar, din următoarele motive:

- evaluarea gradului de poluare a mediului și evoluția în timp a acestuia sunt condiții esențiale pentru cunoașterea reală a stării mediului și stabilirea corectă a unor viitoare obligații de mediu în contextul dezvoltării durabile;

- rezultatele obținute pot fi folosite ca un prim reper în elaborarea altor studii mai complexe, precum și
- la structurarea și dimensionarea corectă a rețelelor de monitorizare a calității atmosferei și solului din zonele de potențial impact ale surselor de emisii din zonele industriale.

Prin această teză s-au adus contribuții originale în domeniul evaluării stării de calitate a aerului pe baza celor două modele de dispersie a pulberilor în suspensie emise în atmosferă de surse de poluare multiple deoarece este evident că activitățile antropice au produs deja o "perturbare" a echilibrului mediului înconjurător.

Cercetările efectuate au confirmat că se realizează o reducere semnificativă atât a costurilor cât și a timpului în cazul aplicării acestor modele matematice, ca instrumente de analiză a problemelor de poluare a aerului făcând posibilă estimarea impactului activităților antropice asupra mediului. Rezultatele cercetărilor privind evaluarea impactului activităților antropice asupra aerului și solului demonstrează necesitatea susținerii simultane a dezvoltării economice concomitent cu dezvoltarea mediului natural, astfel încât să existe, în permanență, un raport stabil între habitatul natural și populația umană.

Rezultatele tezei de doctorat s-au concretizat în elaborarea a 11 lucrări publicate în reviste de specialitate, din care 3 publicate în reviste științifice cotate ISI, 7 lucrări în reviste BDI și numeroase participări la sesiuni științifice naționale și internaționale.

## BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ:

- APM Vaslui, (2009), *Inventarul de emisii ale județului Vaslui 2008*, Agenția pentru Protecția Mediului Vaslui, România
- APM Vaslui, (2010), *Inventarul de emisii ale județului Vaslui 2009*, Agenția pentru Protecția Mediului Vaslui, România
- Bogdan O, Mihai E., (1972), *Interdependența dintre poluarea aerului și condițiile meteorologice*, Studii și cercetări de geologie, geofizică, geografie
- Budianu M.**, Lăzărescu A.,(2008), *Monitoringul calității solurilor-condiție obligatorie a utilizării durabile a învelișului de sol în județul Vaslui*, seminarul geografic internațional "Dimitrie Cantemir", organizat de Universitatea Al I. Cuza Iași, facultatea de Geografie și Geologie, Departamentul Geografie, 19-21 octombrie 2008
- Budianu M.**, Macoveanu M., (2009), „*Modelarea dispersiei emisiilor de pulberi de la SC TERMICA SA Vaslui*”, Conferința ZFICPM. nov. 2009, (secțiunea 6. Managementul mediului, dezvoltare durabilă.)
- Budianu M.**, Macoveanu M., (2010), *Modeling of dispersions of powder emissions from the industrial area of Vaslui*, Buletinul Institutului politehnic Iași,

- Universitatea Tehnica "Gheorghe Asachi" Iași, Tomul LVI (LX), Fasc. 2, Secțiunea Chimie și Inginerie Chimică, pag.129-138, (ISSN: 0254 – 7104)
- Budianu M.**, Nagacevschi V., Macoveanu M., *Modelarea și simularea dispersiei emisiilor de pulberi în suspensie provenite din surse multiple cu modelul matematic POL 15SM*, Environmental Engineering and Management Journal-„Gheorghe Asachi” Technical University of Iași, Romania (în curs de publicare)
- Budianu M.**, Nicu M., (2008), *Some comments on the impact of the industrial activities in the county of Vaslui*, Bulletin of the Transilvania University of Brașov, vol 13(48), Conferința “Environmental Pollution and its impact on Public Health”, Brașov, 16-19 iulie 2008
- Budianu M.**, Nicu M., (2008), *Monitoringul metalelor grele în solurile județului Vaslui*, la conferința Zilele Facultății de Inginerie Chimică și Protecția Mediului, ediția a V- a, Iași, 19-21 nov.2008. (secțiunea 6. Managementul mediului, dezvoltare durabilă.)
- Budianu M.**, Nicu M., (2009), *Impact of human activities on the soil in Vaslui County*, Environmental Engineering and Management Journal- „Gheorghe Asachi” Technical University of Iași, Romania, January/February 2009, Vol.8, No.1, 163-168 (ISSN 1582-9596)
- Budianu M.**, Robu B, Matei Macoveanu, (2010), *Influence of air pollution on forest ecosystems: ecological impact of heavy metals*, Environmental Engineering and Management Journal- „Gheorghe Asachi” Technical University of Iași, Romania, october 2010, Vol.9, No.10, 1401-1405 (ISSN 1582-9596)
- Cezar L., Nicu M., (2006), *Studies on the impact induced in the environment by industrial activities. Case study S.C. ULEROM S.A.-Vaslui*, Proceedings of the 3<sup>rd</sup> (International Conference on Environmental Engineering and Management); Environmental Engineering and Management Journal; ICEEM / 03-Iași 2006
- Davidescu G. (2000), *Meteorologie și climatologie*, Editura Cugetarea Iași
- Gugiuman I., Patraș Eugenia (1963), *Rolul dinamicii atmosferei și al factorilor geografici în determinarea regimului aerului în partea de est a României*, An. șt. Univ. „Al.I.Cuza” Iași, secț. II, tom IX, fasc. 4
- Gugiuman I. (1970), *Câteva observații privind durata de strălucire a Soarelui pe cer în partea de est a R.S.România*, An. șt. ale Univ. „Al.I.Cuza” Iași, secț. IIc, tom XVI
- Gugiuman, I., Cârcotă,V., Băican,V., (1973), *Județul Vaslui*, Editura Academiei R.S.România, București
- Mănescu S. ș.a., (1994), *Chimia sanitară a mediului*, Ed. Tehnică, București, p.45-52
- Miclăuș C, Dezsy S, Nicu M, (2006), *Passive samplers – checking method in the air quality control network*, Environmental Engineering and Management Journal, December 2006, Vol.5, No.6, 1333-1340

- Mocanu S., Rusu, C-tin, (2008), *Modul de utilizare a terenului și starea calității solului în municipiul Vaslui*, teza doctorat, Facultatea de Geografie și Geologie, Universitatea Al I. Cuza, Iași
- Nagacevski V., Macoveanu M., (1994), *"Modelarea dispersiei unor poluanți în atmosferă"*, Conferința: Progrese în chimie și Tehnologie chimică, Institutul Politehnic Iași 1994/27-29 oct.
- Nagacevski V., Macoveanu M., (1995), *"Modelarea dispersiei în aer a unor poluanți emiși de surse multiple"*, Al 5-lea Colocviu Național pentru Protecția Atmosferei. SOROPA, București 1995/15-17 nov.
- Nagacevski V., Macoveanu M., (1996), *"Simularea dinamică a poluării atmosferei"*, Simpozionul Național: Tehnologii cu impact ecologic redus pentru tăbăcirea pieilor și blănurilor, Universitatea Tehnică Iași 1996/6-8 iunie.
- Nagacevski V., Macoveanu M., Peiu N., (1997), *"Model for the Air Dispersion of a pollutant"*, Buletinul Universității Tehnice Iași, Universitatea Tehnică Iași 1997.
- Nagacevski V., Macoveanu M., (2002), Contract: *"Studiul dispersiei în atmosferă a poluanților emiși pe amplasamentul Fabricii de pâine nr.1, Galați, aparținând S.C. GALMOPAN, Galați"*, Executant - S.C. REDICOM S.R.L. Iași, 2002
- Nicu M., Cezar L. (2005), *Aspects for the dynamics of the impact on the environment induced by industrial activities in Vaslui* ; Buletinul Institutului Politehnic Iași-Universit. "Gh. Asachi"; Iași
- Nicu Viorica, (2000), *Elemente de poluare și protecție a atmosferei*, Universitatea Tehnică "Gh. Asachi", Iași
- O.M., (1993), *Ordinul MAPPM 462/1993, Condiții tehnice pentru protecția atmosferei*, București, România
- O.M., (1997), *Ordinul MAPPM 756/1997 pentru aprobarea Reglementării privind evaluarea poluării mediului*, Monitorul Oficial al României nr 303 bis/6.11.1997
- O.M., (2000), *Ordinul MAPAM 524/2000 pentru stabilirea inventarului de emisii*, București, România
- O.M., (2002), *Ordinul MAPAM 592/2002 pentru aprobarea Normativului privind valorile limită a valorilor de prag și a criteriilor și metodelor de evaluare a SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> și NO<sub>x</sub>, pulberi în suspensie (PM 10 și PM 2,5), Pb, benzen, Co și O<sub>3</sub> în mediul înconjurător*, Monitorul Oficial al României, nr. 241 /29.05.2007, pp.1-27
- O.M., (2002), *Ordinul MAPAM 745/2002 privind stabilirea aglomerărilor și clasificarea aglomerărilor și zonelor pentru evaluarea calității aerului în România*, publicat în Monitorul Oficial 739/ 9.10.2002
- O.M., (2007), *Ordinul MMGA nr. 35/2007 privind aprobarea metodologiei de elaborare și punere în aplicare a planurilor și programelor de gestionare a calității aerului*, publicat în Monitorul Oficial al României nr. 56/ 24.01.2007

- O.U.G., (2000), *Ordonanța de Urgență a Guvernului nr.243/2000 privind protecția atmosferei* (Monitorul Oficial nr. 63/06.12.2000), modificată și aprobată prin Legea nr. 655/2001
- Pasquill, F., (1961), *The Estimation of the Dispersion of Windborn Material*, in „Meteorological Magazine” No.90, pp.33-49.
- Robu B, Macoveanu M.,(2010) *Evaluări de mediu pentru dezvoltarea durabilă*, Editura Ecozone, Iași, p. 148-178
- Robu, B., (2005), *Evaluarea impactului și a riscului induse asupra mediului de activități industriale*, Editura EcoZone, Iași, ISBN 973-7645-00-6, p 225
- Rojanschi, Vl, (1991), *Posibilități de evaluare globală a impactului poluării asupra calității ecosistemelor*, Mediul Înconjurător, vol II, nr.1-2, p 45-52
- Tumanov S. (1989), *Calitatea aerului*, Editura Tehnică, București, 1989, pp. 9-74.

## ACTIVITATEA ȘTIINȚIFICĂ DIN CADRUL TEZEI DE DOCTORAT

### ARTICOLE ȘTIINȚIFICE (11)

#### a). în reviste cotate ISI (4):

1. **Budianu Mihaela**, Nicu Mihai, *Impact of human activities on the soil in Vaslui County*, Environmental Engineering and Management Journal- „Gheorghe Asachi” Technical University of Iași, România, January/February 2009, Vol.8, No.1, (5 pagini), pag 163-168 (ISSN 1582-9596) – revistă indexată ISI, categoria A, cod CNSIS 148, factor de impact: 0.885
2. **Budianu Mihaela**, Nicu Mihai, *Evolution of emissions of heavy metals in Vaslui County*, Environmental Engineering and Management Journal- „Gheorghe Asachi” Technical University of Iași, România, May/June 2009, Vol.8, No.3, (6 pagini) pag 487-492 (ISSN 1582-9596)- revistă indexată ISI, categoria A, cod CNSIS 148, factor de impact: 0.885
1. **Budianu Mihaela**, Brândușa Robu, Matei Macoveanu, *Influence of air pollution on forest ecosystems: ecological impact of heavy metals*, Environmental Engineering and Management Journal- „Gheorghe Asachi” Technical University of Iasi, Romania, october 2010, Vol.9, No.10, (6 pagini) pag 1401-1405 (ISSN 1582-9596) - revistă indexată ISI, categoria A, cod CNSIS 148, factor de impact: 0,885
2. **Budianu M.**, Nagacevschi V., Macoveanu M., *Modeling and simulation of dispersions of powder emissions from multiple sources with the mathematic*

*model Pol 15 sm*, Journal of Environmental Engineering and Landscape Management - Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania, 2011 (în curs de publicare), factor de impact: 1,333

**b). în reviste recenzate incluse în baze de date internaționale recunoscute (BDI) - cotate CNCSIS B+ (1):**

5. **Budianu Mihaela**, Matei Macoveanu, *Modeling of dispersions of powder emissions from the industrial area of Vaslui*, Buletinul Institutului Politehnic Iași, Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi", Tomul LVI (LX), Fasc. 2, 2010, Secțiunea CHIMIE și INGINERIE CHIMICĂ, (10 pagini) pag.129-138, (ISSN: 0254 – 7104) (revistă acreditată CNCSIS, categoria B+)

**a) în volume ale conferințelor internaționale (6):**

6. **Budianu Mihaela**, Găeanu Cristina, *The evaluation of the impact pollution processes with oil products against the soil*, International Conference DISASTER AND POLLUTION MONITORING, section 3-Pollution, Faculty of Hydrotechnics, Technical University „Gheorghe Asachi” of Iași, Romania, November 18-20, 2004, (10 pagini) pag 247-256 (ISBN 973-730-004-1, recunoscută CNSIS, de tip B)
7. **Budianu Mihaela**, Nicu Mihai, *Emission sources for heavy metals in the county of Vaslui*, Bulletin of the Transilvania University of Brasov, vol 15(50)-2008, seria B Supplement vol 2, (8 pagini) pag 503-510, Conference “Environmental Pollution and its impact on Public Health”, Brașov, 16-19 July 2008 (ISBN 978-973-598-392-5, vol 2 - publicație recunoscută CNCSIS, de tip B)
8. **Budianu Mihaela**, Nicu Mihai, *Some comments on the impact of the industrial activities in the county of Vaslui*, Bulletin of the Transilvania University of Brasov, vol 15(50)-2008, seria B, Supplement vol 2, (12 pagini) Conference “Environmental Pollution and its impact on Public Health”, Brașov, 16-19 July 2008 (ISBN 978-973-598-392-5, vol 2 - publicație recunoscută CNCSIS, de tip B)
9. **Budianu Mihaela**, Nicu Mihai, *Monitoringul metalelor grele în solurile județului Vaslui*, la Conferința ZILELE FACULTATII INGINERIE CHIMICĂ SI PROTECȚIA MEDIULUI (ZFICPM), editia a V-a, Iași, 19-21 nov.2008 (secțiunea 6. Managementul mediului, dezvoltare durabilă), (10 pagini) Editura Politehnicum Iași, 2008 (ISBN 978-973-621-255-0)

10. **Budianu Mihaela**, Matei Macoveanu, „*Modelarea dispersiei emisiilor de pulberi de la SC TERMICA SA Vaslui*”, Conferința ZILELE FACULTĂȚII INGINERIE CHIMICĂ ȘI PROTECȚIA MEDIULUI (ZFICPM), ediția a VI –a, Iași, nov. 2009 (secțiunea 6. Managementul mediului, dezvoltare durabilă), (12 pagini)
11. **Budianu Mihaela**, Brândușa Robu, Matei Macoveanu, *Polution de l'air impacts sur les écosystèmes forestiers*, Conferința internațională despre Energie, Mediu, Economie și Termodinamică, COFRET'10 IAȘI, ediția a V-a, 5 – 7 mai 2010, Tema: 05 Energie – Mediu și dezvoltare durabilă, (12 pagini) pag 85-97

**Teza conține: 202 pagini, 63 figuri, 105 tabele, 28 relații matematice, o bibliografie cu 122 titluri și 17 anexe (anexele 4 -17 sunt în format electronic)**