

Raport de Cercetare

GRANT: TIP AT, COD CNC SIS 202, Modelarea dispersiei noxelor in strazile de tip "canion"

Autor: Bisorca Daniel

Universitatea: Universitatea Politehnica din Timisoara

Abstract

In lucrare se prezinta o evaluare a dispersiei noxelor facuta prin simulare numerica folosind codul CFD FLUENT 6.1 si compararea rezultatelor cu valorile concentratiilor inregistrate On-line pe perioada campaniei de masuratori.

Lucrarea prezinta rezultatele privind studiul facut pentru evaluarea dispersiei noxelor intr-un canion stradal. In luna 2003, sa desfasurat o concentrata campanie de masuratori avand ca si locatie strada Lucian Blaga din Timisoara. Au fost inregistrate valorile concentratiilor de CO, NOx, NO₂, NO si SO₂ la intervale de 6 secunde timp de 10 zile, aparatele fiind situate la o inaltime de 4 m deasupra nivelului strazii. Datele meteorologice au fost mediate la 15 minute si au fost inregistrate pe toata perioada campaniei.

Corelatia in timp intre valorile obtinute prin simulare numerica si valorile obtinute prin masuratori a fost destul de mare pentru CO indicele de corelatie fiind de 0.86.

Aceasta lucrare vrea sa demonstreze ca se poate utiliza codurile pentru simulare numerica pentru predictia dispersiei noxelor iar singura investitie necesara in acest scop este o statie meteo locala si un contor de trafic.

1 Simularea numerica

1.1 Scopul studiului

Gradul de dispersie al noxelor este direct respunzator de calitatea aerului (de concentratia imisiilor) si este un proces foarte complex care poate fi matematic descris chiar si partial prin modele statistice generale sau prin modele matematice care rezolva complicate sisteme de ecuatii diferentiale de schimb de masa, transfer de caldura, ecuatii de impuls si reactii chimice, etc.

Dispersia noxelor in mediul urban este in principal influentata de:

- arhitectura cladirilor din vecinatatea zonei investigate prin asanunitul parametru de "rugozitate a zonei urbane";
- conditiile meteo locale
- intensitatea si tipul surselor poluatoare

Transportul rutier reprezinta principala sursa de poluare a mediului ambiant in zonele urbane. Asa cum se stie nivelul de poluare este mai ridicat in zonele mai putin ventilate si mai alea daca acolo au loc emisii de noxe in atmosfera. Un astfel de caz se regaseste in asa-zisele strazi de tip canion, acele strazi pentru care latimea strazi este de acelasi ordin de marime cu inaltimea cladirilor care o marginesc. Acest tip de strazi este foarte des intalnit in arhitectura vechilor orase indeosebi in zonele lor centrale.

Poluarea aerului in vecinatatea acestor strazi depinde atat de emisiile de noxe care au loc chiar in interiorul acestui canoin stradal cat si de microclimatul datorat geometriei starzi si a conditiilor meteorologice.

Scopurile acestui studiu a fost:

- Compararea rezultatelor obtinute cu diferite softuri din clasa CFD
- Determinarea posibilelor strategii de organizare a traficului astfel incat dispersia poluantilor sa se faca cat mai repede.

Softurile folosite pentru realizarea simularilor numerice au folosit urmatoarele ipoteze simplifictoare:

- Se foloseste o geometrie cu proprietati fizice reale si un model de simulare care sa rezolve dependinta temporara a procesului de dispersie intr-un domeniu tridimensional complex
- Codurile sunt bazate pe conceptul volumului finit, in coordonate de system cartezian. Tratatea domeniului complex se face in functie de rugozitatile suprafetelor.
- O accentuare a complexitatii domeniului studiat nu induce ti o complicare in tratarea problemei.
- Sistemul este in echilibru termodinamic (toate componentele gazoase au aceeasi presiune si temperatura in toate punctele domeniului.

1.2. Dispersia folosind softurile CFD Fluent si Adreea Hf

Pentru a obtine distributia spatiala a concentratiilor si a vizualiza eventualele vortexuri care se formeaza am pornit prin a modela numeric geometria locatiei respective. (Strada L. Blaga din Timisoara si vecinatatile)

Strada Lucian Blaga este situata in centrul orasului Timisoara si face parte din centrul istoric al orasului. Este o strada cu un mare flux de pietoni si autoturisme si are in vecinatati numeroase cladiri istorice. In mod normal directia vantului in aceasta zona este din SV.

Figura 1 prezinta concret geometria strazii L Blaga, strazilor cu care se intersecteaza, cladirilor din vecinatate cu detalii privind inaltimea si tipul de acoperis si arii intinse din zonele limitrofe parcuri, parcarii, cladiri, etc . Geometria a fost realizata pe baza de masuratorii topologice efectuate in zona.

Figura 2 prezinta reseaua creata pentru calculul simularii circulatiei curentilor de aer. Pentru aceasta simulare a fost construita o retea hibrida cu peste 1 milion de celule. Regiunea care a fost luata in calcul are dimensiunile 800 m x 800 m x 300 m. Pentru zonele de interes maxim a fost luata in considerare o retea cu dimensiunile celulei de 0.5 m.

Tinand cont de rezultatele obtinute in primul an de cercetare al grantului (simularile numerice initiale si masuratorile experimentale efectuate in interiorul canionului stradal) au fost reluate actiunile de finalizare a simularii numerice folosind doua softuri din clasa CFD folosind la introducerea datelor de intrare toate rezultatele obtinute anterior.

Figurile 1-3 prezinta imaginea reala si modelarile numerice pentru aria investigata.



Figura 1. Vedere cu zona investigata (centrul municipiului Timisoara)

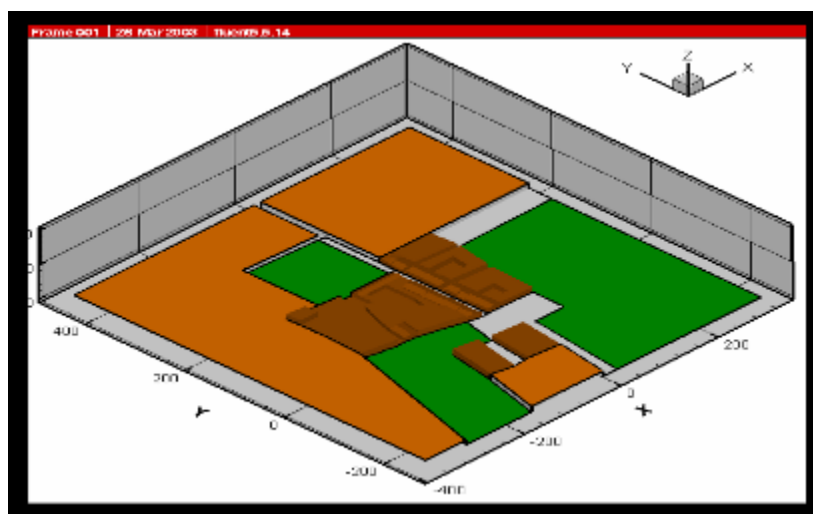


Figura 2. Modelarea geometriei zonei investigate folosind Gambit (preprocesorul grafic pentru Fluent CFD)

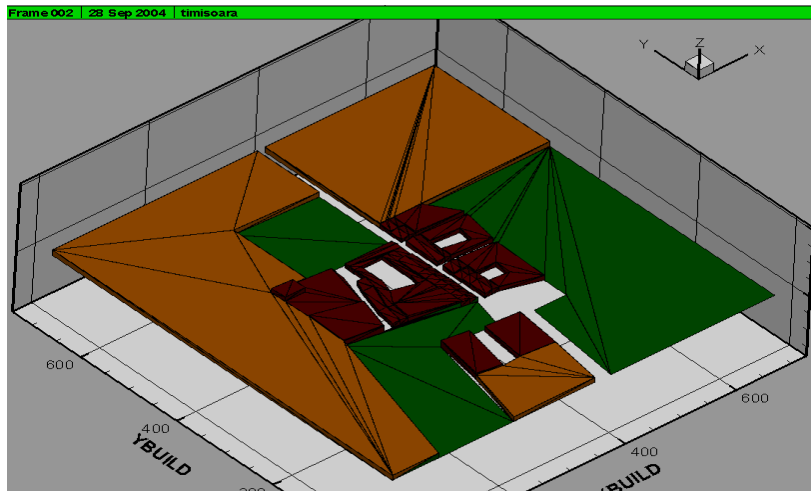


Figura 3. Modelarea geometriei zonei investigate folosind Delta_B (preprocesorul grafic pentru Adrea_HF CFD)

În figurile 4 și 5 se pot observa discretizările domeniului realizate de cele două softuri CFD folosite. Se poate observa chiar dacă geometria rețelei este diferită o asemănare în ceea ce privește o densitate mai mare a rețelelor în aria centrală investigată, deci în interiorul și vecinătatea canionului strădal.

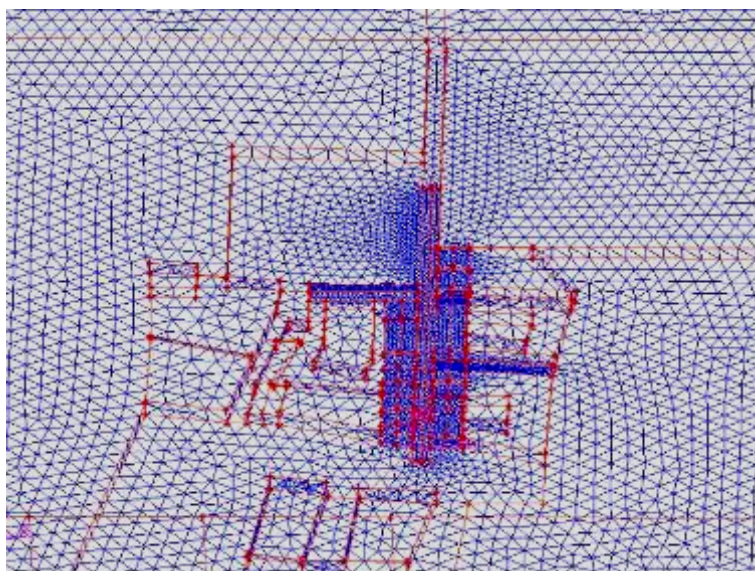


Figura 4. Rețeaua triunghiulară folosită pentru discretizarea geometriei (Fluent CFD)



Figura 5. Rețeaua ortogonală folosită pentru discretizarea geometriei (Adrea Hf)

Circulatia curentilor de aer figura 6 si dispersia noxelor provenite de la autovehicule au fost simulate cu softul Fluent versiunea 6.1 si a fost luat in considerare un regim 3D stabilizat.



Figura 6: Vectori directie si viteza vantului rezultati in urma calculului numeric

Vizualizarea prin simulare numerica a dispersiei monoxidului de carbon este prezentata in figura 7 si 9 – rezultate FLUENT, in figurile 8 si 10 rezultatele obtinute cu Adrea_HF.

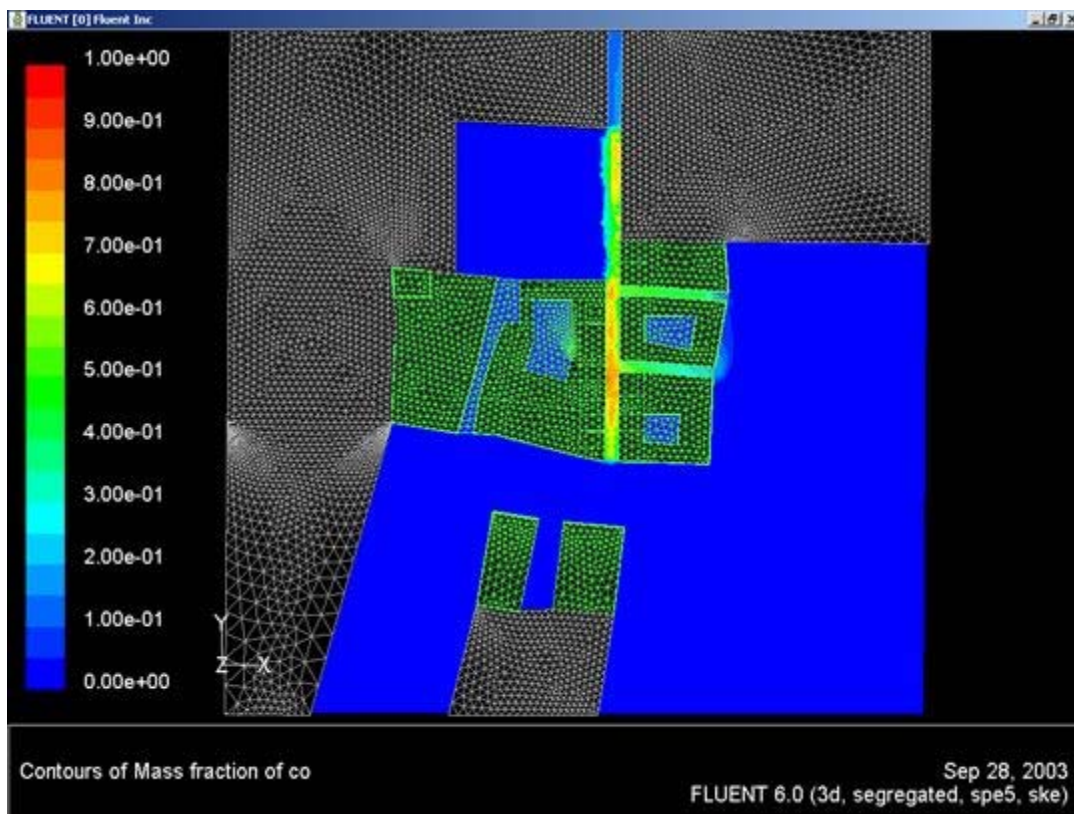


Figura 7 Vedere de ansamblu a distributiei concentratiei de monoxid de carbon (rezultat Fluent)

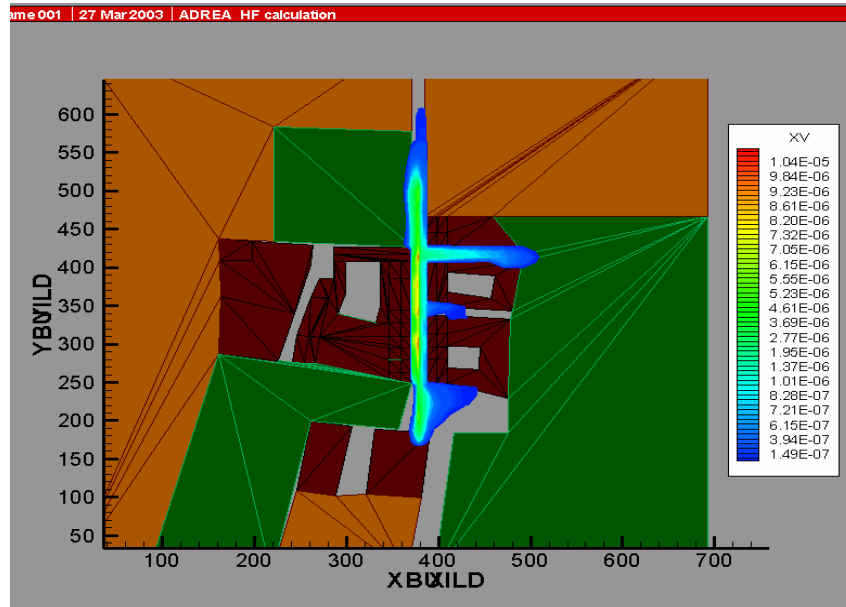


Figura 8 Vedere de ansamblu a distributiei concentratiei de monoxid de carbon (rezultat AdreaHF)

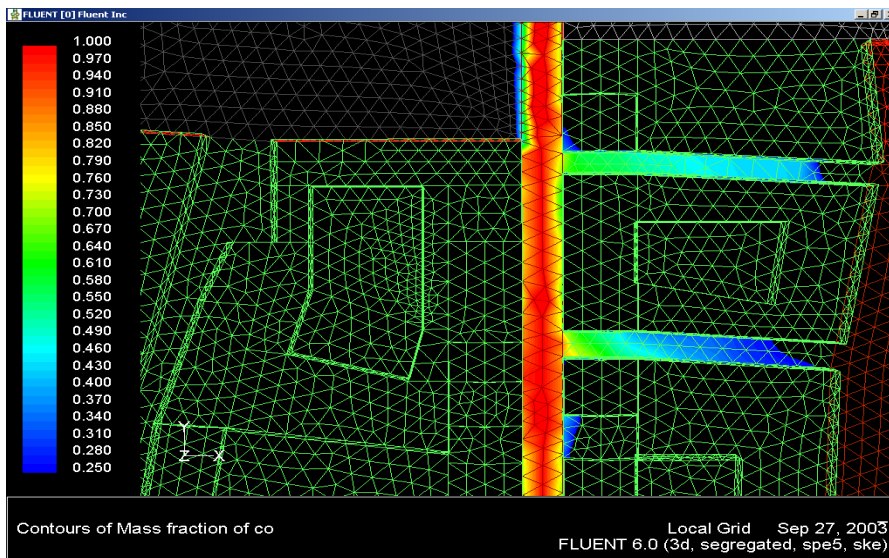


Figura 9 Vedere focalizata a distributiei concentratiei de monoxid de carbon (rezultat Fluent)

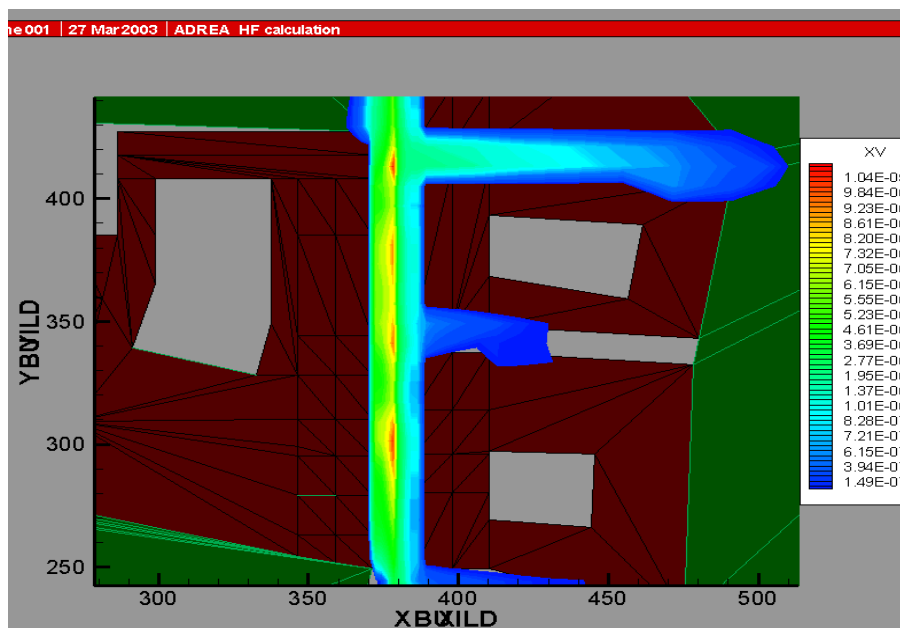


Figura 10 Vedere focalizata a distributiei concentratiei de monoxid de carbon (rezultat AdreaHF)

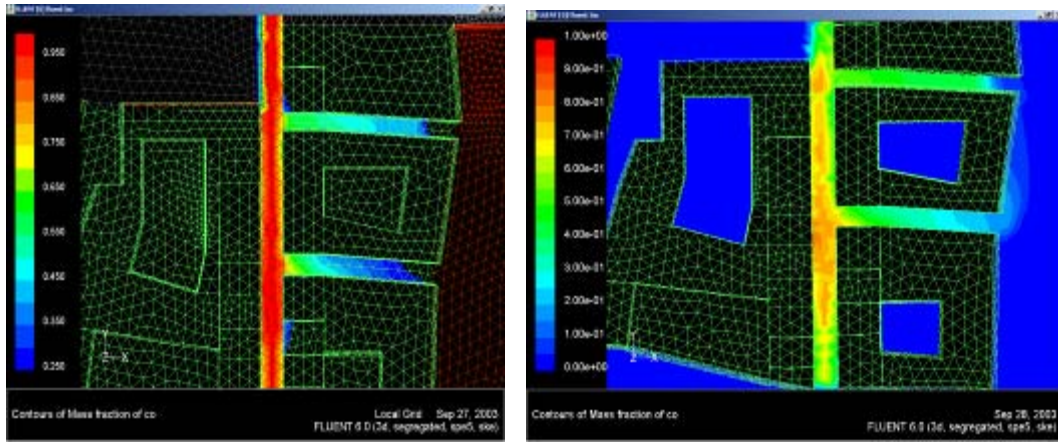


Figura 11. Dispersia pentru zona considerata la diferire nivele deasupra solului (Fluent)

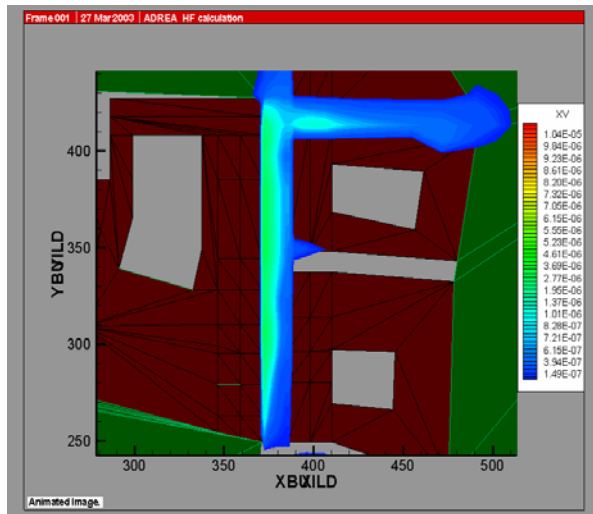
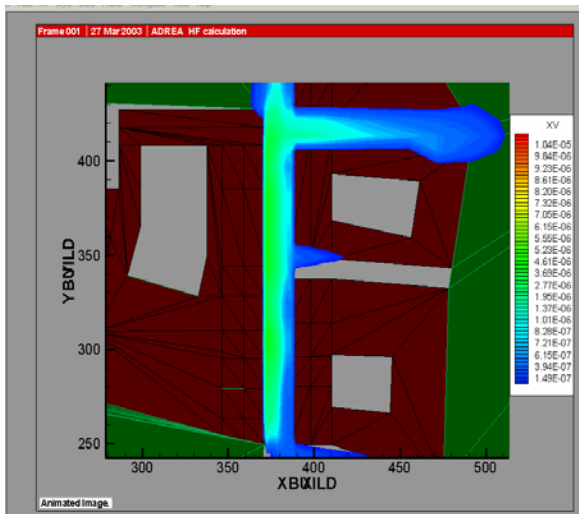


Figura 12. Dispersia CO la 5m deasupra nivelul solului cu vantul din directia SE
 Figura 13. Dispersia CO la 10m deasupra nivelul solului cu vantul din directia SE

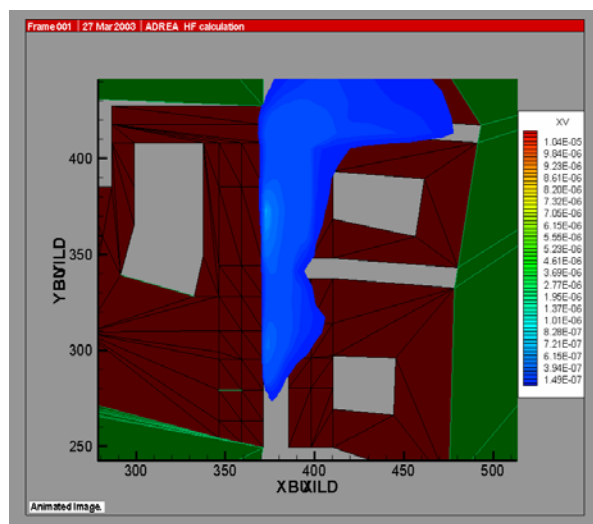
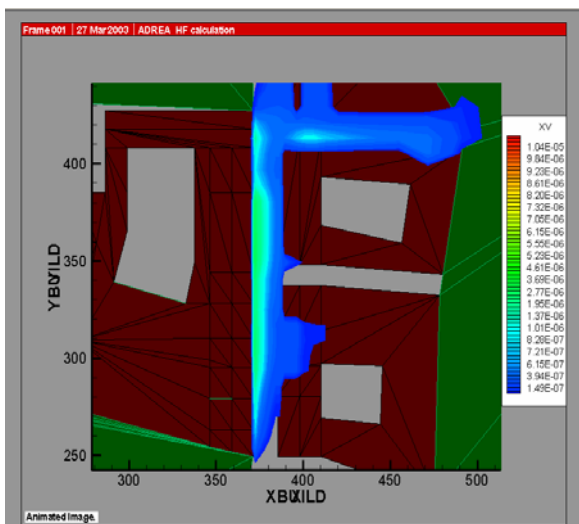


Figura 14. Dispersia CO la 15m deasupra nivelul solului cu vantul din directia SE
 Figura 15. Dispersia CO la 20m deasupra nivelul solului cu vantul din directia SE

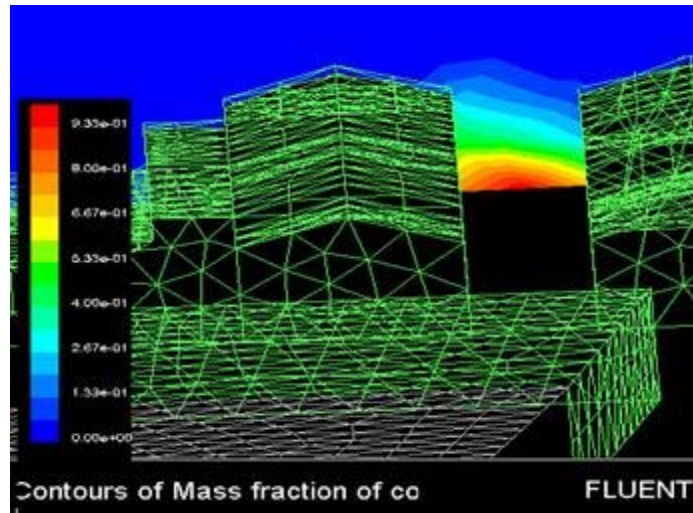


Figura 16. Profilul dispersiei CO in plan vertical (FLUENT)

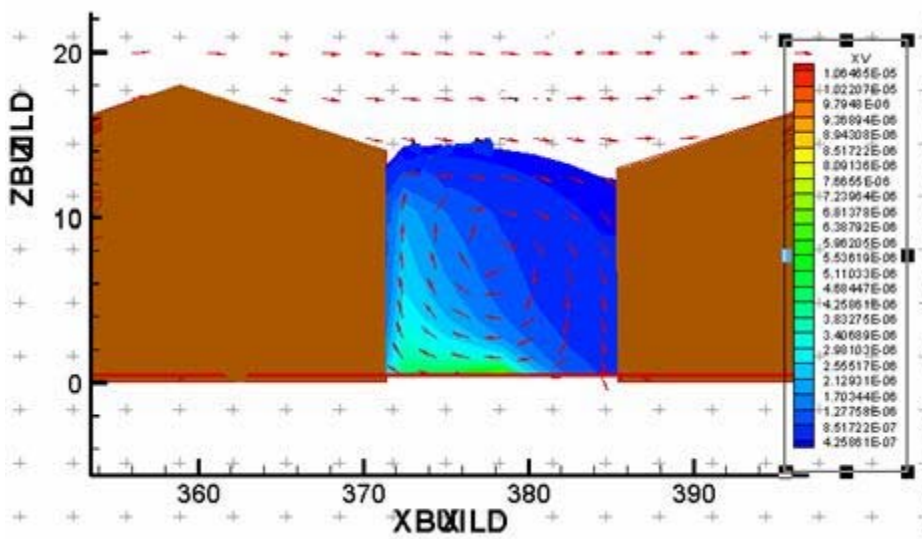


Figura 17. Profilul dispersiei CO, sensul si directia vectorilor viteza ADREA

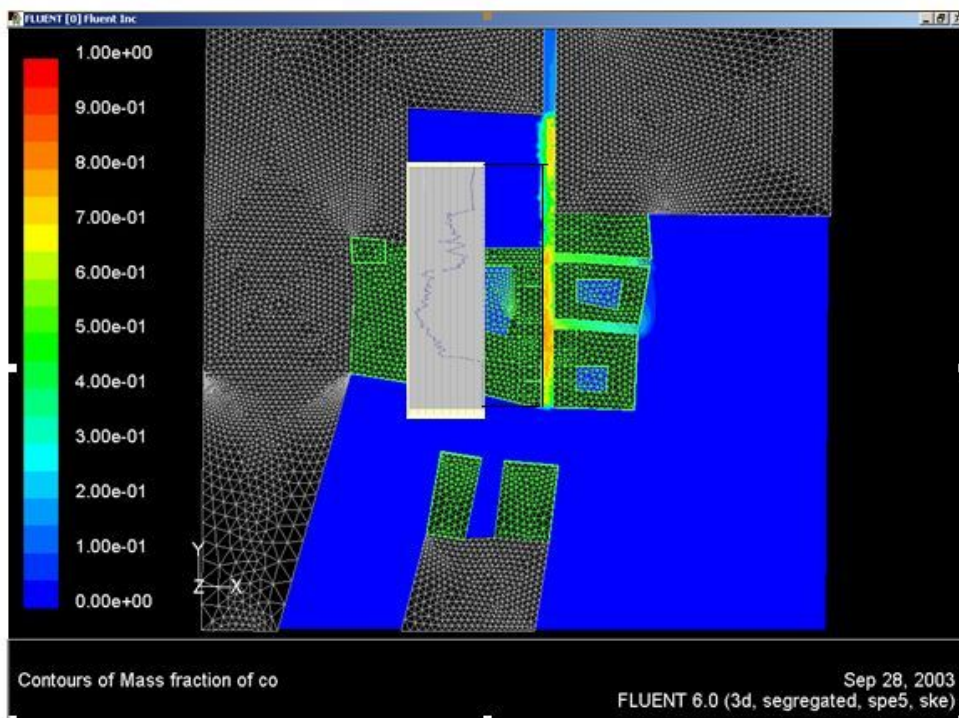


Figura 18. Profilul concentratiei pe toata lungimea strazii de tip canion

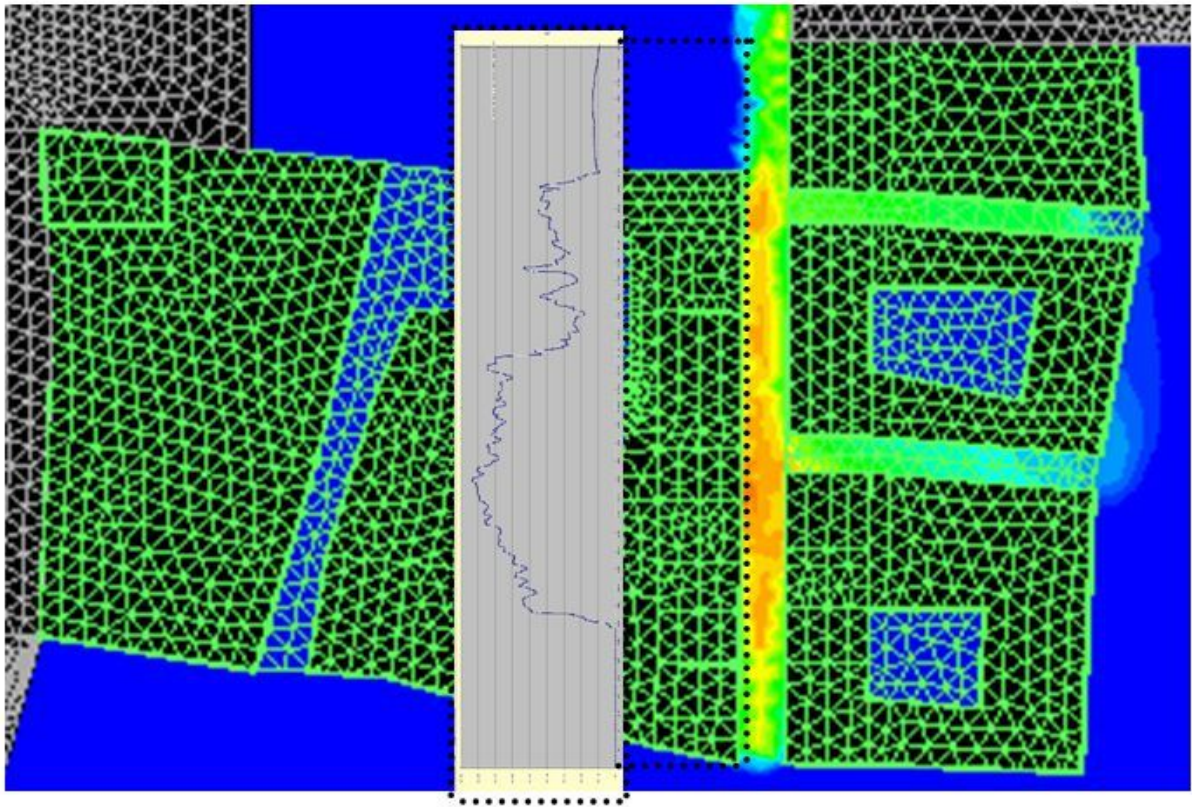


Figura 19: Variatia profilului concentratiilor de CO la 4 m deasupra nivelului strazii rezultata in urma calculului numeric folosind FLUENT 6.1

2.2 Masuratori experimentale

In Iunie 2003, sa desfasurat o concentrata campanie de masuratori avand ca si locatie strada Lucian Blaga din Timisoara. Au fost inregistrate valorile concentratiilor de CO, NO_x, NO₂, NO si SO₂ la intervale de 6 secunde timp de 10 zile, aparatele fiind situate la o inaltime de 4 m deasupra nivelului strazii. Datele meteorologice au fost mediate la 15 minute si au fost inregistrate pe toata perioada campaniei.

Strada Lucian Blaga situata in municipiul Timisoara face parte din complexul istoric al vechiului oras. Strada L. Blaga Are o geometrie alcatuita din cladiri cu arhitectura si dimensiuni relativ identice pe un segment de peste 150 m lungime.

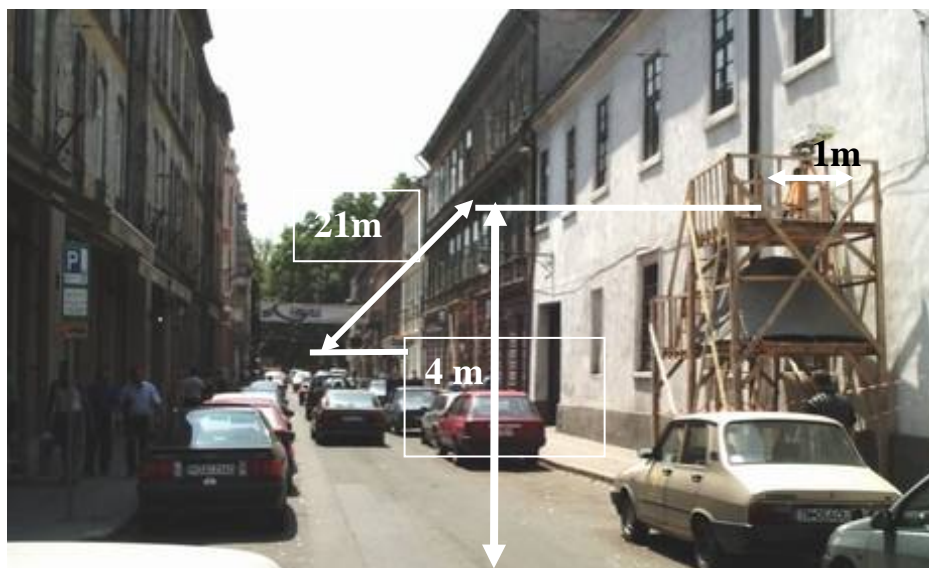


Figura 20: Vedere cu strada L Blaga si cu amplasarea instrumentelor

Masuratorile in interiorul canionului stradal au fost facute de la o inaltime de 4 m de pe doua platforme instalate deasupra trotuarului pietonal (figura 20). Masuratorile au fost facute utilizand atat tehnica moderna (un aparat optic care ofera valoarea medie a concentratiei pe toata distanta dintre emitor si reflector) cat si folosind tehnica clasica cu proba punctiforma.

Raportul dintre inaltime si latime este aproape unitar (1,35) iar inaltimea cladirilor este cuprinsa intre 17 si 21 m.

Rezultate

Figura 21, prezinta variatia mediei concentratiei de CO la interval 1 minut masurata la 4 m inaltime si valoarea rezultata in urma calculului numeric cu FLUENT 6.1.

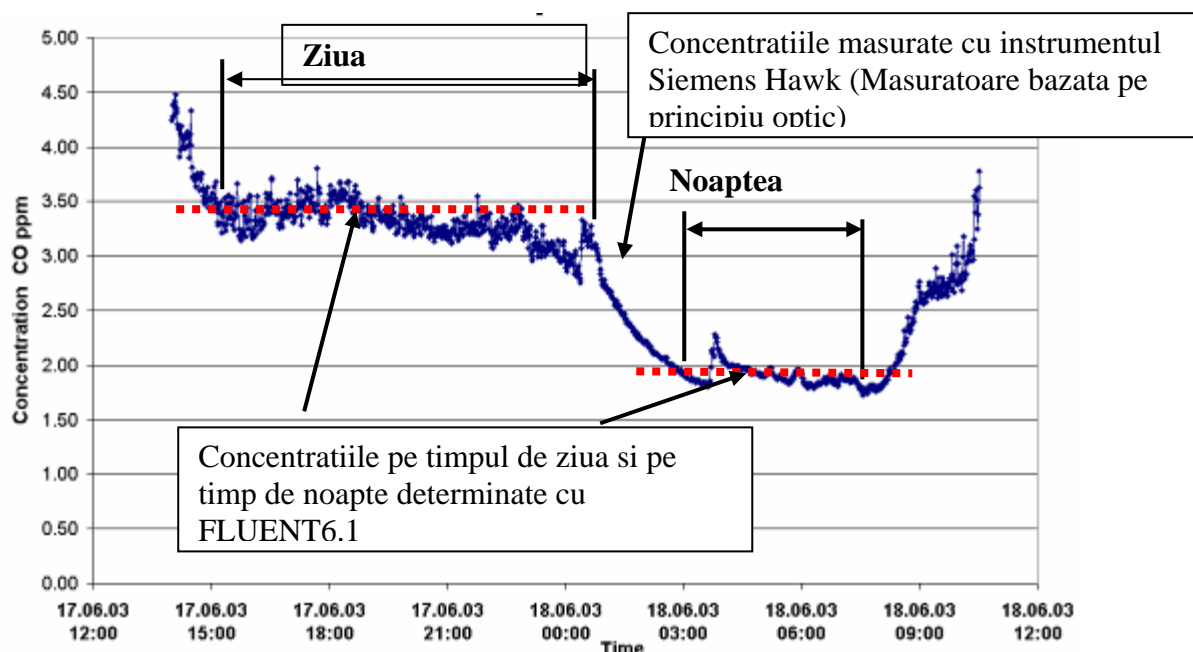


Figura 21: Distributia concentratiilor de CO in 24 ore

3. Concluzii

Lucrarea ofera o viziune asupra posibilitatilor de utilizare a softurilor de tip CFD in scopul monitorizarii si estimarii calitatii aerului in mediul urban. Analiza este realizata pentru diferite tipuri de surse de poluare, pentru diferite rezolutii spatiale si folosind diferite softuri din clasa CFD.

Lucrarea prezinta avantajele si dezavantajele utilizarii softurilor din gama CFD in comparatie cu celelalte instrumente de analiza a calitatii aerului

Din analiza simulariiilor numerice se pot trage urmatoarele concluzii:

- Circulatia curenților de aer este puternic influentata de geometria cladirilor
- Departe de acoperisul cladirilor curentul de aer este stabilizat si urmeaza legile presupuse initial;
- Centrul de recirculare al curenților de aer este in apropierea acoperisului iar intensitatea curenților de aer este mai mare in apropierea zidurilor cladirilor;
- In timpul miscarii de recirculare a aerului concentratia emisa la nivelul strazi de autovehicule este antrenata pe verticala pe partea cu peretele stang al strazii;
- Datele meteorologice influenteaza in mod direct dispersia noxelor motiv pentru care se impune necesitatea unei baze de date meteo care sa fie folosita in modelarea numerica pentru predictia si avertizarea situatiilor meteo in care se pot inregistra concentratii locale periculoase pentru om si mediul inconjurator.
- Orice schimbare in datele meteo produce si o schimbare a dispersiei noxelor cu remarca ca maximul concentratiei se atinge pe partea de unde vine curentul de aer.
- Structura traficului poate fi analizata si organizata in scopul reducerii poluarii locale.
- Se observa o buna corelare intre rezultatele masurate si rezultatele prognozate prin simulare numerica
- Rezultatele obtinute cu cele doua softuri sunt foarte bine corelate atat intre ele cat si cu rezultatele experimentale.

In urma rezultatelor acestei lucrari autoritatile locale pot lua masuri privind gandirea unor solutii alternative pentru fluidizarea sau devierea traficului folosind softurile de simulare numerica.

Diseminarea rezultatelor

- Editarea unui îndrumător de LABORATOR intitulat Masurarea calitatii aerului și dispersia noxelor
Teme experimentale, ISBN 973-625-187-X, la editura Politehnica Timisoara

- Prezentarea rezultatelor în conferința internațională CONAT 2004 19-22 Octombrie Brasov

Bibliografie:

1. Rafailidis S., (1999): Near-Field Geometry Effects on Urban Street Canyon Measurements for Model Validation, International Journal of Environment and Pollution, 8 p.
2. Rafailidis S. (1997): Influence of Building Aerial Density and Roof Shape on the Wind Characteristics above a Town, Boundary-Layer Meteorol. 85, p 255-71.
3. Oke, T.R. (1988): Street Design and Urban Canopy Layer Climate, Energy and Build., Vol. 11, p 103-113.
4. Patankar S. (1980): Numerical Heat Transfer and Fluid Flow, Hemisphere, New York.
5. *** (2002): Guidelines of the FLUENT 5.1 code.
6. *** (2003): TECPLOT licensed code. Guidelines.
7. Bisorca, D., Ionel, I. (2002): Numerical application for dispersion modelling of CO in a canyon street in the Romanian city of Timisoara, South-Eastern Europe Fluent Users Group Meeting, Thessaloniki, CD.
8. Bisorca, D., Ionel, Ioana, Pollutant dispersion in a street canyon, *Proceedings of the workshop Numerical methods in fluid mech and FLUENT application*, Timisoara, mai, 2003, Ed Orizont, Timisoara, ISBN 973638022-X, pp. 265-270.
9. Bisorca, D., Ionel Ioana, Popescu, Fr., Ungureanu, C., Ionel S., Air quality investigation by means of remote sensing, with application to CO thermodynamic measurements in the city of Timisoara, 13-th int conf on thermal eng and thermo-grammetry (THERMO) 18-20 June, 2003, Buda-pest, pp. 274-279, <http://www.dsy.hu/thermo>.
10. Caluianu, S., Cociorva S., Masurarea și controlul poluării atmosferei, Romania, Editura MATRIX ROM, București, 1999.
11. Ionel, Ioana, Bisorca, D., Lelea, D., Air dispersion modelling of the pollutant gas releases in a street canyon of the Timisoara city, *Buletinul științific UPT, seria EE*, pp 48-54.
12. Surse INTERNET
13. Rafailidis S, Schatzmann, M. (1996): Physical Modelling of Car Exhaust Dispersion in Urban Street Canyons -- The Effect of Slanted Roofs, Air Pollution Modelling and its Application XI, (eds) SE Gryning and F Schiermeier, Plenum Press, p 653-4.
14. *** (2002): <http://www.mi.uni-hamburg.de/data/street02/overview.html>

Cofinanțare și sprijin din partea:

Grant CNFIS 37275/5 cu Min Ed Nationale cod 57/R3 "Cercetări prin simulare numerică a poluării mediului datorită surselor staționare și traficului.

Grant CNCSIS tip E, cod 256/2002, "Laborator pentru simulări numerice legate de geneza și dispersia noxelor emise de surse staționare și mobile de poluare".

Grant tip AT CNCSIS 375/2002, 6/2003, "Studiul experimental privind influența traficului asupra calității aerului într-o zonă urbană", Director grant Popescu Francisc.

Grant tip Td CNCSIS 218/2002 6/2003, „Studiul teoretic și experimental privind influența sistemelor individuale de încălzire asupra calității aerului din zone urbane”, Director grant Popescu Francisc.

Grant: Tip TD, Cod CNCSIS 66, Cercetări comparative a metodelor experimentale și de cercetare privind dispersia noxelor, director grant Bisorca Daniel

Grant CNCSIS tip A: Monitorizarea calitatii aerului prin gestionarea surselor de poluare, 2002 -2004 Director, prof. dr. ing. habil Ioana IONEL

Air quality improvements by means of traffic interventions (Îmbunătățirea calitatii aerului prin controlul traficului), Subprogramul COBIL, Parteneri Univ Politehnica Timisoara,/Romania și National Research Centre for Scientific Research DEMOKRITOS, ENERVAC Flutec/Grecia. Aprobat la Ses a

III/a a Comisiei Mixte pt cooperare stiintifica si tehnologica intre Romania si Grecia 3/6 iulie 2000, Anexa III, pozitia 6.

Proiectul European de cercetare ROSE (Remote Optical Sensing Evaluation), 1.08 2001-31.07.2004, coordonator gen. SIRA Lim. Anglia.

Pe aceasta cale multumesc pentru sprijinul acordat pe parcursul derularii acestui proiect urmatoarelor:

Conducerii LABORATORULUI DE COMBUSTIBILI SI INVESTITIILE ECOLOGICE AL FACULTATII DE MECANICA TIMISOARA pentru baza materiala, informationala si experimentala pusa la dispozitie cu generozitate de doamna prof. dr.ing. Ioana IONEL.

PRIMARIEI MUNICIPIULUI TIMISOARA pentru sprijinul acordat prin asigurarea pazii si a alimentarii cu energie electrica a instrumentelor in timpul campaniilor de masuratori.

MINISTERULUI EDUCATIEI NATIONALE – CONSILIULUI NATIONAL AL CERCETARII STIINTIFICE DIN INVATAMANTUL SUPERIOR pentru suportul financiar fara de care desfasurarea acestui proiect ar fi fost imposibila.

Tuturor COLABORATORILOR DIRECTI participanti la acest proiect pentru incheierea in foarte bune conditii a tuturor contractelor de colaborare.