

# Raport științific

## Preambul

Consortiul, format din partenerul roman Universitatea POLITEHNICA din Timișoara (UPT) și respectiv doi parteneri francezi (École Centrale of Lyon - LMFA laboratory - și NUMTECH respectiv), s-a angajat să colaboreze pentru implementarea în comun a cercetării referitoare la elaborarea unui instrument - program de calcul - al calității aerului în zonă urbană, cu aplicație la municipiul Timișoara. Finanțarea este asigurată separat de către UEFISCDI pentru UPT respective ANR pentru partenerii francezi. Prezentul raport este întocmit de UPT cu referire la activitățile derulate pentru primul an de implementare a proiectului.

Planul pentru primul an este redat în graficul Gantt (Tab 1). Practic sunt cuprinse activități din toate pachetele de lucru.

Tabelul 1 Graficul GANTT al activităților de proiect.

WP (pachete de lucru)	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36
WP1 – Management												
WP2 – Pregătiri și inventar surse (cadastru major de mediu)												
WP3 – Model de dispersie												
WP4 – Achiziție de date												
WP5 – Diseminare rezultate												

## Activități implementate

### 1. Pachet WP1 - Management

1. S-a finalizat și semnat documentul de acord de colaborare și transmis în Copie UEFISCS (definitivat în prima lună de proiect în extenso).
2. S-au realizat contractele de muncă pentru toți colaboratorii români (angajați de UPT) în proiect, conform reglementărilor din România (în cursul primei luni). S-au stabilit concret atribuțiile fiecărui membru în echipa interdisciplinară creată și s-au stabilit modul de comunicare, frecvența întâlnirilor, contactele cu colegii din Franța (prin discuții skype cu utilizatori multipli), modul de întocmire a documentelor, de gestionare a orelor de lucru și analiză critică a rezultatelor, verificările de calitate, analiză de risc, etc.
3. S-a organizat *kick off meeting* la Timișoara în luna ianuarie 2012 și s-a realizat un raport și un plan concret de acțiune, anume *\*to do list\**, ce a fost ulterior respectat. Au participat activ reprezentanții oficiali ai partenerilor francezi, dar și aproape toți membrii echipei angajate de UPT pentru implementarea proiectului, fiind atribuite sarcini concrete și nominale (în prima lună de proiect). S-au rediscutat responsabilitățile de lider, pe pachete și obiective. S-a realizat și o vizită de lucru și analiză progres a echipei române la colegii francezi.
4. S-au distribuit în cadrul echipei UPT și sarcinile legate de achiziții, știut fiind faptul că sunt de durată, în pași concreți de la documentare, întocmirea documentației de achiziție, negociere sau licitație, recepție, inventariere și punere în funcțiune-utilizare, spre folosul proiectului. Achizițiile pentru UPT s-au realizat aplicând procedurile legale publice.

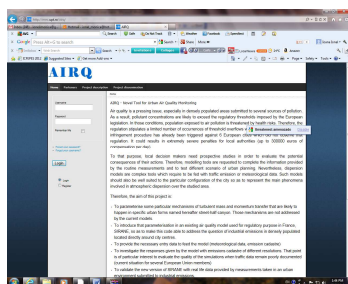


Figura 1: Screenshot pentru pag web activă (elaborată în limba engleză) a proiectului, având capitolele Home- Acasă, Partners-Parteneri, Project description- Descriere proiect, Project dissemination –Diseminare proiect

5. S-a inițializat și completat în timp real pagina principală de web a proiectului: <http://mec.upt.ro/airq/>. Prin secțiunea parolată se pot face și comunicări directe, fie între parteneri (pentru informații nepublice), fie pentru obținerea de

informații și referințe (sau date și rezultate concrete) de către publicul larg interesat. Separat există și o pagină a colegilor francezi (la LMFA laboratory) cu link către pagina principală de proiect (limba engleză) (activitate continuă).

## 2. Pachet WP2 – Pregătiri și inventar surse (cadastru major de mediu)

- 1) UPT a colectat date privind cadastrul principal/major de mediu din Timișoara (lunile 1-12, progresiv). Cadastrul este generat pentru anul 2011 și va continua cu date pentru 2012 (situația de înregistrări și raportări ale emitenților de poluanți se poate concatena doar pentru intervale scurte, de ex. un an în urmă). Sursele de emisii gestionate în cadastru sunt împărțite pe următoarele categorii: (i) Surse superficiale generate de intersecții și aglomerări de trafic, (ii) Surse staționare punctuale majore (industriale), (iii) Surse minore punctuale legate de activități casnice (non industriale), (iii) Surse mobile liniare.
- 2) S-a obținut drept de folosire asupra hărții și datelor GIS ale Timișoarei (în coordonate stereo 70), prin acord cu Primăria Timișoara, căreia îi mulțumim și pe această cale (acord definitiv și recepția datelor în luna mai, acțiunea fiind inițiată din februarie 2012).
- 3) S-au format (adaptat prin prelucrare) fișiere specifice de intrare în modelul SIRANE. Practic se așteaptă de la program să furnizeze în fază finală, specific pentru datele de intrare ale zonei urbane cuprinse de municipiul Timișoara,
- 4) S-a concluzionat că:
  - Se va realiza o primă evaluare a rezultatelor după o rulare a programului adaptat pentru condițiile specifice Timișoarei, la nivel de an 2010 (bazat pe date meteo reale și emisii concrete de cadastru, prin date înțelegând atât valori de mărimi meteo dar și de emisii specifice (prelevate din datele de cadastru cuprinzând valori medii înregistrate, cât și măsurate de echipă prin laboratorul acreditat RENAR ce-l deține UPT ([www.mediu.ro](http://www.mediu.ro)) (perioada de lucru fiind pe parcursul lunilor 3-9).
  - Extrapolarea spre 2013 este necesară. Deși pachetul teoretic se încheie, s-a considerat că extinderea sa este necesară până la finalizarea proiectului, mai ales că prin măsurătorile on line de durată se și speră validarea programului, prin rularea sa cu date reale în timp real (episoade din 2013 și 2014).
  - Poluanții majori luați în considerare sunt: SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub>.
  - Rezoluția utilizată este orară.

Pentru a construi un astfel de inventar, metodologia aleasă este metodologia CORINAIR, aplicată acum pe scară largă în Uniunea Europeană, inclusiv metodologia COPERT pentru sectoarele de drum. Prin utilizarea experienței partenerului nostru NUMTECH din alte proiecte (Casablanca, Dubai, etc), s-a decis ca pentru a asigura și controla calitatea bazei de date și pentru a facilita activitatea echipelor, o atenție specială va fi acordată ipotezelor alese de înregistrare, și dificultăților întâmpinate și soluțiile puse în aplicare pentru a le rezolva. Într-adevăr, calitățile principale ale unui inventar de emisii sunt: (i) Coerența (toate sursele relevante trebuie să fie incluse), (ii) Precizie (pe cât posibil), (iii) Transparența (care permite introducerea de strategii de reducere a emisiilor), (iv) Modularitate (modificarea sau îmbunătățirea fiecărei secțiuni nu are nici o influență asupra altor module), (v) Comparabilitatea (comparabilitate cu inventarul precedent făcute în țară), (vi) Controlul calității.

Abordarea folosită se bazează pe recomandările emise de Agenția Europeană de Mediu (AEM), în ghidul său din 2009 (SEE, 2009). Cu toate acestea, astfel de orientări sunt în principal dedicate pentru a construi un inventar de emisii la nivel continental sau național scara (pe baza unor norme internaționale definite de către Organizația Națiunilor Unite în cadrul convențiilor privind schimbările climatice - IPCC - și transfrontalieră la mare distanță a poluării aerului - LRTAP -). De obicei, acesta este cazul pentru Franța în cadrul OMINEA (Citepa, 2012). Pentru scară regională sau urbană, nu există îndrumări reale pe subiectul ca punct de grupul de lucru privind emisiile de FAIRMODE. Forumul de modelare a calității aerului (FAIRMODE) este o acțiune de răspuns comun al Agenției Europene de Mediu (AEM) și Comisia Europeană Centrul Comun de Cercetare (JRC). Scopul său este de a reuni designeri de calitate a aerului și a utilizatorilor, în scopul de a promova și sprijini utilizarea armonizată a modelelor de către țările membre ale UE, cu accent pe aplicarea lor pentru a Directivei Europene privind calitatea aerului. Concluzia grupului WG2 de FAIRMODE (2010) este apoi "nu există criterii unificate sau proceduri specifice pentru AQ inventar compilație de emisie la scară urbană". Într-adevăr, există modelul de emisie de multe ori metodologia utilizată la scară locală în jurul valorii de lume. De exemplu, se pot găsi o mulțime de modele specifice pentru calcularea emisiilor vehiculului (cum ar fi MOBILE, EMFAC, COPERT, QGEPA sau IVEM, a se vedea Nagpure, BR Gurjar 2012). Cu toate acestea, așa cum sunt identificate de către WG2 FAIRMODE, în Europa, compilarea inventarului de emisii sau estimarea emisiilor se bazează, în general, pe metodologia EMEP / CORINAIR. Pentru inventarul de emisii la scară urbană, orientările principale, care se aplică și în prezenta cercetare sunt bazate pe următoarele considerente:

- "Orice cadastru urban trebuie să includă o estimare a setului complet de sectoare cu emisii relevante în funcție de scopul simulării. Este important să se includă orice sector relevant, înțelegând că unele dintre ele pot fi foarte specifice pentru o anumită regiune (de exemplu, șeminee, cuptoare tradiționale sau sobe, etc.), sau pot fi semnificative, în special corespunzătoare politicii locale. Chiar și pentru anumite sectoare care nu sunt importante a priori (de exemplu, agricultura, surse mobile off-road), o estimare aproximativă sau derivare de la scară largă ar trebui să se acorde cadastrului, pentru a oferi o imagine de ansamblu a emisiilor în domeniul de modelare.

- Inventarul trebuie să includă emisiile precise și detaliate în ceea ce privește sectoarele-cheie în funcție de analiza preliminară. Toate sursele relevante trebuie să fie incluse. Dacă nu este posibil să se includă toate sursele, o referință de acoperire și de limitare a inventar ar trebui să se acorde și justificate.
- Informațiile de emisie trebuie să fie în acord cu cerințele specifice ale sistemului de modelare, acordând o atenție specială parametrilor critici. Informațiile de intrare pot fi la fel de limitative ca și formularea modelului. În cazul unei incertitudini rezultate pot deveni inacceptabile, astfel fiind oportun să se re-evalueze avantajul sistemului de modelare. Un model simplu, folosind informații specifice și controlate, poate avea ca rezultat o mai bună apropiere de realitate, în acest caz."

Conform clasificării din CORINAIR (SNAP 97 - Selected Nomenclature for air pollutants) dezvoltat de CE s-au descris circa 450 de coduri, vizând în principal activități legate de arderea combustibililor fosili, industrie non energetică, manufacturală, de proces, industria extractivă, chimică, transportul rutier și feroviar, stații de tratare a apei, alte surse, inclusiv de reținere a poluanților.

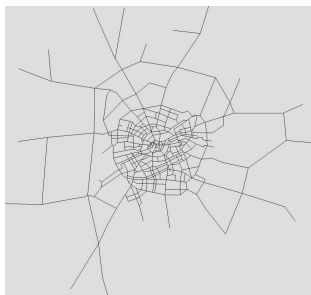
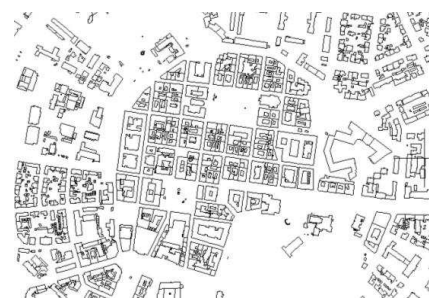


Figura 2: Coordonate și profil de clădiri reținute în format GIS necesare pentru prelucrarea intersecțiilor deschise și străzilor de tip canion, așa cum sunt necesare în modulul specific al programului adaptat la condițiile Timișoarei.



Figura 3: Detaliu și zonă mărită de detaliu din harta GIS a Timișoarei, prelucrată pentru proiect, pentru a se constitui date de intrare în programul ce urmează a fi elaborat și validat.



Colectarea de date este în continuare în atenția noastră. Se bazează pe măsurători in situ cu laboratorul acreditat RENAR ce-l deținem și pentru a cărei reacreditare trebuie să ne îngrijim simultan, pentru a avea certitudinea unor date valide la nivel European. Prin colaborarea cu colegii din Franța se va deschide oportunitatea mării vizibilității rezultatelor concrete ale cercetării rezultate de acest pachet.

### 3. Pachet WP3 - Model de dispersie

Parcurgând fluxul internațional al cunoașterii, rezultă că orice curgere de-a lungul unui obstacol generează efecte de turbulență, cu consecințe asupra (i) curgerii, (ii) modificarea/creșterea vitezei pe direcție perpendiculară curgerii (Huber et al., 1980, Huber et Snyder 1982, Li et Meroney, 1983a, 1983b). Prin cumularea acestor două efecte rezultă pe de o parte intensificarea turbulenței, deci o mai bună dispersie (adică scăderi de concentrații de anumite specii), pe de altă parte zonele de recirculare pot genera creșteri de concentrații (Figura 4).

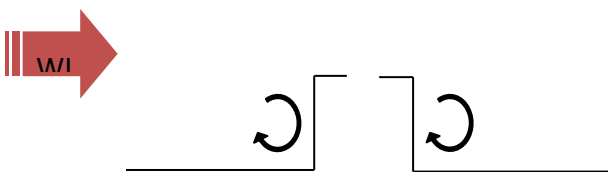


Figura 4: Structura turbulenței în vecinătatea obstacolelor.

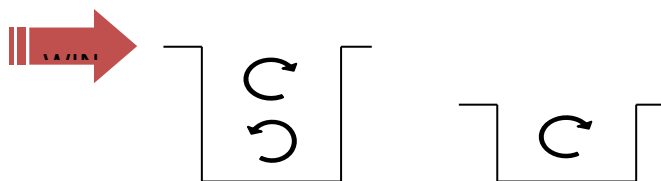


Figura 5: Structuri de turbulență în străzi de tip canion, funcție de raporturile dimensionale.

În zone urbane, caracterizate de densități mari de clădiri, se generează și curgeri secundare, prin lungul străzilor. Particularitățile (experimentale și rezultate specifice) sunt prezentate de Ca et al. (1995), Berkowicz et al. (1997), Soulhac et al. (2008), Salizzoni et al. (2009). Toate aceste observații determină prin interacțiune curgeri dezvoltate ca în Fig. 5 și 6. Și alte modele cunoscute se bazează pe ipoteze asemănătoare (SIRANE, ADMS-URBAN). Astfel de ipoteze sunt uzitate deoarece corespund exigențelor, atât din punct de vedere al rezoluției spațiale (zeci de m), cât și a mărimii domeniului considerat. Multe detalii ale clădirilor pot fi neglijate, cu rezultate benefice asupra volumului de date de intrare, dar și fără a afecta calitatea și veridicitatea rezultatului (apropierea de realitate). Figura 7 dovedește acest aspect.



Figura 6: a) Stradă deschisă b) Stradă de tip canion (reprezentări prin SIRANE).

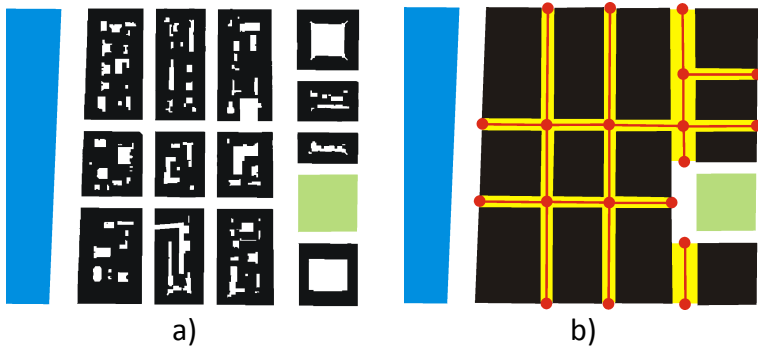


Figura 7: a) Vedere de sus a centrului oraşului, b) rezultat modelat cu SIRANE.

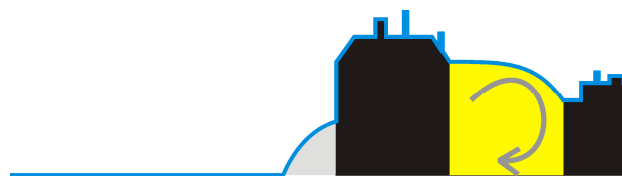


Figura 8 :Stradă asimetrică cu construcții de o singură parte.

S-au folosit rezultatele oferite din cercetările comune ale Geographical data bases (ca de ex. BD-TOPO de la Institutul Francez de Geografie) combinat cu date GIS și module specifice dezvoltate de LMFA. Drept consecință apare posibilă introducerea unei variabile de porozitate care descrie zona stradală, de la un cap la altul.

Dezvoltarea unor astfel de modele impune legi parametrice pentru viteza de curgere principală, precum și pentru schimbul turbulent, cu stratul de suprafață pe bază de: (1) variabile disponibile care să descrie geometria strădă, (2) Posibile fluxuri secundare între clădiri, (3) Situații combinate (de obicei pătrate mari situate în mijlocul zonei urbane dense, în cazul în care fluxul de aer este furnizat de străzi de tip canion). Astfel de legi matematice pot fi derivate din studii parametrice bazate pe următoarele variabile: (i) HD, Hg: adică înălțimea străzii pe partea dreaptă (respectiv stânga) a străzii, (ii) Pd, Pg: Porozitatea pe partea dreaptă (respectiv stânga) a străzii.

### Îmbunătățiri propuse pentru SIRANE

SIRANE este un software operațional de modelare a calității aerului în zone urbane, bazat atât pe considerente din teoria gaussiană de dispersie, precum și pe cea a canopliei generate de curgere turbulentă, în zone urbane. Următoarele familii de ecuații sunt utilizate: (1) Relații dintre viteza de curgere într-o stradă dată ( $U_{rue}$ ) și viteza vântului în stratul atmosferic planetar, funcție de orientarea în spațiu a locației, (2) Relații ce simulează schimbul de turbulență la interfața dintre stradă și atmosferă, printr-o viteză verticală  $W_{tur}$ . Parametrii necesari studiului se referă la înălțimea medie H și lățimea W a străzii, respectiv date meteorologice complexe. Se propune modificarea modulului de generare a meshurilor stradale, generând o dependență mai apropiată de realitate (cu validare ulterioară). În Figurile 9-12 se prezintă în mod idealizat clădirile (paralelipede) prin modelul propus, caracterizate geometric de :

$$L_b = W_b \quad H_b = W_b / 5$$

unde  $L_b$ ,  $W_b$  și  $H_b$  sunt lungimea, lățimea și înălțimea blocului analizat. Referința este calculată pentru: .

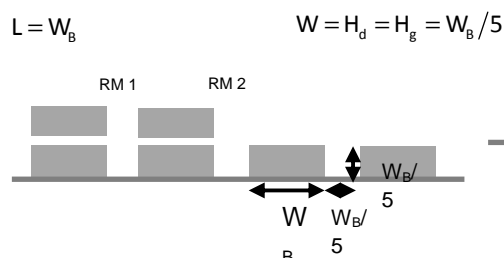


Figura 9 : Canion adânc RM1 și stradă asimetrică RM2.

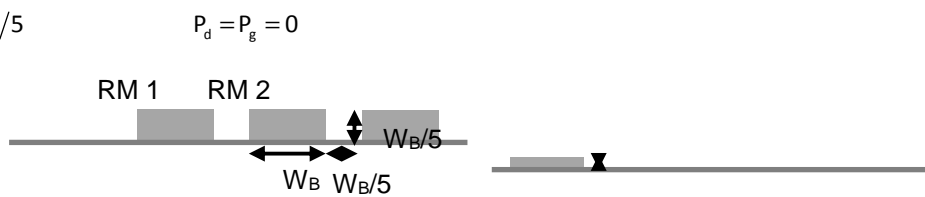


Figura 10 : Configurație asimetrică RM1.

Figura 11 : Configurație deschisă asimetrică.

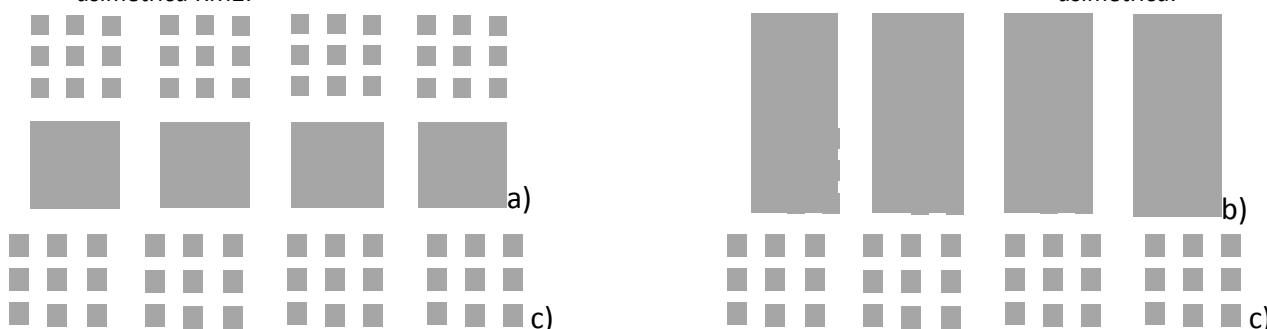


Figura 12: Studiu al efectului generat de porozitate în străzii de tip canion.

## 4. Pachet WP4 - Achiziție de date

Pachetul a fost inițiat în ultimele luni ale anului întâi. Astfel s-au pregătit fișierele de intrare cu date meteo : viteză și direcție vânt, intensitatea radiației solare, valoarea umidității și/sau a cantității de ploaie, temperatura și presiunea aerului. Suplimentar s-au inventarizat și localizat date legate de topografia specifică zonei analizate, precum locații poziționate în coordonate pe harta GIS, topografie, direcții/coridoare specifice, înălțimi, forme ale clădirilor, etc. Pachetul va fi și în continuare dezvoltat.

## 5. Pachet WP5 - Diseminare rezultate

### 5.1 Prezentarea proiectului la diverse manifestări naționale sau internaționale (imagini în pagina web a proiectului)

- Ștand de specialitate la expoziția internațională ENREG12 , Arad, 25-27 aprilie 2012, România
- Workshop transfrontalier România Ungaria pe teme de calitatea aerului, Szeged, 26.06.2012, Ungaria
- International fair of inventions and ideas Yena, Nürnberg, 31.10- 4.11.2012, Germania.
- International Conference - LIDAR Systems and Applications, 05 Decembrie, 2012, Măgurele, România.

### 5.2 Articole publicate sau în curs de publicare (Detalii la cerere)

1. Analysis of optical properties of aerosols by means of photometry- Delia CĂLINOIU, Ioana IONEL, Gavrilă TRIF-TORDAI, trimis la JOAM Rapid communication
2. Research Regarding Aerosol Properties of the Grimsvötn Ash by Applying Sun Photometry - DELIA CALINOIU, IOANA IONEL, GAVRILA TRIF-TORDAI, revista de chimie, ISSN: 0034-7752, vol. 63, no.8, august 2012, p 846-850.
3. Research concerning emissions monitoring by means of UV cameras, GH. C. NISULESCU, I. IONEL, F. POPESCU, OPTOELECTRONICS AND ADVANCED MATERIALS – RAPID COMMUNICATIONS Vol. 6, No. 9-10, September - October 2012, p. 935 - 940.

## Concluzii

Proiectul AIRQ este un proiect bilateral România Franța bazat pe un consorțiu format din 3 parteneri implicați în domeniul modelării și măsurătorilor de calitate a aerului atmosferic: LMFA, Franța, Numtech, Franța, și UPT, România. Proiectul abordează problema studiului poluării atmosferice urbane, prin simulare numerică pe o variantă superioară nou a programului SIRANE. Instrumentul numeric complet va fi testat și aplicat pe zonă urbană din Timișoara, România. Acest lucru necesită actualizarea a două module, unul pentru datele fizice "în stradă" ce vizează viteza de curgere,  $U_{rue}$ , și unul pentru schimbările turbulente,  $W_{tur}$ . O examinare aprofundată a modelelor pentru variabila ca  $U_{rue}$  și  $W_{tur}$  a condus la concluzia că sunt necesare investigații suplimentare parametrice. În acest scop, simulări numerice și măsurători experimentale vor fi efectuate de-a lungul configurațiilor menționate. Datele operaționale din zona urbană specifică Timișoarei sunt, de asemenea, necesare pentru a rula software-ul dezvoltat), atât în faza de validare cât și pentru simulări de calitate. Pentru acest scop, datele necesare au început să fie colectate și adaptate în funcție de metodologiile folosite în toată Europa. O trecere în revistă a metodelor disponibile a fost, de asemenea, realizată în acest scop.

Întregul parcurs al proiectului de până acum și-a atins țintele, activitățile sunt în grafic și implementarea poate continua în următorii doi ani, cu succesul scontat.

## Bibliografie

- Berkowicz, R., Hertel, O., Larsen, S.E., Sorensen, N.N., Nielsen, M., 1997. Modelling traffic pollution in streets canyon; National Environmental Research Institute.
- Bentham, T., Britter, R.E., 2003. Spatially averaged flow within obstacle arrays. Atmos. Env., 37, 2037-2043.
- Britter, R.E., Hanna, S.R., 2003. Flow and dispersion in urban areas. Ann. Rev. Fluids Mech., 35, 469-496.
- Ca, V.T., Asaeda, T., Armfield, S., 1995. Characteristics of wind field in a street canyon. Jour. Of Wind Eng. And Indus. Aerod., 57, 1, 63-80
- Castro, I.P., Robins, A.G., 1977. The flow around a surface-mounted cube in uniform and turbulent streams. J.F.M., 79, 307-335.
- Castro, I.P., Apsley, D.D., 1997. Flow and dispersion over topography, a comparison between numerical and laboratory data for two-dimensional flows. Atmos. Env., 31, 839-850.
- CITEPA, OMINEA, 2012. National inventories of air emission in France : organisation and methodology, 9th edition, February 2012, <http://www.citepa.org/fr/inventaires-etudes-et-formations/inventaires-des-emissions/methodologie-des-inventaires-ominea>.

EMEP/EEA, 2009. Air pollutant emission inventory guidebook 2009, EEA Technical report No 9/2009, 19 June 2009. <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009>.

FAIRMODE, 2010. Working Group 2 on Quality assurance of models in relation to the Air Quality Directive (AQD). Urban emission and projections (subgroup 3), Technical report, October 2010. <http://fairmode.ew.eea.europa.eu/>.

Hall, T.C., Britter, R.E., Norford, L.K., 2012. Predicting velocities and turbulent momentum exchange in isolated street canyons. *Atmos. Env.*, 59, 75-85.

Huber, A.H., Snyder, W.H., Lawson Jr, R.E., 1980. The effects of a squat building on short stack effluents – a wind tunnel study. US EPA Report EPA-600/4-80-055.

Huber, A.H., Snyder, W.H., 1982. Wind tunnel investigations of effects of rectangular-shaped building on dispersion of effluent from short adjacent stacks. *Atm. Env.*, 16 (n°12), 2837-2848

Ionel, I., F. Popescu, F., 2009. Data acquisition system in a mobile air quality monitoring station. SACI 2009, 5<sup>th</sup> International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics, 2009, p. 547–552.

Li, W., Meroney, R.N., 1983a. Gas dispersion near a cubical model building. Part I: Mean concentration measurements. *J. Wind Eng. Indus. Aerodyn.*, 12, 15-33

Li, W., Meroney, R.N., 1983b. Gas dispersion near a cubical model building. Part II: Fluctuation concentration measurements. *J. Wind Eng. Indus. Aerodyn.*, 12, 35-47

Nagpure, A.S., Gurjar, B.R., 2012. Development and evaluation of Vehicular Air Pollution Inventory Model. *Atmospheric Environment*, doi: 10.1016/j.atmosenv.2012.04.044.

Popescu, F., Ionel, I., Ungureanu, C., 2009. Ambient Air Quality Measurements in Timisoara. Current Situation and Perspectives, *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 10, 1, 1–13.

Robins, A.G., Castro, I.P., 1977a. A wind-tunnel investigation of plume dispersion in the vicinity of a surface mounted cube-I. The flow field. *Atmos. Env.*, 11, 291-297

Robins, A.G., Castro, I.P., 1977b. A wind-tunnel investigation of plume dispersion in the vicinity of a surface mounted cube-II. The concentration field. *Atmos. Env.*, 11, 299-311

Robins A.G., Castro, I.P., 1988. A wind tunnel study of plume dispersion in a vicinity of a surface-mounted cube. *Atmos. Env.*, 11, 291-311.

Salizzoni, P., Soulhac, L., Mejean, P. 2009. Street canyon ventilation and atmospheric turbulence, *Atmospheric Environment* 43, 5056–5067.

Sini, J.-F., Anquentin, S., Mestayer, P., 1996. Pollutant dispersion and thermal effects in urban street canyons. *Atmos. Env.* 30 (15), 2659–2677.

Snyder, W.H., 1981. Guideline for fluid modelling of atmospheric diffusion. Fluid Modelling Rept N° 10. EPA-600/8-81-009. Sci. Res. Lab., Research Triangle Park, NC, U.S.A., April 1981.

Soulhac, L., Perkins, R.J., Salizzoni, P., 2008. Flow in a street canyon for any external wind direction, *Boundary-Layer Meteorology* 126, pp. 365–388

Soulhac, L., Garbero, V., Salizzoni, P., Mejean, P., Perkins, R., 2009. Flow and dispersion in street intersections, *Atmospheric Environment* 43, pp. 2981–2996.

Soulhac, L., Salizzoni, P., Cierco, F.-X., Perkins, R.J. 2011. The model SIRANE for atmospheric urban pollutant dispersion; part I: presentation of the model. *Atmos. Env.*, 45 (39), 7379-7395.

Soulhac, L., Salizzoni, P., Méjean P., Didier, D., Rios, I., 2012. The model SIRANE for atmospheric urban pollutant dispersion; part II: validation of the model on a real case study. *Atmos. Env.*, 49, 320-337.

Thompson, R.S., 1993. Building amplification factors for sources near buildings: a wind tunnel study. *Atmos. Env.*, 27A, 2313-2325.

Tominaga, Y., Mochida, A., Yoshie, R., Kataoka, H., Nozu, T., Yoshikawa, M., Shirasawa, T., 2008. AIJ guidelines for practical applications of CFD to pedestrian wind environment around buildings. *J. Wind Eng. Ind. Aerodyn.*, 96, 1749-1761.

Tominaga, Y., Stathopoulos, T., 2010. Numerical Simulation of dispersion around an isolated cubic building : Model evaluation of RANS and LES. *Building and Environment*, 45, 2231-2239.

Varga, L. A., M. Apascaritei, I. Ionel, F. Popescu, 2010. Contribution to Air Quality Monitoring in the Eastern Part of Timisoara City. *Metalurgia International*, 15, 6, 40 – 45.

Vendel, F., Lamaison, G., Soulhac, L., Donnat, L., Duclaux, O., Puel, C., 2010. A new operational modelling approach for atmospheric dispersion in industrial complex areas. Proceedings of the 13<sup>th</sup> international conference on harmonisation within atmospheric dispersion modelling for regulatory purposes, 1-4 june 2010, Paris, France. Contribution H13-123, 266-270.

Vetres̃, I., I. Ionel, F. Popescu, D. Nicolae, C. Talianu, L. Dungan, 2010a. LIDAR system implementation and development for novel romanian systems. *Optoelectronics and Advanced Materials – Rapid Communications*, 4, 8, 1074–1077.

Vetres̃ I., I. Ionel, F. Popescu, N. Lontis̃, 2010b. Air pollution analysis in western Romania and the necessity of complementary vertical resolved LIDAR observation. *Optoelectronics and Advanced Materials – Rapid Communications*, 4, 8, 1256–1260.

Xie, Z., Castro, I.P., 2009. Large-Eddy simulation for flow and dispersion in urban streets. *Atmos. Env.* 43, 2174-2185.

Director proiect,

Prof. univ. dr. ing. habil Ioana IONEL