

STUDIU TEORETIC ȘI EXPERIMENTAL PRIVIND CALITATEA AERULUI ÎN ZONE AEROPORTUARE

Teză destinată obținerii
titlului științific de doctor inginer
la
Universitatea "Politehnica" din Timișoara
în domeniul Inginerie Mecanică
de către

ing. Gabriel Apostol

Conducător științific:	prof.univ.dr.ing.habil Ioana Ionel
Referenți științifici:	prof.dr. habil László Makra prof.univ.dr.ing. Tănase Panait conf.univ.dr.ing. Dorin Lelea

Ziua susținerii tezei: 09.07.2010

Seriile Teze de doctorat ale UPT sunt:

- | | |
|------------------------|---|
| 1. Automatică | 7. Inginerie Electronică și Telecomunicații |
| 2. Chimie | 8. Inginerie Industrială |
| 3. Energetică | 9. Inginerie Mecanică |
| 4. Ingineria Chimică | 10. Știința Calculatoarelor |
| 5. Inginerie Civilă | 11. Știința și Ingineria Materialelor |
| 6. Inginerie Electrică | |

Universitatea „Politehnica” din Timișoara a inițiat seriile de mai sus în scopul diseminării expertizei, cunoștințelor și rezultatelor cercetărilor întreprinse în cadrul școlii doctorale a universității. Seriile conțin, potrivit H.B.Ex.S Nr. 14 / 14.07.2006, tezele de doctorat susținute în universitate începând cu 1 octombrie 2006.

Copyright © Editura Politehnica – Timișoara, 2006

Această publicație este supusă prevederilor legii dreptului de autor. Multiplicarea acestei publicații, în mod integral sau în parte, traducerea, tipărirea, reutilizarea ilustrațiilor, expunerea, radiodifuzarea, reproducerea pe microfilme sau în orice altă formă este permisă numai cu respectarea prevederilor Legii române a dreptului de autor în vigoare și permisiunea pentru utilizare obținută în scris din partea Universității „Politehnica” din Timișoara. Toate încălcările acestor drepturi vor fi penalizate potrivit Legii române a drepturilor de autor.

România, 300159 Timișoara, Bd. Republicii 9,
tel. 0256 403823, fax. 0256 403221
e-mail: editura@edipol.upt.ro

Cuvânt înainte

Teza de doctorat a fost elaborată în cadrul Catedrei de Termotehnică, Mașini Termice și Autovehicule Rutiere (TMTAR) a Universității „Politehnica” din Timișoara, Departamentul de Mașini Mecanice, Utilaje și Transporturi, în perioada octombrie 2007 – iulie 2010. Activitatea experimentală s-a desfășurat în cadrul Laboratorului de Analize de Combustibili și Investigații Ecologice.

Lucrarea, fiind un model efektiv de cum se poate întreprinde o analiză completă, grefată pe o metodologie legislativ conturată în domeniul protecției și calității aerului, este necesară nu numai grupului țintă de specialiști în domeniu, dar poate furniza tuturor celor interesați concluzii interesante.

Tematica tezei acoperă o breșă existentă în domeniul științelor ingineresti de cercetare aplicativă asupra calității aerului în domeniul aeroportuar. Măsurătorile dar și aplicațiile de simulare numerică sunt încă la început de drum, deși legislativ, în România ar trebui ca astfel de cercetări complexe să fie mult mai avansate și cu aplicații numeroase.

Lucrarea prezintă un studiu original privind detectarea și monitorizarea emisiilor din mediu cu aplicație directă pe un aeroport reprezentativ din România.

De foarte multe ori, rezultatele obținute și prezentate în cadrul unei teze de doctorat nu ilustrează decât în mică măsură efortul științific, tehnic, activitatea și strădania depusă de autor pentru a obține finalizarea ei. Am speranța că efortul pe care l-am depus va fi apreciat de distinsa comunitate academică și își va găsi utilitate în practica cotidiană și continuitate pentru viitor.

Mulțumiri deosebite se cuvin doamnei Prof. dr. ing. habil Ioana IONEL, care, în calitate de conducător de doctorat m-a sprijinit cu generozitate și profesionalism, pentru coordonarea competentă și îndrumarea deosebită, fiindu-mi un model și sprijin științific.

De asemenea, menționez cu recunoștință numele celor trei referenți științifici, domnul Dr. László Makra PhD. habil, Assoc. Profesor, Universitatea din Szeged, Prof. dr. ing. Tănase Panait, Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați și Conf.dr.ing. Dorin Lelea, Universitatea “Politehnica” din Timișoara. Domniile lor mi-au revizuit lucrarea cu atenție, în baza experienței recunoscute și mi-au oferit șansa de a o perfecționa. Le rămân profund recunoscător.

Curajul abordării unei teme noi, devotamentul față de activitatea de cercetare și puterea de a o finaliza mi-au fost susținute și inspirate de atmosfera din catedră (Termotehnică, Mașini Termice și Autovehicule Rutiere) și de cadrele didactice, sub a căror îndrumare m-am format și am reușit să ating un nivel profesional competent, care să susțină finalizarea tezei. Pe această cale îmi exprim recunoștința și îi asigur că îi voi sprijini la nevoie.

Nu în ultimul rând, recunoștința mea se îndreaptă spre familie și prietenii mei ce mi-au oferit dragoste, înțelegere și suport de-a lungul perioadei de formare și realizare a tezei.

Timișoara, iulie 2010

ing. Gabriel Apostol

APOSTOL, Gabriel

Studiu teoretic și experimental privind calitatea aerului în zone aeroportuare

Teze de doctorat ale UPT, Seria 9, Nr. 75, Editura Politehnica, 2010, 205 pagini, 77 figuri, 17 tabele.

ISSN:1842-4937

ISBN :978-606-554-115-3

Cuvinte cheie:

Calitatea aerului, Activități aeroportuare, Monoxidul de carbon, Efectele emisiilor, Laboratorul de monitorizare a calității aerului, Măsurarea concentrațiilor poluanților din zonele aeroportuare.

Rezumat,

În lucrare se urmărește ca prim obiectiv punerea în evidență a nivelului actual de poluare a atmosferei, în zone aeroportuare și a principalelor surse de poluare. Un al doilea obiectiv îl constituie prezentarea rezultatelor experimentale obținute cu ocazia monitorizării calității aerului pe un aeroport din țară.

Lucrarea, fiind un model efektiv de cum se poate întreprinde o analiză completă, grefată pe o metodologie legislativ conturată în domeniul protecției și calității aerului, este necesară nu numai grupului țintă de specialiști în domeniu, dar poate furniza tuturor celor interesați concluzii interesante.

Tematica tezei acoperă o breșă existentă în domeniul științelor inginerești de cercetare aplicativă asupra calității aerului în domeniul aeroportuar. Experimentările dar și aplicațiile de simulare numerică sunt încă la început de drum, deși legislativ, în România ar trebui ca astfel de cercetări complexe să fie mult mai avansate și cu aplicații numeroase. Sunt descrise efectele principalelor noxe și gaze cu efect de seră emise în zone aeroportuare.

Originalitatea este conturată prin metodele experimentale complexe folosite, prin analizele prin simulare numerică a situațiilor, prin studiul corelativ al rezultatelor comparative și prin exemplificarea cu date și reprezentări grafice, dar mai ales prin monitorizarea principalilor poluanți gazoși în aer, in-situ, pentru prima oară în România.

Valoarea autentică a lucrării este legată de dezvoltarea unei metodologii de monitorizare a calității aerului în zone aeroportuare, fără a avea în spate un model clar de urmat în afară de indicațiile legislative și documentarea din literatura de specialitate internațională.

Cercetarea se evidențiază prin volumul mare de date și abordarea interdisciplinară pentru rezolvarea problemelor.

CUPRINS

CUPRINS	5
NOTAȚII	8
LISTA FIGURILOR	9
LISTA TABELELOR	11
INDEX	12
1. ADAPTARE ȘI ATENUARE – DOUĂ PRINCIPII COMPLEMENTARE ÎN PROBLEMATICA DE MEDIU ÎN CONTEXT GLOBAL	13
1.1. MOTIVE DE PREOCUPARE LA NIVEL MONDIAL	14
1.2. EFECTELE SCHIMBĂRILOR CLIMATICE ÎN EUROPA	14
1.3. EUROPA TREBUIE SĂ SE ADAPTEZE – PROVOCĂRI PENTRU SOCIETATEA EUROPEANĂ ȘI POLITICA PUBLICĂ EUROPEANĂ	19
1.4. ORIENTAREA ACȚIUNILOR UNIUNII - OPȚIUNI PRIORITARE ALE UNEI ABORDĂRI FLEXIBILE BAZATE PE PATRU PILONI.....	22
1.4.1. <i>Primul pilon: o acțiune imediată la nivel european</i>	22
1.4.2. <i>Al doilea pilon: integrarea adaptării în acțiunile externe ale Uniunii Europene</i>	25
1.4.3. <i>Al treilea pilon: reducerea incertitudinii prin extinderea bazei de cunoștințe datorită cercetării integrate privind climatul</i>	26
1.4.4. <i>Al patrulea pilon: implicarea societății, a întreprinderilor și a sectorului public european în elaborarea unor strategii de adaptare coordonate și globale</i>	27
1.5. PLAN DE ACȚIUNE PENTRU CAPACITATEA, EFICACITATEA ȘI SIGURANȚA AEROPORTURILOR DIN EUROPA	28
1.5.1. <i>„Deficitul capacităților aeroportuare ”</i>	29
1.5.2. <i>Viziune strategică</i>	29
1.6. FOLOSIREA CAPACITĂȚII EXISTENTE A AEROPORTURILOR	30
1.6.1. <i>Sloturi de aeroport și planificări de zboruri</i>	31
1.6.2. <i>Promovarea comodalității mijloacelor de transport</i>	31
1.6.3. <i>Intermodalitate transport aerian-transport feroviar</i>	32
1.7. NOUA INFRASTRUCTURĂ AEROPORTUARĂ	32
1.7.1. <i>Îmbunătățirea capacității de mediu a aeroporturilor (zgomot)</i>	32
1.7.2. <i>Dezvoltarea și punerea în aplicare a noilor tehnologii</i>	33
1.8. CONTRIBUȚIA ACTIVITĂȚILOR AEROPORTUARE.....	34
1.9. MODELE DE DISPERSIE	35
1.10. LEGISLAȚIE DE MEDIU ÎN DOMENIUL AEROPORTUAR	36
2. STADIUL ACTUAL PE DIFERITE AEROPORTURI	38
2.1. STADIUL ACTUAL PENTRU AEROPORTUL DIN TIMIȘOARA	38
2.1.1. <i>Zgomotul pe Aeroportul din Timișoara</i>	38
2.1.2. <i>Zgomotul la nivelul solului</i>	39
2.1.3. <i>Hărți strategice de zgomot în zona aeroportului</i>	40

2.1.4.	<i>Reducerea zgomotului de sol pe aeroport</i>	42
2.2.	AEROPORTUL „KASTRUP” DIN COPENHAGA.....	43
2.2.1.	<i>Impactul aeroportului din Copenhaga asupra mediului</i>	43
2.2.2.	<i>Zgomotul provenit de la traficul aerian pe aeroportul din Copenhaga</i> ..	45
2.2.3.	<i>Calitatea aerului pe aeroportul din Copenhaga</i>	48
2.2.4.	<i>Impactul asupra climatului pe aeroportul din Copenhaga</i>	49
2.3.	AEROPORTUL DIN MELBOURNE.....	51
2.3.1.	<i>Managementul aeroportului din Melbourne și legislația de mediu</i>	54
2.3.2.	<i>Politica de mediu specifică pentru aeroportul din Melbourne</i>	54
2.3.3.	<i>Calitatea aerului pe aeroportul din Melbourne</i>	58
2.4.	AEROPORTUL „ELEFTHERIOS VENIZELOS” DIN ATENA	60
2.4.1.	<i>Zgomotul provenit de la traficul aerian pe aeroportul din Atena</i>	61
2.4.2.	<i>Calitatea aerului pe aeroportul din Atena</i>	63
2.4.3.	<i>Impactul activității aeroportuare asupra mediului</i>	64
3.	MANAGEMENTUL ACTIVITĂȚII PE AEROPORTUL INTERNAȚIONAL	
	“TRAIAN VUIA” TIMIȘOARA	67
3.1.	SCURT ISTORIC AL AEROPORTULUI DIN TIMIȘOARA.....	67
3.2.	CADRUL LEGAL DE FUNCȚIONARE AL AEROPORTULUI DIN TIMIȘOARA	68
3.3.	AEROPORTUL DIN TIMIȘOARA ÎN MOMENTUL ACTUAL	69
3.4.	PROGRAMUL STRATEGIC DE DEZVOLTARE AL „AEROPORTULUI INTERNAȚIONAL	
	TIMIȘOARA – TRAIAN VUIA”	75
3.4.1.	<i>Structura planului de dezvoltare</i>	75
3.4.2.	<i>Descrierea lucrărilor prevăzute a fi realizate</i>	76
4.	ORIGINEA POLUANȚILOR SPECIFICI AEROPORTURILOR ȘI EFECTELE	
	NOCIVE ALE ACESTORA ASUPRA OMULUI ȘI MEDIULUI.....	79
4.1.	EMISII POLUANTE SPECIFICE ZONELOR AEROPORTUARE	82
4.1.1.	<i>Oxizii de azot NO_x</i>	84
4.1.1.1.	<i>Reacțiile oxizilor de azot în atmosferă</i>	85
4.1.1.2.	<i>Efectele nocive ale oxizilor de azot</i>	87
4.1.2.	<i>Monoxidul de carbon</i>	89
4.1.2.1.	<i>Reacțiile CO în atmosferă</i>	89
4.1.2.2.	<i>Efectele nocive ale oxizilor de carbon</i>	90
4.1.3.	<i>Compuși ai sulfului</i>	91
4.1.3.1.	<i>Reacțiile SO_x în atmosferă</i>	92
4.1.3.2.	<i>Efectele nocive ale oxizilor de sulf</i>	92
4.1.4.	<i>Hidrocarburile (HC)</i>	93
4.1.5.	<i>Particulele</i>	94
4.2.	MODIFICĂRI CLIMATICE. EFECTUL DE SERĂ.	95
5.	METODE STANDARDIZATE ȘI NESTANDARDIZATE ÎN STUDIUL	
	CALITĂȚII AERULUI SPECIFICE POLUĂRII DIN ZONE AEROPORTUARE	98
5.1.	TEHNICI ȘI ECHIPAMENTE UTILIZATE.....	98
5.1.1.	<i>Măsurarea concentrației de SO₂ în aerul înconjurător</i>	100
5.1.2.	<i>Măsurarea concentrației de NO și NO₂ în aerul înconjurător</i>	102
5.1.3.	<i>Măsurarea concentrației de CO în aerul înconjurător</i>	104
5.1.4.	<i>Măsurarea concentrației PM₁₀ în aerul înconjurător</i>	107
5.1.5.	<i>Măsurarea concentrației de O₃ în aerul înconjurător</i>	110

5.1.6.	<i>Măsurarea concentrației de CH₄, COV și COT în aerul înconjurător..</i>	111
5.2.	ESTIMAREA INCERTITUDINILOR DE MĂSURARE	112
5.2.1.	<i>Incertitudinea de măsurare la măsurarea concentrației NO/NO_x în atmosferă</i>	114
5.2.2.	<i>Incertitudinea standard a valorii medii orare</i>	114
5.3.	CALCULUL INCERTITUDINII DE MĂSURARE LA MĂSURAREA CONCENTRAȚIEI PM2.5 ȘI PM10 ÎN ATMOSFERĂ	118
5.3.1.	<i>Incertitudinea de măsurare la măsurarea concentrației SO₂ în atmosferă</i>	120
5.3.1.1.	<i>Incertitudinea standard a valorii medii orare</i>	121
5.3.1.2.	<i>Incertitudinea standard a valorii medii anuale</i>	124
5.3.2.	<i>Incertitudinea de măsurare la măsurarea concentrației CO în atmosferă</i>	125
5.3.3.	<i>Incertitudinea de măsurare la măsurarea concentrației CH₄, COV și TOC în atmosferă</i>	129
5.3.4.	<i>Incertitudinea de măsurare la măsurarea concentrației O₃ în atmosferă</i>	132
6.	CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND CALITATEA AERULUI LA AEROPORTUL INTERNAȚIONAL „TRAIAN VUIA” TIMIȘOARA	137
6.1.	MONITORIZAREA CALITĂȚII AERULUI PE AEROPORTUL INTERNAȚIONAL „TRAIAN VUIA”, CAMPANIA 24-27.06.2008	137
6.2.	MONITORIZAREA CALITĂȚII AERULUI PE AEROPORTUL INTERNAȚIONAL „TRAIAN VUIA”, CAMPANIA 24-27.11.2009	146
6.3.	EVALUAREA IMPACTULUI ACTIVITĂȚII AEROPORTUARE ASUPRA CALITĂȚII AERULUI PRIN SIMULĂRI NUMERICE	150
6.4.	CONCLUZII ALE MĂSURĂTORILOR ÎN CELE DOUĂ CAMPANII	157
7.	CONCLUZII GENERALE.....	158
7.1.	CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI	164
7.2.	CONTRIBUȚII PERSONALE	165
7.3.	PERSPECTIVE	167
	BIBLIOGRAFIE	170
	ABSTRACT	175
	CONTENT	176
	INTRODUCTION	179
	CONTEXT OF THE RESEARCH.....	179
	SCOPE OF THE OBJECT	180
	EXPERIMENTAL.....	182
	RESULTS AND DISCUSSIONS FOR CAMPAIGN 2008.....	188
	RESULTS AND DISCUSSIONS FOR CAMPAIGN 2009	195
	NUMERIC SIMULATION AS EVALUATION TOOL FOR AIRPORT RELATED AIR QUALITY ISSUES	199
	CONCLUSIONS	202

NOTAȚII

FID	[-]	- aparat detector cu ionizare în flacără;
NMHC	[-]	- hidrocarburi non-metanice;
COV	[-]	- compus organic volatil;
CO	[mg/m ³]	- concentrație masică de monoxid de carbon;
CO ₂	[%]	- concentrație masică de dioxid de carbon;
SO ₂	[mg/m ³]	- concentrație masică de dioxid de sulf;
THC (TOC)	[mg/m ³]	- concentrație masică de hidrocarburi;
NO	[mg/m ³]	- concentrație masică de monoxid de azot;
NO _x	[mg/m ³]	- concentrație masică de monoxid de carbon
NO ₂	[mg/m ³]	- concentrație masică de dioxid de azot;
O ₃	[%]	- concentrație masică de ozon;
CH ₄	[mg/m ³]	- concentrație masică de metan;
$I_{0\lambda}$	[cd]	- intensitatea inițială emisă de sursa de radiație;
I_{λ}	[cd]	- intensitatea după ce lumina a trecut prin proba de grosime L;
σ_{λ}	[l/(mol·m)]	- coeficientul de extincție;
$u_{r,z}$	[ppb]	-incertitudinea standard pentru repetabilitatea la zero
c_t	[ppb]	- concentrația gazului de etalonare
b_{gp}	[ppb/kPa]	- coeficientul de sensibilitate la variația presiunii probei
Δ_{gp}	[ppb/kPa]	- domeniul de variație a presiunii probei de analiză
u_{gt}	[ppb]	- incertitudinea standard datorată variației temperaturii probei aspirate
b_{gt}	[ppb/K]	- coeficientul de sensibilitate la variația temperaturii probei
$D_{i,z}$	[ppm/zi]	- deviația punctului de zero pe termen lung
u_{cg}	[ppb]	- incertitudinea standard datorată gazului de calibrare
u_{cTR}	[ppb]	- incertitudinea standard datorată creșterii concentrației de NO ₂ datorită timpului de rezidență în analizor
U_c^{NOx}	[ppb]	- incertitudinea extinsă absolută
$(U_{c,rel})^{NOx}$	[ppb]	- incertitudinea extinsă relativă
U_c^{LSV}	[μg/m ³]	- incertitudinea extinsă absolută
$U_{c,rel}^{LSV}$	[%]	- incertitudinea extinsă relativă a valorilor medii zilnice
$U_{c,rel}^{LSV}_{an}$	[%]	- incertitudinea extinsă relativă a valorilor medii anuale
$U_c^{LSV}_{an}$	[μg/m ³]	- incertitudinea extinsă absolută a valorilor medii anuale
u_{H_2O}	[ppb]	- incertitudinea standard datorată prezenței vaporilor de apă

LISTA FIGURILOR

- Figura 1.1 Evoluția temperaturii medii anuale până la sfârșitul secolului
Figura 1.2 Evoluția precipitațiilor medii anuale până la sfârșitul secolului
Figura 1.3 Impactul măsurilor de adaptare asupra pagubelor cauzate de o creștere puternică și o creștere mai slabă a nivelului mării. Costuri cu și fără măsuri de adaptare
Figura 1.4 Prezentare generală a avioanelor în diferite faze de funcționare
Figura 1.5 Aglomerarea Timișoara - sursa aeroport, indicatorul L_{zsn}
Figura 1.6 Aglomerarea Timișoara - sursa aeroport, indicatorul L_{noapte}
Figura 2.1 Evoluția numărului pasagerilor pe aeroportul din Copenhaga în perioada 2003-2007
Figura 2.2 Evoluția numărului aeronavelor pe aeroportul din Copenhaga în perioada 2003-2007
Figura 2.3 Nivelul de zgomot pe aeroportul din Copenhaga în perioada 2003-2007
Figura 2.4 Direcția vântului în 2007 în zona aeroportului din Copenhaga
Figura 2.5 Gradul de utilizare al pistelor și localizarea punctelor de măsurare a zgomotului pe aeroportul din Copenhaga
Figura 2.6 Emisia de CO₂ per pasager pe aeroportul din Copenhaga
Figura 2.7 Consumul total de energie pe aeroportul din Copenhaga în perioada 2003-2007
Figura 2.8 Vedere din aer a aeroportului Melbourne
Figura 2.9 Localizarea aeroportului în cadrul orașului Melbourne
Figura 2.10 Imagine aeroport Melbourne și parcul de operațiuni al acestuia
Figura 2.11 Nivelurile comparative de zgomot pe Aeroportul „Eleftherios Venizelos” din Atena
Figura 2.12 Nivelurile medii de zgomot măsurate de NMT în timpul anului 2008 pe Aeroportul „Eleftherios Venizelos” din Atena
Figura 2.13 Emisiile provenite de la aeronave în perioada 2002 – 2008 în corelare cu mobilitatea aeronavelor pe Aeroportul „Eleftherios Venizelos” din Atena
Figura 2.14 Consumul de energie electrică per pasager pe Aeroportul „Eleftherios Venizelos” din Atena
Figura 3.1 Imagine Aeroportul Internațional „Traian Vuia” Timișoara
Figura 3.2 Harta cu accesul la Aeroportul Internațional Timișoara „Traian Vuia”
Figura 3.3 Poziționare aeroport față de orașul Timișoara
Figura 3.4 Harta cu suprafețele de mișcare ale aeroportului din Timișoara
Figura 3.5 Harta cu destinațiile interne și internaționale
Figura 3.6 Traficul de pasageri realizat și previzionat pentru perioada 2001-2015
Figura 3.7 Mișcări aeronave realizate și previzionate 2001-2015
Figura 3.8 Trafic marfa realizat și previzionat 2001-2015
Figura 3.9 Schema structurii planului de dezvoltare
Figura 3.10 Schema lucrărilor prevăzute a fi realizate
Figura 3.11 Structura centrului business
Figura 4.1 Ponderea emisiilor de gaze cu efect de seră pe sectoare
Figura 4.2 ponderea emisiilor de CO₂ în transport
Figura 4.3 Ponderea emisiilor de CO₂ din aviație, la nivel global

- Figura 4.4. Relația emisie – imisie.
Figura 4.5. Durata de viață a poluanților în atmosferă
Figura 4.6. Dependența de temperatură a mecanismelor de formare a NO, în care curbele delimitează domeniile de influență.
Figura 4.7. Reacțiile NO_x în atmosferă
Figura 4.8. Ecosfera
Figura 4.9. Bazinul atmosferic al CO
Figura 4.10. Reacțiile SO₂ în atmosferă
Figura 4.11. Schema efect de seră
Figura 4.12. Interacțiunea gazelor de seră antropogene cu radiația solară în UV
Figura 5.1. Schema funcțională a stației de monitorizare a calității aerului
Figura 5.2. Stația de monitorizare a calității aerului
Figura 5.3: Schema de principiu a ansamblului celulă de reacție - fotomultiplicator
Figura 5.4: Schema de principiu a aparatului HORIBA APNA-370E
Figura 5.5. Ansamblul corp – filtru
Figura 5.6. Schema de principiu a analizorului APMA-370
Figura 5.7. Rețeaua pneumatică a analizorului APMA-370
Figura 5.8. Vedere asupra panoului spate
Figura 5.9. Schema bloc a aparatului LSV3
Figura 5.10. Intrarea PM₁₀
Figura 5.11. Imagine de ansamblu asupra aparatului LSV3
Figura 5.12. Schema funcțională a analizorului HORIBA APOA 370
Figura 5.13. Schema funcțională a analizorului HORIBA APHA 370
Figura 6.1. Amplasarea instrumentelor de măsurare
Figura 6.2. Rezultatele măsurărilor pentru concentrația de CO în atmosferă
Figura 6.3. Rezultatele măsurărilor pentru concentrația de SO₂ în atmosferă
Figura 6.4. Rezultatele măsurărilor pentru concentrația de NO₂ în atmosferă
Figura 6.5. Rezultatele măsurărilor pentru THC, CH₄ și NMHC
Figura 6.6. Valori măsurate cu DOAS pentru episodul din 25.05.2008
Figura 6.7. Valori măsurate cu DOAS pentru episodul din 25.05.2008
Figura 6.8. Valori măsurate cu DOAS pentru episodul din 26.05.2008
Figura 6.9. Valori măsurate cu DOAS pentru episodul din 26.05.2008
Figura 6.10. Amplasarea laboratoarelor mobile
Figura 6.11. Rezultatele măsurărilor pentru concentrația de CO în atmosferă
Figura 6.12. Rezultatele măsurărilor pentru concentrația de SO₂ în atmosferă
Figura 6.13. Rezultatele măsurărilor pentru concentrația de NO₂ în atmosferă
Figura 6.14. Rezultatele măsurărilor pentru concentrația de THC, CH₄, NMHC în aerul ambiant
Figura 6.15. Roza vântului pentru intervalul considerat
Figura 6.16. Dispersia monoxidului de carbon CO, valori medii orare
Figura 6.17. Dispersia monoxidului de carbon CO, valori medii zilnice
Figura 6.18. Dispersia oxizilor de azot NO_x, valori medii orare
Figura 6.19. Dispersia oxizilor de azot NO_x, valori medii zilnice
Figura 6.20. Dispersia compușilor organici volatili COV, valori medii orare
Figura 6.21. Dispersia compușilor organici volatili COV, valori medii zilnice

LISTA TABELELOR

- Tabelul 2.1 Interacțiunea dintre Compania aeriană și alte companii din aeroportul Copenhaga
- Tabelul 2. 2 Valoarea raportată a imisiilor
- Tabelul 2.3 Realizări în perioada 2003 – 2008 Aeroport Melbourne
- Tabelul 2.4 Obiectivele strategice pentru perioada 2008 – 2013 Aeroport Melbourne
- Tabelul 2.5 Realizări pentru îmbunătățirea utilizării resurselor energetice în perioada 2003 – 2008 Aeroport Melbourne
- Tabelul 2.6 Îmbunătățirea eficienței energetice în perioada 2008 - 2013 pe Aeroportul din Melbourne
- Tabelul 2.7 Obiective strategice în perioada 2008 – 2013 pe Aeroportul din Melbourne
- Tabelul 2.8 Raportul de performanță conex – Aeroportul din Atena (2008)
- Tabelul 2.9 Obiectivele strategice pentru anul 2009 – Aeroportul din Atena
- Tabelul 4.1. Gazele de seră cu tendință de creștere a concentrației
- Tabelul 5.1 Incertitudinile standard datorate influențelor individuale
- Tabelul 5.2 Tabel centralizator incertitudini de măsurare
- Tabelul 6.1 Metode și aparate folosite la determinarea speciilor de poluanți
- Tab.6.2. Factori de emisie flotilă reprezentativă AITV Timișoara
- Tabel 6.3 Factori emisie pentru flotă auto AITV Timișoara
- Tabel 6.4. Factorii de emisie caracteristici centralelor termice cu puterea nominală mai mică de 20 MW
- Tabel 6.5. Valori maxime obținute în urma simulării și a măsurărilor directe

INDEX

GES	Gaze cu efect de seră
UE	Uniunea Europeană
SRES	Raportul Special privind Scenariile de Emisii
IPCC	Grupul Interguvernamental privind Schimbările Climatice
OCDE	Organizația pentru Cooperare și Dezvoltare Economică
PAC	Politici Agricole Comune
ICZM	Managementul Integrat al Zonei de Coastă
PESC	Politica Externă și de Securitate Comună
DSRS	Documentul Strategic pentru Reducerea Sărăciei
PANA	Programe de Acțiune Naționale pentru Adaptare
PEV	Politici Europene de Vecinătate
IEVP	Instrumentul European de Vecinătate și Parteneriat
CMI	Centrul de Monitorizare și Informare
UNFCCC sau CCONUSC	Convenția-cadru a Organizației Națiunilor Unite privind Schimbările Climatice
TIC	Tehnologiile moderne ale Informației și Comunicațiilor
AESA	Agencia Europeană pentru Siguranță Aeriană
SESAR	Programul Cerul Unic European de cercetare ATM (Single European Sky ATM Research)
EUROCONTROL	Organizația Europeană pentru Siguranța Navigației Aeriene
ATFM	Gestionarea Fluxului de Trafic Aerian
OACI (ICAO)	Organizația Aviației Civile Internaționale
GNSS	Sistemele Globale de Navigație prin Satelit
A-SMGCS	Mișcarea Avansate de Orientare de Suprafață și Sistemul de Control
APU	Agregate de alimentare auxiliare din aeronave
GPU	Agregate și echipamente de alimentare la sol
AACR	Autoritatea Aeronautică Civilă Română
RACR	Reglementările Aeronautice Civile Române
RACR-PM	Reglementărilor aeronautice civile române referitoare la protecția mediului
AES	Avizul privind Strategia de Mediu pe aeroport
APAM	Australia Pacific Airports Melbourne
EPA	Autoritatea pentru Protecția Mediului (Australia)
AIA	Aeroportul Internațional din Atena
IATA	Asociația Internațională a Transportatorilor Aerieni
ECAC (CEAC)	Conferința Europeană de Aviație Civilă
DOAS	Spectroscopie cu Absorbție Diferențială Optică
NDIR	Non Dispersive InfraRed

1. ADAPTARE ȘI ATENUARE – DOUĂ PRINCIPII COMPLEMENTARE ÎN PROBLEMATICA DE MEDIU ÎN CONTEXT GLOBAL

Schimbările climatice reprezintă în acest moment o dublă provocare. În primul rând, efectele grave ale schimbărilor climatice pot fi evitate doar prin reducerea drastică, din timp, a emisiilor de gaze cu efect de seră (GES). Trecerea rapidă la o economie mondială cu emisii scăzute de carbon constituie, prin urmare, elementul central al politicii integrate a Uniunii Europene privind schimbările climatice și energia, în vederea atingerii obiectivului UE de a menține creșterea temperaturii medii globale sub 2°C în comparație cu nivelurile perioadei preindustriale. În cazul depășirii celor 2°C, riscul apariției unor schimbări climatice periculoase și imprevizibile crește considerabil, determinând o creștere exponențială a costurilor adaptării [1].

Din acest motiv, atenuarea efectelor schimbărilor climatice reprezintă o necesitate imperioasă pentru comunitatea internațională, iar șefii de stat și de guvern din Uniunea Europeană au decis unanim la Consiliul de primăvară din 2007 să reducă emisiile de gaze cu efect de seră cu cel puțin 20% până în anul 2020, iar în cazul încheierii unui acord mondial global, cu 30% până în anul 2020 și au subliniat importanța unei reduceri, până în anul 2050, cu până la 50% față de nivelurile din anul 1990.

În al doilea rând, întrucât schimbările climatice reprezintă deja o realitate, societățile din întreaga lume se confruntă în paralel cu provocarea de a se adapta la consecințele acestora, dat fiind că schimbările climatice sunt deja inevitabile, într-o anumită măsură, pentru acest secol și pentru viitor, chiar dacă eforturile de atenuare întreprinse la nivel internațional în următoarele decenii se dovedesc eficiente. Deși măsurile de adaptare au devenit, în consecință, un complement inevitabil și indispensabil al măsurilor de atenuare, acestea nu sunt o alternativă la reducerea emisiilor de GES [78]. Ele au limitele proprii. Se preconizează că, odată depășite anumite praguri de temperatură, anumite consecințe ale schimbărilor climatice (de exemplu, deplasări masive de populații) vor deveni grave și ireversibile.

Este necesară o abordare europeană pentru a asigura coordonarea corespunzătoare și eficacitatea politicilor pe tema efectelor schimbărilor climatice. Măsurile de adaptare trebuie să fie conforme cu cele de atenuare și viceversa. Trebuie analizate efectele schimbărilor climatice în Europa, necesitatea de a acționa și strategiile de adaptare din UE. Aceasta se concentrează asupra rolului Uniunii Europene, ținând cont în egală măsură de rolul proeminent al autorităților naționale, locale și regionale pentru eficiența oricărei strategii de adaptare. Întrucât adaptarea reprezintă, prin natura sa, o provocare mondială, carta verde abordează și dimensiunea externă și analizează măsurile de adaptare din Europa care ar putea fi aplicabile și în alte părți ale lumii, precum și posibilitatea ca Uniunea Europeană să preia rolul de lider internațional în acest domeniu. Recentul Summit G8 de la Heiligendamm a salutat adoptarea programului de lucru de la Nairobi privind adaptarea și a scos în evidență angajamentul participanților de a consolida

cooperarea cu țările în curs de dezvoltare și sprijinul oferit acestora în acest domeniu.

1.1. Motive de preocupare la nivel mondial

Numeroase regiuni ale lumii se confruntă deja cu efectele negative ale unei creșteri a temperaturii medii globale cu 0,76°C în comparație cu 1850. În absența unei politici eficiente de atenuare a schimbărilor climatice la nivel mondial, estimările cele mai optimiste privind încălzirea globală prezentate în cel de-al patrulea Raport de evaluare al Comitetului interguvernamental pentru schimbările climatice (IPCC 4AR, grupul de lucru I) variază de la 1,8°C la 4°C până în anul 2100, în comparație cu nivelurile din anul 1990 (a se vedea anexa 1). Această creștere este de trei până la șase ori mai mare decât creșterea înregistrată la nivel planetar din era preindustrială. Chiar și din cea mai puțin pesimistă perspectivă, un scenariu de statu-quo ar avea drept consecință creșterea temperaturii cu peste 2°C față de nivelurile erei preindustriale [1].

În ultimii treizeci de ani, schimbările climatice au avut efecte puternice asupra a numeroase sisteme fizice și biologice din întreaga lume.

Schimbările climatice vor reduce și mai mult accesul la sursele de apă potabilă. Apa provenită din topirea ghețarilor asigură în prezent necesarul de apă pentru peste un miliard de persoane; odată cu dispariția acesteia, populațiile aflate în criză vor migra, în mod probabil, spre alte regiuni ale lumii, provocând revolte și situații de insecuritate la nivel local sau chiar mondial. Zonele afectate de secetă riscă să se extindă.

Se preconizează că, în cazul în care creșterea temperaturii medii globale depășește 1,5 – 2,5°C, aproximativ 20 – 30% din speciile de plante și de animale evaluate până în prezent se vor confrunta cu un risc crescut de dispariție.

Creșterea nivelului mării va constitui o amenințare pentru delta Nilului, delta fluviului Gange/Brahmaputra și delta fluviului Mekong și va duce la strămutarea a peste un milion de persoane din fiecare dintre aceste delte până în anul 2050.

Schimbările climatice vor avea efecte directe și indirecte asupra sănătății umane și animale. Efectele fenomenelor meteorologice extreme și creșterea incidenței bolilor infecțioase sunt printre cele mai importante riscuri care trebuie luate în considerare. Maladiile influențate de factorii climatici sunt printre cele mai mortale din întreaga lume. În 2002, diareea, malaria și malnutriția proteino-energetică au provocat peste 3,3 milioane de decese pe plan mondial, din care 29 % în Africa.

1.2. Efectele schimbărilor climatice în Europa

Efectele schimbărilor climatice în Europa și în zona arctică sunt deja considerabile și măsurabile. Schimbările climatice vor avea consecințe profunde asupra mediului natural al Europei, precum și asupra majorității segmentelor societății și ale economiei. Din cauza caracterului neliniar al efectelor schimbărilor climatice și al sensibilității ecosistemelor, chiar și variațiile ușoare ale temperaturii pot avea efecte însemnate.

Clima Europei s-a încălzit cu aproape 1°C în ultimul secol, mai rapid decât media mondială. O atmosferă mai caldă conține mai mulți vapori de apă, însă noile

regimuri de precipitații diferă foarte mult de la o regiune la alta. Cantitățile de ploaie și zăpadă au crescut considerabil în nordul Europei, în timp ce în sudul continentului perioadele de secetă au devenit din ce în ce mai frecvente. Temperaturile extreme înregistrate recent, cum ar fi valul de caniculă din vara anului 2003, care a depășit orice record, sunt o consecință directă a schimbărilor climatice provocate de om. Deși fenomenele meteorologice singulare nu pot fi atribuite unei singure cauze, analizele statistice au arătat faptul că riscul apariției unor astfel de fenomene a crescut deja considerabil datorită schimbărilor climatice. Există dovezi incontestabile că aproape toate procesele naturale, biologice și fizice (de exemplu, înflorirea timpurie a arborilor, topirea ghețurilor) reacționează la schimbările climatice din Europa și din întreaga lume. Mai mult de jumătate dintre speciile de plante din Europa ar putea fi vulnerabile sau amenințate până în anul 2080.

Zonele cele mai vulnerabile din Europa sunt următoarele:

- Europa de Sud și întregul bazin mediteranean, din cauza efectelor combinate ale creșterii puternice a temperaturii și ale reducerii cantității de precipitații în zone care deja se confruntă cu un deficit de apă;
- zonele de munte, în special Alpi, unde temperaturile cresc rapid, cauzând topirea masivă a zăpezii și a gheții, care modifică debitul cursurilor de apă;
- regiunile de coastă, datorită creșterii nivelului mării și riscului mărit de furtuni;
- văile inundabile dens populate, datorită riscului mărit de furtuni, de precipitații abundente și viituri, care provoacă daune majore zonelor construite și infrastructurii;
- Scandinavia, unde se preconizează că precipitațiile se vor intensifica, o mare parte dintre acestea fiind sub formă de ploaie în loc de zăpadă;
- regiunea arctică, unde schimbările de temperatură vor fi mai însemnate decât în orice altă zonă a globului.

Numeroase sectoare economice sunt puternic dependente de condițiile climatice, astfel că activitățile și întreprinderile din aceste sectoare vor fi printre cele afectate direct de consecințele schimbărilor climatice: agricultura, silvicultura, pescuitul, turismul litoral, sporturile de iarnă, precum și sectorul sănătății. Disponibilitatea scăzută a resurselor de apă, pagubele provocate de vânt, creșterea temperaturilor, intensificarea incendiilor forestiere și incidența mai ridicată a bolilor vor duce la distrugerea pădurilor [79]. Creșterea frecvenței și a intensității unor fenomene extreme precum furtunile, precipitațiile violente, inundațiile din zonele de coastă și viiturile, secetele, incendiile forestiere și alunecările de pământ provoacă pagube clădirilor și infrastructurii de transport și industriale, având astfel consecințe indirecte asupra sectorului serviciilor financiare și al asigurărilor. Chiar și pagubele produse în afara UE ar putea afecta serios economia acesteia, de exemplu, reducerea aprovizionării cu lemn a sectorului de prelucrare european.

Schimbările climatice vor avea, de exemplu, diverse efecte asupra sectorului energiei și a modelelor de consum energetic:

- în regiunile în care cantitățile de precipitații scad sau verile secetoase devin mai frecvente, se va reduce cantitatea de apă pentru răcirea centralelor termice și nucleare și pentru producerea de hidroelectricitate. De asemenea, capacitatea de răcire a apei se va reduce ca urmare a încălzirii generale a acesteia și este posibil ca anumite limite de evacuare să fie depășite;
- debitul cursurilor de apă se va modifica în urma schimbării regimurilor de precipitații și, în zonele de munte, a reducerii cantităților de zăpadă și gheață; blocarea cu aluviuni a barajelor hidroelectrice s-ar putea accentua ca urmare a eroziunii în creștere;

- cererea de termoficare va scădea, însă va crește riscul de întrerupere a energiei electrice în timpul verii, din cauza cererii mai mari de aer condiționat;
- aceasta va duce, la rândul său, la o creștere a cererii de energie electrică;
- riscul din ce în ce mai mare de furtuni și inundații ar putea amenința infrastructura energetică.

Marile infrastructuri de transport cu durată lungă de viață, cum sunt autostrăzile, căile ferate, căile navigabile, aeroporturile, porturile și gările feroviare, funcționarea acestora și a mijloacelor de transport aferente sunt influențate de condițiile meteorologice și climatice și, prin urmare, sunt, la rândul lor, afectate de schimbările climatice. De exemplu:

- creșterea nivelului mării va reduce efectul protector al digurilor și al zidurilor de chei;

- în general, se preconizează că va crește riscul de pagube și perturbări datorate furtunilor și inundațiilor, precum și valurilor de căldură, incendiilor și alunecărilor de pământ.

Aceasta demonstrează că, deși este posibil ca schimbările climatice să prezinte anumite aspecte pozitive (de exemplu, producția agricolă în anumite părți ale Europei), acestea sunt cu mult depășite de efectele negative.

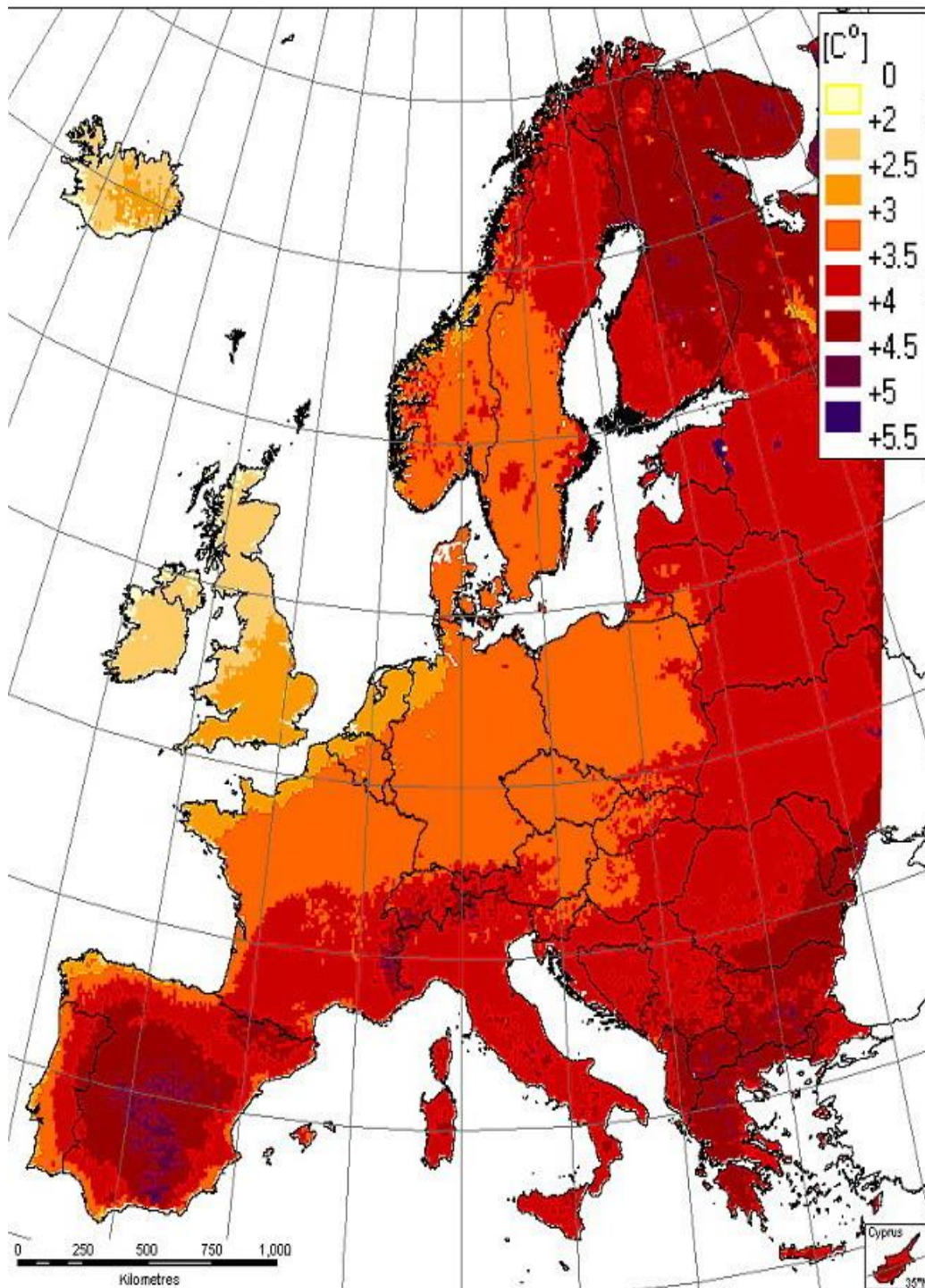


Figura 1.1 Evoluția temperaturii medii anuale până la sfârșitul secolului

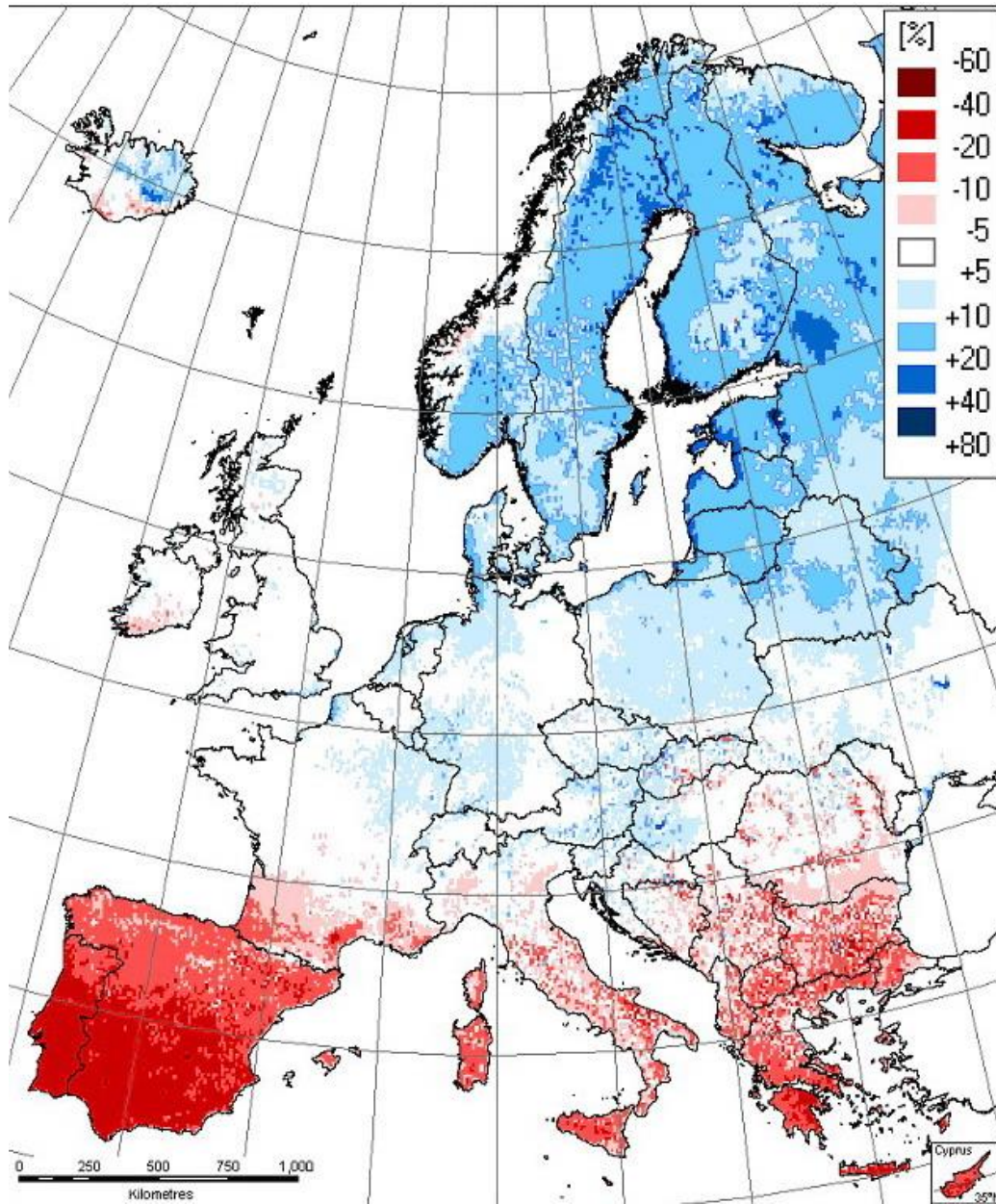


Figura 1.2 Evoluția precipitațiilor medii anuale până la sfârșitul secolului

Figurile 1.1 și 1.2 se bazează pe scenariul A2 al raportului special privind scenariile de emisii (SRES) prezentat de IPCC. Efectele schimbărilor climatice au fost estimate pentru perioada 2071-2100, în comparație cu perioada 1961-1990. Hărțile au fost elaborate pe baza datelor DMI/PRUDENCE [2] și procesate de Centrul Comun de Cercetare în cadrul studiului PESETA, finanțat de acesta [3].

1.3. Europa trebuie să se adapteze – provocări pentru societatea europeană și politica publică europeană

Raportul Stern privind aspectele economice ale schimbărilor climatice concluzionează că adaptarea ar putea reduce costurile, cu condiția să existe politici care să elimine obstacolele din calea acțiunii private. Este puțin probabil ca forțele de piață să ducă la o adaptare eficientă, din cauza unui anumit grad de incertitudine aferent previziunilor climatice și absenței resurselor financiare, prin urmare, măsurile de adaptare rentabile apar drept cea mai adecvată soluție [4].

Estimările preliminare ale raportului Stern sugerează că, în cazul unei creșteri cu 3-4°C a temperaturii medii globale, costurile suplimentare de adaptare a infrastructurii și clădirilor ar putea reprezenta între 1 și 10% din costurile totale ale investițiilor efectuate în sectorul construcțiilor de țările membre ale OCDE. Costurile suplimentare ale construirii de noi infrastructuri și clădiri mai rezistente la schimbările climatice în țările membre ale OCDE ar putea varia de la 15 la 150 miliarde dolari pe an (0,05-0,5% din PIB). Dacă temperaturile cresc cu 5-6°C, este foarte probabilă o creștere bruscă a costurilor măsurilor de adaptare, iar în consecință eficacitatea lor relativă ar scădea [1].

După cum ilustrează figura 1.3, pagubele cauzate de creșterea nivelului mării ar putea fi, în lipsa unor măsuri de adaptare, de până la patru ori mai mari decât costurile unor diguri suplimentare de protecție împotriva inundațiilor. În cazul în care nu se ia nici-o măsură, costul pagubelor va crește considerabil din anii 2020 până în anii 2080.

O acțiune timpurie va aduce beneficii economice certe, datorită anticipării pagubelor potențiale și reducerii la minimum a riscurilor pentru ecosisteme, sănătatea umană, dezvoltarea economică, bunuri și infrastructuri. Mai mult, întreprinderile europene care dețin poziția de lider în materie de strategii și tehnologii de adaptare ar putea beneficia de avantajele concurențiale.

Pentru stabilirea priorităților, este necesar să existe suficiente cunoștințe privind dimensiunea temporală a efectelor schimbărilor climatice. Nivelul exact al creșterii temperaturii nu este cunoscut cu certitudine și va depinde și de măsurile de atenuare întreprinse la nivel mondial în următoarele decenii. Această afirmație este în special valabilă pentru intervalele de timp mai lungi, pentru care incertitudinile sunt mai mari.

În absența unei strategii timpurii pentru a răspunde schimbărilor climatice, este posibil ca Uniunea Europeană și statele membre ale acesteia să fie obligate să se adapteze fără nici-o planificare, adeseori în mod brusc, ca răspuns la crize și dezastre din ce în ce mai frecvente, ceea ce se va dovedi a fi mult mai costisitor și va pune în pericol sistemele sociale și economice ale Europei, precum și securitatea acesteia. Așadar, în ceea ce privește efectele pentru care previziunile sunt suficient de credibile, măsurile de adaptare trebuie să înceapă încă de acum.

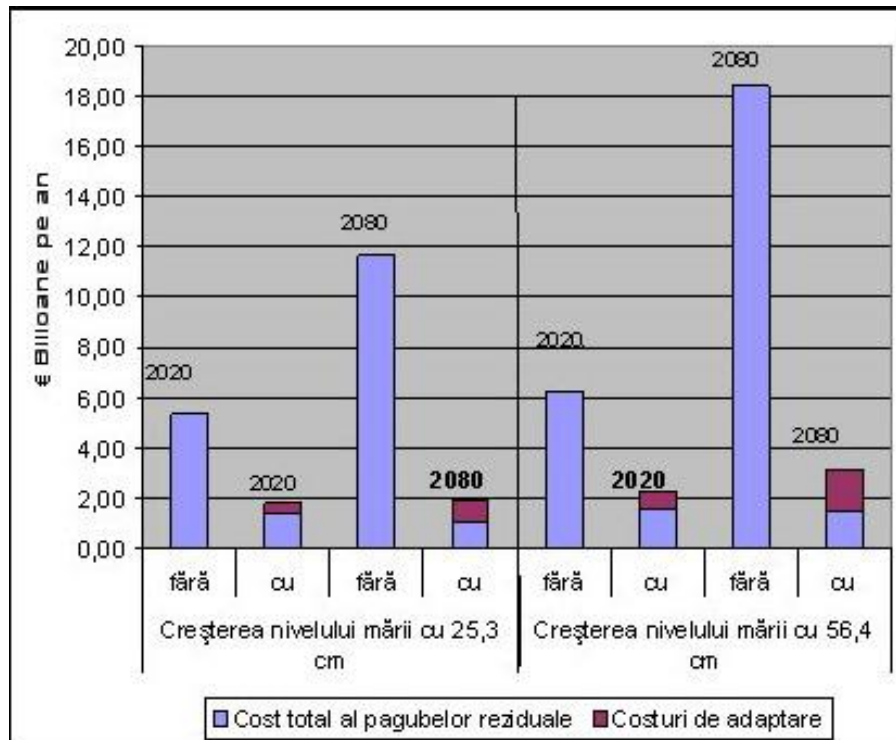


Figura 1.3 Impactul măsurilor de adaptare asupra pagubelor cauzate de o creștere puternică și o creștere mai slabă a nivelului mării. Costuri cu și fără măsuri de adaptare

Scenariul A2 conform SRES prezentat de IPCC; costuri până în anul 2100 (prețul din 1995 în euro). Rezultatele studiului PESETA efectuat de Centrul Comun de Cercetare al Comisiei Europene [1].

Sectorul privat, întreprinderile, sectoarele industriei și serviciilor din UE, precum și cetățenii, se vor confrunta cu consecințele schimbărilor climatice și pot juca un rol important în cadrul măsurilor de adaptare. Acțiunile concrete pot fi foarte variate, cuprinzând, de exemplu:

- măsuri blânde, relativ necostisitoare, cum ar fi raționalizarea apei, modificarea rotației culturilor, a datelor de semănat și utilizarea de culturi rezistente la secetă, planificarea publică și sensibilizarea populației;
- măsuri costisitoare de protecție și strămutare, cum ar fi creșterea înălțimii digurilor, relocalizarea unor porturi, întreprinderi industriale și chiar orașe și sate întregi din zonele joase de coastă și văile de inundare și construcția de noi centrale electrice din cauza defectării unor centrale hidroelectrice.

Este necesară luarea de măsuri de adaptare din partea autorităților publice, cum ar fi adaptarea amenajării teritoriale și a planificării spațiale la riscurile de viituri, adaptarea codurilor de construcție existente pentru a garanta rezistența infrastructurii cu durată lungă de viață la schimbările climatice viitoare, actualizarea strategiilor de gestionare a dezastrelor și a sistemelor de avertizare rapidă în caz de inundație sau incendiu forestier.

Adaptarea este un proces complex datorită faptului că gravitatea efectelor variază de la o regiune la alta, depinzând de vulnerabilitatea fizică, de gradul de

dezvoltare socio-economică, de capacitatea de adaptare naturală și umană, de serviciile de sănătate și de mecanismele de supraveghere a dezastrelor.

Măsurile întreprinse la cel mai adecvat nivel și trebuie să fie complementare, bazate pe parteneriate.

Instrumentele de management al riscului ar putea fi îmbunătățite și noi instrumente ar putea fi create: de exemplu, cartografierea zonelor vulnerabile după tipul de efecte, dezvoltarea de metode și modele, evaluarea și prognozarea dezastrelor, evaluarea efectelor asupra sănătății, mediului, economiei și societății, observarea pământului prin satelit, în sprijinul tehnologiilor de management al riscului.

Experiența și competențele de elaborare a unor strategii de adaptare și dispoziții de aplicare eficiente sunt încă limitate. Schimbul de informații privind strategiile de adaptare ar putea reduce considerabil costurile de instruire din statele membre, regiuni, municipalități și comunități. Segmentele mai puțin înstărite ale societății vor fi mai vulnerabile la schimbări. Prin urmare, este necesar să se acorde o atenție deosebită aspectelor sociale ale adaptării, inclusiv riscurilor legate de ocuparea locurilor de muncă și efectele asupra condițiilor de trai și de locuit. De exemplu, copiii de vârstă fragedă și persoanele în vârstă sunt mai vulnerabile la valurile de căldură.

Adaptarea la schimbările climatice constituie o provocare pentru autoritățile din Europa însărcinate cu planificarea, în special la nivel regional. Planificarea spațială este o chestiune trans-sectorială, așadar aceasta constituie un instrument adecvat pentru definirea unor măsuri de adaptare rentabile. Cerințele minime pentru planificarea spațială, utilizarea terenurilor și modificarea utilizării terenurilor, luând în calcul adaptarea, ar putea juca un rol esențial pentru sensibilizarea publicului, a factorilor de decizie și a profesioniștilor și pentru inițierea unei abordări mai active la toate nivelurile.

O mare parte din deciziile care influențează în mod direct sau indirect adaptarea la schimbările climatice se iau la nivel local. Tot la acest nivel sunt disponibile cunoștințe detaliate referitoare la condițiile naturale și umane locale. În consecință, un rol important îl dețin autoritățile locale. Schimbările de comportament în cadrul societăților și comunităților depind într-o mare măsură de gradul de conștientizare a problemei. Cetățenii și părțile interesate nu sunt probabil pe deplin conștienți de amploarea și magnitudinea evenimentelor care vor urma și nici de efectele acestora asupra activităților lor.

De exemplu, s-ar putea explora practici detaliate de gestionare a terenurilor și de utilizare a terenurilor în cadrul unor parteneriate cu agricultorii, pentru a împiedica eroziunea și torențele noroioase să ajungă până la locuințe și așezări. În sudul Europei, mai multe municipalități au elaborat, împreună cu agricultorii, inițiative pentru economisirea apei prin utilizarea unor sisteme electronice de gestionare și distribuție a apei pentru irigarea culturilor.

În regiunile în care intensitatea și frecvența precipitațiilor sunt în creștere, s-ar putea lua în calcul crearea unor sisteme separate de colectare pentru apele uzate și apele pluviale, pentru a nu fi necesară consolidarea capacităților de evacuare a apelor uzate.

Abordarea chestiunii adaptării în mod integrat și coordonat la nivel comunitar prezintă avantaje evidente. Sistemele fizice, biologice și umane ale Europei se caracterizează printr-o bogată diversitate, care va fi accentuată de schimbările climatice. Deși o abordare uniformizată a chestiunii adaptării este, în mod evident, inadecvată, schimbările climatice vor avea efecte pretutindeni, iar acestea nu vor respecta granițele administrative. Deși va trebui ca măsurile să fie

întreprinse sau aplicate la nivel național sau local, acolo unde există capacitatea operațională, este esențial ca eforturile să fie coordonate într-un mod rentabil.

În aproape toate statele membre se conturează politici de adaptare. Este esențial ca experiența dobândită prin aplicarea primelor măsuri de adaptare și rezultatele cercetărilor să fie împărtășite. În mod probabil, adaptarea la schimbările climatice va avea de câștigat de pe urma experienței dobândite din confruntarea fenomenelor meteorologice extreme și din punerea în aplicare a unor planuri specifice și active de management al riscului prezentat de schimbările climatice.

Uniunea Europeană dispune de capacitatea umană, abilitățile tehnice și resursele financiare necesare pentru a-și asuma rolul de lider în acest sens. Adaptarea este într-o mare măsură o chestiune de coerență politică, planificare și acțiuni consecvente și coordonate. Astfel, ea va oferi un exemplu și își va intensifica cooperarea cu partenerii din întreaga lume în vederea reușitei adaptării la această amenințare mondială. Pot fi luate în calcul patru linii de acțiune:

- în cazurile în care cunoștințele actuale sunt suficiente, trebuie elaborate strategii de adaptare pentru identificarea modului optim de alocare a resurselor și a utilizării celei mai eficiente a acestora, care să ghideze acțiunile la nivel comunitar, prin intermediul politicilor sectoriale și de altă natură și al Fondurilor comunitare disponibile.

- Uniunea Europeană recunoaște dimensiunea externă a efectelor schimbărilor climatice și a adaptării la acestea și formează noi alianțe cu parteneri din întreaga lume, în special din țările în curs de dezvoltare. Măsurile de adaptare trebuie coordonate cu țările învecinate, iar cooperarea cu organizațiile internaționale trebuie consolidată.

- atunci când există importante lacune de cunoștințe, cercetarea, schimbul de informații și acțiunile pregătitoare ale Comunității trebuie să reducă incertitudinile și să extindă baza de cunoștințe. Integrarea rezultatelor cercetării în politici și practici trebuie consolidată.

- strategiile și acțiunile coordonate ar trebui să fie analizate și discutate mai aprofundat, printre altele, în cadrul unui grup consultativ european privind adaptarea la schimbările climatice creat în cadrul Programului european privind schimbările climatice.

1.4. Orientarea acțiunilor Uniunii - opțiuni prioritare ale unei abordări flexibile bazate pe patru piloni

1.4.1. Primul pilon: o acțiune imediată la nivel european

Adaptarea la schimbările climatice își va face simțite efectele asupra unui mare număr de domenii ale politicii comunitare. În cele de mai jos este expusă o prezentare generală inițială a modului în care adaptarea la schimbările climatice a fost sau ar putea fi luată în calcul în cadrul acestor politici. Deoarece multe dintre aceste politici se bazează pe cadrul legislativ, succesul abordării problemei adaptării de către UE depinde de cooperarea consolidată dintre statele membre și dintre UE și statele membre în vederea aplicării acestora.

Agricultura europeană se va confrunta cu numeroase provocări în anii următori, cum ar fi concurența internațională, continuarea liberalizării politicii

comerciale și declinul demografic. Schimbările climatice vor agrava aceste dificultăți și vor crește complexitatea și costurile provocărilor cu care ne vom confrunta. Schimbările climatice prevăzute vor afecta producția agricolă, gestionarea efectivelor de animale și localizarea capacităților de producție, acestea constituind riscuri importante pentru veniturile agricole și ducând la abandonarea terenurilor în anumite părți ale Europei. Riscurile în ceea ce privește producția alimentară ar putea deveni o problemă în anumite regiuni ale Europei, deoarece valurile de căldură, perioadele de secetă și paraziții pot conduce la creșterea numărului cazurilor de recolte deficitare.

Odată cu schimbările climatice, rolul agriculturii și al silviculturii Uniunii Europene de furnizori de servicii ecologice și ecosistemice va avea o mai mare importanță. Managementul agricol și forestier dețin un rol important în ceea ce privește, printre altele, utilizarea eficientă a apei în zonele uscate, protecția cursurilor de apă împotriva aporturilor excesive de substanțe nutritive, ameliorarea gestionării inundațiilor, menținerea și reabilitarea peisajelor multifuncționale, cum sunt pajiștile cu o importantă valoare naturală care oferă un habitat pentru numeroase specii, permițând migrația acestora. Promovarea unor tehnici de management forestier care conferă rezistență la schimbările climatice, a unor măsuri de gestionare a solurilor destinate să conserve carbonul organic (cum ar fi sistemele no tillage sau minimum tillage) și protecția pajiștilor permanente reprezintă măsuri de atenuare a efectelor care ar trebui să sprijine, la rândul lor, adaptarea la riscurile care decurg din schimbările climatice.

Sectoarele industriei și serviciilor din Uniunea Europeană se vor confrunta cu necesitatea de a se adapta la schimbările climatice și vor avea oportunități de a introduce pe piață produse și servicii în sprijinul acestui proces [67]. Schimbările climatice vor afecta sectoare economice și servicii cum sunt construcțiile și turismul, pot duce la restructurări și pot cauza pagube infrastructurii industriale. Întreprinderile vor fi nevoite să se adapteze la noile condiții, de exemplu prin integrarea necesităților de adaptare la schimbările climatice în planurile de afaceri. În același timp, este necesar să se exploateze avantajele asociate între măsurile de atenuare și cele de adaptare

Evoluția condițiilor climatice va deschide noi posibilități, cum sunt energia solară și energia fotovoltaică. În schimb, verile mai lungi și mai uscate ar putea afecta alte surse de energie, ca de exemplu energia nucleară și hidroenergia, ducând în același timp la creșterea cererii de electricitate pentru instalațiile de aer condiționat. Acest fapt subliniază necesitatea diversificării surselor de energie, a dezvoltării energiilor regenerabile, a unei mai bune gestionări a cererii și ofertei și a unei rețele electrice care să facă față fluctuațiilor mai mari ale cererii și ale producției de energie electrică. Clădirile reprezintă un aspect esențial. Acestea constituie exemple de bază ale necesității imediate de adaptare, pentru a le face mai locuibile într-un climat mai cald și pentru a reduce cererea de energie, care va contribui de asemenea la atenuarea efectelor schimbărilor climatice.

Adaptarea infrastructurii de transport existente la schimbările climatice, asigurând în același timp funcționarea sa neîntreruptă și sigură, va presupune investiții suplimentare considerabile. Va trebui ca noile infrastructuri de transport și mijloace de transport să fie concepute, încă din faza de proiectare, în așa fel încât să reziste la schimbările climatice. De exemplu, variațiile regimului hidrologic și ale nivelului apei de-a lungul căilor fluviale navigabile au fost deja luate în considerare în proiectarea navelor de navigație interioară. O bună planificare, care cuprinde aspecte legate de gestionarea spațiului, cum este selecția amplasamentelor, ar trebui să ia în calcul evoluția preconizată a schimbărilor climatice.

Schimbările climatice, manifestate prin valuri de căldură, dezastre naturale, poluarea aerului și infecții transmise prin vectori au, în mod incontestabil, efecte negative asupra sănătății. În plus, bolile transmise prin apă, alimente și zoonozele populației umane ar putea fi afectate de schimbările climatice. Aceste efecte pot fi amplificate de alți factori de stres, de exemplu expunerea la ozon și particule fine determinată de valurile de căldură. Expunerea pe termen lung la particulele fine din aerul ambiant agravează o serie de afecțiuni, cum ar fi bronhopneumopatia cronică obstructivă, care crește sensibilitatea la alți factori de stres de origine climatică. Diverse proiecte elaborate în cadrul programelor de finanțare ale Uniunii Europene se concentrează asupra efectelor valurilor de căldură asupra sănătății umane, asupra măsurilor de sănătate publică, prevenirii efectelor acute asupra sănătății datorate unor condiții meteorologice diferite și a strategiilor de adaptare din domeniul sănătății.

Adaptarea reprezintă o strategie esențială pentru a asigura faptul că eventualele efecte ale schimbărilor climatice asupra sănătății sunt reduse și menținute la un nivel minim.

Instrumentele economice și principiul „utilizatorul plătește” ar trebui aplicate în toate sectoarele, inclusiv cel al locuințelor, al transporturilor, al energiei, al agriculturii și al turismului. Astfel se vor crea stimulente puternice pentru reducerea consumului de apă și eficientizarea utilizării acesteia.

Perioadele de secetă ar putea deveni mai frecvente în întreaga Uniune Europeană, iar calitatea apei se va deteriora. Este extrem de important ca în cadrul Uniunii Europene să existe o gestionare durabilă a cererii. Tarifarea inadecvată a apei, amenajarea incoerentă a teritoriului și o distribuție necorespunzătoare a apei duc automat la o utilizare excesivă.

Este necesar să se acorde prioritate măsurilor „blânde” nestructurale, și anume utilizării cât mai largi a proceselor naturale pentru reducerea riscurilor de inundații, de exemplu utilizarea zonelor umede, maximizarea capacităților de retenție la sursă, utilizarea durabilă a terenurilor și o planificare spațială care să limiteze expunerea și vulnerabilitatea. Dispozitivele structurale „dure” de protecție vor rămâne însă elemente importante în lupta împotriva inundațiilor de proporții.

Schimbările climatice vor afecta considerabil economiile și societățile prin impactul pe care îl vor avea asupra ecosistemelor, mai precis asupra patrimoniului natural, a biodiversității și a continuității serviciilor furnizate de ecosistemele terestre, de apă dulce și marine. Acest lucru se datorează faptului că o mare parte a efectelor schimbărilor climatice asupra omului se produc prin intermediul sistemelor naturale. Ecosistemele sănătoase vor fi mai rezistente la schimbările climatice și, prin urmare, mai capabile de a continua să furnizeze serviciile ecosistemice de care depind prosperitatea și bunăstarea noastră.

Schimbările climatice vor avea efecte profunde asupra componentelor fizice și biologice ale ecosistemelor, și anume apa, solul, aerul și biodiversitatea. Conservarea unor ecosisteme în bună stare de sănătate și de funcționare va fi însă foarte dificilă, deoarece schimbările climatice ar putea zădărnici eforturile trecute și actuale.

Utilizarea durabilă înseamnă că dezvoltarea și exploatarea nu trebuie să aibă drept rezultat diminuarea patrimoniului natural sau degradarea serviciilor ecosistemice. Analizele raportului cost-beneficiu și studiile de impact ar trebui să ia în calcul și să internalizeze în mod progresiv și sistematic costurile de mediu aferente degradării ecosistemelor.

Planul de acțiune pentru păduri include activități de cercetare și formare în domeniul adaptării, al evaluării efectelor și al schimbului de practici și promovează

un management forestier mai favorabil conservării carbonului, similar gestionării solurilor în ceea ce privește atenuarea și adaptarea.

Schimbările climatice duc la scăderea resurselor naturale, agravând astfel efectele utilizării resurselor asupra mediului [71].

Evaluarea impactului asupra mediului, evaluarea strategică de mediu și evaluarea impactului politicilor trebuie să abordeze impactul asupra ecosistemelor cu ajutorul unor instrumente care să internalizeze costurile pagubelor suferite de patrimoniul natural și de serviciile ecosistemice.

La elaborarea programelor care beneficiază de sprijin comunitar, statele membre trebuie să ia în calcul activitățile de adaptare. Acest lucru este în special valabil pentru proiectele de infrastructură. Marile infrastructuri cum sunt podurile, porturile și autostrăzile au o durată de viață de 80-100 de ani, de aceea investițiile efectuate în prezent trebuie să țină cont pe deplin de condițiile prevăzute pentru sfârșitul secolului. Clădirile și alte infrastructuri concepute să dureze 20-50 de ani vor trebui să reziste, de asemenea, în condițiile climatice din viitor. Investiții care sunt optime în condițiile actuale nu vor fi în mod necesar viabile din punct de vedere economic în contextul condițiilor climatice viitoare sau dacă se iau în calcul efectele acestora asupra ecosistemelor.

Efectele schimbărilor climatice se vor face simțite direct sau indirect asupra unei serii de politici comunitare, iar Uniunea Europeană trebuie să găsească un răspuns adecvat în acest sens [5].

Schimbările climatice și efectele acestora, cum ar fi pagubele materiale, întreruperea activității întreprinderilor sau incendiile forestiere prezintă un risc financiar ridicat pentru persoane fizice, întreprinderi și sectorul financiar. În prezent există pe piață noi produse financiare, cum sunt instrumentele financiare derivate climatice sau obligațiunile pentru catastrofă; este necesar ca acest tip de produse să fie dezvoltate [1].

Planificarea spațială a teritoriului ar putea oferi un cadru integrat pentru a face legătura între evaluarea vulnerabilității și a riscului și capacitățile și strategiile de adaptare, facilitând astfel identificarea opțiunilor în materie de politică și a strategiilor rentabile. Este indicat să se ia în considerare posibilitatea de a se introduce formule de finanțare inovatoare dedicate adaptării pentru a sprijini implementarea strategiilor de adaptare coordonate, în special în regiunile și segmentele de societate cele mai vulnerabile ale Europei.

1.4.2. Al doilea pilon: integrarea adaptării în acțiunile externe ale Uniunii Europene

Preocuparea din ce în ce mai mare față de efectele schimbărilor climatice și de necesitățile de adaptare determinate de acestea va influența relația Uniunii Europene cu țările terțe. Este necesar să se inițieze un dialog și să se stabilească parteneriate pe tema adaptării la schimbările climatice cu țările în curs de dezvoltare, cu cele învecinate și cu țările industrializate. Deși diferențele în ceea ce privește situația economică, politică, socială și ecologică a țărilor partenere necesită adoptarea unor strategii de adaptare specifice, o mare parte din măsurile de adaptare sunt similare în toate țările, oferind astfel posibilități extinse de cooperare.

Politica externă și de securitate comună (PESC) a UE joacă un rol important în consolidarea capacității Uniunii Europene de prevenire și soluționare a conflictelor cum sunt disputele și tensiunile frontaliere având ca obiect accesul la resursele naturale sau dezastrele naturale agravate de schimbările climatice, precum și a

potențialelor consecințe ale acestora, cum ar fi migrația forțată sau dislocările interne ale populației.

Schimbările climatice reprezintă o provocare majoră pentru reducerea sărăciei în țările în curs de dezvoltare și amenință să distrugă o mare parte din realizările în materie de dezvoltare.

Fiind responsabile de cea mai mare parte a emisiilor antropice de gaze cu efect de seră acumulate de-a lungul timpului în atmosferă, țările dezvoltate vor fi nevoite să sprijine măsurile de adaptare din țările în curs de dezvoltare. Adaptarea va fi fundamentală pentru a garanta îndeplinirea, după anul 2015, a obiectivelor mileniului pentru dezvoltare, definite de Organizația Națiunilor Unite, în special în Africa subsahariană. Sunt necesare măsuri energice, bazate pe reducerea presiunilor convenționale asupra ecosistemelor, pentru a le face mai rezistente la schimbările climatice, alături de măsuri de imunizare la schimbările climatice, pentru a asigura viabilitatea investițiilor [1].

Acțiunile desfășurate împreună cu țările învecinate ar trebui să se bazeze pe consolidarea cooperării, a dialogurilor și a proceselor deja existente în contextul Politicii europene de vecinătate, unde are loc un dialog regulat și structural, inclusiv cu privire la chestiuni legate de schimbările climatice, în cadrul planurilor de acțiune convenite de comun acord până în prezent. Instrumentul European de Vecinătate și Parteneriat (IEVP) ar putea sprijini proiectele de adaptare pentru țările PEV și Rusia.

Este necesar ca între regiunile industrializate care se confruntă cu probleme similare, cum ar fi, de exemplu, Japonia, sud-estul Australiei și sud-vestul Statelor Unite, să existe un schimb de bune practici în materie de adaptare și de analiză a impactului. Ar trebui elaborate în continuare strategii de cooperare cu acestea.

Pentru atingerea acestui obiectiv, una din principalele soluții este utilizarea negocierilor comerciale multilaterale și bilaterale pentru a trata chestiunea comerțului și a investițiilor în tehnologii ecologice și în produse și servicii de mediu în cadrul unei abordări bazate pe cooperare și pe stimulare.

1.4.3. Al treilea pilon: reducerea incertitudinii prin extinderea bazei de cunoștințe datorită cercetării integrate privind climatul

Existența unor rezultate științifice solide este esențială pentru elaborarea unei politici privind climatul. Deși s-au înregistrat progrese considerabile în înțelegerea sistemului climatic al planetei, există în continuare incertitudini în special în ceea ce privește acuratețea previziunilor referitoare la impactul schimbărilor climatice la nivel regional și local, precum și la costul și avantajele măsurilor de adaptare pe termen scurt, până în anii 2020-2030. Este necesar să se promoveze o abordare integrată, intersectorială și globală, care să prevadă internalizarea costurilor de mediu legate de degradarea sistemelor fizice și biologice. Cercetarea ar trebui să se concentreze asupra complexității factorilor interdependenți care nu pot fi analizați separat [1]. În cadrul cercetărilor privind adaptarea și schimbările climatice se pot analiza, printre altele, următoarele aspecte:

- elaborarea unor metodologii cuprinzătoare și integrate pentru evaluarea efectelor și a vulnerabilităților, precum și pentru elaborarea unor metode rentabile de adaptare; stabilirea unor indicatori pentru măsurarea eficacității răspunsurilor; ameliorarea evaluării, la nivel european, a riscurilor, efectelor și rentabilității măsurilor de adaptare, în comparație cu un scenariu de statu-quo;

- clarificarea efectelor preconizate ale schimbărilor climatice și ale epuizării stratului de ozon asupra ecosistemelor și studierea modalităților de consolidare a

rezistenței acestora. Aceasta ar trebui să includă o evaluare a efectelor schimbărilor climatice asupra rezervelor de carbon ale solului și biosferei în general, asupra ecosistemelor acvatice și evaluarea influenței practicilor de management agroecologic, precum și o evaluare a habitatelor, speciilor și resurselor cu cel mai ridicat grad de risc;

- stabilirea unor seturi de date și modele de înaltă rezoluție, complete și pe termen lung, la nivel european. Este necesară ameliorarea coordonării între centrele de date, sistemele și rețelele de informații;

- încurajarea și optimizarea utilizării sistemelor de informații care beneficiază de sprijin comunitar, cum sunt sistemul european de avertizare în caz de inundații, sistemul european de informații privind incendiile forestiere și centrul de monitorizare și informare (CMI) pentru protecția civilă, sistemul comunitar de prognozare a producției agricole;

- furnizarea, la fiecare 4-5 ani, de rapoarte de sinteză actualizate privind efectele schimbărilor climatice, adaptarea și vulnerabilitățile față de acestea;

- în cooperare cu sectorul privat, sprijinirea cercetării pe tema adaptării pentru întreprinderi, servicii și industrie;

- inițierea de studii la nivel european privind planurile actuale și viitoare pentru consolidarea protecției regiunilor de coastă, costurile de mediu și economice pe care le presupun aceste planuri, efectele pe care acestea le pot avea asupra bugetului comunitar și asupra economiei regiunilor de coastă. Aceste studii ar trebui să includă evaluarea costurilor angajate de către porturi și căile navigabile pentru a continua asigurarea funcțiilor de transport de bază;

- ameliorarea cunoștințelor privind fluxul și disponibilitatea resurselor din întreaga lume, inclusiv a surselor de energie regenerabile; efectuarea unei evaluări științifice independente a efectelor produse de utilizarea resurselor naturale asupra mediului, precum și a eficacității resurselor. În acest sens, ar trebui utilizate analizele efectuate de Comitetul internațional pentru utilizarea durabilă a resurselor naturale și rapoartele IPCC;

- promovarea cooperării, a parteneriatelor și a activității în rețea cu comunitatea științifică din țările membre și nemembre ale UE, în special din țările în curs de dezvoltare, țările învecinate și partenerii principali și împărtășirea rezultatelor cercetării, a modelelor climatice și a altor instrumente metodologice, îndeosebi în cadrul programului de lucru pe cinci ani privind adaptarea, adoptat în cadrul UNFCCC.

Tehnologiile moderne ale informației și comunicațiilor (TIC) și evoluția acestora ulterioară vor constitui un instrument esențial pentru sprijinirea acestui proces de adaptare, permițând răspunsuri relevante, flexibile și rapide la cerințele de adaptare, de exemplu pentru monitorizarea schimbărilor de mediu, anticiparea și evaluarea riscurilor și managementul situațiilor de criză.

1.4.4. Al patrulea pilon: implicarea societății, a întreprinderilor și a sectorului public european în elaborarea unor strategii de adaptare coordonate și globale

Nevoia de adaptare ar putea duce la o profundă restructurare a anumitor sectoare economice care sunt influențate de condițiile meteorologice în mod special, cum sunt agricultura, silvicultura, sursele de energie regenerabile, apa, pescuitul și turismul sau care sunt expuse în mod special la schimbările climatice, cum sunt porturile, infrastructura industrială și așezările urbane din zonele de coastă, văile de

inundare și regiunile montane. Ar trebui să existe un dialog structurat cu părțile interesate și societatea civilă pentru a examina aceste provocări în mod sistematic. Acestea ar avea ocazia de a face schimb de opinii și de a se consilia reciproc cu privire la strategiile globale și coordonate, inclusiv la măsurile posibile de restructurare și de însoțire.

În cadrul Programului european privind schimbările climatice, Comisia va examina posibilitatea instituirii unui grup consultativ european pentru adaptarea la schimbările climatice, care ar funcționa în calitate de grup de experți al Comisiei și ar fi compus din factori de decizie reprezentativi, savanți și organizații ale societății civile.

Acest proces de consultare a părților interesate ar putea acoperi următoarele subiecte: apa, biodiversitatea, agricultura și pescuitul, resursele marine, industria, sănătatea publică, transportul, energia, cercetarea, tehnologia și inovarea, serviciile financiare și de asigurare, politica de coeziune și fondurile regionale, acțiunile externe și cooperarea cu țările nemembre ale UE, utilizarea instrumentelor de amenajare a teritoriului și de planificare spațială.

1.5. Plan de acțiune pentru capacitatea, eficacitatea și siguranța aeroporturilor din Europa

Liberalizarea sectorului de transport aerian european este un succes major: traficul aerian în Europa s-a triplat între 1980 și 2000. Numărul rutelor noi intra-UE a crescut cu 150% între 1992 și 2005. Cetățenii europeni se pot acum bucura de o gamă diversificată de servicii aeriene la un preț rezonabil [6].

Comunitatea Europeană a luat măsuri concrete pentru a susține această creștere, menținând, în același timp, un nivel ridicat de siguranță și eficacitate:

- Agenția Europeană pentru Siguranță Aeriană (AESA) a fost creată în 2002 pentru a raționaliza activitățile europene în domeniul credibilității aeriene;
- Pachetul legislativ privind cerul unic european adoptat în 2004 are drept scop reformarea amănunțită a sectorului a traficului aerian, pentru a mări siguranța și eficacitatea cerului european.

Dacă cererea de trafic aerian merge în continuare pe aceeași linie cu tendințele actuale, aceasta se va dubla în 20 de ani. Acest lucru va avea, în mod cert, consecințe serioase asupra mediului

Evaluarea transporturilor din 2001 recunoaște că trebuie să se ia măsuri pentru reducerea efectelor negative asupra mediului cauzate de creșterea rapidă a traficului [7]. Scopul acestui document este optimizarea folosirii infrastructurii existente, promovarea folosirii dezvoltărilor tehnologice, pentru îmbunătățirea siguranței, eficacității și a cadrului de planificare a noii infrastructuri, atunci când este nevoie.

Într-o societate modernă, conectivitatea este baza competitivității economice, a coeziunii sociale și regionale și a dezvoltării culturale. În consecință, nu numai nevoile economice și comerciale de globalizare conduc la creșterea cererii de transport aerian, aceasta este stimulată și de nevoile sociale și culturale în evoluție.

După liberalizarea pieței de transport aerian prin crearea pieței interne și inițiativa cer unic european pentru „saturarea cerului”. Capacitatea nu va putea să facă față cererii și riscurilor, devenind factorul cel mai constrângător al transportului aerian. Efectele de întrerupere a acestei legături slabe amenință eficacitatea

întregului lanț de transport aerian. Dacă transportul aerian este văzut ca un „motor” pentru creșterea economică, acesta riscă, în schimb, să submineze competitivitatea globală a economiei europene.

Aeroporturile au o importanță economică semnificativă, atât pe scară locală, cât și globală. Sectorul de aeroporturi creează în mod direct o medie de 925 de locuri de muncă la un milion de unități din capacitatea normală de muncă. Apropierea de un aeroport important este pentru 31% dintre companii un factor de localizare cheie pentru fabricarea de utilaje. Pentru serviciile bancare și de asigurări, transportul aerian reprezintă până la 50% din cererea totală din domeniul transporturilor [8].

Astfel, o industrie eficientă de transport aerian contribuie la realizarea obiectivelor stabilite în agenda Lisabona.

1.5.1. „Deficitul capacităților aeroportuare ”

Capacitatea aeroportului este o funcție atât pentru infrastructura de zbor, cât și pentru infrastructura la sol. Capacitatea de zbor corespunde numărului maxim de aparate de zbor care aterizează și/sau decolează, luând în considerare constrângerile fizice care au un impact asupra siguranței, precum turbulențele atmosferice de vârtej. Capacitatea infrastructurii la sol corespunde limitelor fizice ale terminalelor (spațiu de parcare și porți de îmbarcare) și eficacității gestionării acestora.

Data fiind evoluția așteptată a traficului, Europa se va confrunta cu o distanță din ce în ce mai mare [9] între capacitate și cerere. Acest fapt este numit „deficitul capacităților aeroportuare”. Dacă nivelurile actuale de capacitate nu sunt drastic mărite, se estimează că peste 60 de aeroporturi europene vor fi supraaglomerate, iar cele mai importante 20 de aeroporturi vor fi saturate cel puțin 8-10 ore pe zi în 2025 [6].

O astfel de supraaglomerare poate avea un impact grav asupra capacității liniilor aeriene de a respecta planificarea zborurilor, mai ales la aeroporturile centrale și va avea drept rezultat scăderea eficacității industriei de transport aerian european. Supra-aglomerarea va da naștere și unor costuri de mediu și de siguranță, având în vedere că densitatea și complexitatea operațiunilor vor atinge un nivel fără precedent.

1.5.2. Viziune strategică

Nu există nici o soluție a „glontelui de aur” pentru o problemă atât de complexă. Pe lângă multitudinea de actori și natura foarte tehnică a operațiunilor, întinderea planificării în sectorul aerian reprezintă, de asemenea, o provocare:

- este nevoie de 5 până la 10 ani sau mai mult pentru a asigura o infrastructură nouă;

- este nevoie de 1 până la 5 ani pentru a proiecta și a optimiza folosirea pistelor existente, inclusiv a spațiului aerian înconjurător.

Între mijlocul lui septembrie 2005 și începutul lui 2006 Comisia Europeană a consultat grupurile implicate pentru a căuta soluții posibile pentru rezolvarea deficitului de capacitate a aeroporturilor. Răspunsurile de la agențiile guvernamentale, liniile aeriene, administratorii aeroportului, piloții, furnizorii de servicii de navigare aeriană, experți, cetățenii privați și organizațiile de mediu, toate

au furnizat soluții valoroase [10]. O descoperire importantă a consultării a fost că există un consens larg privind existența problemei și nevoia de a găsi soluții conduse de piață și pentru sprijinirea mediului. Mulți dintre cei care au contribuit la consultare au subliniat necesitatea unei colaborări și a unei informări mai bune între actorii implicați în lanțul operațional la aeroporturi.

Discuții pe problema capacității au avut loc pe parcursul întâlnirilor la nivel înalt ale directorilor generali ai aviației civile, sub președinția Regatului Unit în 2005 și la Salzburg sub președinția Austriei în mai 2006.

Ca urmare a acestei consultări, sunt enumerate mai multe acțiuni:

- nevoia folosirii mai eficiente a pistelor existente și sprijinirea noii infrastructuri;

- trebuie căutat un echilibru adecvat între soluțiile conduse de piață (mecanisme de piață pentru alocarea sloturilor) și măsurile de reglementare (Cerul unic european și supravegherea siguranței aeroporturilor);

- pentru a sprijini siguranța, este nevoie de reguli obligatorii ale Comunității, mai ales privind siguranța în zona restricționată a aerodromului, incluzând nu doar infrastructura, ci și operațiunile și gestionarea;

- securitatea aviatică trebuie să fie o preocupare de maximă importanță atunci când se urmărește creșterea capacității aeroporturilor;

- aeroporturile regionale sunt importante pentru dezvoltarea unei rețele integrate de transport aerian european. [6].

Având în vedere aceste elemente, s-a promova cinci acțiuni cheie:

- o utilizare mai bună a capacității existente a aeroporturilor;

- o abordare fermă a operațiunilor de securitate aeriană în aerodromuri;

- promovarea „comodalității mijloacelor de transport”, integrarea și colaborarea mijloacelor de transport;

- îmbunătățirea capacității de mediu și a cadrului de proiectare a unei noi infrastructuri de aeroport;

- dezvoltarea și punerea în aplicare a soluțiilor tehnologice profitabile.

1.6. Folosirea capacității existente a aeroporturilor

Evaluarea capacității trebuie să se bazeze pe un inventar precis al debitului existent și planificat al aeroporturilor. În prezent, nu există un astfel de inventar realizat în toată Europa. În plus, aeroporturile folosesc diferite metode și taxonomii pentru a-și evalua capacitatea. Acest lucru face dificilă realizarea unei comparații și a unei evaluări.

Eurocontrol, Organizația Europeană pentru Siguranța Navigației Aeriene, susține Comisia în punerea în aplicare a inițiativei cerului european unic, prin preluarea unei serii de activități tehnice, pentru a pregăti deciziile de punere în aplicare a proiectului care.

Eurocontrol a dezvoltat un proces sistematic și funcțional pentru planificarea capacității de gestionare a traficului aerian la un nivel european. Statele membre,

autoritățile relevante și grupurile interesate să formeze în cadrul unui „Observator” asupra capacității aeroporturilor, vor superviza procesul de planificare. Observatorul care ar putea începe monitorizarea de date și informații cu privire la capacitatea aeroporturilor, pentru a stabili o poziție avantajoasă paneuropeană pe această chestiune importantă.

1.6.1. Sloturi de aeroport și planificări de zboruri

În Europa, operatorii aparatelor de zbor trebuie să depună un plan de zbor cu cel puțin o oră înaintea plecării. Ei primesc în schimb un interval al Gestionării fluxului de trafic aerian (ATFM), care corespunde timpului la care aparatul de zbor poate decola fără a crea o supraaglomerare în sistemul de gestionare a traficului aerian. Intervalele ATFM sunt eliberate în mod caracteristic atunci când există o lipsă de capacitate intrinsecă, în centrele de control al traficului aerian sau în aeroporturi, sau când apare o limitare neașteptată a capacității (precum ceață, furtuni, defecțiuni tehnice ale sistemelor etc.).

Practic, verificarea planurilor de zbor conform sloturilor de aeroport nu are loc într-un mod sistematic, conducând la interferențe în folosirea optimă a intervalelor de aeroport. Un efect secundar este acela că aparatul de zbor ocupă capacitatea de mers la sol și de decolare mai mult decât este necesar, având, astfel, un efect nociv asupra mediului.

Eurocontrol a primit în 2005 un mandat pentru dezvoltarea normelor de aplicare privind ATFM [6]. Articolul 14 din Regulamentul privind sloturile poate fi modificat astfel încât autoritățile competente de gestionare a traficului aerian să fie silite să respingă un plan de zbor al unui operator aerian ori de câte ori un transportator aerian nu menține sloturile de aeroport cerute.

În conformitate cu Regulamentul de stabilire a cadrului pentru crearea cerului unic european, Eurocontrol a fost solicitat să asigure asistență tehnică Comisiei pentru pregătirea unui raport privind evoluția până pe 20 aprilie 2007, Consiliului și Parlamentului European privind punerea în aplicare a legislației privind cerul unic european.

1.6.2. Promovarea comodalității mijloacelor de transport

Transportul aerian și feroviar ar trebui să devină mai complementar. Există cel puțin trei interdependențe între aer și căi ferate, fiecare aducând beneficii specifice societății în general și care vor avea, prin extensie, un impact pozitiv și asupra mediului:

- legături cu orașul având ca beneficii decongestionarea traficului rutier și o mai bună calitate a aerului în jurul aeroporturilor;
- legături cu regiunea, având aceleași beneficii ca mai sus și, în plus, acela al extinderii zonei de recepție a aeroporturilor;
- legătură între aeroport și zonele metropolitane importante prin sistemul feroviar de mare viteză, cu aceleași beneficii ca mai sus și o mai mare posibilitate ca intervalele mici de transport să fie degajate pentru zborurile mai lungi, care, pentru aeroporturi și transportatorii aerieni, prezintă o mai mare productivitate de slot.

Calea ferată convențională poate juca un rol important, iar dezvoltarea sa pentru a lega aeroporturile secundare și regionale ar trebui să fie încurajată prin finanțarea de către statele membre și Comunitate.

Este nevoie de infrastructuri eficiente de comodalitate a mijloacelor de transport și de îmbunătățire a împărțirii acestora pentru accesul în aeroport. Comisia va acorda în continuare atenție și va furniza resurse pentru promovarea și finanțarea infrastructurilor intermodale a mijloacelor de transport. Astfel de proiecte pot fi susținute de politica de coeziune europeană și rămân eligibile pentru finanțare în cadrul Fondului de Dezvoltare Europeană Regională și al celui de Coeziune.

1.6.3. Intermodalitate transport aerian-transport feroviar

Principalii factori care influențează pasagerii în alegerea unui mijloc de transport sunt relativ stabili și în permanență importanți în întreaga Europă. Pasagerii aleg transportul feroviar atunci când timpul, costul biletului, frecvența, accesul etc. le oferă un avantaj și transportul aerian atunci când acesta din urmă le oferă un avantaj. Astfel, dezvoltarea intermodalității mijloacelor de transport ar trebui să țină cont de alegerile pasagerului și să i le susțină. Factori precum informarea, oferirea de bilete și de servicii complete, precum și alte chestiuni joacă un rol în optimizarea viitoare a serviciilor [6].

Încurajarea transportului feroviar ca o completare la cel aerian ar trebui să se concentreze pe îmbunătățirea gradului de atracție a ofertei de transport feroviar. Aceasta va încuraja pasagerii să încerce această opțiune pentru călătorii punct cu punct, dar și de transfer. Dată fiind creșterea cererii, multe dintre problemele secundare vor fi rezolvate prin cooperarea viitoare a operatorilor și clienților. Intermodalitatea transportului aerian cu cel feroviar nu poate fi considerată ca o primă manieră de decongestionare a aeroporturilor, deoarece, în general, efectul de decongestionare se ridică la unul sau doi ani de creștere a traficului aerian. Totuși, este utilă pentru obținerea unei mai mari eficacități a sistemului de transport și a aeroporturilor în special. În plus, povara problemei mediului asupra aeroporturilor va fi redusă. O concluzie a Forumului pentru facilitarea intermodalității transportului feroviar cu cel aerian, care a avut loc între septembrie 2003 și iunie 2004, a fost aceea că absența biletelor combinate a fost considerat un obstacol în dezvoltarea ulterioară a intermodalității celor două mijloace de transport, în ceea ce privește serviciile și interesul pasagerului.

1.7. Noua infrastructură aeroportuară

1.7.1. Îmbunătățirea capacității de mediu a aeroporturilor (zgomot)

Sensibilitatea la zgomotul aparatelor de zbor reprezintă o constrângere majoră în dezvoltarea aeroporturilor. Scoaterea treptată din uz a tuturor aparatelor vechi de zbor foarte zgomotoase (așa-numitele aparate de zbor Capitol 2) de la 1 aprilie 2002 a reprezentat un salt înainte pentru îmbunătățirea climatului sonor în jurul aeroporturilor. Totuși, în lumina creșterii așteptate a activităților aviatice, această îmbunătățire poate să se erodeze curând, Directiva 2002/30/CE privind restricțiile de zgomot face posibilă scoaterea treptată din uz a aparatelor de zbor "Capitol 3", supuse unui număr de condiții care au drept scop punerea în aplicare a așa-numitei „abordări echilibrate”.

Abordarea echilibrată a zgomotului, convenită la Adunarea 2001 OACI (Organizația Aviației Civile Internaționale), furnizează statelor contractante OACI o abordare internațională de luptă împotriva problemelor de zgomot produs de aparatele de zbor în aeroporturile individuale, într-un mod care are efecte asupra mediului și este responsabil din punct de vedere economic [6]. Aceasta cuprinde patru elemente principale:

- reducerea zgomotului la sursă;
- planificarea și gestionarea folosirii solului;
- proceduri operaționale de reducere a zgomotului;
- restricții operaționale de zgomot la aparatele de zbor.

Restricțiile operaționale de zgomot la aparatele de zbor nu ar trebui să fie aplicate ca un prim mijloc, dar numai după examinarea beneficiilor obținute din alte elemente. Abordarea echilibrată asigură un cadru pentru evaluarea, consultarea și luarea deciziilor, luând în considerare punctele de vedere ale tuturor grupurilor implicate.

Principiile abordării echilibrate a zgomotului au fost încorporate în dreptul comunitar. În 2006 a fost demarat un studiu pentru examinarea punerii în aplicare a directivei și analizarea modificărilor care au avut loc în ceea ce privește nivelurile de zgomot în aeroporturile comunitare de la intrarea în vigoare a acesteia.

Atunci când iau în considerare abordarea echilibrată a zgomotului, statele membre ar trebui să acorde atenția cuvenită și dispozițiilor din Directiva (2002/49/CE) privind zgomotul ambiental, care vor fi revăzute în 2009.

Există mult loc pentru îmbunătățirea planificării și gestionării folosirii solului în UE:

- numai o minoritate din statele membre furnizează autorităților de planificare și publicului planuri de aeroport care conțin informații despre proiectele de mare anvergură privind infrastructura aeroportului, incluzând zonele afectate de obstacole sau de niveluri ridicate de zgomot;

- doar jumătate dintre statele membre includ toate informațiile despre aeroporturi și impactul operațiunilor acestora în zona înconjurătoare;

- publicarea planurilor de aeroport pe termen lung, dar și a planurilor de folosire a solului ca practică standard va îmbunătăți accesibilitatea și calitatea informațiilor disponibile publicului și va ajuta la asigurarea unei corecte informări a publicului.

Politicile bune de folosire a solului trebuie, de asemenea, să fie în contextul abordării echilibrate a zgomotului și al posibilităților oferite de GNSS. Modalitățile de funcționare în vigoare trebuie să fie revăzute, cu scopul de a asigura primirea planurilor pe termen lung ale aeroportului de către autoritățile competente și coordonarea adecvată a acestor informații cu planificarea de folosire a solului.

Pentru a promova un sistem de transport aerian eficient, informațiile obținute din calcularea capacității, precum și planificarea de folosire a solului trebuie să fie luate în considerare pentru coordonarea și evaluarea nevoilor capacității regionale sau de rețea în ansamblu.

O simplificare și o accelerare a procedurilor de planificare necesită cooperare între statele membre și coordonarea între statele membre și Comisie, în special în privința proiectelor de interes european comun. Menținând standardele relevante de respectare a legislației privind mediul, inclusiv Evaluarea impactului asupra mediului și Orientări strategice în evaluarea mediului, trebuie vizată o durată de cinci ani pentru planificare, aprobare și construire.

1.7.2. Dezvoltarea și punerea în aplicare a noilor tehnologii

Comisia Europeană a finanțat prin Programele-cadru de cercetare proprii un număr de proiecte tratând sistemele avansate de ghidare pentru deplasarea pe suprafață și de control. Aceste tehnologii au atins acum un nivel suficient de maturitate. În plus, programul a ajuns la un nivel de recunoaștere și de armonizare globală prin OACI.

În special partea de supraveghere și control din conceptul A-SMGCS poate fi foarte eficientă în toate condițiile de vreme, pentru a asigura cel mai mare nivel de siguranță, susținând o creștere continuă a mișcărilor aparatelor de zbor [6].

Programul SESAR va dezvolta noi tehnologii pentru o creștere viitoare a siguranței și eficacității operațiunilor de aeroport. În special:

- noile dispozitive de predicție și de detectare a vârtelurilor vor ajuta la reducerea în siguranță a distanței minime între aparatele de zbor;
- noii senzori vor permite controlul operațiunilor de la turn;
- noile generații de instrumente de gestionare a zonelor interzise din aeroporturi vor conduce la optimizarea mișcărilor la sol.

Se așteaptă ca dezvoltarea unui sistem larg de gestionare a informațiilor, care va produce realizarea unei coeziuni puternice în transportul aerian, să mărească pe viitor predictibilitatea și eficacitatea aparatelor de zbor și a operațiunilor de aeroport. O asemenea creștere a eficacității operaționale va da naștere și la obținerea unor beneficii pentru mediu.

Tehnologii precum sistemele de identificare prin radiofrecvență (RFID), care măresc eficacitatea logistică internă a aeroporturilor, ar putea, de asemenea, să contribuie la remedierea problemei congestiunii. În aeroporturile aglomerate, orice întârziere la plecare poate avea consecințe grave asupra planificării sloturilor și a zborurilor.

Noi tehnologii precum marcarea radio a taloanelor de îmbarcare și a bagajelor ar putea permite reducerea semnificativă a procentajului întârzierilor avioanelor (10%) imputabil pasagerilor care nu se prezintă la îmbarcare [11]. Acest sistem ar putea permite localizarea pasagerilor sau, dacă este necesar, reperarea sau retragerea bagajelor acestora de cală, în mod mai eficace.

Cu toate acestea, asemenea tehnologii nu vor fi eficiente în totalitate decât dacă se va reuși adoptarea, pe plan internațional, a normelor de interoperabilitate comune privind etichetele de identificare prin radiofrecvență, precum și a unui cadru juridic comun pentru protecția informațiilor referitoare la pasageri [12].

Toți actorii trebuie să colaboreze pentru a înfrunța provocarea, pentru a construi pe mai departe în Europa un sistem de transport aerian mai eficient, mai sigur și mai sănătos pentru mediu, un sistem care să fie în conformitate cu obiectivele ambițioase ale strategiei de la Lisabona.

1.8. Contribuția activităților aeroportuare

Sursele de poluare din zona aeroportuară sunt numeroase: avioanele, dar și vehiculele care vin la aeroport, depozitele de carburant, industriile și centralele termice prezente în această zonă.

Printre diferitele surse de emisie în zonele aeroportuare se disting activități exclusiv terestre și aeronavele.

Activitățile terestre

Activitățile terestre cuprind sursele fixe și sursele mobile.

- Sursele fixe sunt variate și se referă la sistemele de producere a energiei, depozitele de carburant și operațiile de curățare, întreținere, dezgheț, vopsire
- Sursele mobile se referă la traficul vehiculelor rutiere (traficul pentru transportul pasagerilor și funcționarilor), motoare speciale (tractoare, transportul bagajelor, elevatoare, etc) și pe de altă parte mișcările avioanelor la sol sau în faza de decolare sau aterizare.

Cazul particular al avioanelor

Reducerea poluării atmosferice este una dintre marile provocări ale cercetării ce constituie preocuparea constructorilor de motoare. Ei trebuie să

găsească cel mai bun compromis între diminuarea emisiilor toxice, creșterea randamentului și securitatea avioanelor.

Funcționarea unui motor este foarte complexă. O combustie ideală produce doar dioxid de carbon (CO_2) și apa (H_2O), dar, în practică nu se întâmplă niciodată așa. Monoxidul de carbon și hidrocarburile nearse rezultă la combustia incompletă a kerosenului atunci când motorul funcționează la putere redusă (staționare și rulare la sol). Oxizii de sulf provin din oxidarea sulfului conținut în kerosen, cantitatea lor fiind în funcție de cantitatea de kerosen consumată și de conținutul de sulf din kerosen [15].

Oxizii de azot se formează prin oxidarea azotului din aer la valori ridicate de temperatura și presiune, la ieșirea din camera de combustie a motorului, în momentul decolării și urcării.

Oxizii de azot (NO_2 , NO și N_2O) reprezintă o preocupare deosebită pentru constructorii de motoare. Acești oxizi participă la formarea poluării locale (NO_2 este toxic pentru oameni și provoacă ploile acide) și la poluarea globală, datorită rolului pe care îl au la formarea ozonului. Util în atmosfera înaltă pentru filtrarea razelor solare, ozonul are efecte nocive pentru respirație și participă la creșterea efectului de seră la joasa altitudine. Oxizii de azot se formează la presiuni și temperaturi ridicate și după cum știm, acestea sunt cele mai bune condiții pentru mărirea randamentul motorului. Creșterea presiunilor în motoare fiind inevitabilă, trebuie acționat asupra amestecului carburant/aer pentru a încerca o reducere a oxizilor de azot.

1.9. Modele de dispersie

Urmărirea calității aerului la scară unei aglomerații sau a unei platforme aeroportuare, presupune a se ține cont de factori multipli care au influență asupra dispersiei poluanților, în particular situația meteorologică, diferitele surse de poluare și topografia site-ului [66].

Poluanții, odată emiși, sunt transportați la distanțe variabile prin mișcările maselor de aer. Acestea sunt principalele fenomene meteorologice care acționează asupra dispersiei poluanților. La acești factori se adaugă, în egală măsură reacțiile fizico-chimice care schimbă compoziția poluanților primari și antrenează formarea poluanților secundari.

Mecanismele de transport și transformare a poluanților în atmosferă, fac de mai mulți ani obiectul numeroaselor cercetări, al căror principal obiectiv este descrierea relațiilor complexe între emițători și receptori. Aceste cercetări permit, în egală măsură, estimarea contribuției surselor individuale la apariția nivelelor de poluare ridicate [15].

Au fost de asemenea dezvoltate instrumente numerice de simulare a curgerii maselor de aer, a transportului poluanților și a transformărilor acestora în atmosferă. Aceste instrumente, care constituie modele de dispersie, permit predicția concentrației poluanților și realizarea studiilor de impact pe termen lung.

Majoritatea modelelor actuale de dispersie au fost dezvoltate pentru a studia zonelor industriale sau aglomerații și nu consideră decât sursele de la sol. Luarea în considerare a surselor aeriene necesită deci o adaptare a modelelor de dispersie existente [73].

Configurarea platformelor aeroportuare fiind foarte variată, fiecare aeroport constituie un caz particular care necesită o adaptare specifică. Totuși, procesele

fizice și chimice responsabile de dispersia poluanților rămânând identice, singurele date specifice fiecărui aeroport sunt sursele de emisie, condițiile meteorologice și topografia aeroportului.

1.10. Legislație de mediu în domeniul aeroportuar

Reglementările aeronautice civile române sunt emise sau adoptate în conformitate cu prevederile legislației naționale în vigoare, cu Convenția privind aviația civilă internațională, semnată la Chicago la 7 decembrie 1944, denumită în continuare Convenție, precum și cu prevederile altor tratate internaționale la care România a aderat sau este parte prin Decretul nr. 194/1965, astfel încât să se asigure un caracter unitar, coerent și modern procesului de elaborare și dezvoltare a cadrului național de reglementare specific domeniului.

În conformitate cu prevederile Codului Aerian Civil și în scopul reglementării domeniului aviației civile, Ministerul Transporturilor, în calitate sa de autoritate de stat, emite reglementări aeronautice civile române, care au caracter obligatoriu pentru toți agenții aeronautici civili, precum și pentru persoanele care își propun ori desfășoară activități în zonele supuse servituților de aeronautică civilă.

Autoritatea Aeronautică Civilă Română, în calitate de organism tehnic specializat al Ministerului Transporturilor, asigură aplicarea reglementărilor aeronautice civile naționale, precum și supravegherea respectării lor de către persoanele juridice și fizice, române sau străine, care furnizează servicii sau produse pentru aviația civilă din România, realizând astfel funcția de supraveghere a siguranței în domeniul aviației civile.

Reglementările Aeronautice Civile Române (RACR) emise de Ministerul Transporturilor și Infrastructurii cuprind norme, proceduri sau standarde specifice activităților aeronautice civile și acestea se bazează pe prevederile Convenției privind Aviația Civilă și pe Anexele la aceasta și sunt compatibile cu cerințele Agenției Europene de Siguranță a Aviației Civile (EASA).

Reglementarea aeronautică civilă română RACR-PM, ediția 3/2007 a fost elaborată în scopul armonizării cadrului legislativ național în domeniul aviației civile cu prevederile actualelor acte normative adoptate de instituțiile comunitare pentru îndeplinirea obiectivului strategic, asumat de Comunitatea Europeană, de reducere a impactului activităților aeronautice asupra mediului.

Reglementarea aeronautică civilă română RACR-PM, ediția 3/2007 asigură transpunerea în legislația națională a următoarelor reglementări europene:

- Directiva 2002/30/EC a Parlamentului European și a Consiliului din 25 iunie 2002 privind stabilirea regulilor și procedurilor pentru introducerea restricțiilor de operare legate de zgomot pe aeroporturile Comunității;

- Directiva 2006/93/EC a Parlamentului European și a Consiliului din 12 decembrie 2006 privind reglementarea operării avioanelor care intră sub incidența Părții a II-a, Capitolul 3, Volumul 1 al Anexei 16 la Convenția privind aviația civilă internațională;

- Directiva 89/629/EEC a Consiliului European din 4 decembrie 1989 privind limitarea emisiilor de zgomot produse de avioanele, civile, subsonice, cu reacție.

Legislație națională:

- Legea nr. 271/2003 privind ratificarea Protocolului de la Gothenburg;

- HG nr. 731/2004 pentru aprobarea Strategiei naționale privind protecția atmosferei;
- HG nr. 738/2004 pentru aprobarea Planului național de acțiune în domeniul protecției atmosferei;
- Ordonanța de Urgență a Guvernului (OUG) nr. 243/2000 privind protecția Atmosferei, adoptată prin Legea nr. 655/2001;
- Ordinul MAPM nr. 592/2002 pentru aprobarea Normativului privind stabilirea valorilor limită, a valorilor de prag și a criteriilor și metodelor de evaluare a dioxidului de sulf, dioxidului de azot și oxizilor de azot, pulberilor în suspensie (PM10 și PM2,5), plumbului, benzenului, monoxidului de carbon și ozonului în aerul înconjurător;
- Strategia Națională de dezvoltare durabilă (1999);
- OUG nr. 195/2005 privind protecția mediului aprobată prin Legea nr. 265/2006;
- HG 321/2005 pentru reevaluarea și managementul zgomotului de mediu;
- Legea nr. 24/1994 (JO nr. 119/12.05.1994) pentru ratificarea Convenției - cadru a Națiunilor Unite asupra schimbărilor climatice, semnată la Rio de Janeiro la 5 iunie 1992;
- Legea nr. 3/2001 de ratificare a Acordului de la Kyoto;
- Strategia Națională asupra schimbărilor climatice 2005-2007, aprobată prin HG nr. 645/2005;
- Planul național de acțiune privind schimbările climatice (PNASC), aprobat prin HG nr. 1877/2005;
- Ordinul ministrului mediului și gospodăririi apelor nr. 860/2002 pentru aprobarea Procedurii de evaluare a impactului asupra mediului și de emitere a acordului de mediu;
- HG nr. 918/2002 privind stabilirea procedurii cadru de evaluare a impactului asupra mediului și pentru aprobarea listei proiectelor publice sau private supuse acestei proceduri;
- HG nr. 1076/2004;
- HG nr. 995/2006.

2. STADIUL ACTUAL PE DIFERITE AEROPORTURI

2.1. Stadiul actual pentru Aeroportul din Timișoara

Sursa principală de poluare locală a aerului la Aeroportul Internațional „Traian Vuia” Timișoara și în împrejurimile sale sunt: manevrele aeronavelor aproape de și pe sol, vehiculele de la aeroport incluzând serviciile de handling la sol și traficul din zona publică, traficul rutier public și privat către și de la aeroport, producția de energie, încălzire și apă caldă pentru facilitățile aeroportului, lucrări de construcție asociate dezvoltării aeroportuare.

Principalii poluanți emiși în jurul aeroporturilor și care influențează local calitatea aerului sunt: oxizii de azot (NO_x), monoxidul de carbon (CO), hidrocarburile neare (HC), compușii organici volatili (COV), dioxidul de sulf (SO_2) și particulele.

Emisiile avioanelor sunt de natură diferită, după regimul de funcționare al motoarelor: la rulare se produc în principal hidrocarburi neare și monoxid de carbon, în timp ce la decolare, când motoarele sunt la maximum lor de putere și temperaturile foarte ridicate, este favorizată producerea de NO_x (fig.1.4).

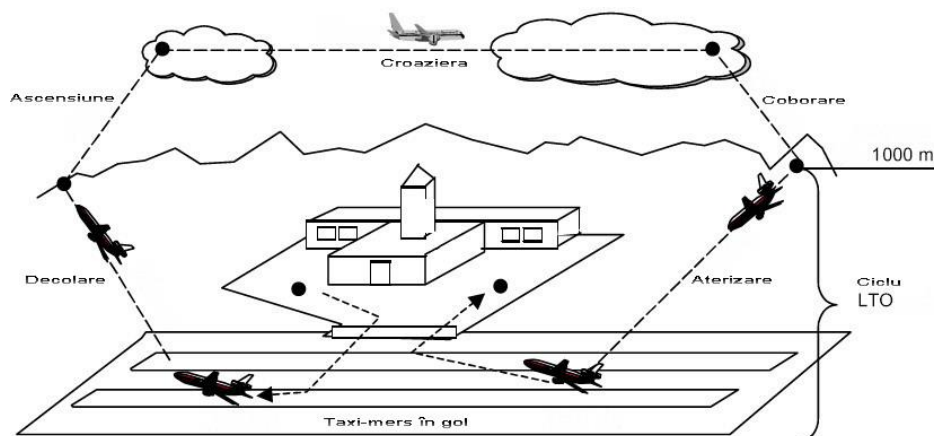


Figura 1.4 Prezentare generală a avioanelor în diferite faze de funcționare

În momentul de față, se consideră că punctele de măsurare a poluanților atmosferici nu sunt suficiente pentru a preciza contribuția aeroporturilor la poluarea atmosferică locală. Pentru aceasta, în cadrul programelor internaționale au fost prevăzute campanii de măsurare ce au ca scop determinarea cantitativă de poluanți atmosferici [76] și corelarea acestora cu emisiile aeroportuare.

2.1.1. Zgomotul pe Aeroportul din Timișoara

Aeronavele care decolează și aterizează sunt cea mai importantă sursă de emisii sonore la aeroport dar în nici un caz singura sursă de zgomot. În plus, este

zgomotul de la deplasarea aeronavelor pe căile de rulare și pe platformele de staționare, zgomotul de la nivelul solului produs de vehicule cum sunt, autobuzele de transport pasageri la aeronavă, mașinile ce deservește aeronavele, unități de alimentare auxiliare, etc., folosirea suprafeței de mișcare (ex. platformele de parcare), zgomotul rezultat din activitatea de întreținere a aeronavelor și din activitățile aferente transportului aerian de mărfuri și alte emisii de zgomot cum este zgomotul de la traficul rutier de pe drumul de acces la aeroport.

Aeroportul Internațional „Traian Vuia” Timișoara nu este clasificat ca un "aeroport sensibil la zgomot" pentru comunitățile învecinate. Experții în zgomot au ajuns la concluzia ca mișcările aeronavelor asociate cu zgomotul produs de traficul de pe drumul de acces la aeroport cauzează cea mai mare problemă pe/în jurul aeroportului – în comparație cu acesta, zgomotul de la sol din aeroport joacă un rol mai puțin important. Mai mult decât atât, tendința de utilizare a aeronavelor mai moderne și prin urmare mai silențioase continuă, iar această tendință aduce o contribuție considerabilă la reducerea zgomotului. Până acum nu au fost primite plângeri de zgomot de la public – rezidenții care locuiesc aproape de aeroport – despre disconfortul cauzat de acesta asupra lor.

2.1.2. Zgomotul la nivelul solului

Zgomotul la nivelul solului se referă la zgomotele generate de toate sursele din cadrul aeroportului, excluzând regimul de croazieră și decolarea/aterizarea aeronavelor.

Pe Aeroportul Internațional „Traian Vuia” Timișoara principalele surse de zgomot la nivelul solului sunt:

- transportul aeronavelor între pistă și pozițiile de staționare – incluzând toate încercările de motoare și procedurile legate de pornitul/opritul motorului, rularea aeronavelor pe pistă în vederea decolării și frânarea de-a lungul pistei după aterizare, care include și posibilitatea utilizării reversoarelor de tracțiune ale motoarelor ;
- echipamentele mobile terestre, cum ar fi agregatele și echipamentele de alimentare la sol (GPU, etc.), care alimentează cu energie avioanele staționate pe platformă sau conectate la burduf în vederea decolării ;
- agregatele de alimentare auxiliare din aeronave (APU), pentru ventilația cabinei în timp ce aeronava staționează pe platformă, pentru furnizarea energiei electrice și alte servicii specifice aeronavelor și pentru pornirea motorului ;
- accelerarea motorului aeronavelor la suprafața solului, în timpul serviciilor de revizie și încercare motoare;
- instalațiile și echipamentele fixe din clădiri, cum ar fi instalația de aer condiționat;
- traficul rutier de pe drumurile de incintă ale aeroportului și cel al mașinilor care vin și pleacă de la aeroport;
- activități de construcții.

În mod frecvent, aterizările de aeronave pe Aeroportul Internațional „Traian Vuia” Timișoara utilizează reversoarele de tracțiune pentru a ajuta la încetinirea aeronavelor în mod condiționat după atingerea pistei, astfel reducând uzura cauzată de frânarea bruscă a motoarelor. În general, utilizarea reversoarelor de tracțiune dă posibilitatea de a reduce timpul de ocupare a pistei și de a utiliza căile de degajare rapidă mai scurte ca lungime. În plus, această utilizare a reversoarelor reprezintă o procedură importantă de siguranță (determinate și de condițiile meteorologice), care contribuie la reducerea de combustibil și îmbunătățește ciclul de viață al motoarelor.

Oricum, în cazuri de urgență se pot utiliza nivele mai mari de tracțiune folosind reversoare, comparativ cu tracțiunea de la ralanti. Pe de altă parte, limitările asupra utilizării reversoarelor de tracțiune pot reduce impacturile de zgomot – în special pe timp de noapte – lateral pistei, deși ele nu ar reduce în mod semnificativ dimensiunea conturului de zgomot.

Zgomotul la nivelul solului produs în aeroport iese din contextul zgomotului la nivel de sol produs în afara perimetrului aeroportuar, numit zgomot de fond.

2.1.3. Hărți strategice de zgomot în zona aeroportului

Principalele avantaje pe care le oferă hărțile strategice de zgomot în mediul urban, diferențiate în funcție de stadiul existent și cel preconizat al dezvoltării urbanistice, sunt:

- dezvoltarea de noi zone rezidențiale;
- informarea populației asupra nivelurilor de zgomot în zonele de interes (prin panouri locale, publicații periodice, paginile oficiale web etc.);
- conservarea zonelor liniștite (zonă delimitată de către autoritățile competente, care nu este expusă unei valori a indicatorului L_{zsn} sau a vreunui alt indicator de zgomot, mai mare decât valoarea limită în vigoare, indiferent de sursa de zgomot), ținând cont de datele oferite de harta de zgomot;
- stabilirea zonelor unde se înregistrează depășiri ale valorilor limită precum și simularea efectelor diferitelor metode de diminuare ce pot fi implementate, alegându-se măsurile cele mai eficiente din punct de vedere tehnic și economic pentru realizarea planurilor de acțiune.

Elaborarea hărților strategice de zgomot pentru aglomerări presupune cartarea separată, pentru indicatori ai nivelului de zgomot L_{zsn} (fig.1.5) și L_n (fig.1.6) a următoarelor surse de zgomot: traficul rutier, traficul feroviar, aeroporturi, zonele industriale în care se desfășoară activități privind prevenirea și controlul integrat al poluării, inclusiv pentru porturi [14].

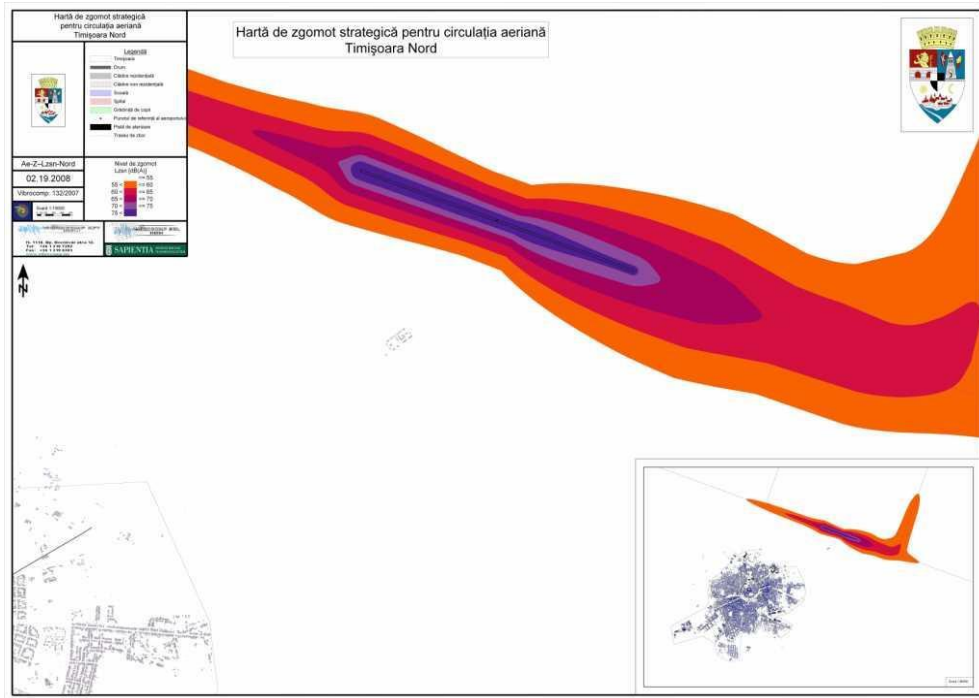


Figura 1.5 Aglomerarea Timișoara - sursa aeroport, indicatorul Lzsn

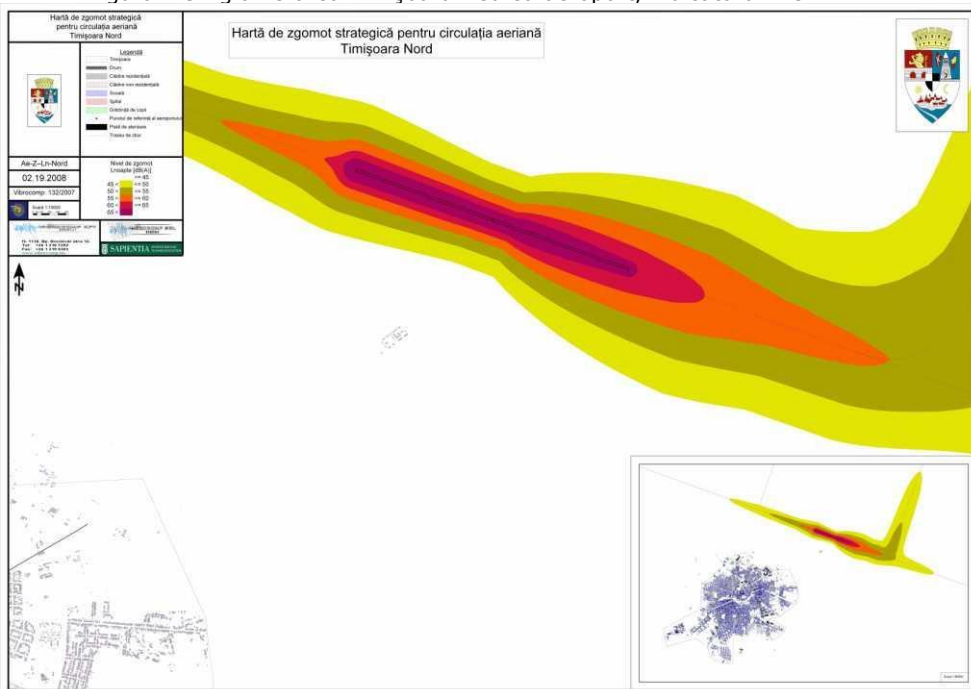


Figura 1.6 Aglomerarea Timișoara - sursa aeroport, indicatorul Lnoapte

2.1.4. Reducerea zgomotului de sol pe aeroport

Există un număr de inițiative pentru reducerea zgomotului la sol. Acestea includ reguli interne stricte privind folosirea APU-urilor și instrucțiuni pentru testarea și încercarea motoarelor aeronavelor în operațiunile de întreținere și revizie.

Pe perioada acordării permisiunii de zbor aeronava, în mod normal, primește energie de la bordul său (cockpit) iar aerul condiționat pentru cabina pasagerilor este asigurat de motoarele auxiliare ale aeronavei care produc un anumit nivel de zgomot. În special, în perioada de vârf când se acordă permisiuni de zbor simultan (cazuri foarte rare), poluarea fonică este mai ridicată. Pentru a diminua poluarea fonică Aeroportul Internațional „Traian Vuia” Timișoara furnizează aeronavelor electricitate. Pe platforma de staționare aeronave personalul la sol asigură prezența generatoarelor mobile, cum ar fi agregatele producătoare de energie (GPU) și aparatura de aer condiționat. Datorită acestei politici, s-a implementat o regulă internă de folosire a APU pe platforma aeroportului. Pentru a respecta această regulă se permite folosirea APU pentru o perioadă de 15 min după block-on și 30 min înainte block-off ceea ce înseamnă că aceste restricții au impacturi pozitive asupra obiectivelor de monitorizare și control al nivelului de zgomot.

Încercarea motoarelor se referă la revizia și testarea planificată a motoarelor de mare putere. Aceasta nu include lăsarea motoarelor în stare inactivă ca parte a pornirii motoarelor, controlul de înaintea zborului sau rulare a aeronavei la ralanti.

De asemenea, mai există controale efectuate de companiile aeriene după reviziile menționate mai sus, pentru a respecta regulile de siguranță. Anumite încercări ale motoarelor, asociate cu reviziile tehnice neplanificate pentru a remedia eventuale defecte sunt permise pe timpul nopții pe o platformă specială de încercare motoare situată în apropierea hangarului de reparații aeronave, departe de zona platformei.

În concluzie, chiar dacă zgomotul aeronavelor reprezintă în mod normal o constrângere majoră în ceea ce privește modernizarea continuă a multor altor aeroporturi internaționale, Aeroportul Internațional „Traian Vuia” Timișoara nu este clasificat ca un aeroport sensibil la impactul negativ datorat zgomotului. Scăderea nivelului de poluare fonică a tehnologiilor aeronavelor moderne va ajuta Aeroportul Internațional „Traian Vuia” Timișoara să respecte regulile stringente de protecție a mediului înconjurător în ciuda faptului că mișcările aeronavelor vor crește continuu până în 2025.

Efectele pozitive ale substituirii flotei de aeronave vechi cu aeronave noi, silențioase sunt foarte importante. Astfel, studiile elaborate la nivel internațional ne arată că traficul aerian folosind aeronave silențioase, de ultimă generație, poate crește de zece ori fără a crea o poluare fonică semnificativă suplimentară asupra împrejurimilor aeroportuare. În consecință, Aeroportul Internațional „Traian Vuia” Timișoara va continua să caute și să găsească cele mai bune măsuri de reducere a zgomotului luând în considerare avansarea în tehnologie în ceea ce privește aeronavele și dezvoltarea locală a zonei. Aeroportul lucrează în parteneriat cu diferite părți interesate incluzând companiile aeriene și nu numai pentru a progresa în managementul impactului datorat zgomotului.

În continuarea acestui capitol prezint pe scurt trei aeroporturi din lume pentru a putea compara rezultatele obținute în urma măsurătorilor proprii privind calitatea aerului pe aceste aeroporturi, influența emisiilor asupra mediului

înconjurător, legislația de mediu după care funcționează, cât și managementul activității acestor aeroporturi.

2.2. Aeroportul „Kastrup” din Copenhaga

Activitățile legate de mediu la aeroportul Copenhaga au loc în cadrul politicii generale de mediu ale aeroportului.

În consecință, ca și o organizație cu responsabilități față de mediu aeroportul Copenhaga este gestionat și dezvoltat în așa fel încât să se obțină rezultate care să conducă la îmbunătățirea rezultatelor în domeniul mediului.

Îmbunătățirile sunt efectuate prin acordarea unei atenții constante în toate deciziile ce implică aspecte legate de mediu, acțiuni preventive, tehnologii mai puțin poluante, creșterea gradului de conștientizare pentru un mediu curat în rândul angajaților și partenerilor, precum și un dialog deschis cu privire la impactul companiei asupra mediului [16].

Consiliul de Supraveghere a Companiei a stabilit un obiectiv țintă în anul 2007: Compania va asigura reducerea emisiilor de CO₂ provenite din activitățile din Copenhaga cu 21% pentru 2012 comparativ cu anul 1990. Copenhaga a stabilit acest obiectiv pentru reducerea emisiilor de CO₂ în conformitate cu: legislația existentă în Danemarca, Protocolul de la Kyoto și Acordul European privind repartizarea sarcinilor, deoarece Copenhaga, fiind un punct de trafic internațional și o parte esențială a infrastructurii naționale dorește să-și asume partea sa de responsabilitate [17].

Pentru a se asigura faptul că aeroportul Copenhaga urmează politiciile sale privind emisia de CO₂, consumul de resurse neregenerabile va fi redus cât de mult posibil, ținându-se seama de evoluția traficului. Această reducere se va realiza și menține prin: reducerea consumului de energie a aeroportului din Copenhaga cu cel puțin 10% în următorii cinci ani, monitorizarea continuă a consumului de energie, evaluarea potențialului de punere în aplicare a noilor tehnologii și evaluarea strategiilor energetice aplicate.

2.2.1. Impactul aeroportului din Copenhaga asupra mediului

Transportul aerian al pasagerilor către anumite destinații, declanșează o serie de activități, care au impact asupra mediului. Este stipulat în aprobările de mediu ale aeroportului Copenhaga, că trebuie să se monitorizeze și să se testeze impactul acestor activități asupra mediului, operatorul fiind în majoritatea cazurilor responsabil pentru acestea.

În același timp, activitățile aeroporturilor creează locuri de muncă și contribuie astfel la dezvoltare economică a regiunii. Cu 22 de mii de angajați, Compania Aeriană este cel mai mare loc de muncă din Danemarca. Aproximativ 1850 dintre aceștia sunt angajați de aeroportul Copenhaga.

Un impact major asupra mediului, caracteristic unui aeroport, este zgomotul.

Aeronavele produc zgomot atunci când decolează sau aterizează și când operează în zona aeroportului. La sol, zgomotul vine de la rularea pe pistă aeronavelor, de la utilizarea unităților auxiliare de putere (APU) și de la testarea motoarelor. Pentru aceste activități se folosesc diferite amplasamente de întreținere

și testare. Chiar dacă motoarele sunt testate în locații special insonorizate, activitatea lor poate avea un impact sonor local asupra zonei.

Aeroportul Copenhaga monitorizează și verifică nivelul de zgomot pentru a se asigura că aeroportul operează și este în conformitate cu normele de mediu care reglementează factori ca impactul sonor, zgomotul maxim pe timp de noapte și zgomotul la terminale.

Impact global asupra climei a emisiilor de CO₂ este calculat pe baza consumului de: energie, gaze naturale, păcură, motorină și benzină. În cadrul companiei aeriene consumul energetic pentru încălzire este cea mai mare sursă fixă de emisii de CO₂.

Tabелul 2.1 Interacțiunea dintre Compania aeriană și alte companii din aeroportul Copenhaga

Activități la terminale	Activități pe pistă	Activități de zbor
Activități ce implică pasagerii din zona terminalelor inclusiv restaurante, magazine, toalete și oficii.	Întreținerea pistei și a zonelor adiacente inclusiv curățarea zăpezii	Decolări și aterizări, poziționarea avioanelor la terminale. Degivrarea, spălarea și întreținerea aeronavelor
Intrări		
Apă pentru zonele cu pasageri	Degivrarea pistei	Glicol pentru degivrare
Electricitate și căldură pentru zonele cu pasageri	Electricitate pentru iluminat	Combustibil pentru aeronave
Apă pentru restaurante, magazine, etc.	Erbicide	Apă
Electricitate și căldură pentru restaurante, magazine	Combustibil folosit la vehiculele aeroportului	Electricitate și căldură
	Combustibil folosit la alte vehicule	
Ieșiri		
Apă reziduală	Apă de suprafață	Apă reziduală
Deșeuri	Deșeuri	Glicol
CO ₂ provenit din electricitate și încălzirea necesară zonelor cu pasageri	CO ₂ provenit din electricitatea necesară iluminatului	Zgomot
Calitatea aerului	CO ₂ provenit din combustibilul folosit la vehiculele aeroportului	Calitatea aerului
CO ₂ provenit din electricitate și încălzirea necesară restaurantelor, magazinelor, etc.	Calitatea aerului	Scurgeri de combustibil și ulei
	CO ₂ provenit din combustibilul folosit la alte vehicule	Deșeuri
		CO ₂ provenit din electricitate și încălzire
		CO ₂ provenit de la combustibilul folosit la aeronave
Responsabilitatea companiei aeriene		
Compania aeriană monitorizează și controlează		
Responsabilitatea operatorului aerian		

Activitățile din cadrul unui aeroport implica emisii de diferite substanțe în aer. Unele dintre aceste substanțe afectează calitatea aerului și astfel, mediul înconjurător. Acest tip de impact poate fi văzut în raportul cu climatul global, starea de sănătate publică sau în mediul de lucru din aeroport. Poluarea aerului nu este "doar" poluarea aerului. Este importantă păstrarea separată a acestor concepte. De exemplu, CO₂ nu este, în general, o amenințare directă asupra sănătății publice sau a mediului de lucru, deși aceasta afectează climatul global. În schimb, particule fine și ultra-fine afectează atât sănătatea publică cât și mediul de lucru, dar nu la nivelul climatului global.

Dacă ne uităm la termenul de calitate a aerului în ceea ce privește riscurile pentru sănătate, există diferențe între impactul asupra populației pe o zonă întinsă și locul individual de muncă.

Calitatea aerului raportată la sănătatea publică se măsoară, în general, departe de sursa de poluare și pe perioade lungi de timp (an calendaristic) comparativ cu cazul măsurătorilor realizate pentru mediul de lucru, care sunt efectuate aproape de sursă și pe o perioadă caracteristică de timp.

În unele cazuri chiar dacă calitatea aerului este bună într-o zonă raportată la sănătatea publică, pot exista locații în care calitatea aerului nu este corespunzătoare dacă ne raportăm la mediul de lucru.

Compania aeriană măsoară calitatea aerului în perimetrul aeroportului în scopul de a verifica respectarea valorilor admise de legislație pentru protejarea sănătății publice. În plus, se pune accent pe reducerea emisiilor în apropierea standurilor aeronavelor unde există mai multe motoare diesel care funcționează în același timp [17].

2.2.2. Zgomotul provenit de la traficul aerian pe aeroportul din Copenhaga

Zgomotul produs de aeronave este una dintre cele mai notabile forme de impact ale unui aeroport asupra mediului. Zgomotul provine în primul rând de la decolarea și aterizarea aeronavelor având un impact sonor asupra zonelor rezidențiale din jurul aeroportului Copenhaga. Pentru a limita acest efect sonor au fost puse în aplicare o serie de măsuri.

Acestea includ anumite restricții cu privire la utilizarea pistelor, limitarea pe timp de noapte a zgomotului provenit de la operațiunile efectuate la aeronave, precum și cerințe specifice de operarea la sol a aeronavelor.

Nivelul de zgomot este monitorizat constant, iar Compania aeriană colaborează permanent cu controlul de trafic aerian și companiile aeriene pentru respectarea restricțiilor de zgomot menționate anterior. Măsuri de limitare a impactului sonor sunt implementate în mod continuu.

Nivelul de sunet la aeroportul Copenhaga este reglementat prin acordul de mediu eliberat de Agenția pentru Protecția Mediului în 1999. O serie de restricții privind nivelul de sunet referitor la operațiunile aeronavei sunt incluse și în legislația privind aviația [17].

În acordul de mediu al aeroportului Copenhaga, autoritățile de mediu au stabilit un prag limită pentru nivelul de sunet, prag care nu poate depăși valoarea estimată pentru anul în curs cu mai mult de 1 dB.

Pentru a determina dacă această cerință a fost îndeplinită, se calculează o așa-numită valoare TDENL (valoare pe 24h) în fiecare an pentru a determina nivelul

de zgomot provenit de la traficul aerian. Valoarea de referință care trebuie respectată este de 147.4 dB (cu o toleranță de 1 dB).

În 2007, nivelul de zgomot la aeroportul Copenhaga a crescut ușor față de 2006, valoarea TDENL calculată fiind 146.1 dB comparativ cu 146.0 dB în 2006.

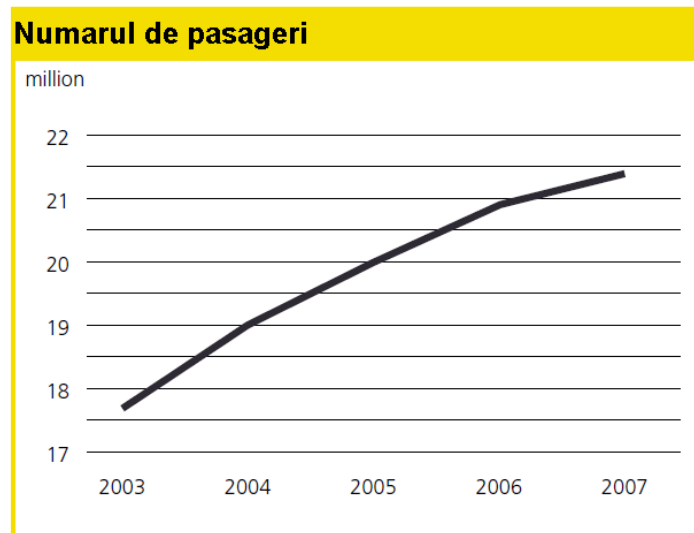


Figura 2.1 Evoluția numărului pasagerilor pe aeroportul din Copenhaga în perioada 2003-2007

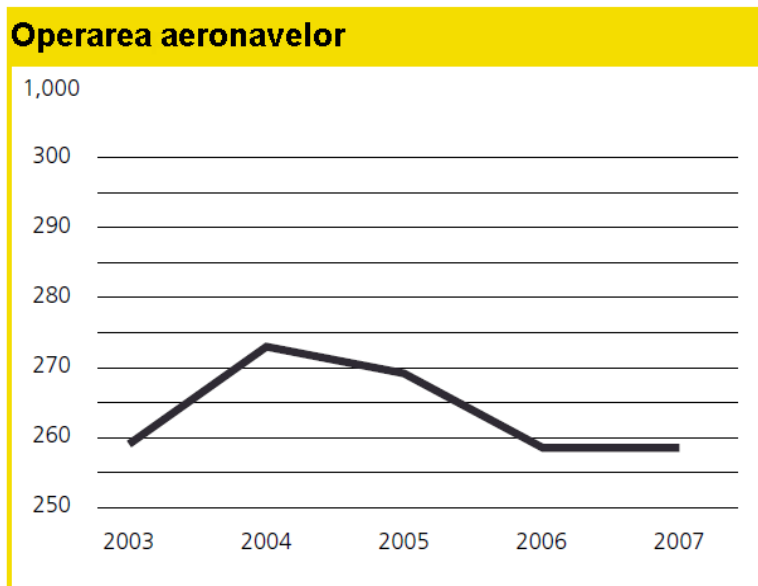


Figura 2.2 Evoluția numărului aeronavelor pe aeroportul din Copenhaga în perioada 2003-2007

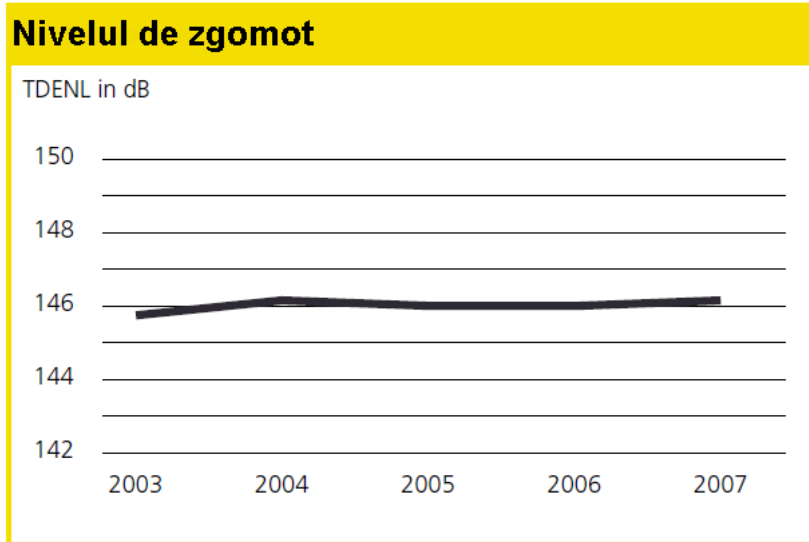


Figura 2.3 Nivelul de zgomot pe aeroportul din Copenhaga în perioada 2003-2007

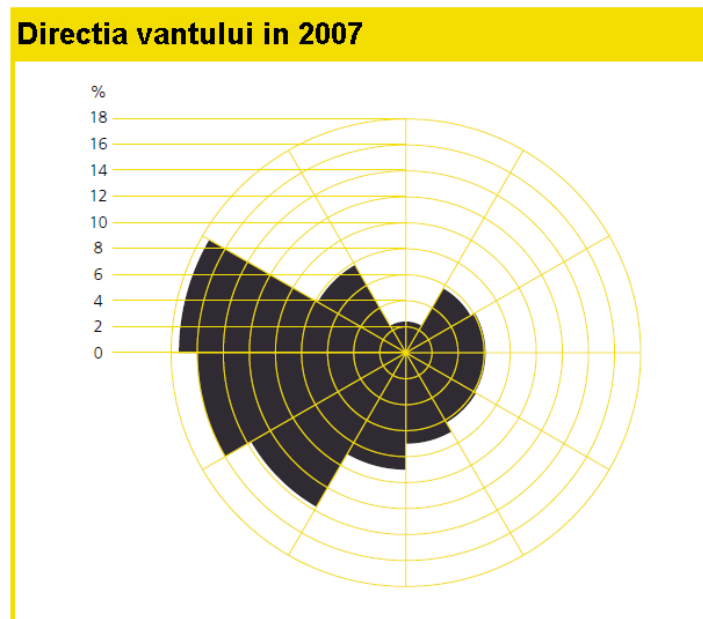


Figura 2.4 Direcția vântului în 2007 în zona aeroportului din Copenhaga

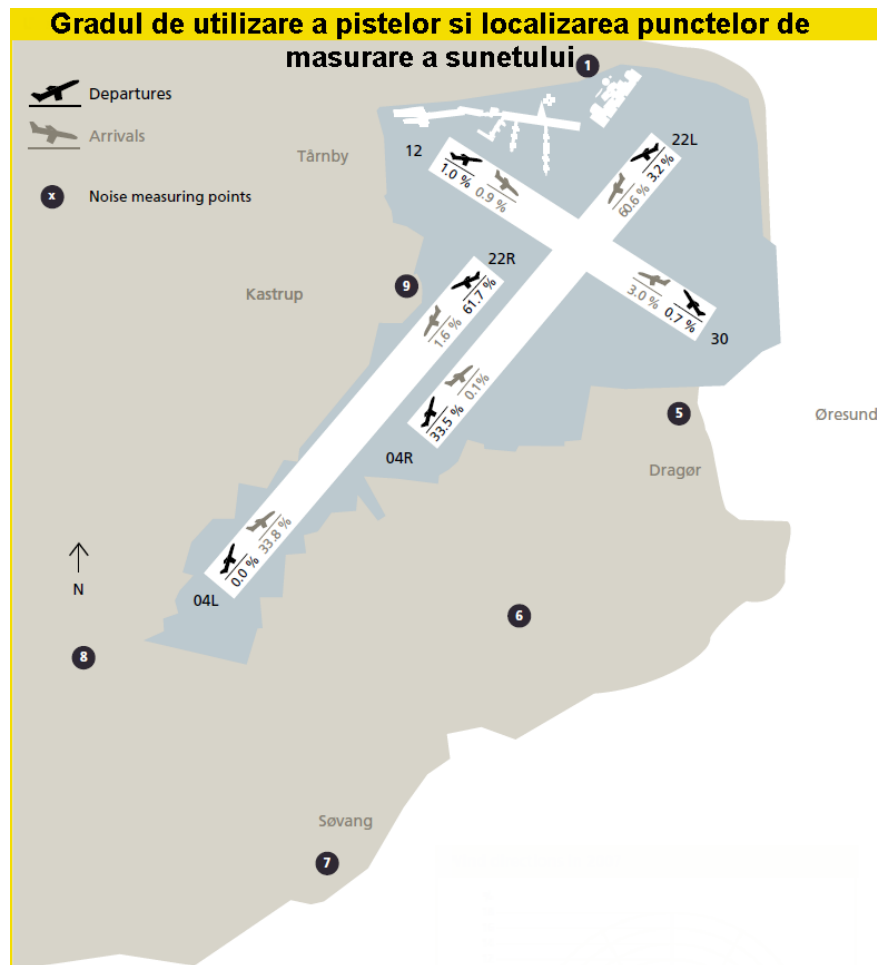


Figura 2.5 Gradul de utilizare al pistelor și localizarea punctelor de măsurare a zgomotului pe aeroportul din Copenhaga

2.2.3. Calitatea aerului pe aeroportul din Copenhaga

Calitatea aerului din jurul aeroportului din Copenhaga este afectată de diferite surse de poluare: traficul rutier din și în jurul aeroportului, aeronavele, zonele rezidențiale și industriale, precum și orașul Copenhaga (case, trafic și industrie).

În colaborare cu Agenția Daneză pentru Protecția Mediului, Compania Aeriană a creat un program de măsurare calității aerului la perimetrul aeroportului. Există trei puncte de măsurare: la est și la vest de zona terminalelor și la poarta de sud a aeroportului. Scopul celor două stații de măsurare de la nord a permis evaluarea emisiilor din aer, atunci când aceasta trece pe deasupra terminalelor. După cum au arătat studiile anterioare cel mai înalt grad de poluare este în această zonă [17].

Cea de a treia stație de monitorizare este situată în zona în care impactul aeroportului este cel mai mic.

Fiecare stație de monitorizare măsoară nivelul de oxid de azot (NO), dioxid de azot (NO₂), dioxid de sulf (SO₂), ozon (O₃), particule (PM_{2.5} în partea de nord și PM₁₀ în partea de sud), toluen și benzen.

Nivelul de NO are, în general, un trend descendent începând cu 2001. Acest fapt este corelat cu nivelul măsurat în diverse zonele urbane din Danemarca care, de asemenea, are o tendință descrescătoare de la începutul anilor 1990.

Principalul motiv pentru scăderea NO este eliminarea autovehiculelor fără convertoare catalitice. Pentru NO nu a fost stabilit nici un prag limită.

Dacă ne uităm la concentrația medie a NO₂, ea nu variază cu numărul aeronavelor operate pentru o perioadă de 24 h.

Variație pe 24 h a nivelului de NO₂ este corelat mai degrabă cu variația traficului rutier din Copenhaga și din zonele adiacente. Măsurătorile din 2007 au arătat concentrația NO₂ care este aproximativ la jumătate din pragul limită, prag care continuă să aibă o tendință descrescătoare încă din 2001.

Concentrația de PM₁₀ măsurată în 2007 a fost mai mică decât valorile măsurate în anii precedenți. O posibilă cauză este scăderea traficului pe distanțe mari din Europa de Est datorită condițiilor meteorologice.

Calitatea bună a aerului se datorează, în general, poziționării sale într-o zonă deschisă, plană, care oferă o dispersie rapidă a poluanților. În plus, aeronavele – surse majore de poluare – produc emisii la o altitudine unde impactul asupra calității aerului la nivelul solului este redus substanțial de dispersie.

2.2.4. Impactul asupra climatului pe aeroportul din Copenhaga

Nu există nici o îndoială că industria aeronautică are partea ei de responsabilitate pentru impactul asupra mediului care conduce la schimbări climatice, deși ea nu este evaluată ca pondere.

Aeroporturile sunt parte integrantă a industriei aeronautice, fiind incluse în contextul modificărilor climatice. Dacă privim aeroportul Copenhaga ca un întreg, traficul aerian este cea mai mare sursă a emisiilor de CO₂.

Compania aeriană colaborează cu partenerii din cadrul aeroporturilor pentru a reduce emisiile globale de la aeroport, dar nu accepta să fie singura responsabilă pentru emisiile provenite de la operarea aeronavelor și a activităților conexe.

Stație de metrou "Aeroportul Copenhaga" deschisă în septembrie 2007 este deja foarte populară. Sondajele arată că stația de metrou este utilizată de aproximativ 5000 de oameni pe zi. Printre pasagerii care călătoresc des către aeroport, înainte de deschiderea stației, 20% au utilizat autobuzul, 15% mergeau cu taxiul iar 10% cu mașina [17]. Compania aeriană a investit substanțial în această nouă stație de metrou, oferind astfel un acces mai facil și mai ecologic către aeroport.

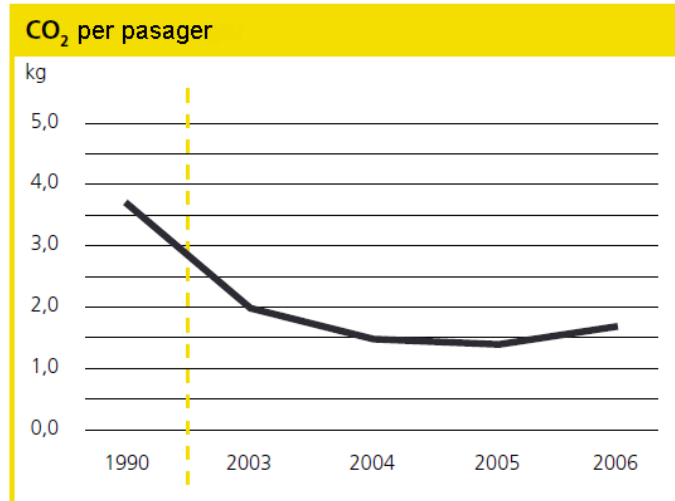


Figura 2.6 Emisia de CO₂ per pasager pe aeroportul din Copenhaga

Consumul de energie la aeroportul Roskilde (Aeroportul Roskilde e un aeroport situat la 30 km. de Copenhaga și este folosit pentru zboruri de antrenament, mitinguri aeriene și mai aterizează acolo câte un bizz-jet din când în când) este egal cu aproximativ 2% din consumul de energie de la aeroportul Copenhaga. Compania aeriană a calculat emisiile de CO₂ pentru anul 1990 pe baza consumului de energie din acel an iar calculele arată că emisiile au totalizat 45973 tone. Pentru anul 2006 emisia totală de CO₂ s-a ridicat la 35054 de tone, cu 24% mai puțin față de nivelul din 1990 (figura 2.6).

Dacă se compară modificările în nivelul emisiei de CO₂ raportate la numărul de pasageri, emisiile de CO₂ au fost de 1,7 kg per pasager în 2006 în comparație cu 3,6 kg pentru fiecare pasager în 1990.

Cea mai mare sursă fixă de emisii de CO₂ provine de la producerea energiei electrice. Scăderea emisiei de CO₂ se explică prin economia de energie și prin faptul că centralele de co-generare din Danemarca au devenit mai eficiente în producerea de energie și astfel emit CO₂ mai puțin pentru aceeași cantitate de energie produsă.

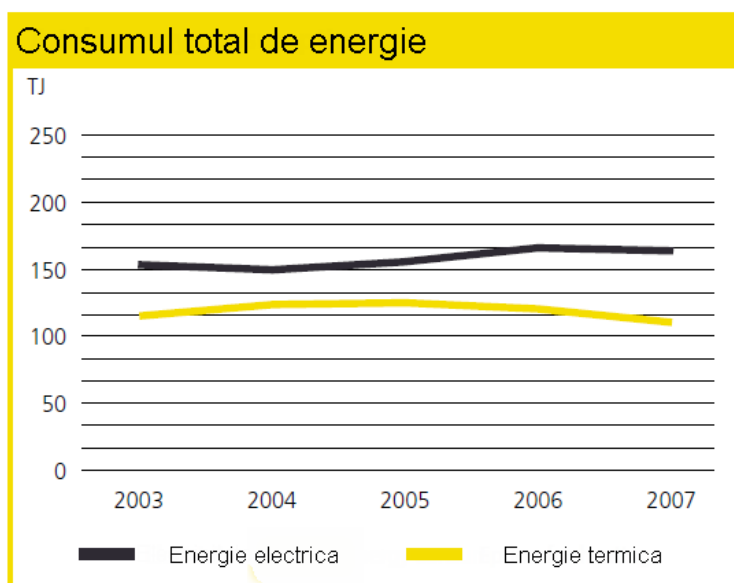


Figura 2.7 Consumul total de energie pe aeroportul din Copenhaga în perioada 2003-2007

Nivelul emisiei de CO₂ provenit de la producerea energiei fluctuează în mod substanțial de la an la an; pentru a asigura o îmbunătățire reală a mediului, Compania aeriană a adoptat propria sa politică pentru a reduce consumul de energie: 10% în următorii cinci ani (figura 2.7).

Tabelul 2. 2 Valoarea raportată a emisiilor

Parametru	U.M.	2003	2004	2005	2006	2007
NO	μg/m ³	7,2	6,3	4,9	5,2	4,4
NO ₂	μg/m ³	21,5	22,1	20,8	20,7	20,2
PM10	μg/m ³	23,2	19,6	24,1	25,3	18,1
CO ₂	t	34698	28450	28080	35054	n.a.
CO ₂ per pasager	kg	2	1,5	1,4	1,7	n.a.

La nivelul anilor 2003 – 2007 se prezintă în tabelul 2.2 valorile emisiilor de NO, NO₂, PM₁₀ și CO₂ per pasager.

2.3. Aeroportul din Melbourne

Melbourne Airport este un termen folosit pentru a descrie mai multe lucruri. "Melbourne Airport" înseamnă:

- (a) Întreaga suprafață ocupată de aeroport în temeiul unui contract de leasing de comun acord între APAM (Australia Pacific Airports Melbourne) și guvern;
- (b) APAM și toți partenerii de afaceri (inclusiv contractori) care operează pe spațiul deținut de aeroport;

"APAM", reprezintă societatea care își desfășoară afaceri legate de funcționarea și administrarea domeniului aeroportului, operarea și infrastructura sa.

Strategia de mediu (AES) a aeroportului din Melbourne este dezvoltată în paralel cu Planul de Dezvoltare al acestuia [18].



Figura 2.8 Vedere din aer a aeroportului Melbourne

Această strategie vizează să îmbunătățească continuu inițiativele de mediu realizate în trecut, strategii puse în aplicare de către Aeroporturile Australia Pacific (Melbourne) Pty Ltd (APAM) - operatorul aeroportului și societatea de administrare, coroborat cu partenerii de afaceri.

În viitor, după aprobarea AES, se anticipează că vor exista schimbări în legislația guvernului cu privire la modificările climatice care vor afecta măsurarea și raportarea utilizării energiei, emisiile de gaze cu efect de seră și introducerea de sisteme de comercializare a carbonului [19].



Figura 2.9 Localizarea aeroportului în cadrul orașului Melbourne

Aeroportul Melbourne este situat la aproximativ 22 km nord-vest de districtul central de afaceri din Melbourne (figura 2.9). Incinta aeroportului este situată între orașul Hume și granițele orașului Brimbank. Aceasta este deservită de legături excelente de transport rutier.

APAM și partenerii săi de afaceri în prezent gestionează 2367 de hectare de teren, care include aerodromul (terminal și zona de operațiuni aeriene), parcul auto necesar operațiunilor aeroportuare, rețeaua rutieră din cadrul locației, etc.

Aeroportul deservește peste 22.5 milioane de pasageri pe an, din care 4,5 milioane au fost pasageri pe curse internaționale, în anul financiar 2006/2007. Aeroportul din Melbourne este poarta principală de acces pentru călătoriile internaționale pe calea aerului spre Victoria, cel de-al doilea mare aeroport din Australia.

Punctele forte strategice includ posibilitatea utilizării pe timp de noapte, excelente legături de transport, susținerea Guvernului și dezvoltarea continuă [19].

Responsabilitățile APAM includ:

- operațiuni Airfield, siguranță, securitate și întreținere;
- coordonarea operațiunilor din terminale (T2, T3 și T4);
- managementul de mediu;
- planificare;
- de gestionare și de dezvoltare imobiliară;
- furnizarea și întreținerea de infrastructură pentru aeroport;
- închiriere și managementul concesionarului cu amănuntul;
- managementul și întreținerea corpului de terminale.

Principalele tipuri de parteneri ce operează în cadrul aeroportului includ:

- Linii aeriene;
- Companii de servicii aeriene (inclusiv agenții de manipulare la sol, operatorii sistemului de bagaje);
- Controlul traficului aerian;
- Companii de închirieri auto;
- Facilități de catering pentru companiile aeriene;
- Servicii de protecție contra incendiilor;
- Transport de marfă și centre de distribuție;
- Stații de combustibil;
- Hoteluri;
- Instalarea sistemelor mixte de hidranți (JUHI);
- Baze de întreținere;
- Concesionarii de vânzare cu amănuntul;
- Terminale.



Figura 2.10 Imagine aeroport Melbourne și parcul de operațiuni al acestuia

2.3.1. Managementul aeroportului din Melbourne și legislația de mediu

Aeroportul este situat pe terenul federal al Guvernului și, ca atare, este supus legislației Federale de mediu, care reglementează atât operațiunile sale proprii de afaceri cât și cele ale activității partenerilor săi, inclusiv companii aeriene, chiriași și concesionari cu amănuntul.

În sensul aplicării strategiei de mediu, Actul pentru Protecția și Conservarea biodiversității subliniază responsabilitățile și implicațiile pentru gestionarea de floră și faună semnificative la aeroportul din Melbourne. Legislația impune criteriile de eligibilitate pentru includerea speciilor și a planurilor necesare pentru gestionarea acestora.

2.3.2. Politica de mediu specifică pentru aeroportul din Melbourne

APAM și Melbourne Airport va lucra proactiv cu partenerii de afaceri și alte părți interesate să implementeze următoarele principii de management de mediu:

- a fi din punct de vedere moral și financiar responsabil de mediul impactat în mod direct și indirect, de operațiunile din aeroport și de a îmbunătăți continuu spațiul în care se lucrează și se trăiește;
- îmbunătățirea continuă a sistemului de management de mediu (certificate la standardele internaționale AS / NZS ISO 14001: 2004) pentru a se asigura că politicile și obiectivele de performanță pentru mediu sunt stabilite, îndeplinite și revizuite;
- respectarea tuturor legilor de mediu aplicabile, politici și proceduri și, dacă este posibil, depășirea acestor cerințe;
- asigurarea partenerilor de afaceri pentru dezvoltarea de planuri de management de mediu pentru a controla impactul lor și pentru a asigura consecvența în zona aeroportului;
- continuarea la nivel anual a dezvoltării de noi strategii pentru a oferi un grad de îmbunătățire continuă și prevenire a poluării în toate domeniile operațiunilor;
- continuarea activităților cu partenerii de afaceri și alte părți interesate la conservarea resurselor naturale;
- integrarea considerațiilor de ordin social și de mediu în luarea deciziilor și activităților comerciale în beneficiul comunităților locale și regionale.

În tabelele 2.3 și 2.4 sunt prezentate realizările pentru perioada 2003 – 2008, respectiv obiectivele strategice pentru perioada 2008 – 2013 [19].

Tabelul 2.3 Realizări în perioada 2003 – 2008 Aeroport Melbourne

Data	Acțiunea	Detalii
2004	Certificare EMS	APAM a căutat și a obținut cu succes certificarea internațională standard pentru sistemele de management de mediu - ISO 14001: 2004 de către organismul de certificare Lloyd's Register Quality Assurance.
2004 – în prezent	Programul de management de mediu	Au fost numiți operatori EMPs de către parteneri de afaceri de categoria A sau B. Toate instalațiile fac obiectul unei inspecții ale locației.
2004	Politici și proceduri	O serie de politici noi și procedurile de mediu au fost introduse și puse în aplicare pe parcursul perioadei de desfășurare a acestei strategii.
2004 Octombrie	Obiective de raportare	Au fost introduse obiective de raportare în conjunctură cu completarea planurilor de acțiune legate de apă, deșeuri și energie.
2006 – 2008	Incidente de mediu	Numărul incidentelor cu impact asupra mediului a înregistrat o scădere semnificativă în perioada 2006 – 2008. Au fost completate toate rapoartele de după investigarea incidentelor.
2007	Aspecte și impacturi	Noul registru al aspectelor și impacturilor a fost realizat pentru a fi conform cu versiunea din 2004 a standardului ISO 14001:2004.
2007	Recertificarea EMS	A fost realizat un audit de recertificare folosind noua versiune a standardului ISO 14001. APAM a îndeplinit toate cerințele noului standard în timpul auditului, nefiind înregistrate neconformități.
2007	Locații de construcții	S-a realizat aducerea la zi a cerințelor planului de management de mediu pentru noile construcții.

Tabelul 2.4 Obiectivele strategice pentru perioada 2008 – 2013 Aeroport Melbourne

2008 – 2013	Activitatea propusă	Responsabil
Analiza de risc	Punerea în aplicare a modificărilor la evaluarea riscului de mediu a partenerilor de afaceri pentru a asigura APAM asupra înțelegerii riscului de mediu asociat cu operațiunile lor.	APAM
Manualul de mediu al partenerilor de afaceri	Dezvoltarea și implementarea manualului de mediu pentru aeroport, desemnat să conțină reguli, politici și linii directoare.	APAM
Indicatori/ținte pentru performanțe cheie	Raportarea utilizării resurselor din fiecare secțiune strategică utilizând indicatori cheie de performanță.	Contractorii din cadrul aeroportului din Melbourne
Managementul contractual	Asimilarea practicilor de management de mediu și ale planurilor contractorilor înainte și în timpul activităților din cadrul aeroportului.	Contractorii APAM
EMS	Menținerea cerințelor și certificării EMS.	APAM
Realizarea de cursuri și conștientizarea angajaților	Realizarea de cursuri și conștientizare pentru angajații aeroportului, incluzând detalierea în proporție de 100% pentru noii angajați.	APAM
Monitorizarea	Menținerea programului de monitorizare existent.	APAM

Aeroportul este unul din consumatorii de energie din surse neregenerabile, fiind derivată din arderea cărbunelui brun. APAM a calculat emisiile de carbon în perioada 2006 - 2007 iar în prezent se depun eforturi în vederea reducerii viitoare a emisiilor de carbon utilizând cele mai bune practici existente și realizând studii de fezabilitate pentru utilizarea energiilor regenerabile. În tabelul 2.5 se prezintă realizările pentru îmbunătățirea utilizării resurselor energetice.

Tabelul 2.5 Realizări pentru îmbunătățirea utilizării resurselor energetice în perioada 2003 – 2008 Aeroport Melbourne

Data	Inițiativa	Detalii
2003	Strategia de resurse	Raționament și propunere de a stabili obiective prin realizarea de audituri cuprinzătoare legate de utilizarea resurselor aeroportului.
Ianuarie 2005	Grupul lucrativ pe energie	Grupului de lucru (EWWG) pe energie și apă a fost înființat în mod special pentru a dezvolta un plan de gestionare a energiei și pentru a realiza proiecte conform planului.
Februarie 2006	Auditul pe probleme de energie	Un audit energetic care a fost efectuat pentru a identifica oportunitățile și pregătirea unui plan de acțiune. O evaluare a fost finalizată pentru a verifica oportunitățile / acțiunile propuse și pentru a stabili prioritățile.
2006	Planul energetic	Acțiunile / recomandările identificate în audituri energetice au fost evaluate și dezvoltate într-un plan.
Mai 2006	Schițarea unui plan verde de călătorie	Datorită serviciilor de transport public limitate ce erau la dispoziție, a fost schițat un proiect de plan de călătorie cu inițiativele descrise pentru a servi ca alternative la transportul cu mașina pentru a reduce consumul de combustibil.
2006/2007	Implementarea planului de management al energiei	Introducerea de eficiențe ale terminalelor incluzând instalarea de aproape 500 becurilor eficiente energetic și a diferitelor soluții de nuanțare pe suprafețe mari de ferestre de terminale.
2006	Conștientizarea personalului	Un program de educație de personal a fost realizată de către toți membrii personalului APAM.
2007/2008	Implementarea planului de management energetic	Introducere de eficiențe T4 (intern), optimizare pentru T2 (Internațional) și T3 (intern) pentru răcire, program de contorizare și de actualizare. Evaluarea posibilităților de iluminat pentru terminale respectiv parcuri și oportunități pentru utilizarea energiei regenerabile în aeroport .

Obiective strategice pentru perioada 2008 – 2013 privind îmbunătățirea eficienței energetice, sunt prezentate în tabelul 2.6

Tabelul 2.6 Îmbunătățirea eficienței energetice în perioada 2008 - 2013 pe Aeroportul din Melbourne

2008 - 2013	Activitatea propusă	Responsabil
Eficiența energetică	Începând cu anul 2008 se maximizează utilizarea vehiculelor cu emisii reduse.	APAM Aeroportul din Melbourne
	Investigarea și implementarea oportunităților viabile din punct de vedere economic pentru eficiența energetică din anul 2008.	Aeroportul din Melbourne
	Investigarea și implementarea oportunităților viabile din punct de vedere economic pentru sursele de energie regenerabile din 2009.	Melbourne
	Compensarea transportului și vehiculelor de teren până în anul 2012.	APAM
	Completarea până în anul 2009 a analizei emisiilor de carbon și parcurgerea pașilor necesari pentru atingerea unui nivel de zero emisii de carbon pentru aeroportul din Melbourne.	APAM
	Asigurarea faptului că 100% din echipamentele achiziționate de APAM sunt eficiente din punct de vedere energetic până în anul 2011.	APAM
Planul de transport la sol	Continuarea implementării unităților de putere la sol și facilităților de condiționare a aerului.	APAM
	Investigarea metodelor alternative de transport pentru personal ca parte a planului de transport la sol al aeroportului	APAM

2.3.3. Calitatea aerului pe aeroportul din Melbourne

Buna calitate a aerului este fundamentală pentru sănătatea utilizatorilor aeroportului și flora și fauna din jur. APAM a monitorizat continuu calitatea aerului înconjurător din iulie 1997 până la sfârșitul anului 2001. Rezultatele în acești patru ani de studiu de calitate a aerului au demonstrat că valoarea calității aerului din jurul aeroportului a fost în mod constant cu mult sub normele federale și la nivel de stat. În consultare cu EPA din Victoria și Departamentul Commonwealth de

infrastructură, o decizie a fost făcută în ceea ce privește dezafectarea stației de monitorizare a calității aerului ambiental. În 2007, APAM a realizat un model de calitate a aerului pentru întreaga suprafața a aeroportului. Modelul a utilizat emisii provenite de la toate activitățile principale din aeroport, inclusiv aeronave și vehicule de teren. De asemenea, a utilizat date reale meteorologice pentru a prezice calitatea aerului pentru spațiul aeroportului și împrejurimile imediate [19]. Modelul utilizat a fost conceput pentru a evalua poluanți cum ar fi dioxidul de azot (NO_2), monoxidul de carbon (CO), dioxidul de sulf (SO_2) și particule în suspensie (PM_{10}). Rezultatele studiului au arătat că nu au existat probleme de mediu de conformitate pentru calitatea aerului înconjurător în cadrul aeroportului. APAM este hotărâtă să monitorizeze impactul operațiunilor aeroportuare asupra comunității locale pentru următorii cinci ani; prin urmare, o monitorizare de 12 luni va fi întreprinsă în cursul perioadei de strategie de a revizui calitatea aerului în localitatea aeroport. Strategia este prezentată în tabelul 2.7

Tabelul 2.7 Obiective strategice în perioada 2008 – 2013 pe Aeroportul din Melbourne

Obiective strategice	Activitate propusă	Responsabil
Calitatea aerului ambiental	Realizarea unei recenzii de un an legată de calitatea aerului în cadrul aeroportului din Melbourne.	APAM
Achiziționarea și utilizarea vehiculelor	Achiziționarea de vehicule cu emisii scăzute și întreținerea cu regularitate a echipamentelor și vehiculelor.	APAM
Deversări de substanțe cu efect asupra stratului de ozon	Pregătirea unui inventar cu substanțele cu efect negativ asupra stratului de ozon, printre care CFC-urile, iar acolo unde este cazul, eliminarea sau nefolosirea acestora.	Aeroportul din Melbourne
Construcții și demolări	Asigurarea evacuării prafului în timpul desfășurării proiectelor de construire utilizând apă nepotabilă, acolo unde este cazul.	Aeroportul din Melbourne și contractorii

2.4. Aeroportul „Eleftherios Venizelos” din Atena

Una dintre prioritățile companiei este responsabilitatea și gestionarea eficientă a tuturor provocărilor legate de mediu. Acest angajament se reflectă în politica de mediu adoptată. Pentru a aborda eficient toate problemele de mediu, a fost stabilit un Sistem de Management de Mediu (EMS), care este certificat în conformitate cu standardul internațional ISO 14001:2004. În 2008, DQS, organismul de certificare extern, a reînnoit certificatul de mediu. În cadrul sistemului de management de mediu, se va compila anual și se va pune în aplicare un plan de mediu constând din programe cuprinzătoare de mediu [20]. În plus, s-au realizat cooperări și operațiuni de monitorizare ale tuturor operațiunilor cu terțe persoane.

În cele ce urmează (tabelul 2.8) se prezintă raportul de performanță conex cu planul de mediu la nivelul anului 2008 [21].

Tabelul 2.8 Raportul de performanță conex – Aeroportul din Atena (2008)

Numele programului	Obiectivul	Rezultatul
Reciclarea zonei de influență a aeroportului	Obținerea unei rate de reciclare de 20% în cadrul locației aeroportului până în anul 2008.	Îndeplinit
Conștientizarea asupra problemelor de mediu I	86% din angajații aeroportului internațional trebuie să intre sub incidența unui proces de conștientizare, acesta realizându-se în trei pași.	Îndeplinit
Analiza locațiilor NMT folosind ca bază date legate de înregistrările zborurilor.	Analiza evenimentelor conexe cu poluarea fonica pentru 8 terminale permanente de tip NOMOS pentru monitorizarea sunetului.	Îndeplinit
Biomonitorizarea programului, faza II	Înregistrarea statutului pentru floră, faună și vegetație pentru a defini variațiile posibile raportate la linia directoare.	Îndeplinit
Inventarul emisiilor la nivelul locației aeroportului	Monitorizarea semi-automată în proporție de 100% și raportarea emisiilor rezultate din operare la nivelul locației aeroportului.	Îndeplinit
Monitorizarea calității apei de suprafață	Instalarea și operarea unui sistem de monitorizare în timp real asupra calității apei la ieșirea din zona principală în care se află sursele de apă.	Îndeplinit

În tabelul 2.9 se prezintă obiectivele planului de mediu pentru anul 2009.

Tabelul 2.9 Obiectivele strategice pentru anul 2009 – Aeroportul din Atena

Titlul programului	Obiectiv
Intercompararea analizozelor din cadrul rețelei de monitorizare a calității aerului	Analiza gradului de eroare a măsurătorilor simultane de HC, CO, SO ₂ , NO _x și O ₃ cu analizozele din cadrul rețelei de monitorizare a calității aerului (AQMN)
Analizarea calității aerului în Artemis	Realizarea cel puțin o dată pe an a monitorizării calității aerului cu ajutorul stației mobile a AQMN în Artemis
Realizarea programului de reciclare în cadrul școlilor din Artemis.	Colectarea a cel puțin 20 tone de materiale reciclabile din cadrul școlilor din Artemis până la sfârșitul anului 2009.
Controlul pericolului asupra vieții sălbatice și revizia programului de reducere a acestuia.	Minimizarea riscurilor asupra vieții sălbatice din împrejurimi.
Protejarea terenurilor mlăștinoase din zona Vravra	Realizarea de lucrări de amenajare în cadrul zonei Vravra în cooperarea cu Societatea Elenă de Ornitologie
Postarea informațiilor legate de emisiile fonice și recepționarea reclamațiilor legate de poluarea fonică prin Internet.	Afișarea pe Internet a informațiilor legate de poluarea fonică, respectiv recepționarea reclamațiilor legate de aceasta prin intermediul sitului AIA de Internet.
Încunoștiințarea asupra mediului.	91% din personalul angajat al AIA trebuie să parcurgă cursuri prin intermediul cărora să devină informați cu privire la problemele de mediu până la sfârșitul anului 2010.
Creșterea gradului de reciclare la nivelul locației aeroportului.	Atingerea unui grad de reciclare de 50% la nivelul locației aeroportului până în anul 2012.

2.4.1. Zgomotul provenit de la traficul aerian pe aeroportul din Atena

Zgomotul reprezintă una dintre cele mai importante probleme asociate cu operarea unui aeroport (figura 2.11), iar compania se implică activ în impunerea de măsuri în această direcție [21].

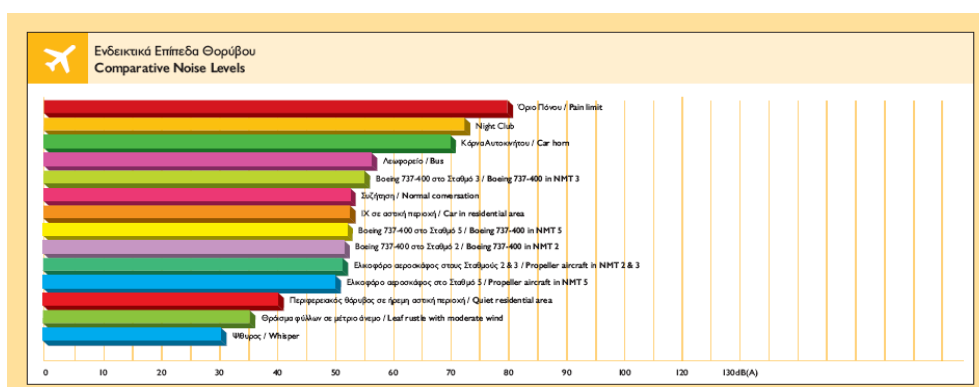


Figura 2.11 Nivelurile comparative de zgomot pe Aeroportul „Elefterios Venizelos” din Atena [21]

Nivelurile de zgomot sunt măsurate în dB (A), care descrie o unitate de presiune acustică în urechea umană. În plus, valorile decibelilor reprezintă sensibilitatea urechii umane, care este legat de frecvența de sunet. Astfel, fiecare creștere în nivelul de zgomot de 10 dB (A) este perceput ca dublarea nivelului sonor.

Procedurile de reducere a zgomotului au fost definite pentru reducerea nivelului de zgomot în zonele rezidențiale din jurul aeroportului și de-a lungul rutelor de zbor. Acestea includ măsuri, cum ar fi utilizarea pistelor preferențiale și evitarea inversorului de presiune [21]. Mai precis, folosirea pistelor preferențiale sistemul include următoarele:

- Evitarea utilizării pistei de est (03R) pentru plecări la nord în timpul nopții (23:00-07:00)
- Evitarea utilizării pistei de est (21L) pentru debarcărilor la sud în timpul nopții (23:00-07:00)
- În plus, pentru reducerea în continuare a zgomotului, folosirea pistelor preferențiale este impusă în timpul orelor de după-amiază (15:00-18:00) (figura 2.12).

A fost instalat un sistem de monitorizare a zgomotului (NOMOS) pentru monitorizarea continuă a nivelului de zgomot și corelație automată cu cursele aeriene. În plus, acest sistem este conectat cu radarul Autorității Aviației Civile Elene, astfel încât pot fi stabilite corelații pe baza informațiilor reale a liniei de zbor. Sistemul de monitorizare a nivelului de zgomot cuprinde zece terminale fixe și unul mobil de monitorizare a zgomotului instalate în zonele rezidențiale de-a lungul rutelor de zbor.

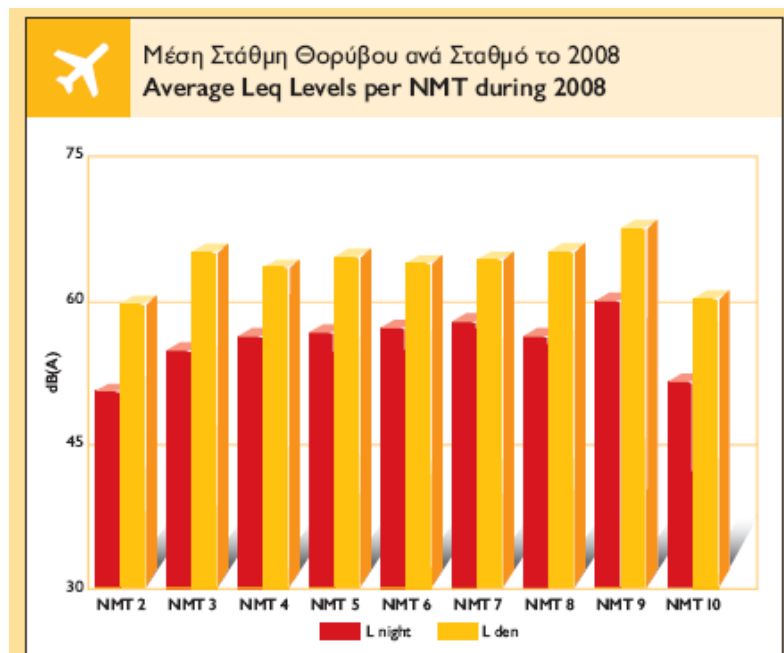


Figura 2.12 Nivelurile medii de zgomot măsurate de NMT în timpul anului 2008 pe Aeroportul „Eleftherios Venizelos” din Atena [21]

În contextul de colaborare cu Ministerul pentru Mediu Planificare fizică și Lucrări Publice și Autoritatea Aviației Civile Elene, un studiu privind zgomotul produs de aeronave a fost realizat de un consultant independent, care include crearea de hărți strategice de zgomot (SNM) și revizuirea planului de acțiune existent, inclusiv evaluarea mai multor măsuri pentru reducerea în continuare a zgomotului [21].

2.4.2. Calitatea aerului pe aeroportul din Atena

Compania recunoaște importanța calității aerului și abordează problema prin evaluarea emisiilor de la sursele relevante, de monitorizare a concentrațiilor de poluanți și a parametrilor meteorologici la aeroport și în comunitățile din jur, precum și adoptarea unor măsuri care vizează reducerea emisiilor.

Compania estimează emisiile de oxizi de azot (NO_x), hidrocarburi (HC) și monoxid de carbon (CO) din surse din incinta aeroportului, la care se adaugă emisiile produse de aeronave în cursul ciclului aterizare-decolare (LTO), emisiile provenite de la manipularea aeronavelor, emisiile de la transportul rutier din zone publice, precum și emisiile de la alte surse (de exemplu, emisiile staționare) [21].

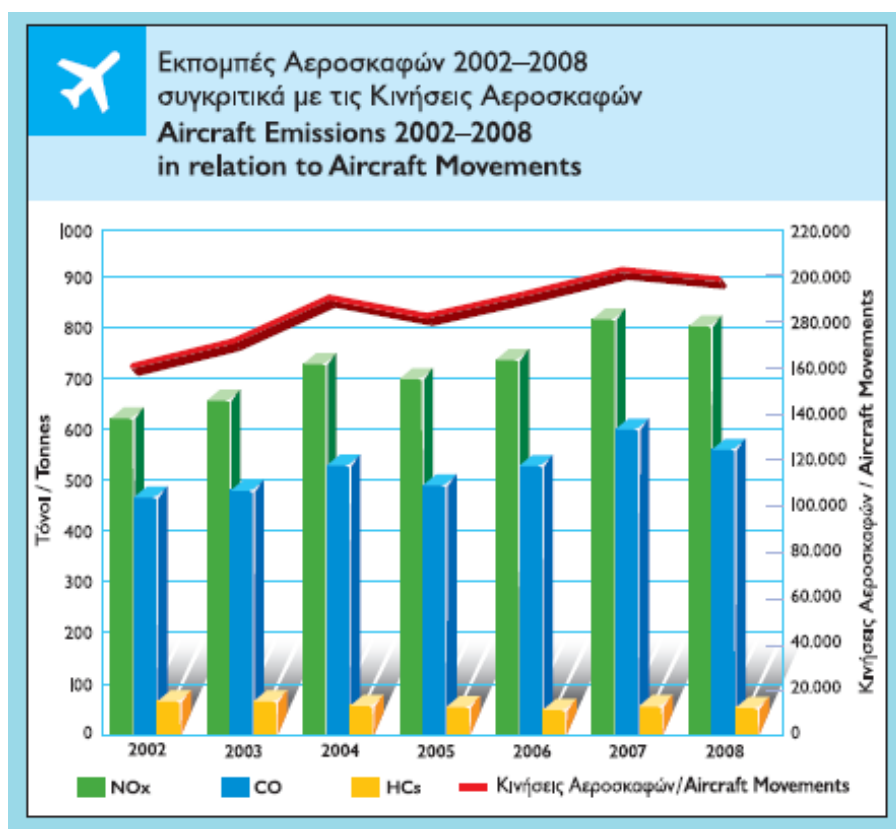


Figura 2.13 Emisiile provenite de la aeronave în perioada 2002 – 2008 în corelare cu mobilitatea aeronavelor pe Aeroportul „Eleftherios Venizelos” din Atena [21]

Compania estimează emisiile poluante provenite de la surse legate de buna funcționare a aeroportului. Echipamentul permite următoarele:

- O supraveghere a calității aerului Network (AQMN), care funcționează din 1998 și este format din cinci (5) stații de monitorizare fixe instalate în comunele Glyka Nera, Koropi, Markopoulo, Pallini și Spata și una (1) mobilă. Concentrațiile de poluanți măsurate la nivelul solului sunt: NO_x, ozon (O₃), pulberi în suspensie (PM₁₀), dioxid de sulf (SO₂), CO și HC, precum și parametrii meteorologici elementari (figura 2.13).

- Sistem de Spectroscopie cu Absorbție Diferențială Optică (DOAS), care înregistrează concentrațiilor de poluanți și contribuie nu numai la evaluarea calității aerului în incinta aeroportului, dar și la monitorizarea emisiilor de la aeronave în timpul decolării.

- Sistem Sonic de Detectare și Aproximare (SODAR), un Sistem Radio Acustic de Sondare (RASS) și o stație meteo sunt utilizate pentru a monitoriza mai mulți parametri meteo care afectează calitatea aerului în regiunea mai largă Mesogaia.

2.4.3. Impactul activității aeroportuare asupra mediului

Compania s-a angajat să reducă impactul său asupra schimbărilor climei și a implementat deja cu succes mai multe măsuri pentru a reduce emisiile provenite de la surse aflate sub controlul său direct, inclusiv proiectarea eficienței energetice a clădirilor aeroportului și infrastructurii, folosirea pe scară largă a gazelor naturale, accesul bine dezvoltat de la aeroport prin intermediul transportului public, participarea în cadrul programelor Uniunii Europene de tip GreenLight și GreenBuilding din 2003 și 2006, precum și alte măsuri. Ca o recunoaștere a energiei remarcabile performanțelor de economisire a instalațiilor sale și a clădirilor, AIA (Aeroportul Internațional din Atena) a primit premiul "GreenBuilding Partener 2008" [21].

Din acest considerent a luat naștere planul Aeroportului Internațional din Atena pentru schimbările climatice care este pus în aplicare în colaborare cu mai multe departamente ale aeroportului. Completarea celor opt acțiuni care cuprind Planul de acțiune pe anul 2008 prezintă următoarele rezultate:

- 15 vehicule au fost transformate să funcționeze cu GPL (Gaz petrolier lichefiat). În plus, patru noi vehiculele hibride au fost adăugate la flota AIA ;

- în contextul campaniei "switch-off" pentru vehicule de așteptare la MTB, au fost distribuite pliante, drivere și au fost instalate semnalizare relevante.

- au fost dezvoltate noi linii directe "Green Design" în cooperare cu Universitatea din Atena.

- s-a colaborat cu companii aeriene care operează și la sol pentru a se stabili o politică de limitare a utilizării unităților de putere la sol (GPU) de către aeronave.

- o suprafață totală de 10.000 de metri pătrați a fost plantată cu arbori și arbuști, în imediata apropiere a noului Centru Expozițional din vecinătatea aeroportului.

Emisiile anuale de CO₂ au fost reduse cu mai multe mii de tone, ca urmare a acțiunilor de mai sus. Ar trebui de asemenea, să fie remarcat faptul că aproape toate măsurile menționate au contribuit la reducerea emisiilor de alte substanțe poluante (de exemplu, NO_x, SO₂, CO, etc), precum și, ulterior, au ajutat la îmbunătățirea calității aerului în regiunea din jurul aeroportului. Consumul de energie electrică mediu pe pasager a scăzut constant din cauza punerii

în aplicare în 2004 a măsurilor de economisire a energiei odată cu creșterea continuă a numărului de pasageri (figura 2.14).

Scăderea consumului de gaze naturale, comparativ cu anul precedent se datorează scăderii necesităților de încălzire pornind de la iarna blândă și punerea în aplicare a inițiativelor menite să reducă consumul de către terțe persoane ce operează în cadrul aeroportului.

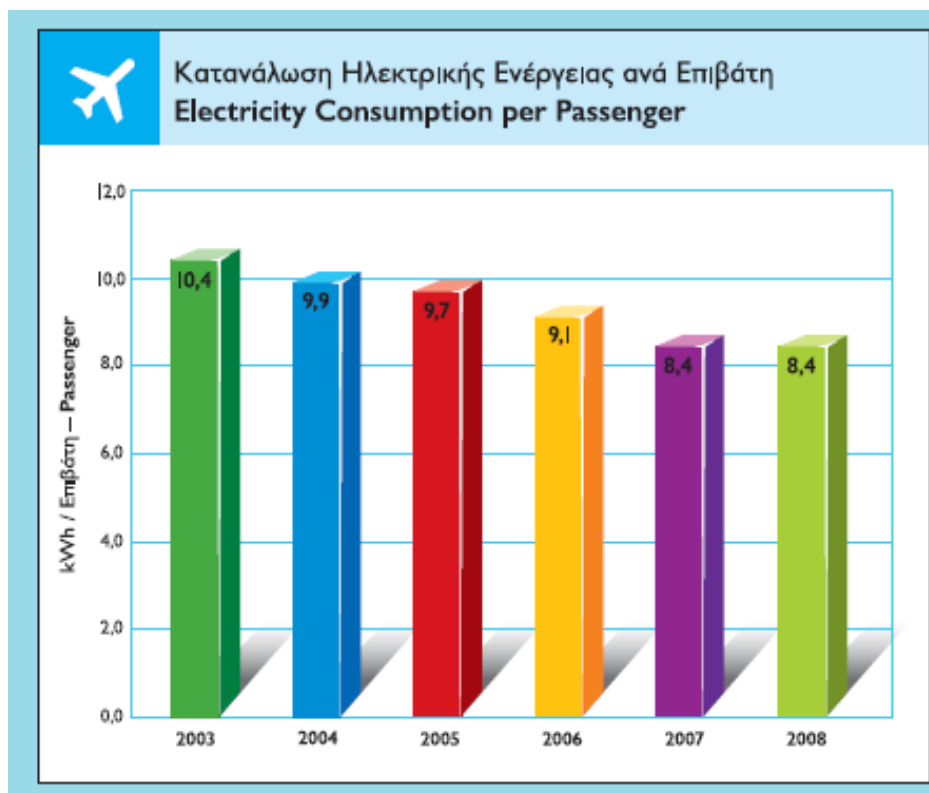


Figura 2.14 Consumul de energie electrică per pasager pe Aeroportul „Eleftherios Venizelos” din Atena [21]

Un număr de ecosisteme naturale și umane, a influențat susținerea unui număr semnificativ de animale și plante care sunt situate în vecinătatea aeroportului.

Ecosisteme naturale includ:

- păduri și tufișuri;
- zone mlăștinoase;
- dune și maluri stâncoase.

Ecosistemele influențate de activitățile umane includ:

- zonele de locuit;
- zonele rurale (în principal, plantațiile de măslini și viță de vie);
- crescătoriile.

Se monitorizează în mod continuu statutul acestor ecosisteme printr-un program extensiv de biomonitorizare în vecinătatea aeroportului. A doua fază pune un accent deosebit pe specii rare de plante și animale precum și asupra

ecosistemelor sensibile (de exemplu terenuri mlăștinoase). A doua fază a programului a început în 2005, în cooperare cu Universitatea din Patras, și a fost finalizată în 2008. Rezultatele programului arată că ecosistemele naturale înregistrate înainte de deschiderea aeroportului încă exista, dar domeniul lor a fost modificat, în principal din cauza intervenției omului prin acțiuni cum ar fi dezvoltarea rezidențială neplanificată, noi instalații industriale, construirea de drumuri noi, deversarea neautorizată de deșeuri, de pășunatul intensiv și incendii [21]. Programul de bio-monitorizare va fi continuat în viitor. Au fost deja definite zonele în care monitorizarea și înregistrarea bio-indicilor va avea loc.

Activitățile păsărilor și a altor animale aflate în incinta aeroportului implica riscul de accidentare prin impactul cu aeronavele. Deși energia eliberată în timpul coliziunii unui animal cu o aeronavă este, în unele cazuri semnificativă, prejudiciul rezultat este, de obicei minor.

Potrivit Organizației Aviației Internaționale Civile Internaționale (OACI), 92% din impacturi au prea puțin sau nici un impact asupra mișcărilor de aeronave. Pentru reducerea riscului asociat cu lovituri în cadrul aeroportului, sunt implicate metode pe termen lung (metoda pasivă) și pe termen scurt (metoda activă) în contextul programului de control și reducere a pericolului asupra vieții sălbatice. Programul a fost auditat în 2007 de către un specialist de la Echipa de evitarea a lovirii păsărilor din cadrul Departamentului pentru Mediu, Alimentație și Afaceri Rurale din Marea Britanie, auditorul a certificat faptul că programul AIA este în conformitate cu standardele și recomandările OACI și cu cele mai bune practici internaționale pentru controlul faunei sălbatice [21].

Măsurile pe termen lung care reduc și/sau elimină factorii ce atrag animalele sălbatice la aeroport, includ:

- aeroportul este conceput pentru a nu atrage fauna sălbatică, adică păsări și alte animale care nu găsesc hrană, apă, respectiv locuri pentru a se împerechea sau a-și face cuiburi;
- animalele sălbatice (în special păsări) din aeroport și în vecinătatea acestuia sunt studiate în mod continuu;
- propunerile sunt depuse în ceea ce privește utilizarea terenurilor din apropierea aeroportului, cum ar fi excluderea de facilități care ar putea oferi faunei sălbatice alimente și apă (de exemplu, unități de management a deșeurilor).

Măsurile pe termen scurt urmăresc să disperseze fauna sălbatică (în special păsări) din zone sensibile din aeroport ce pot cauza probleme. Acestea includ :

- bio-acustica: sunete naturale, cum ar fi alarma de pericol sau apeluri de alarmă, apeluri de prădători, etc;
- pyro-acustica: sunete ascuțite, puternice (de exemplu, explozii) fie electronice sau de arme (de exemplu, gloanțe de pușcă);
- măsuri pentru reducerea riscului asociat sunt proiectate și coordonate de Echipa de control a vieții sălbatice, membrii căreia monitorizează activitățile animalelor sălbatice de la răsărit până la apus, zi de zi.

În anumite cazuri, echipa de control a vieții sălbatice realizează măsuri în cooperare cu Universitatea Agricolă din Atena (de monitorizare a faunei de insecte din cadrul aeroportului), Societatea Ornitologică Elenă (monitorizarea avifaunei în regiunea mai largă a Attici de Est și zone speciale pentru păsări) precum și cu alte organizații.

3. MANAGEMENTUL ACTIVITĂȚII PE AEROPORTUL INTERNAȚIONAL „TRAIAN VUIA” TIMIȘOARA

Dezvoltarea și modernizarea infrastructurii este condiția esențială pentru progresul și prosperitatea unei țări. Infrastructura reprezintă, pentru orice țară, coloana vertebrală a economiei.

Obiectivul principal pe care și l-a propus România în domeniul aeroportuar este acela de a asigura un trafic aerian adaptat cerințelor și realizat în condiții de maximă siguranță, în condițiile în care prognozele confirmă creșterea traficului aerian în țara noastră [51].

Este evident că liberalizarea pieței de transport aerian a fost benefică și se apreciază, că România va înregistra o creștere a traficului de la aproximativ 3,5 milioane în 2007 la aproximativ 6 milioane în 2010.

3.1. Scurt istoric al aeroportului din Timișoara

În 1932, Direcția Aeronauticii și-a propus înființarea unui aeroport în Timișoara, acest obiectiv fiind realizat la 29 mai 1935, când a fost înființat Aeroportul Comunal Timișoara, lângă comuna Moșnița Veche.

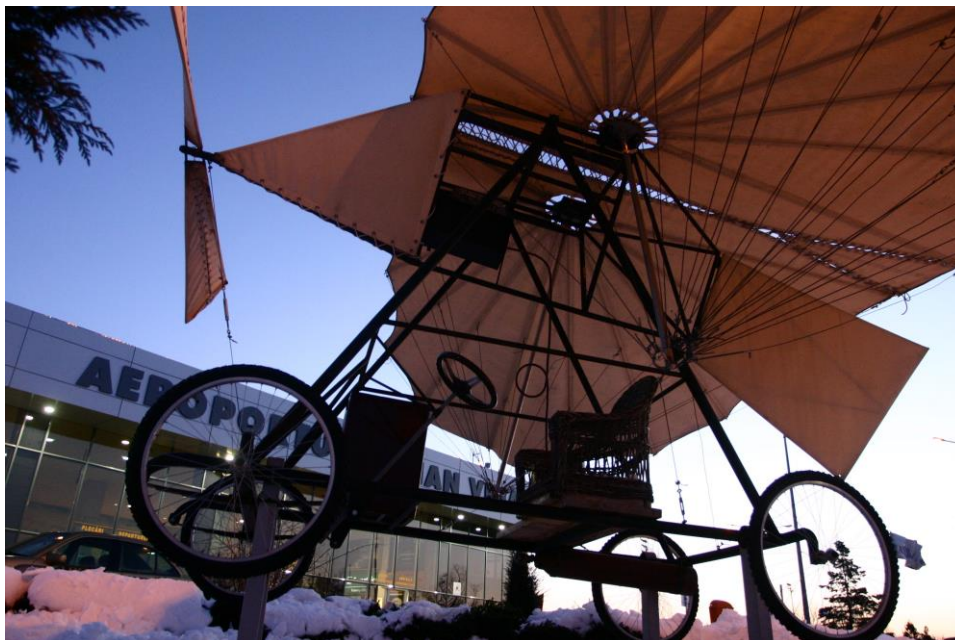


Figura 3.1 Imagine Aeroportul Internațional „Traian Vuia” Timișoara

În 1960, sediul aeroportului se construiește pe actualul amplasament, în vecinătatea comunei Giarmata Vii.

La data de 28 februarie 1964 a fost făcută inaugurarea definitivă a aeroportului, atunci, dându-se în folosință doar traficul pentru curse interne, aeroportul fiind destinat traficului intern de pasageri și marfă. Aerogara a fost concepută pentru a deservi un număr de aproximativ 60 pasageri/zi [51].

În perioada 1975-1980 s-a realizat prelungirea pistei de decolare/aterizare aeronave de la 2500 m la 3000 m, obiectiv de mare importanță; tot atunci s-au dat în folosință terminalul pentru curse internaționale, Salonul Oficial, turnul de control și clădirea administrativă.

Începând cu 30 octombrie 1980 Aeroportul Timișoara a deschis traficul aerian internațional, operând două curse pe săptămână.

În perioada 1980-1990 pe aeroport au operat atât curse interne, Timișoara - București și Timișoara - Constanța, cât și curse internaționale, spre Frankfurt, New York, Chicago.

În anul 1998 - a fost inaugurată hala de depozitare mărfuri pentru activități cargo și curierat rapid.

În anul 2002 a fost modernizată aerogara pentru zboruri interne.

În anul 2003 pe 6 februarie, aeroportul și-a regăsit identitatea spirituală în persoana pionierului aeronauticii mondiale - bănățeanul - Traian Vuia; pe 19 mai a fost inaugurată aerogara tranzit, aeroportul devenind nod aerian, legând importante orașe din România cu orașe din Italia și Germania.

În 10 noiembrie 2004 a fost inaugurată extinderea și modernizarea aerogării pentru zboruri internaționale.

În anul 2005 a început elaborarea unui studiu de fezabilitate pentru "Programul de dezvoltare 2006-2015".

În anul 2006 a început extinderea platformei de staționare aeronave pentru a face față traficului în continuă creștere și realizarea unei noi parări auto și a unui drum de acces în incinta aeroportului

Pe data de 12 decembrie 2007 au fost finalizate lucrările de extindere a terminalului de plecări internaționale [51].

3.2. Cadrul legal de funcționare al aeroportului din Timișoara

Aeroportul Internațional Timișoara – Traian Vuia a fost înființat ca societate națională prin Hotărârea Guvernului nr. 521/1998, cu modificările ulterioare, având în prezent ca acționar majoritar statul român, reprezentat de Ministerul Transporturilor, care deține 80% din acțiuni și S.C. Fondul Proprietatea S.A., 20%.

Fiind o societate comercială cu capital de stat, Aeroportul Timișoara se organizează și funcționează pe bază de gestiune economică [51].

Activitatea Aeroportului Internațional Timișoara se desfășoară în conformitate cu prevederile Codului Aerian Român, acordurilor și convențiilor Organizației Aviației Civile Internaționale. Aeroportul Internațional Timișoara este membru permanent al Consiliului Internațional al Aeroporturilor – ACI Europe.

Aeroportul Internațional Timișoara – Traian Vuia are ca obiect principal de activitate efectuarea de prestații, servicii, lucrări de exploatare, întreținere, reparare, dezvoltare și modernizare a bunurilor din patrimoniul său, aflate în proprietate sau în concesiune, în vederea asigurării condițiilor pentru sosirea, plecarea și manevrarea la sol a aeronavelor în trafic național și/sau internațional,

asigurarea serviciilor aeroportuare pentru tranzitul de persoane, mărfuri și poștă, precum și servicii de interes public național.

În acest moment, aeroportul :

- este al doilea aeroport din țară din punct de vedere al traficului;
- are poziția geografică e ideală pentru creșterea în viitor (pentru extindere);

- deservește regiunea de Vest a României și regiunile de est din Ungaria și Serbia–Muntenegru (DKMT);

- deservește una din cele mai dezvoltate economic zone din țară;

- dispune de infrastructură competentă și are premize pentru dezvoltare;

- este bază a unei companii aeriene private foarte dinamică;

- este singurul aeroport din România care oferă servicii de handling proprii;

- este un obiectiv atractiv pentru investitori;

- creșterea traficului pe alte aeroporturi din apropiere nu are efect negativ asupra dezvoltării aeroportului din Timișoara.

În 2006, prin Ordinul 995, este aprobată lista planurilor și programelor care intră sub incidența Hotărârii Guvernului nr. 1076/2004. În cadrul acestui ordin, Aeroportul din Timișoara este nominalizat ca făcând parte din lista celor ce au obligația de a se conforma cerințelor legale cu: „Programul strategic de dezvoltare a infrastructurii aeroportuare la Societatea Națională "Aeroportul Internațional Timișoara - Traian Vuia" - S.A. pe perioada 2002-2015”.

3.3. Aeroportul din Timișoara în momentul actual

Societatea Națională „Aeroportul Internațional Timișoara – Traian Vuia” S.A. este amplasat în partea de N-E a municipiului Timișoara, comuna Giarmata Vii, la aproximativ 12 km de centrul orașului (figura 3.3) [51].



Figura 3.2 Harta cu accesul la Aeroportul Internațional Timișoara „Traian Vuia”



Figura 3.3 Poziționare aeroport față de orașul Timișoara

Accesul la Aeroportul Internațional Timișoara – Traian Vuia se realizează prin DN E70 cât și prin DN 6, drumuri care pot prelua în totalitate traficul la ore de vârf (figura 3.2). O importanță deosebită se acordă realizării autostrăzii Budapesta – Timișoara – București care va facilita, atât sporirea traficului de pasageri, cât și a transporturilor cargo.

Aeroportul Internațional Timișoara „Traian Vuia” este un aeroport nonhub, deserving liniile aeriene comerciale de scurt, mediu și lung curier, oferind facilități pentru „general aviation” și pentru aeronavele de tip cargo. Controlul traficului aerian este asigurat de R.A. ROMATSA 24 ore/zi prin turnul de control.

Aerogară interne - pentru tranzitarea pasagerilor pe curse interne, cu o capacitate de procesare a 800 pasageri pe oră [51].

Aerogara are o suprafață de 900 m², cu 2 fluxuri: unul pentru plecări și unul pentru sosiri. Aerogara pentru curse interne dispune de următoarele servicii și facilități: control pentru securizarea aeroportuară, benzi transportoare pentru bagaje, stație de sonorizare, ghișeu check-in, sală de așteptare, bufet – restaurant, servicii de taximetrie, sală de protocol.

Aerogară externe - pentru tranzitarea pasagerilor pe curse externe are o capacitate de procesare a 500 pasageri pe oră, având o suprafață de 2500 m², cu 2 fluxuri: unul pentru plecări și unul pentru sosiri. Aerogara pentru curse externe dispune de următoarele servicii și facilități: control pentru securitatea aeroportuară, vamă și controlul poliției de frontieră, benzi transportoare pentru bagaje (pe ambele fluxuri), birou de informații, bufet-restaurant, snack-bar, Dutty Paid Shop, punct de lucru bancar, birouri de rent a car, birouri de ticketing, spațiu amenajat pentru

mama și copilul, birouri pentru operatori aerieni și pentru firme, salon pentru clasa business, servicii turistice și servicii de taximetrie, etc [51].

Suprafețe de mișcare

Pista de decolare/aterizare aeronave: Pista de decolare - aterizare, cu o lungime de 3500x60m, cu o capacitate portantă de 49/R/D/W/T, aceasta fiind folosită, atât la decolarea și aterizarea navelor civile, cât și la cele militare. Pista este dotată cu mijloace de navigație de apropiere (mijloace vizuale de suprafață și sistem de balizaj luminos) de categoria II/ III ICAO pe direcția principală de zbor 290 și categoria I/II ICAO, pe direcția secundară de zbor 110 (figura 3.4). Pista permite decolarea și aterizarea tuturor tipurilor de aeronave existente în aviația civilă și marea majoritate a aeronavelor militare. În prezent pista este folosită curent pentru aeronavele civile de următoarele tipuri: B737, FK-70, CARJ, AT 42, SF 34, A310, etc.

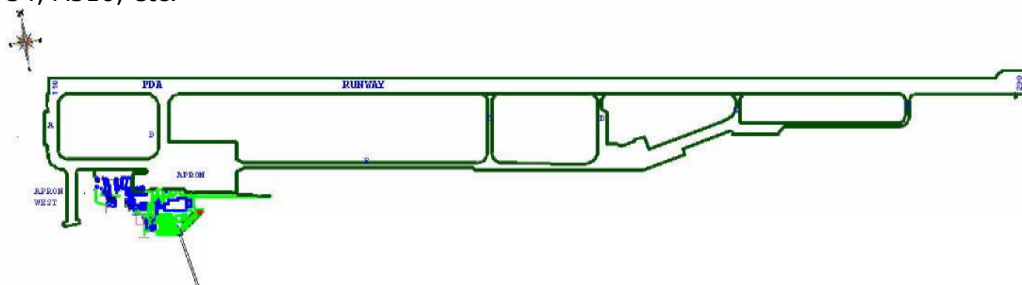


Figura 3.4 Harta cu suprafețele de mișcare ale aeroportului din Timișoara

Căi de rulare:

Cale de rulare A 817x27m

Cale de rulare B 236x27m

Cale de rulare C 1000x25m

Căile de rulare D,E,F sunt neoperaționale pentru trafic aeronave civile.

Platforme staționare aeronave:

a) Platforme staționare aeronave: 44.518 mp, 538 X 161 m și 19 poziții parcare;

b) Platforma pentru staționarea aeronave vest: 5.792 mp, 181 x 32 m, 13 poziții parcare.

Facilități cargo - 1.250 mp depozite.

Suprafață birouri – 200 mp.

Balizaj-sistemul de balizaj luminos este de cat.III A O.A.C.I. pe direcția 290° și cat.II O.A.C.I. pe direcția 110°.

Deservirea aeronavelor la sol se realizează prin: mijloace vizuale de suprafață – sistem de balizaj luminos, mijloace PNA-Tc. (mijloace de Protecție a navigației aeriene și telecomunicații), stația meteo, mijloace PSI, echipamente pentru handling la rampă, facilități pentru alimentare cu carburanți.

Capacitatea operațională:

- la pista (3500mx60m) – 16 mișcări aeronave/oră;

- la platforme - 17 aeronave/h + 6 aeronave/h pentru „general aviation”.

Parcări :Aeroportul Internațional Timișoara Traian Vuia oferă staționare în parcările P1 și P2, cu 292, respectiv 230 locuri de parcare.

Strategia națională de dezvoltare economică a României, pe termen mediu vizează crearea de condiții pentru asigurarea creșterii economice pe baza sporirii

ratei de investiții, prin participarea semnificativă a capitalului național și prin atragerea surselor externe, mai ales sub formă de investiții directe [51].

România este integrată în NATO și în Uniunea Europeană, iar Aeroportul Internațional Traian Vuia Timișoara, „Poarta de vest” a României spre Europa este:

- Cel mai mare aeroport regional din România, deservind o arie imediată de acoperire cu peste 2,1 milioane de locuitori, regiunea de Vest a României și regiunile de est din Ungaria și Serbia;

- Al doilea aeroport din România privind traficul de pasageri și mișcări aeronave;

- Poziție geografică ideală pentru creștere în viitor: existența uneia dintre cele mai dezvoltate rețele de drumuri, căi ferate și telecomunicații, precum și autostrada Budapesta-Timișoara-București care se preconizează a fi amplasată în imediata apropiere a aeroportului și care va facilita creșterea transportului de pasageri și marfă;

- Factorul zonal conferă Aeroportului Timișoara un mediu prielnic de dezvoltare. Sud-vestului României este în dezvoltare economică dinamică, condiționată de sinergia agenților locali activi – Camera de Comerț, Industrie și Agricultură Timișoara, Administrația județeană și locală, întreprinderile de producție/servicii/turism/comerț, Universitățile, Asociațiile profesionale, etc. În apropierea SNAIT SA s-au dezvoltat centre comerciale puternice:

- Dispune de infrastructură competentă și premise pentru dezvoltare;

- Este bază a unei companii aeriene private foarte dinamică;

- Dezvoltarea semnificativă prin SNAIT SA a transportului aerian de mărfuri, în cooperare cu firme amplasate în incinta aeroportului.

- Există perspective pentru deschiderea unor noi linii internaționale (zboruri regionale);

- Singurul aeroport din România care oferă servicii de handling proprii;

- Este un obiectiv atractiv pentru investitori;

- Este prima rezervă a Aeroportului București-Otopeni și a Aeroportului din Belgrad, ceea ce presupune că, în cazul în care acestea se închid temporar, tot traficul acestora se va transfera pe Aeroportul Timișoara [51].

Previzionare pentru anul 2010:

- 965.000 pasageri (50 zboruri comerciale pe zi);
- 27 poziții pentru parcare aeronave de categorie mare și medie;
- 10 poziții parcare aeronave aviație generală;

Previzionare pentru anul 2015:

- 1.250.000 pasageri (100-120 zboruri pe zi);
- 35 poziții parcare aeronave de categorie mare și medie;
- 4 poziții parcare dedicate aeronavelor tip cargo de categorie mare.



Figura 3.5 Harta cu destinațiile interne și internaționale [51]

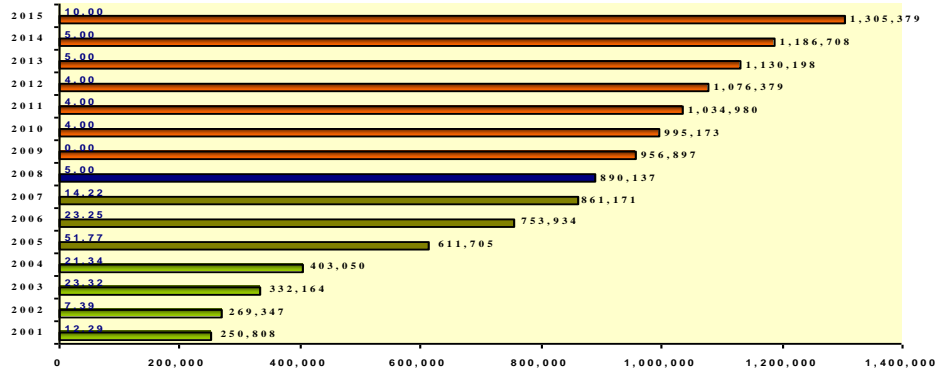


Figura 3.6 Traficul de pasageri realizat și previzionat pentru perioada 2001-2015. [51]

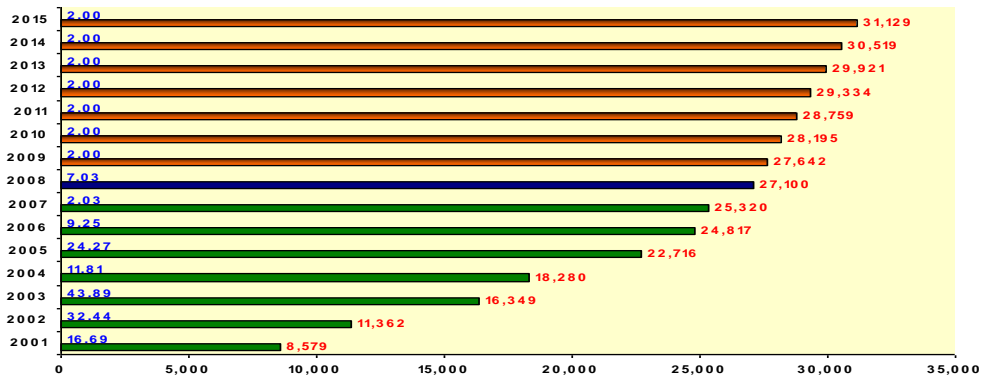


Figura 3.7 Mișcări aeronave realizate și previzionate 2001-2015 [51]

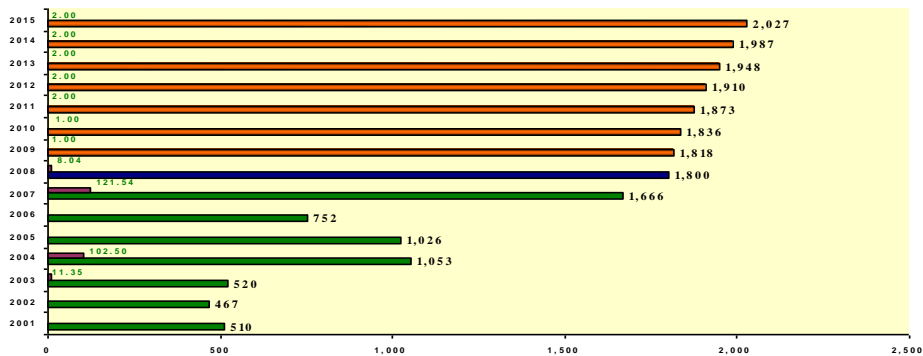


Figura 3.8 Trafic marfa realizat și previzionat 2001-2015 [51]

3.4. Programul Strategic de dezvoltare al „Aeroportului Internațional Timișoara – Traian Vuia”

3.4.1. Structura planului de dezvoltare

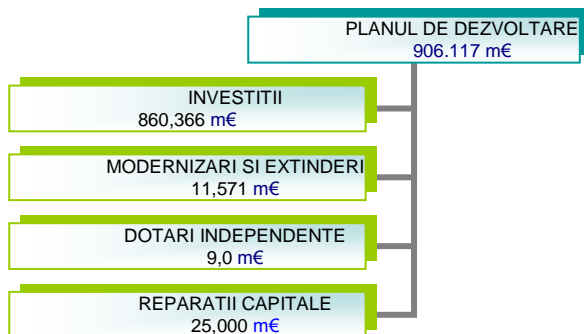


Figura 3.9 Schema structurii planului de dezvoltare

Investițiile în obiective noi: Terminalul Intermodal Timișoara, Centrul Business, Centrul Cargo, Clădiri deservire aeroportuară, Terminalul de aviație generală.

Modernizări și extinderi: Suprafețe de mișcare, Platforme staționare aeronave, Sistemul de balizaj Clădiri administrative și parcare auto.

Reparații capitale suprafețe de mișcare aeronave (pista, cai rulare, platforma)

Dotări : Echipamente și utilaje pentru deservirea aeronavelor la sol, echipamente pentru asigurarea securității aeroportuare.

Scopul Planului privind dezvoltarea infrastructurii este să definească:

- * Așteptările privind scara creșterii activității în viitor
- * Modul de îmbunătățire a facilităților aeroportuare pentru a acomoda creșterea
 - * Planurile de folosire a terenurilor
 - * Dimensiunile sociale, economice și de mediu în 2010,2015,2030
 - * Proiectele de investiții în infrastructura aeroportuară și anexă
 - * Informarea instituțiilor decizionale din zonă
 - * Atragerea de investitori
 - * Găsirea de soluții pentru probleme de capacitate
 - *Trasarea zonelor pentru expansiune și a zonelor păstrate pentru dezvoltare viitoare
- * Evidențierea proiectelor ce vor permite Aeroportului Traian Vuia Timișoara să se numească pe viitor printre aeroporturile “World Class”

3.4.2. Descrierea lucrărilor prevăzute a fi realizate

TERMINALUL INTERMODAL TIMIȘOARA

Sursa de finanțare: Parteneriat Public Privat

Cost estimat: 112.600.000 Euro

Suprafața: 95.000 m²

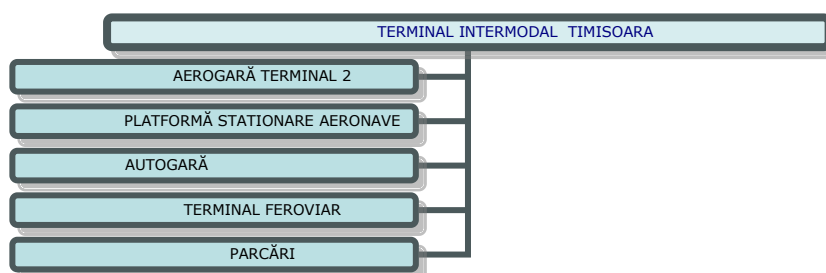


Figura 3.10 Schema lucrărilor prevăzute a fi realizate

Terminalul 2

Suprafața estimată: 17.500 mp și 14.500 mp

Capacitate anuală: 2 milioane pasageri pe an, adăugată la capacitatea actuală

Capacitate ora de vârf de trafic: 1800-2500 pasager/oră

Nivel de servicii: B,C

Poduri de îmbarcare: Da (2 poduri de îmbarcare)

Posibilitate extindere: Da, Modular

Terminalul CF

Asigură legătura cu sistemul feroviar național și pe viitor cu trenul rapid al orașului.

Capacitate: 600 pasageri / oră

Suprafața estimată: 4.000 m²

Autogara

Capacitate: 150 pasageri pe oră (5 autocare/oră)

Suprafața: 3000 mp

Asigură legătura cu Terminalele Aeroportului, Trenul Rapid al orașului Timișoara, oferind în același timp o alternativă superioară logistic autogărilor din oraș.

Terminalul Intermodal Timișoara va fi un complex accesibil, ce va asigura circulația rapidă între diferite mijloace de transport, creând spații libere, spații comerciale și de activitate specific aeroportuară oferind astfel pasagerilor un nivel de servicii ireproșabil și soluții complete pentru călătorii și petrecerea timpului de așteptare cât mai plăcut.

CENTRUL BUSINESS

Centrul Business este un proiect nou, ce privește construcția unui parc de afaceri pe o suprafață de aproximativ 50-60 hectare, extensibilă pe viitor. Aeroportul Timișoara este un nod aerian pentru 10 orașe din România, facilitând acest gen de afacere. De asemenea va oferi soluții complete dezvoltării de afaceri sau comutării companiilor din UE către România.

Este o oportunitate excelentă pentru Aeroportul Timișoara, din motivul că va crea o creștere de trafic de pasageri și marfă fără precedent. Aeroportul poate crea spațiu de desfășurare acestui tip de business, cu care poate conlucra în mod reciproc [52].

Proiectul conturează conceptul de Airport City și va acomoda un centru expozițional, centru de conferințe și congrese, un hotel, o clinică medicală, clădiri de birouri, terminalul cargo și magazine.

Centrul Business reprezintă materializarea unui concept urbanistic modern, parte a orașului, care să înglobeze un parc de afaceri și o zonă comercială, perfect funcțională din toate punctele de vedere.

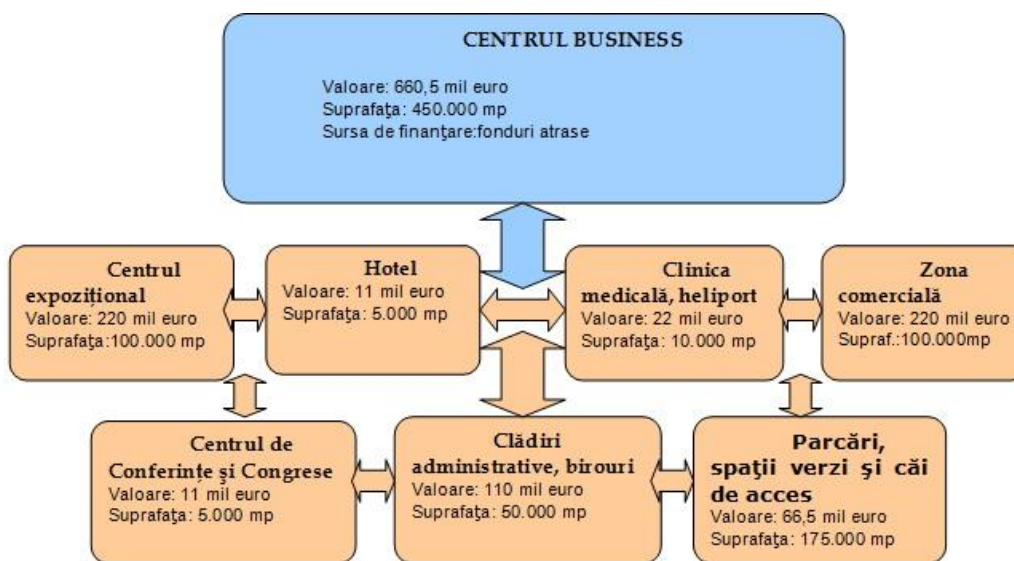


Figura 3.11 STRUCTURA CENTRULUI BUSINESS [52]

COMPLEXUL EXPOZIȚIONAL

Complexul Expozițional va fi construit pentru a găzdui târguri, expoziții și saloane comerciale în marea lor majoritate manifestări specializate, precum și manifestări expoziționale internaționale datorită facilităților deosebite, oferite de un ultramodern Centru de Conferințe și Congrese, creat pentru a promova o imagine a orașului Timișoara, ca oraș al întâlnirilor de afaceri [51].

Centrul expozițional

Suprafață – 100.000 mp

Acesta va cuprinde pavilioane pentru prezentări expoziționale pe o suprafață de 100.000 mp, din care 60.000 mp spațiu de expunere interior și 40.000 mp în aer liber.

Prin construirea acestor pavilioane pentru expozații se vor putea acoperi, practic, totalitatea sectoarelor economiei.

Centrul de Conferințe și Congrese

Suprafață – 5.000 mp

Centrul de Conferințe și Congrese va cuprinde săli de diferite dimensiuni, în care se vor putea desfășura acțiuni cultural-artistice (expoziții de pictură, lansări de

carte, etc) săli de conferințe de mari dimensiuni cu o capacitate de aproximativ 200 de locuri complet echipată [52].

Diverse săli pentru întâlniri restrânse cu o capacitate mai mică de 30 de persoane cu posibilități de configurare după tipul și scopul întâlnirilor.

Zona comercială

Suprafață- 100.000 mp

Dezvoltată pe o suprafață de peste 100.000 mp, zona comercială va cuprinde un centru comercial - birouri comerciale, sedii de companii, galerii, showroom-uri auto.

Zona comercială va oferi o îmbinare unică de shopping și servicii pentru cele mai rafinate gusturi, locuri inedite de petrecere a timpului liber, din punct de vedere al varietății de branduri și al conceptelor de recreere folosite [52].

Hotel – Centrul Business

Suprafață- 5.000 mp

Creșterea activității pe aeroport, a mișcărilor de aeronave și numărului de pasageri aflați în tranzit impune oferirea unor servicii complementare activității aeroportuare, conturându-se astfel oportunitatea construirii unui hotel destinat participanților la diferitele evenimente ce se desfășoară în acest centru cât și echipajelor companiilor aeriene și pasagerilor.

Hotelul va fi încadrat în categoria celor de 4 și 5 stele având aproximativ 300 locuri de cazare, bar-restaurant, piscină, săli de sport și toate facilitățile aferente unui hotel din categoria sa.

Bazându-ne pe o clientelă constantă, hotelul va reprezenta o investiție sigură neexistând un hotel în imediata apropiere a aeroportului

Clinică Medicală

Suprafață- 10.000 mp

Construirea unei clinici medicale care să beneficieze de un centru de analize, cu dotări de ultimă generație care să reprezinte un standard pentru clinicile private românești. Clinica medicală va cuprinde o zonă de tratament pentru procedurile de ambulator și mai multe cabinete de consultație, cărora li se adaugă un spital cu paturi și săli de operație ultramoderne.

Clinica va avea avantajul că pentru urgențe medicale, elicopterele pot ateriza chiar în apropierea spitalului.

Orașul Timișoara se extinde permanent și are nevoie tot mai mare de soluții urbanistice care să răspundă standardelor secolului XXI – spații de birouri de calitate și spații comerciale funcționale.

Centrul Business reprezintă materializarea unui concept urbanistic modern și anume crearea unei zone deschise, parte a orașului, care să înglobeze un parc de afaceri și o zonă comercială, perfect funcțională din toate punctele de vedere.

Proiectul reprezintă o investiție majoră și oferă soluții concrete pentru comunitatea locală și nu numai.

Situată într-o zonă excelentă, Centrul Business va deveni în scurt timp de la momentul realizării, un reper pentru timișoreni.

Principalele valori pe care le susține Centrul Business sunt calitatea și diversitatea serviciilor oferite în acest spațiu.

4. ORIGINEA POLUANȚILOR SPECIFICI AEROPORTURILOR ȘI EFECTELE NOCIVE ALE ACESTORA ASUPRA OMULUI ȘI MEDIULUI

Într-o societate modernă, conectivitatea este baza competitivității economice, a coeziunii sociale și regionale și a dezvoltării culturale. În consecință, nu numai nevoile economice și comerciale de globalizare conduc la creșterea cererii de transport aerian, aceasta este stimulată și de nevoile sociale și culturale în evoluție.

Transportul aerian îndeplinește mai multe funcții importante în societățile moderne. Aviația facilitează schimburile economice și culturale și este o sursă semnificativă de locuri de muncă în numeroase regiuni. Cu toate acestea, aviația contribuie la schimbările climatice la nivel mondial. În timp ce în UE emisiile de gaze cu efect de seră au scăzut cu 3%, 1990 - 2002, emisiile provenite din aviația internațională au crescut cu aproape 70%. Chiar dacă a existat îmbunătățiri semnificative în tehnologia aeronavelor și eficiență operațională acest lucru nu a fost suficient pentru a neutraliza efectul traficului crescut, precum și creșterea emisiilor care se preconizează să crească în următoarele decenii [22].

La nivel global pe sectoare, în 2004, transporturile reprezintă 13% din totalul emisiilor de gaze cu efect de seră conform unui raport publicat în 2007 de IPCC (figura 4.1).

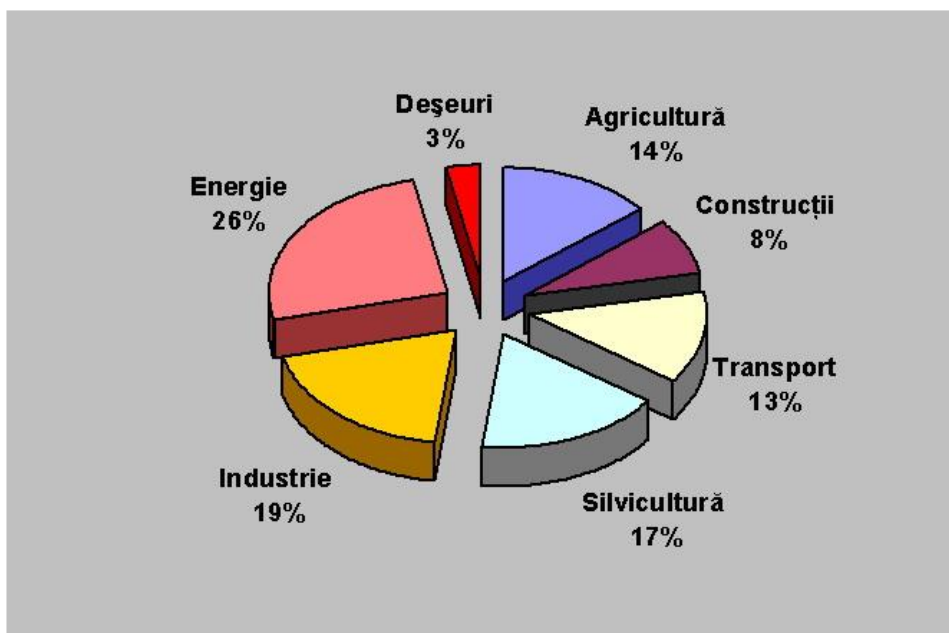


Figura 4.1 Ponderea emisiilor de gaze cu efect de seră pe sectoare

În raportul IPCC din 1999 emisiile de CO₂ în domeniul transportului arată că aviația „contribuie” cu 13% din totalul emisiilor, în timp ce transportul rutier 74% (figura 4.2).

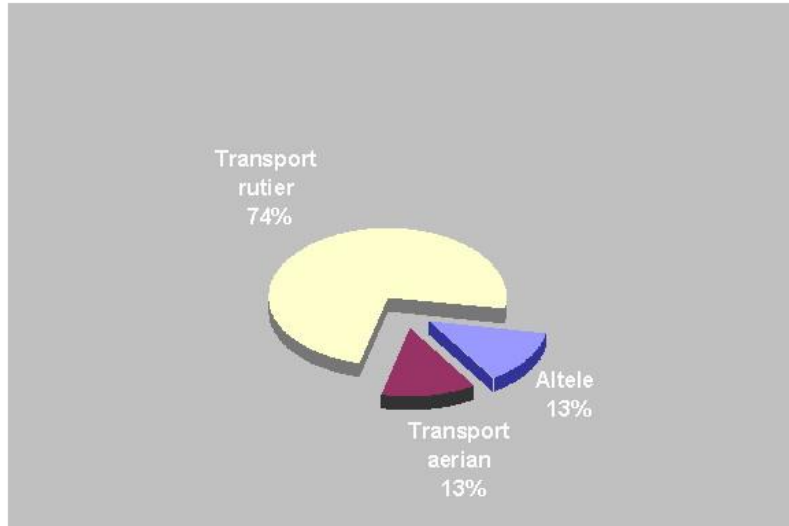


Figura 4.2 ponderea emisiilor de CO₂ în transport

Conform aceluiași raport al IPCC, în 2004, emisiile de CO₂ din aviație, la nivel global, din totalul activităților au fost de 2% (figura 4.3).

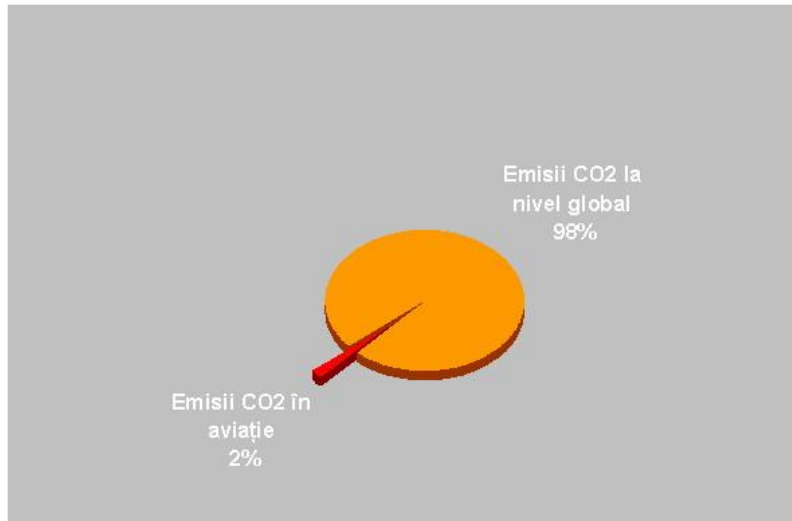


Figura 4.3 Ponderea emisiilor de CO₂ din aviație, la nivel global

Dacă nu se adoptă măsuri, creșterea emisiilor generate de zborurile care au ca punct de plecare aeroporturile din UE va anula până în 2012 mai mult de un sfert din volumul de emisii de 8 % pe care UE trebuie să îl reducă pentru a își îndeplini obiectivele stabilite în cadrul Protocolului de la Kyoto. Se prevede că, până în 2020, emisiile generate de transportul aerian vor depăși dublul nivelului actual [23].

Sursa principală de poluare locală a aerului pe aeroporturi și împrejurimile sale sunt: manevrele aeronavelor aproape de și pe sol, vehiculele de la aeroport incluzând serviciile de handling la sol și traficul din zona publică traficul rutier public și privat către și de la aeroport, producția de energie, încălzire și apă caldă pentru facilitățile aeroportului, lucrări de construcție asociate dezvoltării aeroportuare.

Prin arderea carburantului pentru avioane (kerosen) rezultă gaze și particule care au impact asupra climatului și acestea sunt :

- oxizi de azot (NO_x);
- monoxid de carbon (CO);
- hidrocarburi nearchive (CH_4 și COV);
- dioxidul de sulf (SO_2);
- particule fine (PM_{10} și $\text{PM}_{2.5}$);

Acestea sunt produse de motoare de avioane, unitățile de putere auxiliare, vehicule necesare pentru buna desfășurare a activităților specifice pentru un aeroport, scurgeri de combustibil și produse chimice, etc. Emisia de NO_x este considerată cea mai semnificativă pentru fiecare aeroport, aceasta fiind factorul de influență locală din punct de vedere a calității aerului.

De asemenea, trebuie amintit că, într-o măsură mai mare sau mai mică, aceste emisii, au implicații în domeniul schimbărilor climatice la fel ca dioxidul de carbon (CO_2), care este, de asemenea, emis aproape de sol. Vaporii de apă emiși la o altitudine mai mică, nu sunt, în general, considerați ca fiind semnificativi pentru schimbările climatice.

Există, de asemenea, standarde internaționale OACI (Organizația Internațională a Aviației Civile), pentru motoare de aeronave care au ca scop principal reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră.

Motoarele de avion produc emisii care sunt similare cu celelalte emisii rezultate din arderea combustibilului fosil. Acestea, la fel ca orice emisii de gaze, pot afecta calitatea aerului la nivel local, la nivelul solului. Emisii care influențează calitatea aerului la nivel local sunt cele provenite de la aeronave care zboară mai jos 1000 m deasupra solului (de obicei în jur de 3 kilometri de la plecare sau, pentru sosiri, aproximativ 6 kilometri de la aterizare). Aceste emisii pot fi dispersate de vânt [72] și amestecate cu emisiile provenite din alte surse cum ar fi emisiile de încălzire a locuințelor, a emisiilor de fabrică și a poluării de la alte mijloace de transport [24].

Este important să se conștientizeze faptul că emisiile pot varia pentru diferite tipuri de operațiuni cu același echipament. De exemplu, un motor de avion pe forța de tracțiune mare va emite proporțional mai puține particule decât atunci când este pe forța de tracțiune mai mică, dar emisiile de NO_x cresc odată cu tracțiunea. Acest tip de model de emisie ar trebui să fie luate în considerare atunci când se asociază valorilor de emisie cu echipament. Organizația Internațională a Aviației Civile a dezvoltat o bază de date de factori de emisie standard, pentru diferite tipuri de operațiuni, pentru o serie de tipuri comune de motoare de aeronave civile.

Emisiile în atmosferă pot fi considerate ca fiind deșeuri. Orice măsură pentru a îmbunătăți utilizarea mai eficientă a echipamentelor de ardere asociată cu un aeroport, va reduce, în general, de poluarea. Astfel, eficiența energetică a clădirilor, utilizarea sporită a transportului public, utilizarea surselor de energie mai puțin poluante și, desigur, mai eficientă a operațiunilor aeronavelor va ajuta pe toți. Aceste măsuri pot produce un beneficiu în ceea ce privește atenuarea impactului sau acesta poate permite o creștere a beneficiilor de durabilitate care decurg din

succesul unui aeroport, prin eliberarea "capacității de mediu" pentru mai multe mișcări de aeronave.

Multe țări au ratificat Protocolul de la Kyoto, care este un amendament la Convenția cadru a ONU privind schimbările climatice (CCONUSC). Aceste țări se angajează să reducă emisiile de dioxid de carbon și cinci alte gaze cu efect de seră, sau se angajează în comercializarea emisiilor în cazul în care menține sau crește emisiile acestor gaze. Un total de 141 de țări au ratificat acordul. Excepții notabile includ Statele Unite și Australia. Protocolul de la Kyoto a fost negociat la Kyoto, Japonia în decembrie 1997, deschis spre semnare la 16 martie 1998 și a fost închis pe 15 martie 1999. Acordul a intrat în vigoare pe 16 februarie 2005, în urma ratificării de către Rusia în 18 noiembrie 2004. Este posibil ca angajamentele de la Kyoto și științele emergente, precum și îngrijorările sporite cu privire la efectele emisiilor în atmosfera superioară, va duce la discuții în legătură cu influența aviației internaționale privind schimbările climatice.

4.1. Emisii poluante specifice zonelor aeroportuare

După ce sunt emise în atmosferă asupra poluanților acționează diferiți factori (difuzie, transport, factori meteorologici, reacții chimice, etc.) conducând la transformarea acestora și chiar la formarea de noi substanțe poluante. Astfel, după ce poluantul este eliberat în atmosferă, nu mai putem vorbi de *emisii* poluante ci de *imisii* poluante. Ca urmare, dacă emisiile caracterizează impactul pe care sursa o are asupra mediului, imisia caracterizează calitatea aerului atmosferic, după ce asupra poluantului emis au acționat factorii enumerați mai sus.

În figura 4.4 este sintetizată relația între emisii și calitatea aerului (imisii). Situația prezentată este caracteristică traficului aerian, schema din figura de mai jos se poate aplica și altor surse de emisii cum ar fi sectorul industrial sau încălzirea locuințelor.

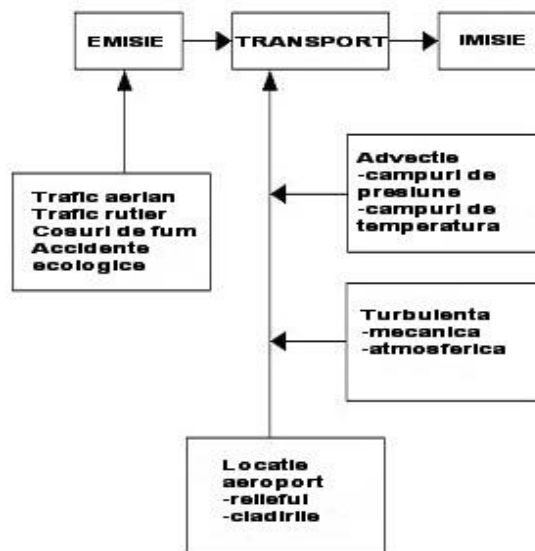


Figura 4.4. Relația emisie - imisie.

Sursa emițătoare este vehiculul sau avionul în sine. Poluanții sunt emiși sub formă de gaze de ardere, fie sub formă de gaze evaporative. Pe lângă aceste emisii poluante mai sunt și particule desprinse din anvelope, pierderi de diferite lichide, etc. Valoarea emisiei depinde de tipul de autovehicul, de volumul de trafic rutier și aerian, de condițiile de mediu și de mulți alți parametri.

Transmiterea și dispersarea poluanților de la sursă la receptor este influențată de un număr mare de parametri. Principalii parametri sunt viteza, direcția vântului, reacțiile chimice. Dispersarea poluanților este dependentă de turbulența atmosferică. Dispersarea și transformările chimice pe care le suferă poluanții au loc în principal în troposferă[25].

În figura 4.5 este prezentată durata de viață în atmosfera a principalelor substanțe poluante.

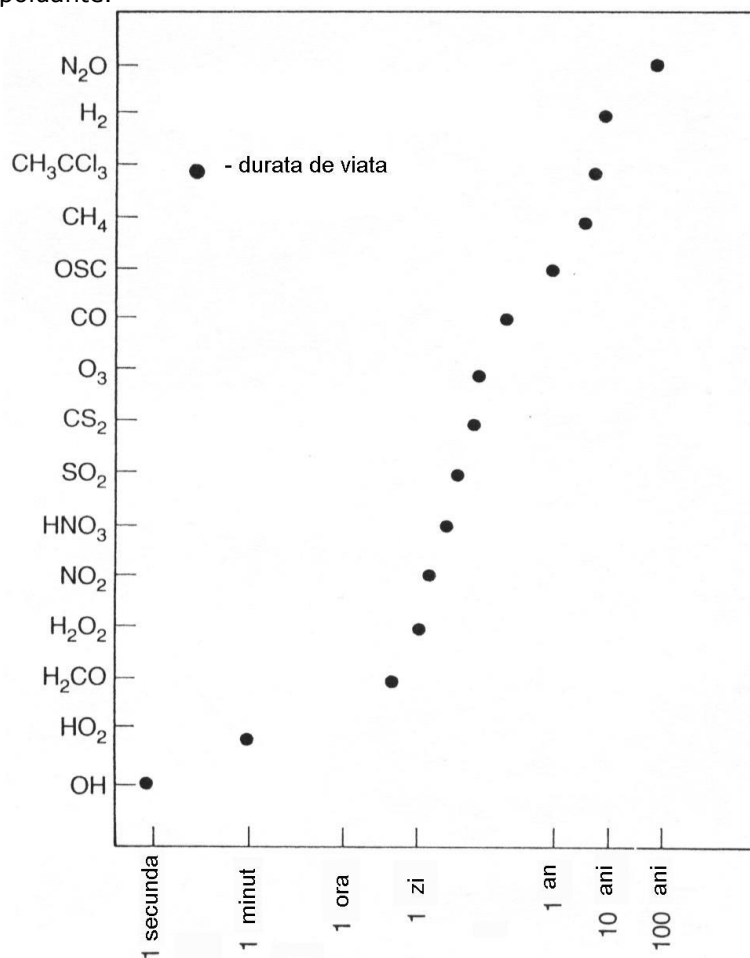


Figura 4.5. Durata de viață a poluanților în atmosferă

Poluanții emiși în urma activității omului (SO₂, CO, NO_x, HC, etc.) sunt cei mai periculoși deoarece sunt puternic reactivi și chiar dacă au o durată de viață relativ scăzută, prin oxidarea lor apar produși secundari cum ar fi acidul sulfuric, ozon antropogenic, acid nitric și nitrați, compuși solubili, etc. mult mai periculoși.

4.1.1. Oxizii de azot NO_x

Oxizii de azot se formează prin reacția oxigenului atmosferic cu azotul la temperaturi și presiuni mari, specifice camerei de ardere, în atmosferă bogată de oxigen și la variații de timpi de staționare mai mari. Azotul provine fie din combustibil fie din aerul introdus pentru ardere. Pe măsură ce crește temperatura, crește și ponderea mecanismului de geneză a NO_x și implicit concentrația în gazele de evacuare. NO_x este de fapt un simbol ce include mai multe specii chimice de oxizi de azot [26].

Printre oxizii din gazele de evacuare este prezentă și o anumită cantitate de dioxid de azot (NO₂), cantitate ce sporește la ieșirea gazelor în atmosferă, prin oxidarea suplimentară a monoxidului de azot (NO).

Dioxidul de azot este considerat dăunător, generând efecte toxice în urma inhalării și producând disfuncții pulmonare, afecțiuni respiratorii acute, iritarea ochilor și în general a mucoaselor. NO₂ produce și efecte dăunătoare asupra mediului. Se menționează, ploile acide, cu consecințe nefaste asupra vegetației. NO_x sunt esențiali în formarea ozonului la sol. Atunci când NO₂ este supus radiației ultravioletoare solare, un atom de oxigen se separă de molecula oxidului, se combină cu o moleculă de oxigen și se formează ozonul (O₃) [27].

N₂O (protoxidul de azot), este un oxid care este încredințat ca și gaz cu efect de seră, dar și cu contribuții în distrugerea stratului de ozon. Are extrem de lungă durată de viață. Datorită găurilor generate în stratul de ozon, la mare altitudine, și care din păcate se extind, nu mai este filtrată radiația ultravioletă, ceea ce conduce la creșterea incidenței cancerului de piele în ultimul timp [28].

Există trei mecanisme de formare a oxizilor de azot:

- mecanismul termic de formare a oxidului de azot din aerul necesar arderii;
- mecanismul de formare a oxidului de azot din azotul existent în combustibil;
- mecanismul prompt de formare al oxidului de azot (timpuriu).

În figura 4.6 este ilustrată influența temperaturii de ardere și concordanța cu cele trei mecanisme de formare a oxidului de azot, în care curbele superioare și inferioare definesc domeniul de formare a NO termic și din combustibil.

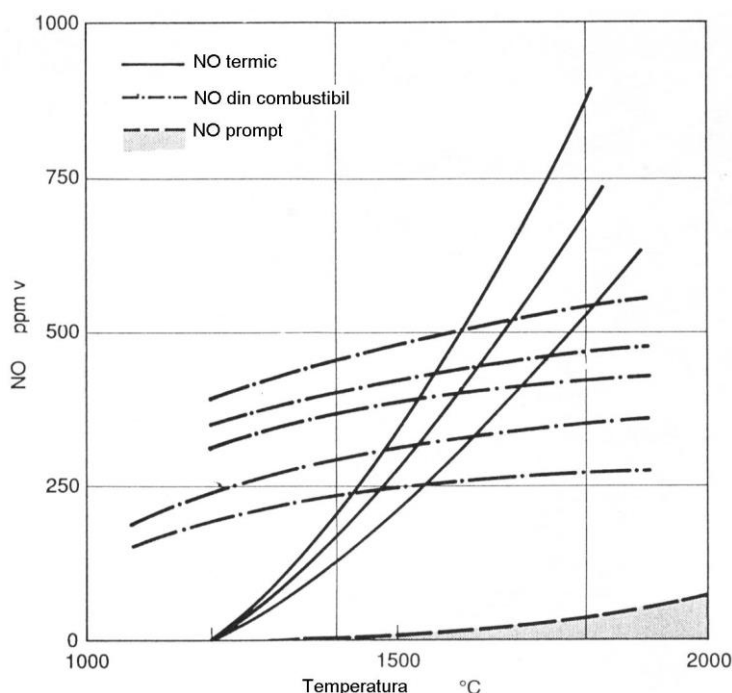


Figura 4.6. Dependența de temperatură a mecanismelor de formare a NO[12], în care curbele delimitează domeniile de influență.

Parametrii importanți de influență pentru acest mecanism sunt concentrația de oxigen și conținutul inițial de azot existent, sub forma diferitelor combinații, în combustibil.

O mențiune specială trebuie făcută asupra problemei reducerii simultane a NO_x și a particulelor, pentru a se respecta valorile impuse de legislație. Reducerea implică acceptarea unui compromis, dat fiind faptul că metodele de scădere a concentrației unuia din acești poluanți, determină implicit creșterea concentrației celuilalt [64].

Se iau în considerare și factorii care influențează mecanismul de generare a NO_x : temperatura camerei de ardere și concentrația locală de O_2 . Creșterea temperaturii în camera de ardere echivalează cu creșterea temperaturii sursei calde. Conform celui de-al doilea principiu al termodinamicii crește implicit și randamentul termodinamic, pentru un proces considerat ideal. Din punct de vedere calitativ, creșterea temperaturii în camera de ardere duce la scăderea consumului de combustibil și deci a emisiei CO_2 , dar se favorizează puternic mecanismul de formare a NO_x .

4.1.1.1. Reacțiile oxizilor de azot în atmosferă

Dintre oxizii de azot găsiți în atmosferă (NO , NO_2 , N_2O) cel mai activ este oxidul de azot NO , urmând NO_2 . În figura 3.4 sunt sintetizate reacțiile oxizilor de azot în atmosferă. Oxizii de azot intervin în reacțiile chimice din atmosferă atât ca inhibitori cât și ca promotori ai reacțiilor chimice, deoarece au caracter de radical. Cel mai important este oxidul de azot NO , format în urma proceselor de ardere,

urmat de NO_2 , format în aer, prin oxidarea NO . Figura 4.7 prezintă reacțiile NO în atmosferă într-o formă simplificată. Dintr-o varietate foarte mare de reacții posibile vor fi prezentate, în continuare, doar cele mai semnificative.

Oxidul de azot NO emis în atmosferă se oxidează în bioxid de azot NO_2 după următoarele reacții (cele mai importante)[41]:



Reacția NO cu oxigenul atmosferic are loc cu viteză mare însă când cantitatea de NO în atmosferă este mică reacția decurge lent.

Cea mai importantă reacție a NO în atmosferă este reacția cu ozonul O_3 , reacție care are loc cu viteză mare.

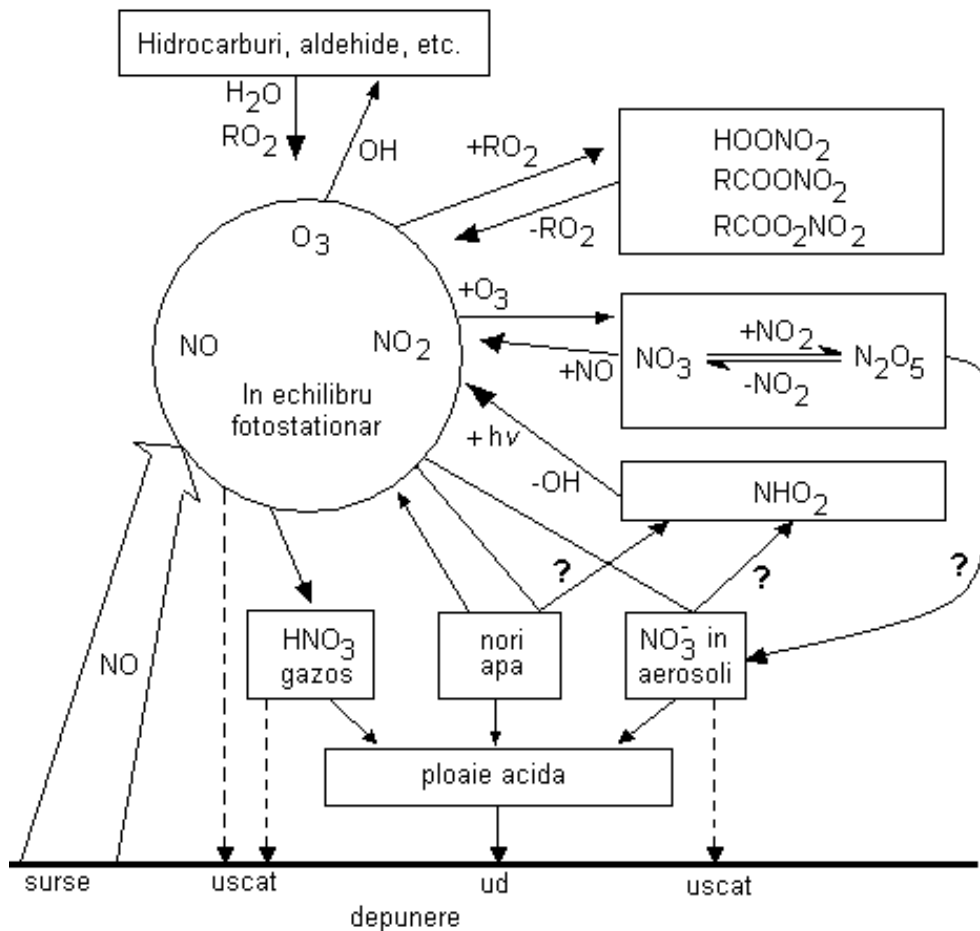


Figura 4.7.Reacțiile NO_x în atmosferă[29]

O altă reacție importantă este oxidarea NO_2 în acid azotic (HNO_3) în faza gazoasă, care contribuie la acidificarea ploilor, prin difuzia în picăturile de apă.



unde M – partener pasiv



Prin măsurarea raportului sulfat²⁻ (SO₄²⁻) / nitrați (NO₃⁻) în apa de ploaie s-a arătat că oxizii de azot contribuie cu 30% la acidificarea apei de ploaie.

4.1.1.2. Efectele nocive ale oxizilor de azot

Substanțele poluante emise în atmosferă nu acționează doar asupra acestora ci și asupra solului (litosfera), apei (hidrosfera) și a habitatului uman și animal (biosfera), asupra ecosferei în general, figura 4.8.

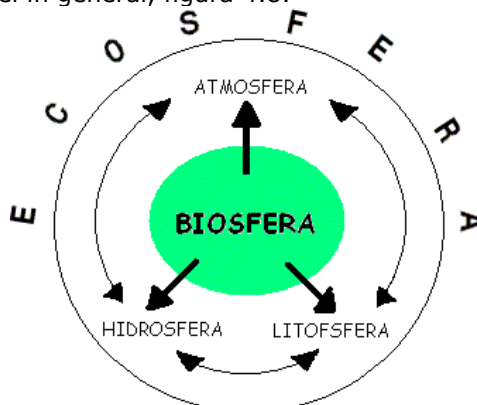


Figura 4.8. Ecosfera.

Amplitudinea efectelor negative ale poluării aerului variază considerabil [77]. Efectele asupra omului pot varia de la simpla percepție a poluării până la iritare, îmbolnăvire și moarte, făcând distincție între poluarea (expunerea) temporară și reversibilă și expunerea permanentă și ireversibilă. Căutarea modelelor cauză - efect este deseori îngreunată de faptul că mai mulți factori (specii poluatoare) pot acționa simultan, efectul acțiunii comune a acestora fiind mai acut decât suma efectelor fiecărui factor în parte [75].

Din cantitatea totală de NO_x dezvoltată prin ardere, aproximativ 95% este sub formă de monoxid de azot NO și doar restul sub formă de dioxid de azot NO₂. Eliminat în atmosferă, NO, în prezența oxigenului din aer și sub acțiunea razelor ultraviolete (ruv), se transformă, destul de repede, în NO₂, care este foarte toxic. În anumite condiții, NO₂ împreună cu H₂O formează acidul azotic, conform reacției:



Prin agresivitatea și toxicitatea lor, oxizii de azot și acidul azotic sunt extrem de periculoși pentru mecanismul biologic uman. Ei atacă căile respiratorii, mucoasele, transformă oxihemoglobina în meta - hemoglobină, ceea ce poate duce la paralizii. O expunere mai îndelungată la acțiunea oxizilor de azot, chiar și la concentrații foarte mici de numai 0.5ppm, slăbește organismul uman, sensibilizându-l foarte mult față de infecțiile bacteriene. Această este mai evidentă asupra sănătății copiilor.

Toxicitatea oxizilor de azot crește foarte mult prin sinergism cu alte substanțe toxice, așa cum s-a arătat anterior.

Acidul azotic, format din reacția NO_2 cu H_2O , determină apariția mai multor tipuri de coroziune. Acidul azotic atacă construcțiile metalice, provocând distrugerea lor. Acidul azotic formează azotați cu diferiți cationi, prezenți în atmosferă. Aceștia au o acțiune corosivă asupra cuprului, alamei, aluminiului, nichelului, etc., distrugând rețele electrice, telefonice etc. Astfel de procese pot avea loc chiar la concentrații foarte mici ale oxizilor de azot în atmosferă (0,08 ppm).

Caracterul puternic oxidant și nitrurant al oxizilor de azot și acidului azotic este principala cauză a distrugerii de către aceștia a maselor plastice, lacurilor, vopselelor, utilizate ca materiale de protecție la instalații și construcții industriale.

Este dovedită acțiunea NO , asupra unor materiale speciale de construcție din grupa carbonaților, ca de exemplu marmura. Oxizii de azot pătrund prin microfisurile din aceste materiale, formează acolo nitrați, care, prin cristalizare, măresc fisurile, provocând distrugerea construcției.

Recent se acordă deosebită atenție și compusului N_2O (protoxidul de azot). Deși se cunosc efectele sale nocive, nu s-a promulgat încă, în nici o țară, o legislație privind emisiile de N_2O , pentru protejarea mediului ambiant. N_2O este un gaz stabil care se descompune de-abia la 600°C în elementele N_2 și O_2 . În troposferă, pătura inferioară a atmosferei, deci până la circa 10 km deasupra pământului, se comportă ca și un gaz inert.

Experimental s-a dovedit însă că măsurile primare și secundare, aplicate industrial pentru scăderea concentrației de NO_x în gazele de ardere, sunt aproape totdeauna însoțite de o producere de emisii secundare, nedorite ca CO , N_2O , NH_3 [30]. Acest fenomen este un semnal de alarmă și își aduce o contribuție de până la 10 % la creșterea anuală a concentrației de N_2O (protoxidul de azot) în troposferă (circa 0,2 %). Alte surse generatoare de N_2O sunt: fenomenele naturale din pădurile tropicale și apele oceanelor, procesele de nitrificare-denitrificare determinate de îngrășămintele chimice, industria chimică și vehiculele rutiere.

Efectul nociv al N_2O este dublu, întâi se amintește contribuția N_2O la efectul de seră. N_2O absoarbe spectre caracteristice în domeniul razelor ultraviolete (ruv), emise de pământ. Spectrul în domeniul 16-18nm se suprapune peste spectrul de absorbție al CO_2 . În general, contribuția noxei N_2O la încălzirea atmosferei terestre este de circa 4 %.

Al doilea, și de fapt cel mai nociv efect al N_2O , este contribuția sa la distrugerea păturii protectoare de ozon din stratosfera (10-50km deasupra pământului). N_2O face parte din categoria gazelor inerte în troposferă, dar nocive în stratosfera, datorită efectului său catalitic în cadrul unor reacții fotochimice, ce dezvoltă radicali activi care atacă pătura de ozon. Fenomenul este puternic accentuat de faptul că durata de viață a N_2O este deosebit de mare (până la 180 ani). În stratosfera se absorb ruv cu lungimea de undă între 200nm și 242nm de către moleculele de O_2 . Rezultă disocierea acestora și producerea de ozon O_3 .



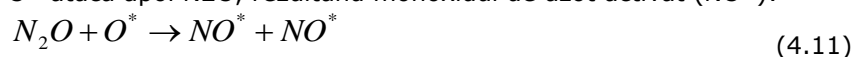
unde M este un partener de activare.

Ozonul astfel format absoarbe ruv în domeniul 200-340nm și se descompune în oxigen molecular și atomic, în cadrul fotolizelor. Dacă însă lungimile

de undă sunt mai mici decât 310nm, se formează oxigenul singular, în stare activată (O^*):



O^* atacă apoi N_2O , rezultând monoxidul de azot activat (NO^*):



Urmează reacția catalitică în care NO^* atacă ozonul:



Acesta este ciclul Johnston-Crutzen de distrugere a stratului de ozon. Ozonul este atacat și de alți radicali ca de exemplu hidrocarburi pe bază de fluor și/sau clor. Cel mai important catalizator, ce contribuie cu aproximativ 25 % la distrugerea stratului de ozon este radicalul NO^* , produs din descompunerea protoxidului de azot (N_2O).

4.1.2. Monoxidul de carbon

Monoxidul de carbon este un gaz incolor, inodor și insipid, care este mai puțin dens decât aerul. Este un compus relativ stabil și participă la reacțiile chimice atmosferice. CO este un produs intermediar, prin care trec toți compușii conținând C, când sunt oxidați. În prezența unei cantități suficiente de O_2 în timpul arderii, se produce CO, care apoi este imediat oxidat, obținându-se CO_2 . Acest lucru nu se întâmplă în cazul funcționării motorului în regim de mers în gol sau de decelerare.

CO participă, ca substanță secundară, la o serie de reacții atmosferice incluzând și formarea ozonului, în mod indirect, prin reacția cu radicalii hidroxili (OH), pe care îi consumă și care ar fi contribuit, în caz contrar, la neutralizarea unor gaze cu potențial mai mare de producere a efectului de seră, cum ar fi metanul [27].

4.1.2.1. Reacțiile CO în atmosferă.

Oxidul de carbon CO este un gaz incolor și fără miros fiind principalul produs al arderii incomplete a combustibililor fosili.

Oxidul de carbon este un compus relativ stabil motiv pentru care participă într-o foarte mică măsură la reacții în atmosferă [70]. Totuși, contribuie la formarea poluanților secundari, fiind unul din „responsabilii”, alături de HC și NO_x , formării ozonului.

Cele mai importante reacții la care participă oxidul de carbon în atmosferă sunt reacțiile de oxidare cu oxigen molecular și radicali OH[31]:



Astfel CO contribuie indirect dar substanțial la formarea efectului de seră.

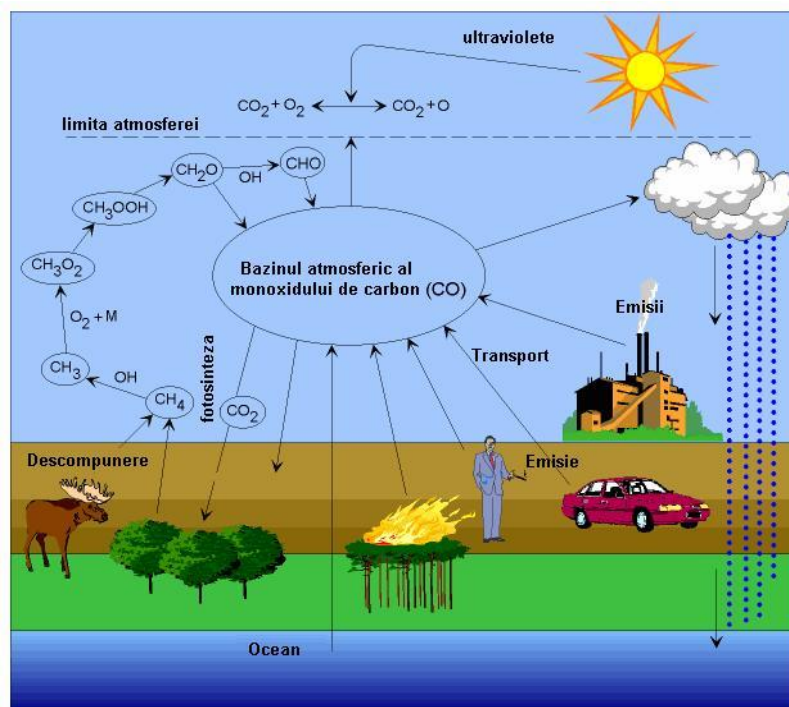


Figura 4.9. Bazinul atmosferic al CO [32]

Figura 4.9 prezintă sintetic lanțul CO în atmosferă, sursele de emisie, transformarea emisiilor de CH₄ (parțial) în CO, depuneri atât prin mecanismul de depunere umed cât și uscat, etc.

4.1.2.2. Efectele nocive ale oxizilor de carbon

Oxidul de carbon este unul dintre toxicii cu mare răspândire, atât în mediul industrial, cât și în mediul urban. Oxidul de carbon pătrunde în sânge datorită următoarelor proprietăți fizico-chimice: densitate apropiată de cea a aerului, difuzibilitate mare și afinitate ridicată a hemoglobinei pentru CO (de 210 ori mai mare comparativ cu O₂). Efectul principal este intoxicația. Primele semne de intoxicație cu oxid de carbon sunt cefaleea, oboseala și amețeala. Alte simptome sunt: anorexia, greața, apatia, insomnia, tulburări de memorie și personalitate.

Ca acțiune asupra organismului CO se combină cu hemoglobina, dând naștere carboxihemoglobinei (H_bCO). Combinația este reversibilă în sensul că H_bCO nu este un compus stabil. Importanța fenomenului constă în faptul că afinitatea hemoglobinei pentru CO este de peste 240 ori mai mare decât pentru oxigen. Aceasta arată că în cazul unor concentrații foarte mici de CO în aerul poluat - acesta pătrunzând în plămân și de acolo în sânge - se combină rapid cu hemoglobina, sustrăgând-o combinării sale normale cu oxigenul.

Ca urmare apar fenomene de lipsă de oxigen cu consecințe dintre cele mai grave asupra fenomenelor de respirație ale diferitelor țesuturi și celule.

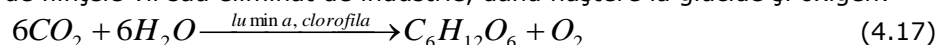
Cantitatea de hemoglobină blocată, depinde de concentrația CO din aerul inspirat, dar și de frecvența respirației și de timpul de acțiune.

CO are efecte asupra sistemului nervos central fără a produce leziuni propriu-zise. Aceste modificări au fost evidențiate prin modificări ale electroencefalogramelor, ca semne obiective și prin tulburări ale memoriei, modificări ale vederii sau alte semne subiective.

O influență importantă constă în acțiunea pe care CO o are (în concentrații mici dar prelungite) asupra cordului. Acest fapt se datorează afinității CO pentru mioglobină cu producerea unor tulburări în irigarea cu sânge a mușchiului cardiac, favorizând infarctul.

Dioxidul de carbon este toxic numai în concentrații foarte mari (peste 5000ppm). CO₂ influențează clima prin efectul de seră creat asupra pământului, contribuția care-i revine fiind apreciată la circa 50 %. Până în prezent nu există soluții tehnico-economice de combatere a emisiilor de CO₂. Singura soluție fezabilă este accentuarea creșterii eficienței la producerea, transformarea și utilizarea energiei termice sau exploatarea energiei nucleare și a altor surse de energie neconvențională. Pentru anul 2000, pe plan mondial, se tinde să se limiteze emisia de CO₂ la nivelul celei din 1990.

Din fericire, procesul de asimilare clorofiliană (fotosinteza) folosește CO₂ expirat de ființele vii sau eliminat de industrie, dând naștere la glucide și oxigen:



Prin efectele ei, relația 4.17 poate fi numită "ecuația vieții"[33].

4.1.3. Compuși ai sulfului

Bioxidul de sulf se formează pe durata arderii combustibililor minerali ce conțin sulf sau compuși ai sulfului. La formarea combustibililor minerali – cărbune, petrol, gaz natural – compuși ai azotului și sulfului au găsit o cale de a pătrunde în compoziția acestora prin intermediul aminoacizilor, compuși fundamentali ai proteinelor vegetale.

În cazul țițeiului, unde carbonul apare exclusiv sub formă de hidrocarburi, compușii sulfului apar sub formă organică, cum ar fi mercaptanul. Conținutul de sulf al petrolului depinde de originea acestuia.

În ceea ce privește gazul natural acesta are un conținut scăzut de sulf, de maxim 1%, aflat în cea mai mare parte sub formă de H₂S (hidrogen sulfurat) care este însă înlăturată prin spălarea gazului în soluții alcaline sau soluții de amine înainte de distribuția în rețea.

Dacă sulful conținut de combustibil este ars în totalitate se formează bioxid de sulf (SO₂) după următoarea reacție [34]:



SO₂ este un gaz incolor cu miros înțepător și poate fi detectat în aer prin miros de la aproximativ 0.6 – 1 mg/m³.

În timpul arderii incomplete, în lipsa aerului, se poate forma (din sulful conținut de combustibil) sulful elementar (S) și hidrogen sulfurat (H₂S), depinzând și de cât de ridicată este temperatura.



Când motoarele funcționează cu amestec bogat excesiv, cu încărcare mare, compușii sulfului pot fi reduși la H₂S, producând un miros dezagreabil.

4.1.3.1. Reacțiile SO_x în atmosferă

Din oxidarea sulfului combustibil, cea mai mare parte (peste 95 %) se transformă în SO₂, restul în SO₃. Conversia SO₂ în SO₃ are loc în flacără, în cazul unui exces mare de oxigen, dar și pe traseul gazelor, în prezența oxidilor de vanadiu și chiar de fier, care joacă rol de catalizator, mai ales la temperaturi de peste 800 °C (1073 K) [35].

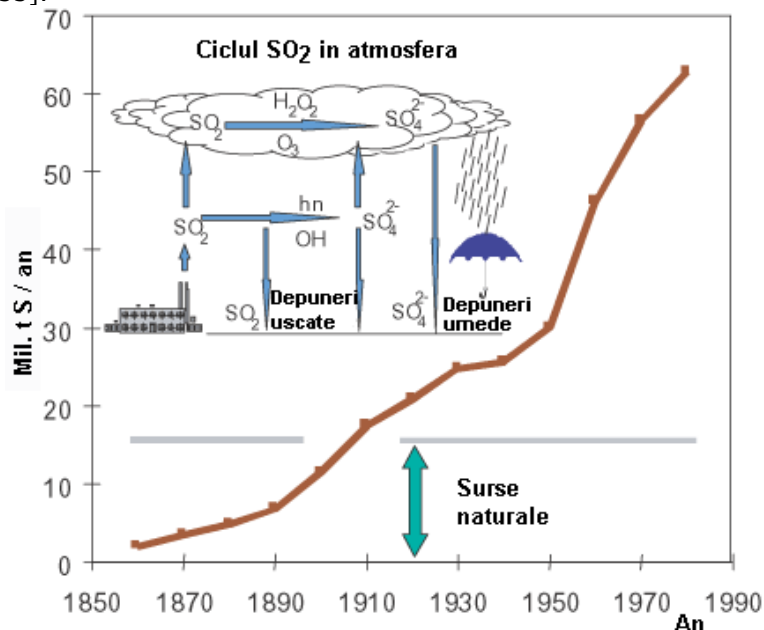


Figura 4.10. Reacțiile SO₂ în atmosferă[36]

Evacuat în atmosferă, bioxidul de sulf (SO₂) reacționează în proporție de (1÷2)°/oo/h cu oxigenul, sub acțiunea radiațiilor ultraviolete solare (ruv), dând naștere anhidridei sulfuroase (SO₃), conform relației:



Aceasta, la rândul ei, se combină cu vaporii de apă din atmosferă și formează acidul sulfuric. În perioadele de ceață și în zilele foarte umede se atinge un grad de transformare de până la 15,7 %.



Reacțiile de oxidare atmosferică ce implică O₂, O₃ și radicalul hidroxil HO₂ sunt atât de lente încât sunt insignifiante.

Figura 4.10 prezintă ilustrativ ciclul SO₂ în atmosferă, precum și variația în timp a emisiilor de SO₂, cu evidențierea aportului surselor antropogene față de cele naturale.

4.1.3.2. Efectele nocive ale oxizilor de sulf

Dioxidul de sulf reprezintă o substanță toxică care atrage atenția prin mirosul și acțiunea iritantă asupra mucoaselor, provocând spasm și contracția mușchilor căilor respiratorii superioare. În concentrații ridicate, SO₂ provoacă

senzație de arsură asupra mucoaselor respiratorii și conjunctivale, tuse, tulburări ale respirației, spasm glotic, senzație de sufocare, etc.

Prezența oxizilor de sulf în mediul ambiant se manifestă atât prin leziuni directe ale plantelor, cât și prin modificarea compoziției apei și solului. Astfel SO₂, în concentrație mare, distruge clorofila din frunze, acțiunea sa amplificându-se prin sinergism cu NO₂. Expunând frunze de diferite plante într-o atmosferă de NO₂ în concentrație de 2 ppm și separat, într-o atmosferă de SO₂ în concentrație de 0.7ppm, după 4 ore, nu s-a observat nici o schimbare morfologică în structura frunzelor. Expunând însă aceleași frunze într-o atmosferă cu ambele noxe, dar într-o concentrație individuală mult mai mică decât în primul caz (0.1 ppm pentru fiecare gaz) s-a observat o continuă modificare a țesutului frunzelor.

Oxizii de sulf, respectiv acizii sulfuros și sulfuric rezultați prin hidratarea acestora, determină fenomene de coroziune, decolorarea materialelor colorate, reducerea elasticității și rezistenței pentru unii compuși organici (amine, polimeri, textile, unele materiale de construcții și cabluri electrice).

Oxizii de sulf, alături de cei de azot, sunt astăzi considerați principalele cauze ale ploilor acide, care cauzează distrugerea pădurilor, pe suprafețe îngrijorător de mari. Modificările în compoziția apei și solului au ca rezultat tulburări de dezvoltare a plantelor, o scădere a producției de masă lemnoasă, cu întregul cortegiu de consecințe economice și de altă natură, manifestate în lanțul trofic plantă – animal – om [65].

Unele cercetări efectuate asupra populației expuse la acțiunea aerului poluat cu oxizi ai sulfurului au pus în evidență prezența acestora în sânge sub formă de sulfiți. Acest fapt pledează pentru o încărcare a organismului persoanelor expuse la oxizii de sulf și ar putea servi ca indicator de expunere, deoarece în zonele în care nu se găsește SO₂ în aer nici în sângele persoanelor cercetate nu s-a putut pune în evidență.

În ultimii ani, unii dintre cercetători acordă prezenței sulfiților în sângele circulant un rol important ceea ce privește scăderea numărului de globule albe și mai ales roșii, reducerea activității unor enzime cu rol important în metabolizarea zaharurilor sau diminuarea proceselor de oxidare din creier și mușchi.

4.1.4. Hidrocarburile (HC)

În această categorie intră produsele gazoase ale arderii incomplete și imperfecte. S-au identificat circa 400 de compuși individuali, care reprezintă majoritatea claselor de compuși organici, incluzând hidrocarburi alifatic saturate și nesaturate, hidrocarburi aromatice și compuși policiclici, compuși oxigenați cum sunt aldehidele, cetonele, alcoolii, eterii, acizii și esterii, precum și compușii azotați, sulfați și organometalici. S-a descoperit că benzpripenu, care este o hidrocarbură ciclică extrasă din gudron, exercită o puternică acțiune cancerigenă. Sunt nocive îndeosebi ca substanțe secundare, deoarece sunt o componentă principală în reacțiile de formare a smogului fotochimic [37].

Compușii de tip HC emiși includ și mulți dintre compușii existenți inițial în combustibil și care nu au fost procesați în motor. Există diferențe în compoziția hidrocarburilor din gazele de evacuare ale diferitelor tipuri de motoare, fie ele de autovehicule, fie de aeronave. Numai prin combustia unui singur compus (izooctanul) rezultă 11 hidrocarburi distincte [38].

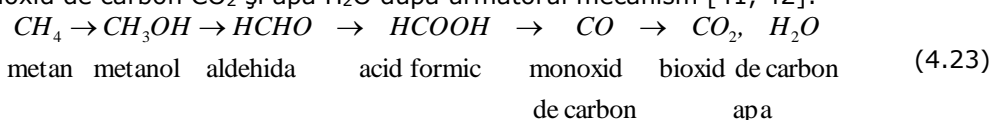
Întrucât metanul CH₄ contribuie foarte puțin la formarea rapidă la nivelul solului a ozonului, legislatorii americani au introdus categoria hidrocarburilor fără metan (NMHC), pentru ca restul componentelor să prezinte relevanța sporită în

aprecierea tendinței de formare rapidă a ozonului. Aceasta categorie nu include compușii oxigenați, cum ar fi aldehidele, alcoolii, eterii și cetonele. Categoria gazelor organice fără metan (NMOG) include însă acești compuși, având o contribuție mai mare decât NMHC la formarea ozonului [39], [40].

Transferarea acestor rezultate asupra oamenilor prezintă un grad vizibil de incertitudine. Totuși, există studii epidemiologice care arată o frecvență mai înaltă a cancerului pulmonar la categoriile profesionale expuse inhalării gazelor de ardere.

Dacă hidrocarburile nu sunt complet oxidate în timpul arderii, în gazele de ardere evacuate pot să apară diferite substanțe ca alcoolii, aldehide sau acizi organici.

În cazul unor condiții de oxidare stabile hidrocarburile se pot transforma în bioxid de carbon CO_2 și apă H_2O după următorul mecanism [41, 42]:



În timpul arderii incomplete sau în cazul unui amestec aer – combustibil în flacără insuficient o parte de combustibil poate scăpa nears, antrenat de gazele de ardere evacuate. În cazul în care hidrocarburile nears nu sunt evacuate ci, din contră, sunt captive în focar în zone lipsite sau cu foarte puțin aer apare fenomenul de descompunere termică (piroliză). Acest proces conduce la formarea de noi hidrocarburi (care nu au existat inițial în combustibil) prin separarea atomilor de hidrogen. Așa se formează hidrocarburile aromatice (benzen, toluen, etc.) și hidrocarburile aromatice policiclice, multe dintre ele fiind cunoscute ca fiind cancerigene.

Chiar dacă aceste subproduse sunt prezente în cantități mici în gazele evacuate ele sunt caracterizate de un miros dezagreabil. Ele apar în fumul de țigară, în gazele de evacuare ale instalațiilor de ardere și a motoarelor cu ardere internă însă incidența cea mai mare s-a observat la motoarele diesel.

Cercetările biologice privind nocivitatea hidrocarburilor în special și a altor substanțe poluante în general se desfășoară în cadrul a doua categorii de studii biologice:

a) studiul în vitro pe lame de laborator, care se bazează pe corelația dintre efectul cancerigen și mutațiile genetice provocate de bacterii. Cel mai cunoscut este testul Ames (1975), care constă din tratarea cu substanțele considerate cancerigene a unui mamifer care metabolizează substanța, pentru ca, apoi, pe anumite componente ale ficatului, să se aplice culturi de bacterii (*Salmonella*), care evidențiază mutațiile genetice. Acest test este foarte răspândit, iar rezultatele sale sunt considerate relevante [43].

b) studiul "în vivo", care urmărește identificarea capacității de a provoca tumori canceroase pentru substanțele considerate cancerigene, introduse prin piele subcutanat sau prin sistemul respirator al animalelor de testare [43].

4.1.5. Particulele

Particulele reprezintă un amestec de substanțe organice și anorganice prezente în atmosferă, prezentând atât formă lichidă, cât și solidă. Ele provin majoritatea din gazele de ardere.

După mărime, se consideră particule mari acele particule care au un diametru mai mare de 2,5 μm . Particulele mici sunt cele sub 2,5 μm .

Procesul de formare al funinginii este identic cu cel de formare al hidrocarburilor policiclice aromatice. Dacă pe parcursul acestui proces hidrogenul este „rupt” din lanț se formează funinginea. Ea este formată în principal din aglomerări de carbon și parțial hidrocarburi.

Formarea funinginii este favorizată de lipsa oxigenului în baza flăcării, de amestecul combustibil – aer necorespunzător și de temperaturi înalte în această fază. De asemenea formarea funinginii depinde și de combustibilul folosit [68].

Fumul emis de instalațiile de ardere și de diferitele tipuri de motoare (de avioane sau de autovehicule) este vizibil datorită particulelor solide și a picăturilor de apă aflate în suspensie în gazele de ardere evacuate. Particulele fine în amestec cu gazul purtător – gaze de ardere sau aer – poartă și denumirea de aerosoli și au o importanță deosebită deoarece [44]:

- au masă redusă dar suprafață mare;
- sunt respirabile; pot avea efect toxic în sistemul respirator sau pot transporta în plămâni substanțe toxice datorită proprietății lor absorbante;
- majoritatea dispozitivelor de reținere a particulelor din gazele evacuate au o eficiență redusă în reținerea particulelor fine.

Un procentaj mare din aceste particule își au originea în procesul de ardere, formarea lor depinzând, în principal, de următorii factori:

- tipul de combustibil: gazos, păcură, cărbune, lemn, etc.;
- modul de preparare al combustibilului în vederea arderii;
- condițiile de ardere: temperatura flăcării, amestecul aer-combustibil, cantitatea de oxigen disponibil pentru ardere.

Particulele pot fi formate din următoarele componente:

- funingine;
- hidrocarburi condensate;
- cenușă;
- carbon nears.

Există o îngrijorare crescândă cu referire la efectele pe care le produc particulele asupra sănătății. S-au făcut cercetări asupra fracțiunii de carbon din particule. Carbonul nu este toxic ca atare, dar proprietățile sale fizice particulare afectează funcția celulară a plămânilor. Particulele de carbon emise de motoarele diesel sunt foarte mici și penetrează adânc în plămân, unde se acumulează. În timp, acumularea carbonului determină întârzierea mecanismului de împospătare pulmonară.

4.2. Modificări climatice. Efectul de seră.

Prin termenul „climă” se înțelege în general profilul mediu al condițiilor meteorologice într-o anumită zonă determinat pe o perioadă de mai mulți ani. Condițiile climatice depind de modificările ecosferei, balanța energetică (radiația) a Pământului jucând un rol important [69].

Stratul de ozon stratosferic funcționează ca un filtru pentru radiația solară în spectrul ultraviolet (UV), făcând posibilă viața pe Pământ. Gazele de seră ce se găsesc în mod natural în atmosferă mențin temperatura la suprafața pământului la o medie de 15°C; fără aceste gaze temperatura medie a pământului ar fi de aproximativ -20°C. Modificări ale concentrației gazelor de seră în atmosferă pot

interveni dramatic în ciclul natural al radiației solare în UV și să modifice clima pe termen lung (figura 4.11).

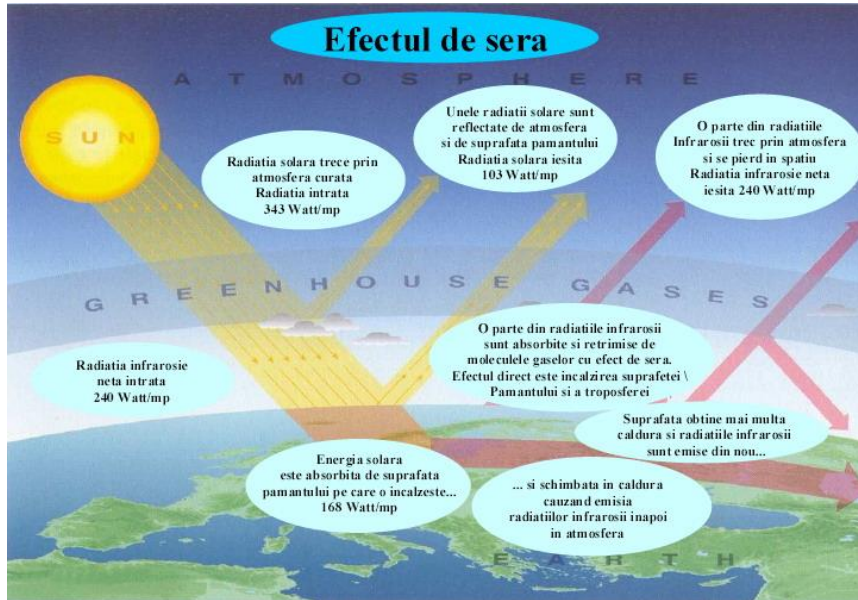


Figura 4.11 Schema efect de seră

În tabelul 4.1 se prezintă principalele gaze cu efect de seră și tendința în timp a modificării concentrației acestora.

Tabelul 4.1. Gazele de seră cu tendință de creștere a concentrației

r. rt	Poluantul gazos	Valoarea actuală	Tendința în timp
	CO ₂	345 ppm	+0.5 % = 1.6ppm/an
	CH ₄	1.65 ppm	+1.2 % = 27 ppb/an
	N ₂ O	0.32 ppm	+0.2 % = 0.9ppb/an
	CF ₂ CL ₂	400 ppt	+4.5 % = 18 ppt/an
	CFCL ₃	270 ppt	+5.2 % = 13 ppt/an

În figura 4.12 se ilustrează modul în care gazele de seră antropogene contribuie la creșterea temperaturii globale.

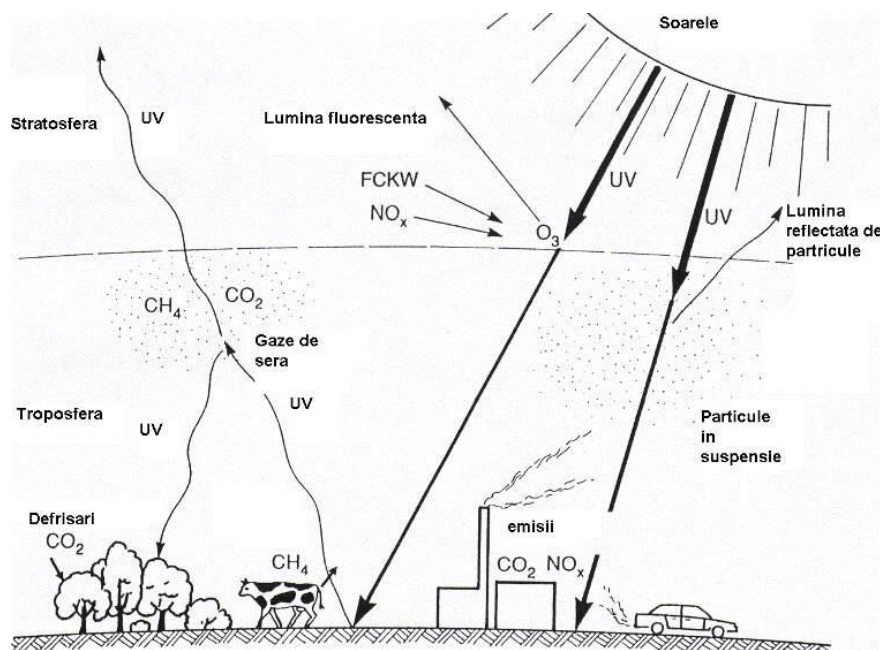


Figura 4.12. Interacțiunea gazelor de seră antropogene cu radiația solară în UV.

Gazele cu efect de seră sunt cele care absorb radiația în UV și IR retransmisă de pământ și o reflectă apoi în toate direcțiile, o parte din energie revenind astfel înapoi spre pământ. Cel mai important gaz cu efect de seră este apa în stare de vapori, prezentă în cantități mari în troposferă, în creștere datorită creșterii temperaturii suprafeței terestre și a intensificării fenomenelor de evaporare conducând la creșterea cantității vaporilor de apă în troposfera, așa numitul „positive feedback” [31].

Creșterea gazelor de seră antropogene este direct legată de creșterea consumului global de energie și de dezvoltarea agriculturii. Principale gaze de seră antropogene sunt bioxidul de carbon CO_2 și metanul CH_4 . Atât arderea combustibililor fosili cât și defrișarea accelerată (anual 1% din pădurea tropicală este tăiată [31]) contribuie la eliberarea în atmosferă a unei cantități mari de CO_2 , posibilitățile planetei de reducere a concentrației de CO_2 prin fotosinteză fiind micșorate prin defrișări.

Deși valoarea concentrație metanului CH_4 în atmosferă este relativ mică, creșterea rapidă a acestuia de la 0.70 ppm în 1750 la 1.7 ppm în 1990 (adică 143%) față de creșterea CO_2 de la 280 ppm în 1750 la 360 ppm în prezent (adică 29%) și datorită faptului că metanul absoarbe de aproximativ 20 de ori mai multă energie decât CO_2 , conduce lumea științifică la concluzia că în curând CH_4 va deveni principalul gaz cu efect de seră antropogen, detronând dioxidul de carbon.

Studiile efectuate de experți din toată lumea arată că în secolul XXI temperatura medie globală ar putea crește, ca urmare a efectelor gazelor de seră, cu până la 3 °C.

5. METODE STANDARDIZATE ȘI NESTANDARDIZATE ÎN STUDIUL CALITĂȚII AERULUI SPECIFICE POLUĂRII DIN ZONE AEROPORTUARE

5.1. Tehnici și echipamente utilizate

Pentru monitorizarea calității aerului în zone aeroportuare, pentru a avea certitudinea corectitudinii datelor culese, stația de monitorizare a calității aerului trebuie să respecte întocmai condițiile standardizate de asigurare a calității rezultatelor obținute, punând accent pe:

- stabilirea speciilor poluatoare ce urmează a fi monitorizate;
- stabilirea perioadei de monitorizare;
- alegerea instrumentelor și a tehnicilor de analiză;
- culegerea datelor meteorologice;
- dezvoltarea unui sistem de achiziție automată a datelor.

Pentru evaluarea calității aerului în Aeroportul Internațional „Traian Vuia” din Timișoara s-a utilizat o stație mobilă echipată complet cu aparatură de măsură de ultimă generație. Figura 5.1 prezintă schematic modul prelevare a probelor și măsurare al stație mobile.

Componenta principală a stației de monitorizare a calității aerului o reprezintă analizoarele de gaze [50]. O astfel de stație trebuie să dispună de analizoare de oxid de carbon (CO), oxizi de azot (NO, NO₂, NO_x), bioxid de sulf (SO₂), compuși organici volatili (CH₄, COV, TOC), ozon (O₃), aparat pentru determinarea cantității de particule în suspensie PM₁₀ (diametrul particulei de 10 μm), senzori meteorologici (direcție și viteză vânt, temperatură și umiditate) precum și gaze speciale de calibrare și un sistem de achiziție și stocare a datelor măsurate.

De asemenea, în funcție de cerințele de funcționare a aparatelor, este necesară și o instalație de climatizare a spațiului în care acestea operează.

Un alt ansamblu important al stației îl reprezintă sonda de aspirație și linia de colectare a aerului ce urmează a fi analizat. Deși reglementările naționale în vigoare, cu privire la măsurarea calității aerului, nu prevăd reguli speciale de aspirație a aerului de analizat, în Comunitatea Europeană și S.U.A acestea există și prevăd următoarele:

- timpul de staționare al aerului în linia de aspirație să nu depășească 10 secunde, ceea ce înseamnă (pentru debitul asigurat de pompele aparatelor) că linia de aspirație nu trebuie să depășească 10 m;
- sonda trebuie construită astfel încât să se evite intrarea apei de ploaie sau a zăpezii și depunerea sedimentelor în linia de aspirație;
- linia de aspirație trebuie construită din materiale inerte chimic pentru a se evita reacțiile chimice.
- analizoarele trebuie dispuse astfel încât primul în linia de aspirație să fie analizorul pentru gazul cel mai reactiv, spre exemplu: O₃, SO₂, CO, NO_x, HC, etc.

- în jurul sondei de aspirație nu trebuie să existe obstacole pe o rază de cel puțin 1m.

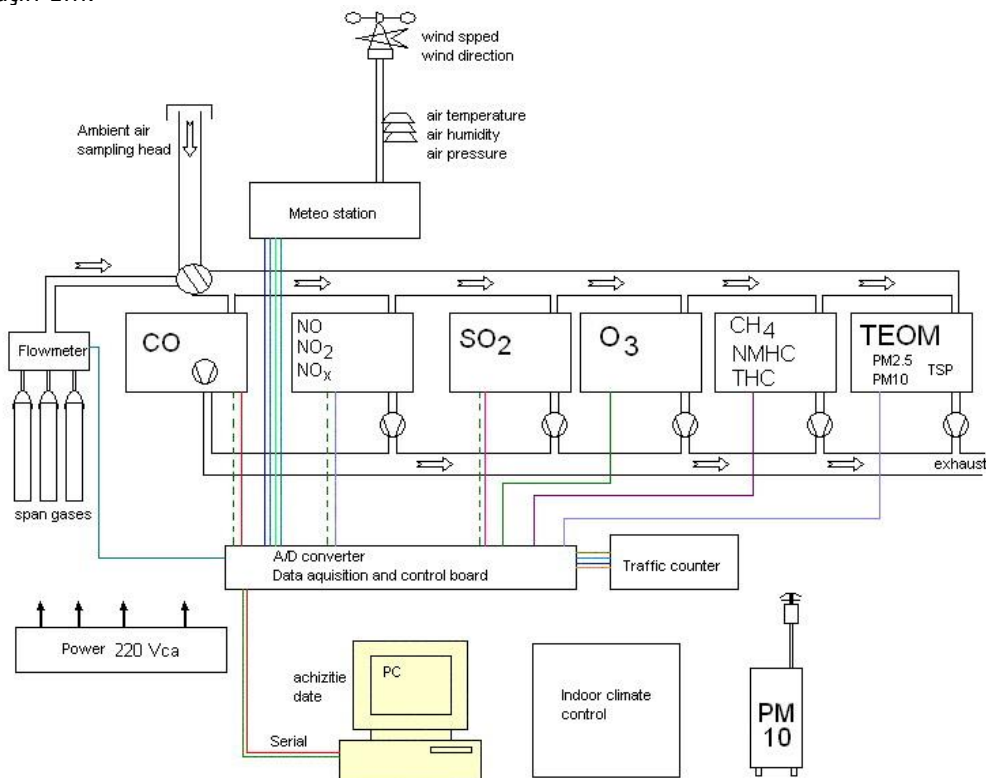


Figura 5.1. Schema funcțională a stației de monitorizare a calității aerului.

În figura 5.2 se prezintă, în ansamblu, stația de monitorizare a calității aerului.



Figura 5.2 Stația de monitorizare a calității aerului

În cele ce urmează se vor prezenta, în detaliu, analizoarele și echipamentele folosite în cadrul cercetărilor experimentale ce au avut ca scop stabilirea calității aerului în Aeroportul Internațional Traian Vuia din Timișoara.

5.1.1. Măsurarea concentrației de SO₂ în aerul înconjurător.

Pentru măsurarea concentrațiilor de dioxid de sulf SO₂ în aerul înconjurător există mai multe metode de analiză cea mai precisă fiind însă măsurarea pe baza fenomenului de fluorescență, metoda este metodă de referință pentru măsurarea imisiilor de SO₂, standardul european fiind SR EN 14212:2005.

Fluorescența este un fenomen de fotoluminiscentă care presupune generarea unui fenomen de absorbție inițial. Moleculele luminescente excitate de anumite stări cuantice (în acest caz de iradierea în domeniul ultraviolet), rămân în această stare cel puțin 10⁻⁹ sec, după care revin la starea fundamentală, prin emisie luminescentă. Această emisie secundară este proporțională cu moleculele de dioxid de sulf SO₂ din probă și captată, transformată și transmisă ca semnal electric de către tubul fotomultiplicator (PMT) al aparatului [45]. Intensitatea luminoasă (fluorescenta) a moleculelor scade după îndepărtarea sursei de excitație, conform relației 5.1:

$$I = I_0 \cdot e^{-t/\tau} \quad (5.1)$$

în care:

I – intensitatea la timpul t , după îndepărtarea sursei de excitație, în [cd];

I_0 – intensitatea constantă aplicată pe parcursul excitației, în [cd];

t – timpul, în [s];

τ – intervalul mediu de scădere (timpul necesar ca intensitatea să scadă la 1/e din valoarea inițială), în [s].

În cazul în care se vizează aspecte cantitative legate de fenomenul de fluorescență este necesară măsurarea intensității luminii, fie că ne referim la spectrul de fluorescență sau la intensitatea fluorescenței, raportate la o intensitate standard a sursei de lumină (excitație).

Fenomenul de fluorescență apare atunci când molecula, aflată într-un anumit nivel de energie, posedă cel puțin două stări electronice distincte al căror nivel de rotație-vibrație se intersectează în așa fel încât să existe cel puțin un nivel de rotație-vibrație de aceeași valoare a energiei, în fiecare stare.

Aparatul HORIBA APSA370 folosește principiul spectroscopiei prin absorbție.

Cantitativ, absorbția este exprimată de legea Beer-Lambert:

$$I_\lambda = I_{0\lambda} \cdot e^{-L \cdot \sigma_\lambda \cdot c} \quad (5.2)$$

în care:

$I_{0\lambda}$ – intensitatea inițială emisă de sursa de radiație, în [cd];

I_λ – intensitatea după ce lumina a trecut prin proba de grosime L , în [cd];

σ_λ – coeficientul de extincție, în [l/(mol·m)];

L – lungimea parcursă (grosime), în [m];

c – concentrația, în [mol/l].

Coeficientul de extincție este o proprietate caracteristică fiecărei specii și se determină experimental, în laborator.

Se numește *densitate optică* sau *absorbție* a unui strat dintr-o specie dată, mărimea D definită astfel:

$$\log\left(\frac{I}{I_0}\right)_\lambda = L \cdot \sigma_\lambda \cdot c = D \quad (5.3)$$

Legea Beer-Lambert este valabilă pentru amestecuri diluate de aer-gaz, cu mențiunea că dacă valoarea concentrației este mică, coeficientul de extincție σ_{λ} este independent de valoarea concentrației. Pentru concentrații ridicate, σ_{λ} este în funcție de coeficientul de extracție al amestecului.

Un criteriu tehnic al instrumentelor spectroscopice este lungimea de undă folosită. Cei mai mulți poluanți aeropurtați sunt activați în benzi ale lungimii de undă foarte scurte și bine definite. Astfel, cele mai uzuale lungimi de undă utilizate în măsurarea acestor specii sunt în spectrul *infraroșu și ultraviolet vizibil*. În consecință, lungimile de undă utilizate în cazul fenomenului de fluorescență sunt cuprinse în intervalul (190 ÷ 320) nm. Lampa analizorului HORIBA APSA370 pentru determinarea imisiilor de dioxid de sulf emite în lungimea de undă de 214 nm.

Proba de gaz este aspirată continuu într-o celulă de reacție cilindrică căptușită cu teflon la (aproximativ) presiunea atmosferică. Gazul atmosferic este iradiat de lumina ce este modulată și filtrată mecanic la 214 [nm]. Emisia secundară de fluorescență a moleculelor de SO₂ prezente în gaz este măsurată într-un tub fotomultiplicator PMT. Fotomultiplicatorul este poziționat la 90°C față de lampa UV (perpendicular pe linia axială centrală a celei de reacție). Schema de principiu a ansamblului celulă de reacție - PMT este prezentată în figura 5.3. Lumina UV filtrată trece după focalizatoare și este focalizată în centrul celulei. PMT este acordat optic să măsoare emisia fluorescentă și să transmită semnalul, printr-un amplificator, la demodulatorul sincron. Simultan constanta lămpii (sursei) de UV este măsurată de un tub fotodetector de referință, localizat direct în fața lămpii. Lumina traversează tubul într-o descărcare optică (optically-designed dump).

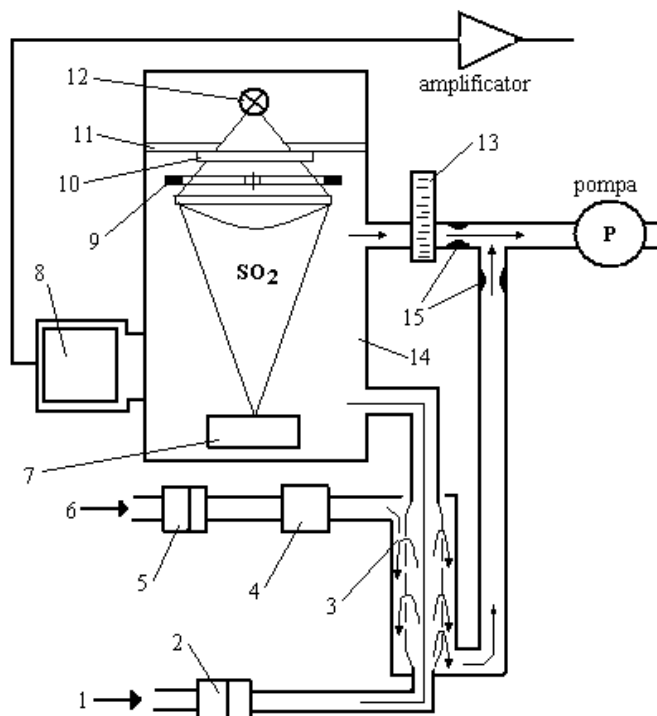


Figura 5.3: Schema de principiu a ansamblului celulă de reacție - fotomultiplicator

Ansamblul celulei de reacție - fotomultiplicator este format din:

1 – proba de analiză, 2 – celulă cilindrică teflon, 3 – sistem de înlăturare a hidrocarburilor, 4 – filtru, 5 – filtru activ cu cărbune, 6 – aer din cameră, 7- tub fotodetector de referință, 8 – fotomultiplicator (PMT), 9 – modulator mecanic (chopper), 10 – filtru UV, 11 – separator, 12 – lampă UV, 13 – regulator de debit, 14 – celula de reacție, 15 – duze.

Principalele caracteristici ale analizorului de imisii de SO₂ sunt următoarele:

- Domeniu: 0 0.5/0.1/0.2/0.5 ppm cu setare automată;
- Concentrație minimă detectabilă: 0.5 ppb;
- Reproducibilitate: ± 1.0 % FS;
- Zero drift: ± ±2 ppb / săptămână;
- Span drift: ±2 % FS / săptămână;
- Ieșire semnal: RS232, 0-10V.

5.1.2. Măsurarea concentrației de NO și NO₂ în aerul înconjurător

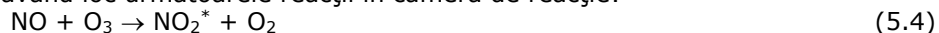
Pentru măsurarea concentrațiilor de oxizi de azot NO și NO₂ în aerul înconjurător există mai multe metode de analiză cea mai precisă fiind însă măsurarea pe baza fenomenului de chemiluminiscentă, metoda fiind metodă de referință pentru măsurarea imisiilor de SO₂, standardul european fiind EN 14211:2005.

Aparatul HORIBA APNA-370E folosește chemiluminiscenta pentru a realiza analiza continuă a imisiilor oxidului de azot (NO) și a dioxidului de azot (NO₂), respectiv determinarea cantității totale de oxizi de azot (NO_x) dintr-o mostră. Metoda de operare se bazează pe chemiluminiscenta unei specii activate de dioxid de azot NO_x^{*}, produsă printr-o reacție chimică între ozon O₃ și oxidul de azot NO [46].

Principiul chemiluminiscentei constă în activarea până la generarea unui fenomen luminos în urma unor reacții chimice speciale a moleculelor de oxid de azot. Este un procedeu fizico-chimic de investigare. Determinarea concentrației oxizilor de azot prin detecția chemiluminiscentei este una din cele mai precise tehnici de analiză directă [74].

Metoda se aplică la măsurarea concentrațiilor de NO, NO_x, atât în imisie cât și în emisie. Pentru determinarea concentrațiilor de NO_x (NO + NO₂) este necesară reducerea inițială a NO₂ la NO, pe suport catalitic de molibden.

Drept gaz auxiliar se folosește ozonul (extras din aerul uscat în prealabil), în aparat având loc următoarele reacții în camera de reacție:



unde $h\nu$ este energia unei radiații luminoase cu lungimea de undă cuprinsă între 500 - 3000 nm, iar \mathbf{M} un partener inert de ciocnire, ce preia o parte din energie, dar nu se implică în alt mod la reacție.

Schema de principiu a analizorului de imisii APNA-350E este prezentată în figura 5.4.

Moleculele de NO reacționează cu ozonul formând în principal specii activate NO₂^{*} conform relației 5.4. Când specia activată NO₂^{*} revine la un nivel energetic scăzut, va emite energie luminoasă în bandă largă între 500-3000 nm cu o intensitate maximă la aproximativ 1200 nm (relația 5.6). O parte din NO₂^{*} va ceda

energia partenerului inert **M**, revenind la starea neactivată (relația 5.7). Această cedare de energie, neînsoțită de emisie de radiație se numește *quenching*. Energia produsă în urma mecanismului descris de reacțiile (4.4-4.7) este recepționată de către un amplificator fotometric.

Principalele caracteristici tehnice ale analizorului APNA-350E sunt:

- domeniul de lucru: max 1 ppm;
- valoare minimă detectată: 0.004 ppm
- temperatura optimă de funcționare: 0 – 40 °C;
- umiditatea aerului: 0 – 95 % umiditate relativă, fără condensare;
- debit prin celulele NO și NO_x: 1.4 – 1.8 l/min;
- debit aer pentru generatorul O₃: 1.4 – 1.8 l/min;
- ieșirea semnalelor se asigură prin:
 - 1) indicatorul din panoul frontal cu scară digitală pentru citirea în ppm.
 - 2) terminalele NO, NO₂ și NO_x de pe panoul spate, ieșiri 0-1V, 0-10V și 4-20mA.

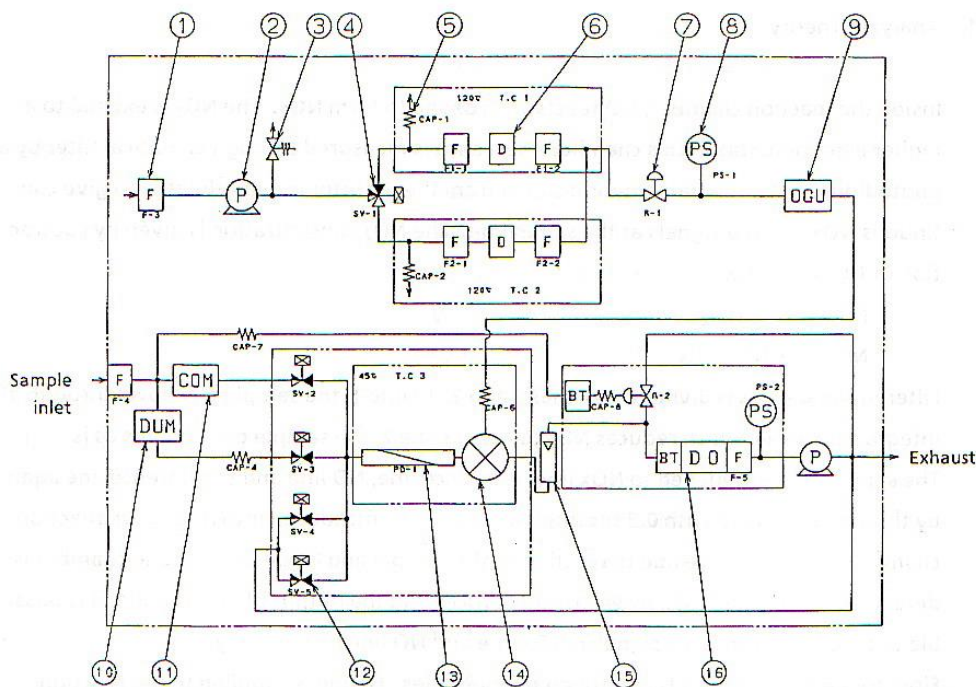


Figura 5.4: Schema de principiu a aparatului HORIBA APNA-370E.

Aparatul HORIBA APNA-370E:

1- filtru, 2 – pompă, 3 – supapă, 4 – supapă solenoid, 5 – tubatură, 6 – uscător, 7 – regulator de presiune, 8 – senzor presiune (limitator), 9 – generator ozon, 11 – convertizor, 12 supapă solenoid, 13 – detector, 14 – tub detector, 15 – debitmetru, 16 - deozonator

Înainte de începerea oricărei operații se verifică filtrele din spatele panoului frontal. Dacă acestea sunt colmatate se înlocuiesc ca în figura 5.5 .

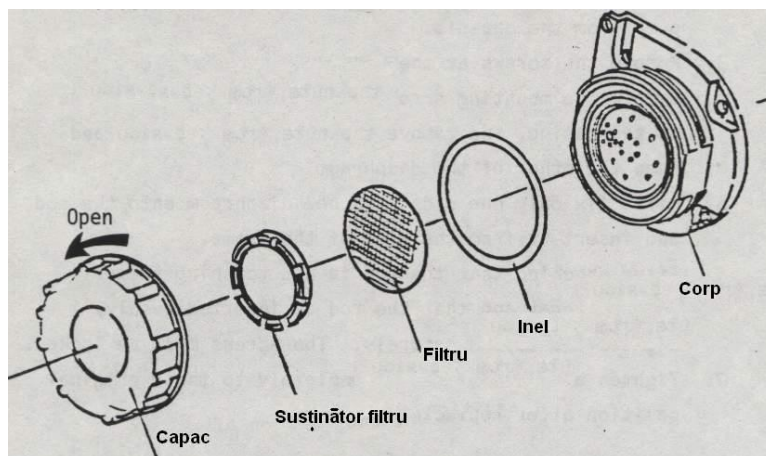


Figura 5.5 Ansamblul corp – filtru

Se pornește analizorul APNA370 și se lasă să funcționeze până la stingerea semnalelor de alarmă și intrarea în regim.

Se cuplează butelia cu N_2 sau aer sintetic fără CH la intrarea probei a analizorului și din reductor se reglează o presiune de alimentare suficientă pentru APNA370, prin verificarea ridicării bilei debitmetrului de refulare. Se permite funcționarea analizorului cu gaz zero cel puțin 1 minut după care se deblochează butonul „ZERO” și indicația aparatului se aduce la zero.

Operația se efectuează consecutiv pentru ambele canale: NO și NO_x .

După calibrarea analizorului la zero se blochează butoanele „ZERO”.

Se decuplează butelia cu gaz zero și se cuplează butelia cu gaz de calibrare NO.

Se repetă pașii de mai sus, dar cu operarea butoanelor „SPAN”. După reglarea pe indicația analizorului a valorii din buletinul de analiză a gazului de calibrare se blochează butoanele „SPAN”.

În acest moment calibrarea analizorului este încheiată.

Se cuplează intrarea „SAMPLE” a analizorului la sonda de aspirație și procesul de măsurare a început.

Dacă perioada de măsurare depășește două săptămâni este necesară întreruperea și realizarea procedurii de calibrare urmată de reluarea măsurătorii fără a opri analizorul în acest timp.

Procesul de măsurare este încheiat fie la oprirea sistemului de achiziție a datelor, fie la oprirea analizorului.

5.1.3. Măsurarea concentrației de CO în aerul înconjurător

Pentru măsurarea concentrațiilor de monoxid de carbon CO în aerul înconjurător există mai multe metode de analiză cea mai precisă fiind însă măsurarea optică prin analiză nedispersivă în infraroșu, metoda fiind metodă de referință pentru măsurarea emisiilor de CO, standardul european fiind EN 14626:2005.

Analizorul APMA-370 determină concentrația de monoxid de carbon CO din aer pe principiul NDIR – non dispersiv infrared – analiză nedispersivă cu absorbție în infraroșu [47].

Aparatul este de ultimă generație, beneficiind de noua tehnică de modelare în curent încrucișat, conducând la o îmbunătățire a sensibilității și a stabilității la zero a aparatului.

Monoxidul de carbon absoarbe radiația în infraroșu la lungimi de undă de aproximativ 4.7 micrometri, astfel încât prezența și cantitatea de monoxid de carbon prezent în probă poate fi determinată prin cantitatea de lumină în infraroșu absorbită la trecerea probei prin celula de reacție.

Analizorul APMA-370 cu modelare în curent încrucișat este construit după modelul convențional al analizoarelor NDIR însă are încorporate în plus câteva elemente importante. Schema de principiu a analizorului APMA-370E este prezentată în figura 5.6.

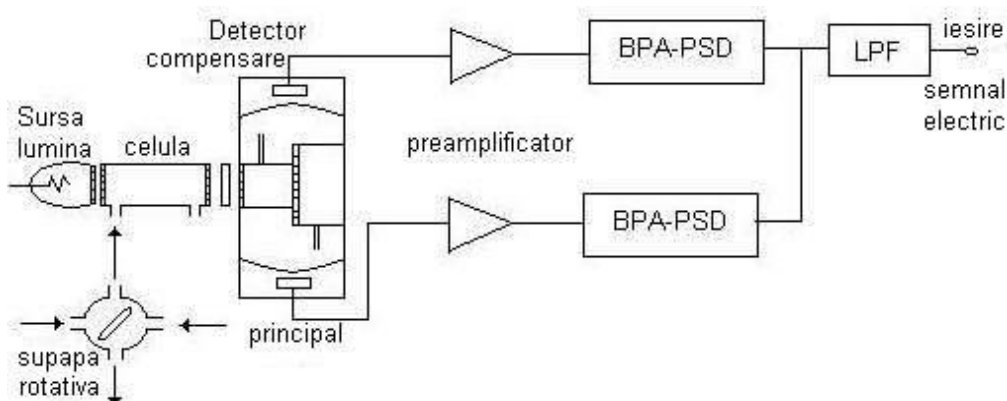


Figura 5.6 Schema de principiu a analizorului APMA-370

Cel mai important element introdus de acest aparat este supapa rotativă care direcționează alternativ gazul de analizat și gazul de referință în unica celulă a analizorului. Prin această metodă celula de reacție a aparatului este utilizată alternativ atât ca celulă de analiză cât și ca celulă de referință. Astfel este eliminată existența modulatorului mecanic.

Pentru a minimiza interferențele de orice fel s-a introdus un sistem dublu de detectare, format dintr-un detector principal și un detector de compensare, detectorul de compensare fiind plasat în spatele detectorului principal. Detectoarele sunt încărcate în așa fel încât detectorul de compensare „surprinde” gazul ce interferează, semnalul rezultat fiind scăzut apoi din semnalul generat de către detectorul principal.

În figura 5.7 se prezintă schema rețelei pneumatice a analizorului, din care se poate observa cu ușurință calea parcursă de gazul de analizat.

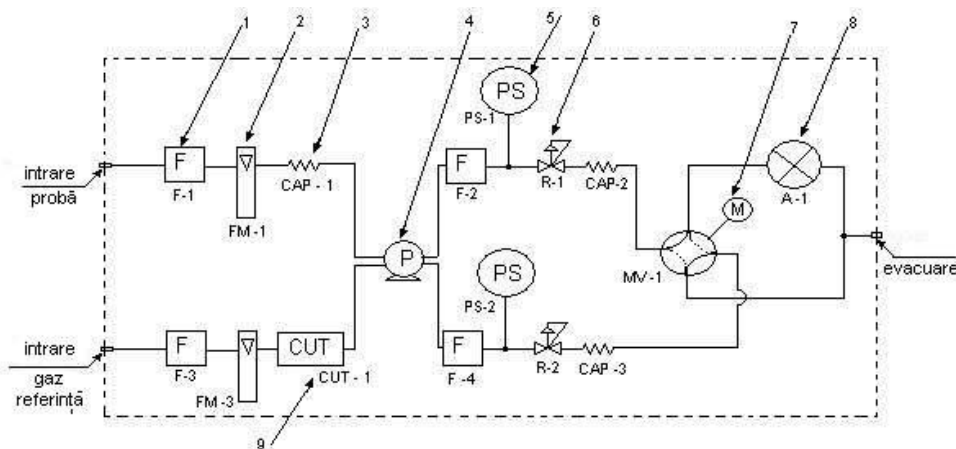


Figura 5.7 Rețeaua pneumatică a analizorului APMA-370

1 - filtru; 2 - debitmetru; 3 - tubatură; 4 - pompă; 5 - comutator presiune; 6 - regulator de presiune; 7 - supapă rotativă; 8 - unitate de analiză; 9 - cutter.

Principalele caracteristici ale analizorului de imisii de CO sunt următoarele:

- precizie: 2 ppb;
- domeniul de lucru: max. 100 ppm
- temperatură de funcționare: 5 - 40°C;
- concentrația minimă detectabilă: 2 ppb;
- debit probă: <1 l/min;

După verificarea filtrelor și fără a porni analizorul se verifică toate legăturile și conexiunile analizorului cu echipamentele conexe astfel:

- se verifică cuplarea analizorului la butelia cu aer sintetic fără hidrocarburi sau N₂ la intrarea SAMPLE IN, figura 5.8. Se vor utiliza în exclusivitate furtun de teflon.

- se vor utiliza numai robinete de reglare a presiuni aferenți buteliilor de aer sintetic și monoxid de carbon. În cazul în care acest lucru nu este posibil fiecare robinet se va spăla în prealabil cu aer sintetic fără hidrocarburi.

- se verifică cuplarea analizorului prin ieșirea EXHAUST, figura 5.8, la furtunul de evacuare a gazelor folosite în afara incintei.

- se verifică legarea la masă a analizorului.

- se pornește analizorul și înainte de începerea oricărei alte operații se lasă să funcționeze cel puțin 15 minute, pentru intrarea în regim de măsurare.

- se verifică ca temperatura aerului din incinta în care se găsesc analizorul și gazele de calibrare să se afle în domeniul optim de 0 – 40 °C.

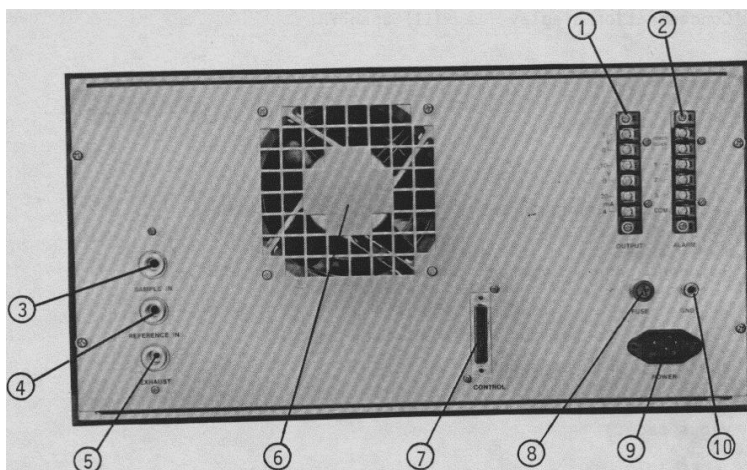


Figura 5.8. Vedere asupra panoului spate.

1 – ieșire semnal electric; 2 – ieșire semnal electric de alarmă; 3 – intrare probă; 4 – intrare gaz de referință; 5 – evacuare gaze; 6 – ventilator; 7 – control; 8 – siguranță; 9 – alimentare curent; 10 – conexiune masă

5.1.4. Măsurarea concentrației PM₁₀ în aerul înconjurător

Pentru măsurarea concentrațiilor de particule în suspensie, fracțiile PM_{2.5} și PM₁₀, în aerul înconjurător există mai multe metode de analiză cea mai precisă fiind însă măsurarea optică prin analiză nedispersivă în infraroșu, metoda fiind metodă de referință pentru măsurarea particulelor în suspensie, standardul european fiind EN SR EN 12341:2002 pentru PM_{2.5} și SR EN 14907:2006 pentru PM₁₀.

Acest aparat servește la determinarea concentrației de particule, putând fi folosit atât pentru măsurători în aer liber cât și pentru măsurători în medii închise. Particulele reținute pe filtru, care poate fi din teflon, cuarț, etc., pot fi analizate atât gravimetric, determinându-se astfel valoarea concentrației acestora, cât și din punct de vedere al compoziției, prin analize fizico-chimice de laborator.

Principiul de funcționare al aparatului este următorul: aerul este aspirat în aparat cu ajutorul unei pompe de vacuum a cărei debit maxim este de 3 m³/h. Gura de aspirație a aparatului este prevăzută cu un dispozitiv în interiorul căruia se găsește filtrul. Acest dispozitiv permite doar trecerea particulelor sub un anumit diametru. Ulterior, aerul este refulat prin partea inferioară a aparatului prin intermediul unui filtru pentru reținerea particulelor abrazive de carbon rezultate în urma funcționării pompei.

LVS3 este gestionat cu ajutorul unui microprocesor electronic. Afișajul informațiilor cu privire la parametrii de lucru ai aparatului și anume: debit nominal de lucru, volumul total de aer aspirat, timp de operare a aparatului, posibilele întreruperi de curent, etc., se realizează pe un ecran digital cu cristale lichide. Acest model poate fi operat în două moduri și anume:

- în așa numitul "mod controlat" când valoarea debitului de aspirație poate fi presetată de către operator la anumite valori 1.0, 1.6, 2.0 respectiv 2.3 (m³/h sau m³N/h);

- în "mod necontrolat" când aparatul lucrează cu un debit maxim de aproximativ $3.5 \text{ m}^3/\text{h}$.

Abaterea microprocesorului în privința măsurării volumului de aer este mai mică de 1%, în condiții de mediu de lucru exterior. Pentru păstrarea datelor pe timp îndelungat (până la 2 ani) aparatul este prevăzut cu o baterie electrică. În cazul în care filtrul se îmbăcșește cu praf înainte de terminarea timpului de măsurare, aparatul se oprește automat pentru a evita suprasolicitarea pompei. Schema de principiu a aparatului este prezentată în figura 5.9[36, 50].

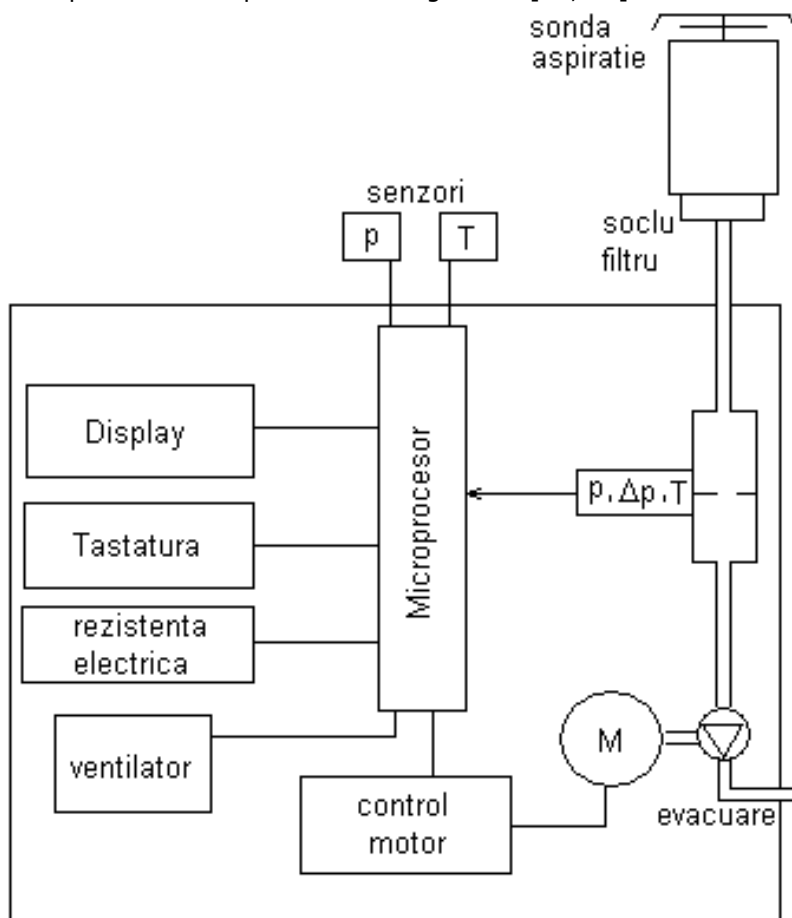


Figura 5.9. Schema bloc a aparatului LSV3.

Pentru determinarea concentrației de praf pot fi folosite filtre din fibre de sticlă, fibre de cuarț, filtre de teflon sau alte filtre. În cazul folosirii filtrelor de teflon trebuie avută în vedere posibila influență a acestora asupra rezultatelor cântăririi datorită încărcării electrostatice a acestora.

Datorită pierderilor gazodinamice mari prin filtrele de teflon, filtrele de tip membrană și filtrele nucleoporoase comparativ cu cele prin filtrele din fibre, în cazul în care aparatul este operat în regimul "uncontrolled mode" debitul de $3,5 \text{ m}^3/\text{h}$ nu mai poate fi atins.

Aparatul poate fi echipat cu mai multe sonde de aspirație, pentru determinarea particulelor în suspensie se folosește sonda *PMX* care servește la măsurarea particulelor PM_{10} , $PM_{4.0}$, $PM_{2.5}$, și $PM_{1.0}$ la debite de aspirație cu valori de $4.0 \text{ m}^3/\text{h}$, $2.3 \text{ m}^3/\text{h}$ respectiv $1.0 \text{ m}^3/\text{h}$. În cadrul cercetării s-a folosit intrarea PM_{10} , proiectată să funcționeze la un debit de aer de $2.3 \text{ m}^3/\text{h}$. Această intrare servește ca intrare de referință pentru standardele europene conform CEN EN 12341.

Acest dispozitiv este format dintr-o porțiune cilindrică prevăzută cu un guler pentru prinderea suportului de filtru. La partea superioară a cilindrului intră un capac prevăzut cu opt tuburi de un anumit diametru. Astfel, aerul încărcat cu particule de diferite diametre este obligat, ca în drumul lui spre filtru, să treacă prin cele opt tuburi. Acest fapt îi imprimă o anumită viteză la o valoare dată a debitului. La partea inferioară a tuburilor, tot în cilindru se găsește o farfurie de impact pentru particule. Pe suprafața acestei farfurii se aplică un strat de vaselină siliconică. Tot la partea inferioară a cilindrului se găsește și tubul de colectare și direcționare a aerului spre filtru. Acest tub este prevăzut la partea inferioară cu un canal pentru colectarea condensului. Astfel aerul care iese din sistemul de tuburi este obligat să își schimbe direcția datorită faptului că gura tubului de colectare a aerului spre filtru este situată la o înălțime mai mare decât gurile sistemului de 8 tuburi. Datorită acestui fapt, particulele cu diametre mai mari decât $10 \mu\text{m}$ având forțe de inerție mai mari nu mai pot efectua prima schimbare de direcție împreună cu vâna de fluid și astfel lovesc farfuria de impact unde sunt reținute de către vaselina siliconică. În acest mod se realizează reținerea particulelor cu un diametru mai mare de $10 \mu\text{m}$. Intrarea PM_x este prezentată în figura 5.10 .

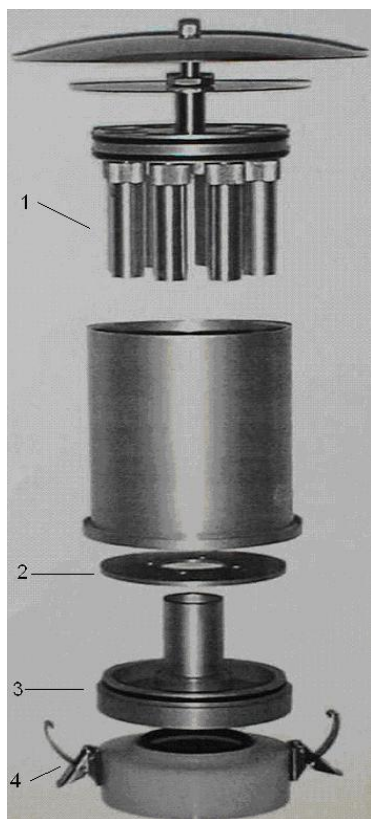


Figura 5.10 Intrarea PM_x

- 1 – tuburi schimbabile;
- 2 – placa de impact;
- 3 – cavitate pentru colectarea condensului;
- 4 – suport pentru filtru

Aparatul este înglobat într-o carcasă de oțel inoxidabil fiind prevăzut cu un sistem de ventilare care nu permite creșterea temperaturii peste 30°C în interiorul carcasei și cu unul de încălzire care pornește în momentul în care temperatura scade sub 5°C, ambele sisteme fiind comandate de către un microprocesor electronic. Acest lucru permite funcționarea aparatului chiar și în condiții dificile de mediu. În figura 5.11 se prezintă, în ansamblu, aparatul LSV3.



Figura 5.11. Imagine de ansamblu asupra aparatului LSV3

5.1.5. Măsurarea concentrației de O₃ în aerul înconjurător

Pentru măsurarea concentrațiilor de ozon O₃ în aerul înconjurător există mai multe metode de analiză cea mai precisă fiind însă măsurarea optică prin analiză absorbție în ultraviolet, metoda fiind metodă de referință pentru măsurarea imisiilor de O₃, standardul european fiind EN 14625:2005.

Deoarece folosește tehnica absorbției cu ultraviolete (UV), aparatul APOA-370E nu necesită nici unul din gazele sau fluidele reactive folosite pentru a utiliza analizoarele de O₃ bazate pe principiul chemiluminiscenței sau detecției colorimetrice [48]. APOA-370E dobândește un grad de stabilitate imposibil de realizat până acum pentru analizoarele de O₃, pe măsură ce sistemul electronic șterge efectele variației intensității sursei de UV, ce reprezintă principalele surse de deviație a valorilor într-un analizor convențional cu absorbție de UV. Intervalele necesare calibrărilor, aflate între 0 și valoare de pornire sunt mult mai extinse datorită acestei caracteristici.

Tehnica măsurării absorbției UV se bazează pe caracteristica ozonului de a absorbi anumite lungimi de undă a luminii UV. În modul de analiză, gazul de prelevare filtrat este împărțit pe două canale. Unul trece prin deozonizatorul catalitic care îndepărtează ozonul din aerul probă; acest gaz merge spre celula de referință.

Celălalt canal trece direct în celula probă. De aceea, gazul de referință și cel probă sunt măsurate separat în același timp. În interiorul senzorului, lumina UV cu o valoare de 253.7nm dintr-o lampă de presiune joasă cu mercur este direcționată spre celula de măsurare unde ozonul absoarbe lumina UV. Absorbția este măsurată de un tub foto și asociat electronic pentru a se obține un semnal electric. Același proces este aplicat părții de referință. Diferența la ieșire dintre detectorul (senzorul) pentru mostră și cel de referință reprezintă absorbția UV de ozon.

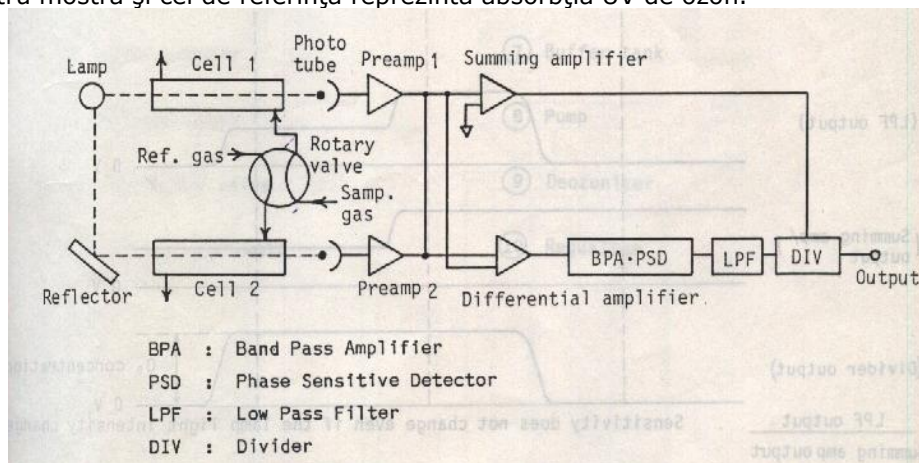


Figura 5.12 Schema funcțională a analizorului HORIBA APOA 370

Gazul mostră și cel de referință curg prin celulă prin intermediul valvei rotative la o frecvență de 1Hz.

5.1.6. Măsurarea concentrației de CH₄, COV și COT în aerul înconjurător

Pentru măsurarea concentrațiilor de hidrocarburi, metan CH₄, compuși organici volatili COV (numiți și hidrocarburi nemetanice) și hidrocarburi totale COT (numite și carbon organic total) în aerul înconjurător există mai multe metode de analiză cea mai precisă fiind însă măsurarea prin ionizarea probei în flacără (flame ionisation detection), metoda fiind metodă de referință pentru măsurarea imisiilor de COT, standardul european fiind SR EN 12619:2002.

Orice moleculă poate fi transformată într-un ion prin absorbția de energie în cantitate suficient de mare pentru a fi posibilă expulzarea unui electron după un anumit nivel energetic [49]. Numărul moleculelor ionizate este proporțional cu fluxul de energie ce poate realiza ionizarea și cu numărul moleculelor dintr-un anumit volum. Menținând fluxul de energie ionizantă constant, volumul constant, debitul gazului ce străbate acest volum de asemenea constant, numărul moleculelor ce suferă ionizarea va fi proporțional cu concentrația acestora (figura 5.13).

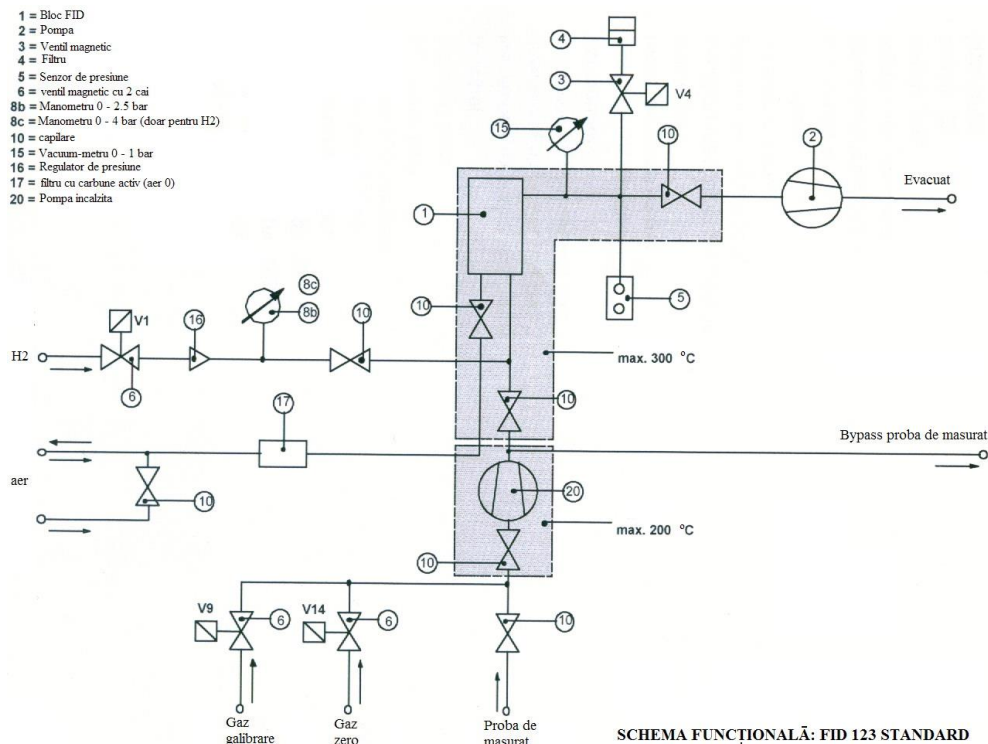


Figura 5.13 Schema funcțională a analizorului HORIBA APHA 370

Flacăra de hidrogen arde într-o duză metalică ce constituie simultan și electrodul negativ al camerei de ionizare. Anodul este amplasat deasupra flăcării. Între cei doi catodi se aplică o tensiune continuă. Debitul de ioni va genera o cădere de tensiune, care se măsoară. Proba ce trebuie analizată va fi amestecată cu gazul combustibil (H_2) puțin înainte ca acesta să pătrundă înspre duza de ardere, împreună cu aerul necesar arderii, după ce acesta a fost purificat în prealabil.

Evitarea condensării hidrocarburilor se realizează prin încălzirea aparatului și a conductelor ce-l alimentează cu proba de analizat.

5.2. Estimarea incertitudinilor de măsurare

Datele de intrare în calculul incertitudinilor de măsurare se particularizează după domeniul de măsură, analizorul/echipamentul de măsură utilizat și specificațiile normativelor în vigoare. [61]

Din punct de vedere al sursei de proveniență, erorile pot fi clasificate în:

- *Eroarea de model*: este datorată obiectului supus măsurării, care se manifestă prin aceea că modelul fizic este idealizat (măsurarea diametrului unei bare nu ține seama de ovalizare, măsurarea unei tensiuni alternative cu un voltmetru cu redresor neglijează prezența distorsiunilor semnalului etc.);
- *Eroarea instrumentală*: provine de la mijlocul de măsurare folosit;

- *Eroarea de interacțiune*: apare în urma conectării mijlocului de măsurare la măsurand; interacțiunea poate fi uni sau bidirecțională (termometrul absoarbe/cedează căldură mediului în care se introduce, un voltmetru electronic de c.c. absoarbe curent din circuitul de măsurare datorită rezistenței interne, dar și injectează în circuit curenții de polarizare ai circuitelor de intrare);

- *Eroarea de influență*: provine de la mărimile exterioare care pot influența valoarea măsurandului și/sau performanțele mijlocului de măsurare;

- *Eroarea de metodă*: este cauzată de metoda de măsurare care conduce la modificarea rezultatului măsurării (măsurarea rezistenței sau puterii prin metoda volt-ampmetrică etc.);

- *Eroarea de operator* are un caracter subiectiv, depinzând de executantul măsurării (citirea la un instrument indicator cu erori de paralaxă, nerespectarea timpului de încălzire etc.). În cadrul LaCIEDI_n nu intră în calcul eroarea de operator.

Pentru a caracteriza rezultatele obținute în procesul de măsurare se definesc următoarele valori:

- *valoarea măsurată* x , care reprezintă rezultatul unei măsurări individuale asupra măsurandului;

- *valoarea adevărată (reală)* X_a a unei mărimi, care reprezintă valoarea exactă a mărimii respective în condițiile existente la un moment dat;

- *valoarea convențional adevărată* X , care reprezintă o valoare care diferă nesemnificativ de valoarea adevărată, determinată cu un mijloc de măsurare suficient de precis (etalon).

Determinarea erorii de măsurare presupune măsurarea aceluiași măsurand pe de o parte cu mijlocul de măsurare, iar pe de altă parte cu un etalon. Această determinare se face numai în situații speciale, cum ar fi verificarea metrologică a mijloacelor de măsurare. În celelalte situații, nu se determină erorile de măsurare ci se estimează o *limită* a acestora, cu ajutorul erorii tolerate specificate pentru mijlocul de măsurare utilizat. Această limită determină *incertitudinea de măsurare*.

Incetitudinea de măsurare determină un interval în care se apreciază, cu o anumită probabilitate, că se află valoarea adevărată a măsurandului. Acest interval poartă numele de *interval de încredere*. Extremitățile sale sunt denumite *limite de încredere*.

Probabilitatea cu care se apreciază că valoarea adevărată a măsurandului se află în intervalul de încredere se numește *nivel de încredere*.

Dacă incertitudinea de măsurare se ia egală cu eroarea tolerată a mijlocului de măsurare, nivelul de încredere este de 100%. În acest caz, valoarea adevărată a măsurandului poate fi situată oriunde în intervalul de încredere.

Eroarea tolerată determină o zonă de incertitudine, simetrică față de valoarea măsurată, în care se găsește valoarea adevărată a măsurandului.

În astfel de cazuri trebuie contat atât pe prezența erorilor aleatoare, cât și a celor sistematice. Procedul general de urmat este cel descris în continuare; el poate fi simplificat în mod corespunzător dacă sunt predominante fie erorile aleatoare, fie cele sistematice:

- Se execută un număr de minim $n = 10$ măsurări (dacă se știe dinainte că $<<$, se execută numai două măsurări și în continuare nu se mai determină).

- Se calculează media rezultatelor.

- Se calculează estimația s a erorii medii pătratice.

- Se alege nivelul de încredere P (în general se poate alege $P=0,95$ sau $0,99$).

- Se determină factorul de amplificare t , din tabelul prezentat în anexa 3, în funcție de P și n .

- Se calculează eroarea aleatoare estimată $e_a=ts/n$.

- Se evaluează fiecare incertitudine sistematică parțială, estimându-se limitele $\pm a_i$ și se calculează erorile medii pătratice corespunzătoare i .
 - Se compun incertitudinile sistematice parțiale, obținându-se incertitudinea sistematică totală.
 - Se calculează incertitudinea totală e .
- Rezultatul măsurării se prezintă sub forma:

$$x = \pm e, P=0,95 \text{ (sau } P=0,99) \quad (5.8)$$

5.2.1. Incertitudinea de măsurare la măsurarea concentrației NO/NO_x în atmosferă

Exprimarea incertitudinilor de măsurare a NO, NO₂ și NO_x cu analizoare automate ce funcționează pe principiul chemiluminiscenței se face conform SR EN 14211:2005, anexele G și H și având în vedere modul de raportare a valorilor măsurate, conform documentelor de referință. În cadrul LaCIEDiN pentru măsurarea NO, NO₂ și NO_x în atmosferă se utilizează analizorul automat Horiba APNA-370E, incertitudinile de exprimare rezultate în urma procesul de măsurare vor avea indicativul NO_x (exemplu: $u_c^{NO_x}$). [61]

5.2.2. Incertitudinea standard a valorii medii orare

Incertitudinea standard combinată (u_c)^{APNA} a valorilor medii orare, pe durata măsurătorilor in-situ se va calcula cu următoarea formulă:

$$u_c^{NO_x} = \sqrt{2(u_{r,z})^2 + 2(u_{r,lv})^2 + u_l^2 + u_{gp}^2 + u_{gt}^2 + u_{st}^2 + u_v^2 + u_{d,l,z}^2 + u_{d,l,lv}^2 + u_{CE}^2 + u_{CTR}^2 + u_{cg}^2} \quad (5.9)$$

Unde:

$u_{r,z}$ - incertitudinea standard pentru repetabilitatea la zero

$$u_{r,z} = \frac{s_{r,z}}{\sqrt{m}} \quad (5.10)$$

Unde m - numărul de citiri individuale în 3600 secunde (în cadrul LaCIEDiN $m = 360$)

$s_{r,z}$ -deviația standard a repetabilității la zero ($s_{r,z} \leq 1,0$ ppb)

$$u_{r,z} = \frac{1}{\sqrt{360}} = \frac{1}{18.97366} = 0.0527 \text{ [ppb]} \quad (5.11)$$

$u_{r,lv}$ - incertitudinea standard a repetabilității la valoarea medie orară

Având în vedere faptul că prin specificul măsurării valoarea medie orară reprezintă o medie aritmetică a 360 de citiri individuale a concentrației NO / NO_x în mediul ambiant lipsit de caracterul repetabilității se va considera:

$$u_{r,lv} = 0 \text{ [ppb]} \quad (5.12)$$

u_l – **incertitudinea standard reziduală a funcției de regresie lineară (lack of fit)** nu are criterii de performanță definite pentru analiza NO/NO_x prin metoda descrisă în SR EN 14211:2005, conform Tabelului 1, poziția 1, poziția 3, pagina 19, și în consecință aceasta se consideră:

$$u_l = 0 \text{ [ppb]} \quad (5.13)$$

u_{gp} – **incertitudinea standard datorată variație presiunii probei aspirate**

$$u_{gp} = \left(\frac{h/v}{c_t} \cdot b_{gp} \right) \cdot \left(\frac{\Delta_{gp}}{\sqrt{3}} \right) \quad (5.14)$$

Unde h/v – valoarea medie orară în ppb;

c_t – concentrația gazului de etalonare, în ppb;

b_{gp} – coeficientul de sensibilitate la variația presiunii probei, în [ppb/kPa]

$b_{gp} \leq 8$ [ppb/kPa] conform criteriilor de performanță stipulate în SR EN 14211:2005, conform Tabelului 1, poziția 1, poziția 4, pagina 19. Având însă în vedere faptul că analizorul este echipat cu un regulator intern de presiune și debit a probei aspirate, coeficientul se va considera $b_{gp} = 0.01$

$\Delta_{gp} = P_1 - P_2$ reprezintă domeniul de variație a presiunii probei de analiză, în [ppb/kPa], în cazul nostru proba de analiză se găsește la presiunea atmosferică iar domeniul de variație cuprinzător va fi considerat:

$$\Delta_{gp} = P_1 - P_2 = 101.2 - 98.0 = 3.2 \text{ [ppb / kPa]} \quad (5.15)$$

Formula de calcul a u_{gp} devine astfel:

$$u_{gp} = \frac{h/v}{c_t} \cdot 0.01 \cdot \frac{3.2}{\sqrt{3}} = \frac{h/v}{c_t} \cdot 0.01849 \quad (5.16)$$

u_{gt} – **incertitudinea standard datorată variației temperaturii probei aspirate**

$$u_{gt} = \left(\frac{h/v}{c_t} \cdot b_{gt} \right) \cdot \left(\frac{\Delta_{gt}}{\sqrt{3}} \right) \quad (5.17)$$

unde h/v – valoarea medie orară în ppb;

c_t – concentrația gazului de etalonare, în ppb;

b_{gt} – coeficientul de sensibilitate la variația temperaturii probei, în [ppb/K]

$b_{gt} \leq 3$ [ppb/K] conform criteriilor de performanță stipulate în SR EN 14211:2005, conform Tabelului 1, poziția 1, poziția 5, pagina 19. Având însă în vedere faptul că analizorul este situat în incintă climatizată cu control al temperaturii mediului ambiant, coeficientul se va considera $b_{gp} = 0.01$

Δ_{gt} – reprezintă domeniul de variație a temperaturii probei de analiză, în K, în cazul nostru deoarece traseul de

aspirație a probei de analiză se găsește în mediu controlat și cu debite foarte mici de aspirație, putem considera domeniul de variație în limita a: $\Delta_{gt} = 1 \text{ }^\circ\text{C}$

Formula de calcul a u_{gt} devine astfel:

$$u_{gt} = \frac{hlv}{c_t} \cdot 0.01 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{hlv}{c_t} \cdot 0.00577 \quad (5.18)$$

U_{st} – incertitudinea standard datorată variației temperaturii mediului în care se execută măsurătoarea

Având în vedere că analizorul se găsește în mediu controlat și cu temperatură constantă, se va aplica aceeași formulă de calcul a incertitudinii ca mai sus:

$$u_{st} = \frac{hlv}{c_t} \cdot 0.01 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{hlv}{c_t} \cdot 0.00577 \quad (5.19)$$

u_v – incertitudinea standard datorată variație tensiunii electrice

Având în vedere faptul că analizorul este alimentat printr-un echipament de stabilizare a tensiunii electrice, cu bloc de acumulatori, se poate considera:

$$u_v = 0 \text{ [ppb]} \quad (5.20)$$

$u_{d,l,z}$ – incertitudinea standard datorată variație punctului de zero (long term zero drift)

$$u_{d,l,z} = \frac{D_{l,z}}{\sqrt{3}} \quad (5.21)$$

unde $D_{l,z}$ – deviația punctului de zero pe termen lung. $D_{l,z} = 0.008$ ppm/zi conform specificațiilor tehnice ale analizorului, Manualul de operare 040586100, pagina 8;

$$u_{d,l,z} = \frac{D_{l,z}}{\sqrt{3}} = \frac{0.008}{\sqrt{3}} = 0.00461 \text{ [ppb]} \quad (5.22)$$

$u_{d,l,l,v}$ – incertitudinea standard datorată variație punctului de calibrare (long term span drift)

$$u_{d,l,l,v} = \frac{\frac{D_{l,l,v}}{100} \cdot hlv}{\sqrt{3}} \quad (5.23)$$

unde $D_{l,z}$ – deviația punctului de calibrare (span drift), pe termen lung. $D_{l,l,v} = 8\%$ din domeniul maxim de măsură, conform specificațiilor tehnice ale analizorului, Manualul de operare 040586100, pagina 8;

hlv – valoarea medie orară în ppb.

$$u_{d,l,l,v} = \frac{\frac{D_{l,l,v}}{100} \cdot hlv}{\sqrt{3}} = 0.0461 \cdot hlv \text{ [ppb]} \quad (5.24)$$

u_{CE} – incertitudinea standard datorată eficienței convertorului catalitic

$$u_{d,l,v} = \frac{(100 - E_{conv}) \cdot hlv}{100 \sqrt{3}} \quad (5.25)$$

unde E_{conv} – eficiență convertorului catalitic. $E_{conv} \geq 95 \%$, conform specificațiilor tehnice ale analizorului, Manualul de operare 040586100;

hlv – valoarea medie orară în ppb.

$$u_{d,l,v} = \frac{(100 - 95)}{100 \sqrt{3}} \cdot hlv = 0.0288 \cdot hlv \quad [ppb] \quad (5.26)$$

u_{cg} – incertitudinea standard datorată gazului de calibrare

$$u_{cg} = \frac{X_{cg} \cdot hlv}{2} \quad (5.27)$$

unde X_{cg} – incertitudinea extinsă a gazului de calibrare. $X_{cg} = 2 \%$, calculată pe baza certificatului de analiză de la producătorul gazului de calibrare, nr.1 din 9.10.2007, butelia 64057 A;

hlv – valoarea medie orară în ppb.

$$u_{cg} = \frac{2}{2} \cdot hlv = 0.01 \cdot hlv \quad [ppb] \quad (5.28)$$

u_{cTR} – incertitudinea standard datorată creșterii concentrației de NO_2 datorită timpului de rezidență în analizor

$$u_{cTR} = \frac{\Delta_{cTR} \cdot hlv}{100 \sqrt{3}} \quad (5.29)$$

unde hlv – valoarea medie orară în ppb;

$\Delta_{cTR} \leq 4 \text{ ppb}$, conform criteriilor de performanță stipulate în SR EN 14211:2005, conform Tabelului 1, poziția 1, poziția 22, pagina 19 și reprezintă creșterea concentrație de NO_2 datorită timpului de rezidență în analizor.

$$u_{cTR} = \frac{4}{100 \sqrt{3}} \cdot hlv = 0.023 \cdot hlv \quad [ppb] \quad (5.30)$$

Incetitudinea standard combinată de măsurare devine:

$$u_c^{NOx} = \sqrt{2 \cdot 0.0527^2 + 2 \cdot 0^2 + 0^2 + (0.01849 \cdot hlv)^2 + (0.00577 \frac{hlv}{c_t})^2 + (0.00577 \frac{hlv}{c_t})^2 + 0^2 + 0.00461^2 + (0.00461 \cdot hlv)^2 + (0.0288 \cdot hlv)^2 + (0.023 \cdot hlv)^2 + (0.01 \cdot hlv)^2} \quad (5.31)$$

Incertitudinea extinsă absolută, U_c^{NOx} , se va calcula cu relația:

$$U_c^{NOx} = k \cdot u_c^{NOx} \quad [ppb] \quad (5.32)$$

unde: $k = 2$, factor de acoperire, conform SR EN 14211:2005, pagina 77;
 u_c^{NOx} – incertitudinea standard combinată

Incertitudinea extinsă relativă, $(U_{c,rel})^{NOx}$, se va calcula cu relația:

$$U_{c,rel}^{NOx} = \frac{U_c^{NOx}}{hlv} \cdot 100 [ppb] \quad (5.33)$$

5.3. Calculul incertitudinii de măsurare la măsurarea concentrației PM2.5 și PM10 în atmosferă

Exprimarea incertitudinilor de măsurare a PM2.5 și PM10 cu analizoare automate ce funcționează pe principiul gravimetriei se face conform SR EN 14907:2006, anexele G și H și având în vedere modul de raportare a valorilor măsurate, conform documentelor de referință. În cadrul LaCIEDiN pentru măsurarea concentrației PM2.5 și PM10 în atmosferă se utilizează analizoarele automate LSV3 și TEOM 1400, ambele funcționând pe principiul gravimetriei, cu debit mic (Low Volume Sampler) iar pentru ușurința identificării, incertitudinile de măsurare rezultate în urma procesului de măsurare vor avea indicativul LSV (exemplu: u_c^{LSV}). [61]

Exprimarea certitudinilor standard datorate influențelor individuale se exprimă conform SR EN 1407:2005, pe baza testelor in-situ și sunt cuprinse în tabelul 5.1.

Tabel 5.1. Incertitudinile standard datorate influențelor individuale

r. Crt	Incertitudinea standard	imbol	Valoarea obținută în condiții de testare in-situ
	Performanța impactorului	<i>mip</i>	neglijabilă
	Pierderilor la transport	<i>mtl</i>	neglijabilă
	Eficienței filtrului	<i>mfe</i>	neglijabilă
	Pierderilor prin evaporarea volatilelor	<i>msv</i>	Zero prin convenție
	Efectul umidității pe filtru	<i>mhf</i>	$\frac{40}{\sqrt{3}} \mu g$
	Efectul umidității particulei	<i>mhp</i>	$\frac{60}{\sqrt{3}} \mu g$
	Buoyancy	<i>mb</i>	$\frac{3}{\sqrt{3}} \mu g$
	Încărcării statice	<i>ms</i>	neglijabilă
	Contaminării filtrului	<i>mc</i>	neglijabilă
0	Calibrării balanței electronice	<i>mba</i>	$\frac{10}{\sqrt{3}} \mu g$
1	Variației la zero a balanței electronice (zero drift)	<i>mzd</i>	$\frac{10}{\sqrt{3}} \mu g$
2	Calibrării impactorului	<i>fc</i>	$\frac{3}{\sqrt{3}} \mu g$
3	Durată variației de drift	<i>fd</i>	neglijabilă
4	Timpului de rezidență	<i>t</i>	neglijabilă
5	Condițiilor in-situ	<i>field</i>	$1 \frac{\mu g}{m^3}$
6	Incertitudinea standard combinată	<i>c</i>	$1.4 \frac{\mu g}{m^3}$

Incertitudinea extinsă absolută, U_c^{LSV} , aplicabilă valorilor medii zilnice se va calcula cu relația:

$$U_c^{LSV} = k \cdot u_c^{LSV} = 2.8 \left[\frac{\mu g}{m^3} \right] \quad (5.34)$$

unde: $k = 2$, factor de acoperire, conform SR EN 14907:2005, pagina 24;
 u_c^{LSV} – incertitudinea standard combinată

Incertitudinea extinsă absolută, $U_c^{LSV_{an}}$, aplicabilă valorii medii anuale se va calcula cu relația:

$$U_c^{LSV_{an}} = \sqrt{\left(\frac{u_{field}^2}{365} + \frac{u_m^2}{V^2} + C^2 \frac{u_{fc}^2}{100^2} \right)} = 1.7 \mu g / m^3 \quad (5.35)$$

Unde: $V = 2.3 \text{ m}^3/h$, valoarea debitului probei de analiză, conform Manualelor de utilizare LSV3 și TEOM 1400;
 $u_m = 0.32 \mu g/m^3$, incertitudinea datorată masei particulelor colectate, conform SR EN 14907:2005, punctul 9.3.2. și include incertitudinea datorată decalibrării tuburilor din impactor și incertitudinea datorată depunerilor de particule pe traseul de aspirație.
 $C = 20 \mu g/m^3$, valoarea limită medie anuală ($C = 35 \mu g/m^3$, valoare limită medie zilnică) conform EU Data Quality Objectives (DQO), prezentată în SR EN 14907:2005, pagina 24, tabelul 2;

Incertitudinea extinsă relativă, $(U_{c,rel})^{LSV}$, se va calcula cu relația:

$$U_{c,rel}^{LSV} = \frac{U_c^{LSV}}{C} \cdot 100 \text{ [ppb]} \quad (5.36)$$

Astfel:

$u_c^{LSV} = \pm 1.4 \mu g/m^3$, incertitudinea standard combinată;

$U_c^{LSV} = \pm 2.8 \mu g/m^3$, incertitudinea extinsă absolută a valorilor medii zilnice;

$U_c^{LSV_{an}} = \pm 1.7 \mu g/m^3$, incertitudinea extinsă absolută a valorilor medii anuale;

$U_{c,rel}^{LSV} = \pm 8 \%$, incertitudinea extinsă relativă a valorilor medii zilnice;

$U_{c,rel}^{LSV_{an}} = \pm 8.5 \%$, incertitudinea extinsă relativă a valorilor medii anuale;

5.3.1. Incertitudinea de măsurare la măsurarea concentrației SO₂ în atmosferă

Exprimarea incertitudinilor de măsurare a SO₂ cu analizoare automate ce funcționează pe principiul fluorescenței în ultraviolet se face conform SR EN 14212:2005, anexele G și H și având în vedere modul de raportare a valorilor măsurate, conform documentelor de referință. În cadrul LaCIEDiN pentru măsurarea SO₂ în atmosferă se utilizează analizorul automat Horiba APSA-350E, iar pentru ușurința identificării, incertitudinile de exprimare rezultate în urma procesul de măsurare vor avea indicativul SO₂ (exemplu: $u_c^{SO_2}$).

5.3.1.1. Incertitudinea standard a valorii medii orare

În calculul incertitudinilor de măsurare se vor utiliza ca parametri de intrare:

h_{lv} – valoarea limită orară, stabilită în România prin Ord. 592 din 25 iunie 2002 la valoarea de $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ adică 131.62 ppb

c_t – concentrația gazului de etalonare, în ppb, $c_t = 413$ ppb, conf. Certificatului de analiză emis de producător la 22.10.2007 cu codul 2916, butelia 2737165

$h_{lv} = 131.62$ ppb

$c_t = 413$ ppb

Incertitudinea standard combinată $u_c^{SO_2}$ a valorilor medii orare, pe durata măsurărilor in-situ se va calcula cu următoarea formulă:

$$u_c^{SO_2} = \sqrt{u_{r,z}^2 + u_{r,l,v}^2 + u_l^2 + u_{gp}^2 + u_{gt}^2 + u_{st}^2 + u_v^2 + u_{H_2O}^2 + u_{int}^2 + u_{av}^2 + u_{d.l,z}^2 + u_{d.l,l,v}^2 + u_{cg}^2} \quad (5.37)$$

Unde:

$u_{r,z}$ – incertitudinea standard pentru repetabilitatea la zero

$$u_{r,z} = \frac{s_{r,z}}{\sqrt{m}} \quad (5.38)$$

Unde m – numărul de citiri individuale în 3600 secunde (în cadrul LaCIEDiN $m = 360$)

$s_{r,z}$ –deviația standard a repetabilității la zero ($s_{r,z} = 0.52$ ppb) (conf. SR EN 14212:2005, tab. G1, pagina 80)

$$u_{r,z} = \frac{0.52}{\sqrt{360}} = \frac{0.52}{18.97366} = 0.0274 \text{ [ppb]} \quad (5.39)$$

$u_{r,l,v}$ – incertitudinea standard a repetabilității la valoarea medie orară limită

$$u_{r,l,v} = \frac{s_{r,l,v}}{\sqrt{m}} \quad (5.40)$$

Unde m – numărul de citiri individuale în 3600 secunde (în cadrul LaCIEDiN $m = 360$)

$s_{r,l,v}$ –repetabilitatea deviației standard la valoarea limită orară ($s_{r,z} = 2.5$ ppb) (conf. SR EN 14212:2005, tab. G1, pagina 80)

$$u_{r,l,v} = \frac{s_{r,l,v}}{\sqrt{m}} = \frac{2.5}{\sqrt{360}} = 0.131 \text{ ppb} \quad (5.41)$$

$u_{l,l,v}$ – incertitudinea standard reziduală a funcției de regresie lineară (lack of fit)

$$u_{l,l,v} = \frac{X_{l,l,v} h_{lv}}{\sqrt{3}} \quad (5.42)$$

unde $X_{i,lv}$ - reziduu funcției de regresie liniară la valoarea limită orară ($X_{i,lv} = 3$ ppb) (conf. SR EN 14212:2005, tab. G1, pagina 80)

$$u_{i,lv} = \frac{3}{100} \cdot \frac{131.62}{\sqrt{3}} = 2.27 \text{ ppb} \quad (5.43)$$

u_{gp} - incertitudinea standard datorată variației presiunii probei aspirate

$$u_{gp} = \left(\frac{hlv}{c_t} \cdot b_{gp} \right) \cdot \left(\frac{\Delta_{gp}}{\sqrt{3}} \right) \quad (5.44)$$

unde b_{gp} - coeficientul de sensibilitate la variația presiunii probei, în [ppb/kPa]

$b_{gp} = 0.36$ [ppb/kPa] conform conf. SR EN 14212:2005, tab. G1, pagina 80

$\Delta_{gp} = P_1 - P_2$ reprezintă domeniul de variație a presiunii probei de analiză, în kPa, în cazul nostru proba de analiză se găsește la presiunea atmosferică iar domeniul de variație cuprinzător va fi considerat:

$$\Delta_{gp} = P_1 - P_2 = 101.2 - 98.0 = 3.2 \text{ [ppb / kPa]} \quad (5.45)$$

Formula de calcul a u_{gp} devine astfel:

$$u_{gp} = \frac{131.62}{413} \cdot 0.36 \cdot \frac{3.2}{\sqrt{3}} = 0.212 \text{ ppb} \quad (5.46)$$

u_{gt} - incertitudinea standard datorată variației temperaturii probei aspirate

$$u_{gt} = \left(\frac{hlv}{c_t} \cdot b_{gt} \right) \cdot \left(\frac{\Delta_{gt}}{\sqrt{3}} \right) \quad (5.47)$$

unde b_{gt} - coeficientul de sensibilitate la variația temperaturii probei, în [ppb/K]

$b_{gt} = 0.32$ [ppb/K] conform conf. SR EN 14212:2005, tab. G1, pagina 80

Δ_{gt} reprezintă domeniul de variație a temperaturii probei de analiză, în K, în cazul nostru deoarece traseul de aspirație a probei de analiză se găsește în mediu controlat și cu debite foarte mici de aspirație, putem considera domeniul de variație în limita a: $\Delta_{gt} = 1$ °C

Formula de calcul a u_{gt} devine astfel:

$$u_{gt} = \frac{131.62}{413} \cdot 0.01 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.00184 \text{ ppb} \quad (5.48)$$

U_{st} - incertitudinea standard datorată variației temperaturii mediului în care se execută măsurătoarea

Având în vedere că analizorul se găsește în mediu controlat și cu temperatură constantă, se va aplica aceeași formulă de calcul a incertitudinii ca mai sus:

$$u_{st} = \frac{hlv}{c_t} \cdot 0.01 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.00184 \quad ppb \quad (5.49)$$

u_v – incertitudinea standard datorată variație tensiunii electrice

Având în vedere faptul că analizorul este alimentat printr-un echipament de stabilizare a tensiunii electrice, cu bloc de acumulatori, se poate considera:

$$u_v = 0 \quad [ppb] \quad (5.50)$$

$u_{d,l,z}$ – incertitudinea standard datorată variație punctului de zero (long term zero drift)

$$u_{d,l,z} = \frac{D_{l,z}}{\sqrt{3}} \quad (5.51)$$

unde $D_{l,z}$ – deviația punctului de zero pe termen lung. $D_{l,z} = 1$ ppb/zi conform specificațiilor tehnice ale analizorului, Manualul de operare 070551 APSA-370, pagina 78;

$$u_{d,l,z} = \frac{D_{l,z}}{\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.577 \quad [ppb] \quad (5.52)$$

$u_{d,l,v}$ – incertitudinea standard datorată variație punctului de calibrare (long term span drift)

$$u_{d,l,v} = \frac{\frac{D_{l,v}}{100} \cdot hlv}{\sqrt{3}} \quad (5.53)$$

unde $D_{l,v}$ – deviația punctului de calibrare (span drift), pe termen lung. $D_{l,v} = 2\%$ din domeniul maxim de măsură, conform specificațiilor tehnice ale analizorului, Manualul de operare 070551 APSA-370, pagina 78; adică $D_{l,v} = 2$ ppb

$$u_{d,l,v} = \frac{\frac{2}{100} \cdot 131.62}{\sqrt{3}} = 1.51 \quad [ppb] \quad (5.54)$$

u_{cg} – incertitudinea standard datorată gazului de calibrare

$$u_{cg} = \frac{\frac{X_{cg}}{2} \cdot hlv}{2} \quad (5.55)$$

unde X_{cg} – incertitudinea extinsă a gazului de calibrare. $X_{cg} = 4\%$, calculată pe baza Certificatului de analiză emis de producător la 22.10.2007 cu codul 2916, butelia 2737165;

$$u_{cg} = \frac{\frac{4}{2} \cdot 131.62}{2} = 2.63 \quad [ppb] \quad (5.56)$$

u_{H_2O} – incertitudinea standard datorată prezenței vaporilor de apă

Incertitudinea datorată prezentei vaporilor de apă în proba de analiză se stabilește la concentrația apei în probă de 21 ppb și va avea formula și are valoarea stipulată în SR EN 14212:2005, tab. G6, pagina 83, poziția 8b

$$u_{H_2O} = 2.00 \text{ ppb} \quad (5.57)$$

u_{int} - incertitudinea standard datorată interferențelor (altele decât vapori de apă)

Incertitudinea datorată interferențelor în măsurare datorată prezentei NO, NO₂, H₂S, NH₃ și m-xilenă în proba de analiză se stabilește în SR EN 14212:2005, tab. G6, și este:

$$u_{int} = u_{H_2S} + u_{NH_3} + u_{NO} + u_{NO_2} + u_{xyl} = 1.01 \text{ ppb} \quad (5.58)$$

Incertitudinea standard combinată de măsurare devine:

$$u_c^{SO_2} = \sqrt{0.0274^2 + 0.131^2 + 2.27^2 + 0.212^2 + 0.00184^2 + 0.00184^2 + 0^2 + 0.577^2 + 1.51^2 + 2.63^2 + 2^2 + 1.01^2} \quad (5.59)$$

$$u_c^{SO_2} = 4.445 \text{ ppb} \quad (5.60)$$

Incertitudinea extinsă absolută, $U_c^{SO_2}$, se va calcula cu relația:

$$U_c^{SO_2} = k \cdot u_c^{SO_2} = 8.89 \text{ ppb} \quad (5.61)$$

unde: $k = 2$, factor de acoperire, conform SR EN 14212:2005;

u_c^{NOx} - incertitudinea standard combinată

Incertitudinea extinsă relativă, $U_{c,rel}^{SO_2}$, se va calcula cu relația:

$$U_{c,rel}^{SO_2} = \frac{U_c^{SO_2}}{hlv} \cdot 100 = \frac{8.89}{131.62} \cdot 100 = 6.75 \text{ [%]} \quad (5.62)$$

5.3.1.2. Incertitudinea standard a valorii medii anuale

Incertitudinea standard a valorii medii anuale se calculează ca la punctul 5.2.3.1. cu deosebirea că valoarea limită anuală stipulată în Ord. 592 din 25 iunie 2002 la valoarea de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ adică 7.521 ppb. Introducând valoarea limită anuală în formulele de mai sus se va obține:

$$u_c^{SO_2_{an}} = 2.327 \text{ ppb} \quad (5.63)$$

Incertitudinea extinsă absolută, $U_c^{SO_2_{an}}$, se va calcula cu relația:

$$U_c^{SO_2_{an}} = k \cdot u_c^{SO_2_{an}} = 4.654 \text{ ppb} \quad (5.64)$$

Incertitudinea extinsă relativă, $U_{c,rel}^{SO_2_{an}}$, se va calcula cu relația:

$$U_{c,rel}^{SO_2_{an}} = \frac{U_c^{SO_2_{an}}}{hlv} \cdot 100 = \frac{4.654}{131.62} \cdot 100 = 3.535 \text{ [%]} \quad (5.65)$$

5.3.2. Incertitudinea de măsurare la măsurarea concentrației CO în atmosferă

Exprimarea incertitudinilor de măsurare a CO cu analizoare automate ce funcționează pe principiul spectroscopiei nedispersive în infraroșu se face conform SR EN 14626:2005, anexa C și având în vedere modul de raportare a valorilor măsurate, conform documentelor de referință. În cadrul LaCIEDiN pentru măsurarea CO în atmosferă se utilizează analizorul automat Horiba APMA-350E, iar pentru ușurința identificării, incertitudinile de exprimare rezultate în urma procesul de măsurare vor avea indicativul CO (exemplu: u_c^{CO}).

Incetitudinea de măsurare se va exprima la valoarea medie limită la 8 ore.

În calculul incertitudinilor de măsurare se vor utiliza ca parametri de intrare:

h/v – valoarea limită orară, stabilită în România prin Ord. 592 din 25 iunie 2002 la valoarea de 10 mg/m^3 adică 8.6 ppm ;

c_t – concentrația gazului de etalonare, în ppb, $c_t = 14.8 \text{ ppm}$, conf. Certificatului de analiză emis de producător la 10.10.2007 cu codul 2921, butelia 2736002

$h/v = 8.6 \text{ ppm}$

$c_t = 14.8 \text{ ppm}$

Incetitudinea standard combinată u_c^{CO} a valorilor medii la 8 ore, pe durata măsurătorilor in-situ se va calcula cu următoarea formulă:

$$u_c^{CO} = \sqrt{u_{r,z}^2 + u_{r,l/v}^2 + u_l^2 + u_{gp}^2 + u_{gt}^2 + u_{st}^2 + u_v^2 + u_{H2O}^2 + u_{int}^2 + u_{av}^2 + u_{d.l.z}^2 + u_{d.l.l/v}^2 + u_{cg}^2} \quad (5.66)$$

$u_{r,z}$ – incertitudinea standard pentru repetabilitatea la zero

$$u_{r,z} = \frac{s_{r,z}}{\sqrt{m}} \quad (5.67)$$

Unde m – numărul de citiri individuale în 3600 secunde (în cadrul LaCIEDiN $m = 360$)

$s_{r,z} = 0.44$ – deviația standard a repetabilității la zero (conf. SR EN 14626:2005, tab. G1, pagina 80)

$$u_{r,z} = \frac{0.44}{\sqrt{360}} = \frac{0.44}{18.97366} = 0.0231 \text{ [ppm]} \quad (5.68)$$

$u_{r,l/v}$ – incertitudinea standard a repetabilității la valoarea medie limită la 8 ore

$$u_{r,l/v} = \frac{s_{r,l/v}}{\sqrt{m}} \quad (5.69)$$

Unde m – numărul de citiri individuale în 3600 secunde (în cadrul LaCIEDiN $m = 360$)

$s_{r,l/v}$ –repetabilitatea deviației standard la valoarea limită la 8 ore ($s_{r,z} = 2 \text{ ppm}$) (conf. SR EN 14626:2005, tab. G1, pagina 80)

$$u_{r,lv} = \frac{s_{r,lv}}{\sqrt{m}} = \frac{2}{\sqrt{360}} = 0.105 \text{ ppm} \quad (5.70)$$

$u_{l,lv}$ - incertitudinea standard reziduală a funcției de regresie lineară (lack of fit)

$$u_{l,lv} = \frac{X_{l,lv} \cdot hlv}{100 \sqrt{3}} \quad (5.71)$$

unde $X_{l,lv}$ - reziduu funcției de regresie liniară la valoarea limită medie la 8 ore ($X_{l,lv} = 2.5$ ppm) (conf. SR EN 14626:2005, tab. G1, pagina 80)

$$u_{l,lv} = \frac{2.5 \cdot 8.6}{100 \sqrt{3}} = 0.124 \text{ ppm} \quad (5.72)$$

u_{gp} - incertitudinea standard datorată variație presiunii probei aspirate

$$u_{gp} = \left(\frac{hlv}{c_t} \cdot b_{gp} \right) \cdot \left(\frac{\Delta_{gp}}{\sqrt{3}} \right) \quad (5.73)$$

unde b_{gp} - coeficientul de sensibilitate la variația presiunii probei, în [ppb/kPa]

$b_{gp} = 0.12$ [ppb/kPa] conform conf. SR EN 14626:2005, tab. G1, pagina 80

$\Delta_{gp} = P_1 - P_2$ reprezintă domeniul de variație a presiunii probei de analiză, în kPa, în cazul nostru proba de analiză se găsește la presiunea atmosferică, iar domeniul de variație cuprinzător va fi considerat:

$$\Delta_{gp} = P_1 - P_2 = 101.2 - 98.0 = 3.2 \text{ [kPa]} \quad (5.74)$$

Formula de calcul a u_{gp} devine astfel:

$$u_{gp} = \frac{8.6}{14.8} \cdot 0.12 \cdot \frac{3.2}{\sqrt{3}} = 0.128 \text{ ppm} \quad (5.75)$$

u_{gt} - incertitudinea standard datorată variației temperaturii probei aspirate

$$u_{gt} = \left(\frac{hlv}{c_t} \cdot b_{gt} \right) \cdot \left(\frac{\Delta_{gt}}{\sqrt{3}} \right) \quad (5.76)$$

unde b_{gt} - coeficientul de sensibilitate la variația temperaturii probei, în [ppb/K]

$b_{gt} = 0.10$ [ppb/K] conform conf. SR EN 14626:2005, tab. G1, pagina 80

Δ_{gt} reprezintă domeniul de variație a temperaturii probei de analiză, în K, în cazul nostru deoarece traseul de aspirație a probei de analiză se găsește în mediu controlat și cu debite foarte mici de aspirație, putem considera domeniul de variație în limita a: $\Delta_{gt} = 1 \text{ } ^\circ\text{C}$

Formula de calcul a u_{gt} devine astfel:

$$u_{gt} = \frac{8.6}{14.8} \cdot 0.10 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.033 \text{ ppm} \quad (5.77)$$

u_{st} – incertitudinea standard datorată variației temperaturii mediului în care se execută măsurătoarea

Având în vedere că analizorul se găsește în mediu controlat și cu temperatură constantă, se va aplica aceeași formulă de calcul a incertitudinii ca mai sus:

$$u_{st} = \frac{h_{lv}}{c_t} \cdot 0.10 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.033 \text{ ppb} \quad (5.78)$$

u_v – incertitudinea standard datorată variației tensiunii electrice

Având în vedere faptul că analizorul este alimentat printr-un echipament de stabilizare a tensiunii electrice, cu bloc de acumulatori, se poate considera:

$$u_v = 0 \text{ [ppb]} \quad (5.79)$$

$u_{d,l,z}$ – incertitudinea standard datorată variației punctului de zero (long term zero drift)

$$u_{d,l,z} = \frac{D_{l,z}}{\sqrt{3}} \quad (5.80)$$

unde $D_{l,z}$ – deviația punctului de zero pe termen lung. $D_{l,z} = 0.4$ ppm/săptămână conform specificațiilor tehnice ale analizorului, Manualul de operare 04036800 APMA-350E, pagina 9;

$$u_{d,l,z} = \frac{D_{l,z}}{\sqrt{3}} = \frac{0.4}{\sqrt{3}} = 0.231 \text{ [ppm]} \quad (5.81)$$

$u_{d,l,lv}$ – incertitudinea standard datorată variației punctului de calibrare (long term span drift)

$$u_{d,l,lv} = \frac{D_{l,lv} \cdot h_{lv}}{100 \sqrt{3}} \quad (5.82)$$

unde $D_{l,lv}$ – deviația punctului de calibrare (span drift), pe termen lung. $D_{l,lv} = 5 \%$ din domeniul maxim de măsură, conform specificațiilor tehnice ale analizorului, Manualul de operare 04036800 APMA-350E, pagina 9; adică $D_{l,lv} = 5$ ppm

$$u_{d,l,lv} = \frac{5}{100} \cdot \frac{8.6}{\sqrt{3}} = 0.248 \text{ [ppm]} \quad (5.83)$$

u_{cg} – incertitudinea standard datorată gazului de calibrare

$$u_{cg} = \frac{\frac{X_{cg}}{100} \cdot hlv}{2} \quad (5.84)$$

unde X_{cg} – incertitudinea extinsă a gazului de calibrare. $X_{cg} = 2 \%$, calculată pe baza Certificatului de analiză emis de producător la 10.10.2007 cu codul 2921, butelia 2736002;

$$u_{cg} = \frac{\frac{2}{100} \cdot 8.9}{2} = 0.10 \quad [ppm] \quad (5.85)$$

 u_{H2O} – incertitudinea standard datorată prezenței vaporilor de apă

Incertitudinea datorată prezenței vaporilor de apă în proba de analiză se stabilește la concentrația apei în probă de 21 ppb și va avea formula și are valoarea stipulată în SR EN 14626:2005, tab. G6, pagina 83, poziția 8a.

$$U_{H2O} = 0.21 \text{ ppb} \quad (5.86)$$

 u_{int} – incertitudinea standard datorată interferențelor (altele decât vapori de apă)

Incertitudinea datorată interferențelor în măsurare datorată prezenței NO, N₂O și CO₂ în proba de analiză se stabilește în SR EN 14626:2005, tab. G6, pagina 83, și este:

$$u_{int} = u_{N2O} + u_{NO} + u_{CO2} = 0.24 \text{ ppm} \quad (5.87)$$

 u_{av} – incertitudinea standard datorată erorilor de mediere

$$u_{cg} = \frac{\frac{X_{av}}{100} \cdot hlv}{\sqrt{3}} \quad (5.88)$$

unde X_{av} – eroarea de mediere. $X_{av} = 3 \%$, conform conf. SR EN 14626:2005, tab. G1, pagina 80;

$$u_{cg} = \frac{\frac{3}{100} \cdot 8.6}{\sqrt{3}} = 0.149 \text{ ppm} \quad (5.89)$$

Incetitudinea standard combinată de măsurare devine:

$$u_c^{CO} = \sqrt{0.0231^2 + 0.105^2 + 0.124^2 + 0.128^2 + 0.33^2 + 0^2 + 0.231^2 + 0.248^2 + 0.10^2 + 0.21^2 + 0.24^2 + 0.149^2} \quad (5.90)$$

$$u_c^{CO} = 0.4 \text{ ppm} \quad (5.91)$$

Incertitudinea extinsă absolută, U_c^{CO} , se va calcula cu relația:

$$U_c^{CO} = k \cdot u_c^{CO} = 0.8 \text{ ppm} \quad (5.92)$$

unde: $k = 2$, factor de acoperire, conform SR EN 626:2005;
 u_c^{CO} – incertitudinea standard combinată

Incertitudinea extinsă relativă, $U_{c,rel}^{CO}$, se va calcula cu relația:

$$U_{c,rel}^{CO} = \frac{U_c^{CO}}{hlv} \cdot 100 = \frac{0.8}{10} \cdot 100 = 8 \text{ [%]} \quad (5.93)$$

5.3.3. Incertitudinea de măsurare la măsurarea concentrației CH₄, COV și TOC în atmosferă

Având în vedere că măsurarea concentrației CH₄, COV și TOC în atmosferă nu este un domeniu reglementat, exprimarea incertitudinilor de măsurare se face pe baza experienței și măsurărilor efectuate în cadrul LaCIEDiN, cu analizorul automat, funcționând pe principiul detecției ionizării flăcării (FID), Horiba APHA-350E. Incertitudinile de măsurare rezultate vor avea indicativul TOC (exemplu: u_c^{TOC}).

Calculul incertitudinii de măsurare se va face similar cu cel de la punctul 5.1, cu următoarea observație: hlv – valoarea limită medie orară se va considera $hlv = 10 \text{ mg/m}^3 = 6.22 \text{ ppm}$ reprezentând o valoare acoperitoare a valorilor maxime înregistrate în urma măsurărilor efectuate în cadrul LaCIEDiN. De asemenea, se consideră că analizorul răspunde criteriilor de performanță în funcționare, prezentate în SR EN 14626:2005, datorită domeniului de măsură apropiat cu cel al APMA-350E. În calculul incertitudinilor de măsurare factorii caracteristici performanțelor analizorului se vor extrage din SR EN 14626:2005 la valoarea lor maximă.

Cu aceste ipoteze, incertitudinea combinată u_c^{TOC} se va exprima astfel:

$$u_c^{TOC} = \sqrt{2(u_{r,z})^2 + 2(u_{r,lv})^2 + u_l^2 + u_{gp}^2 + u_{gt}^2 + u_{st}^2 + u_v^2 + u_{av}^2 + u_{d,l,z}^2 + u_{d,l,lv}^2 + u_{cg}^2} \quad (5.94)$$

Unde:

$u_{r,z}$ – incertitudinea standard pentru repetabilitatea la zero

$$u_{r,z} = \frac{s_{r,z}}{\sqrt{m}} \quad (5.95)$$

Unde m – numărul de citiri individuale în 3600 secunde (în cadrul LaCIEDiN $m = 360$)

$s_{r,z}$ – deviația standard a repetabilității la zero ($s_{r,z} = 1,0$

ppm)

$$u_{r,z} = \frac{1}{\sqrt{360}} = \frac{1}{18.97366} = 0.0527 \text{ [ppb]} \quad (5.96)$$

$u_{r,lv}$ – incertitudinea standard a repetabilității la valoarea medie limită la 8 ore

$$u_{r,lv} = \frac{s_{r,lv}}{\sqrt{m}} \quad (5.97)$$

Unde m - numărul de citiri individuale în 3600 secunde (în cadrul LaCIEDiN $m = 360$)
 $s_{r,lv}$ -repetabilitatea deviației standard la h/v ($s_{r,z} = 3$ ppm)

$$u_{r,lv} = \frac{s_{r,lv}}{\sqrt{m}} = \frac{3}{\sqrt{360}} = 0.158 \text{ ppm} \quad (5.98)$$

$u_{l,lv}$ - incertitudinea standard reziduală a funcției de regresie lineară (lack of fit)

$$u_{l,lv} = \frac{X_{l,lv}}{100} \cdot \frac{h/v}{\sqrt{3}} \quad (5.99)$$

unde $X_{l,lv}$ - reziduul funcției de regresie liniară la h/v ($X_{l,lv} = 5$ ppm)

$$u_{l,lv} = \frac{5}{100} \cdot \frac{6.22}{\sqrt{3}} = 0.18 \text{ ppm} \quad (5.100)$$

u_{gp} - incertitudinea standard datorată variație presiunii probei aspirate

$$u_{gp} = \left(\frac{h/v}{c_t} \cdot b_{gp} \right) \cdot \left(\frac{\Delta_{gp}}{\sqrt{3}} \right) \quad (5.101)$$

unde b_{gp} - coeficientul de sensibilitate la variația presiunii probei, în [ppb/kPa]

$$b_{gp} = 1 \text{ [ppm/kPa]} \quad (5.102)$$

$c_t = 14,0$ ppm, conform Certificatului de analiză emis în 17.10.2007, code 2921, butelia 1473985

$\Delta_{gp} = P_1 - P_2$ reprezintă domeniul de variație a presiunii probei de analiză, în kPa, în cazul nostru proba de analiză se găsește la presiunea atmosferică iar domeniul de variație cuprinzător va fi considerat:

$$\Delta_{gp} = P_1 - P_2 = 101.2 - 98.0 = 3.2 \text{ [kPa]} \quad (5.103)$$

Formula de calcul a u_{gp} devine astfel:

$$u_{gp} = \frac{6.22}{14} \cdot 1 \cdot \frac{3.2}{\sqrt{3}} = 0.82 \text{ ppm} \quad (5.104)$$

u_{gt} - incertitudinea standard datorată variației temperaturii probei aspirate

$$u_{gt} = \left(\frac{hlv}{c_t} \cdot b_{gt} \right) \cdot \left(\frac{\Delta_{gt}}{\sqrt{3}} \right) \quad (5.105)$$

unde b_{gt} – coeficientul de sensibilitate la variația temperaturii probei, în [ppb/K]

$$b_{gt} = 0.30 \text{ [ppm/K]} \quad (5.106)$$

Δ_{gt} reprezintă domeniul de variație a temperaturii probei de analiză, în K, în cazul nostru deoarece traseul de aspirație a probei de analiză se găsește în mediu controlat și cu debite foarte mici de aspirație, putem considera domeniul de variație în limita a: $\Delta_{gt} = 1 \text{ }^\circ\text{C}$

Formula de calcul a u_{gt} devine astfel:

$$u_{gt} = \frac{6.22}{14} \cdot 0.30 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.076 \text{ ppm} \quad (5.107)$$

u_{st} – incertitudinea standard datorată variației temperaturii mediului în care se execută măsurătoarea

Având în vedere că analizorul se găsește în mediu controlat și cu temperatură constantă, se va aplica aceeași formulă de calcul a incertitudinii ca mai sus:

$$u_{st} = \frac{hlv}{c_t} \cdot 0.30 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.076 \text{ ppb} \quad (5.108)$$

u_v – incertitudinea standard datorată variației tensiunii electrice

Având în vedere faptul că analizorul este alimentat printr-un echipament de stabilizare a tensiunii electrice, cu bloc de acumulatori, se poate considera:

$$u_v = 0 \text{ [ppb]} \quad (5.109)$$

$u_{d,l,z}$ – incertitudinea standard datorată variației punctului de zero (long term zero drift)

$$u_{d,l,z} = \frac{D_{l,z}}{\sqrt{3}} \quad (5.110)$$

unde $D_{l,z}$ – deviația punctului de zero pe termen lung. $D_{l,z} = 0.4$ ppm/săptămână conform specificațiilor tehnice ale analizorului, Manualul de operare 04058700 APHA-300E, pagina 8;

$$u_{d,l,z} = \frac{D_{l,z}}{\sqrt{3}} = \frac{0.4}{\sqrt{3}} = 0.231 \text{ [ppm]} \quad (5.111)$$

$u_{d,l,v}$ – incertitudinea standard datorată variației punctului de calibrare (long term span drift)

$$u_{d,l,v} = \frac{D_{l,v} \cdot hlv}{\sqrt{3}} \quad (5.112)$$

unde $D_{l,lv}$ - deviația punctului de calibrare (span drift), pe termen lung. $D_{l,lv} = 8\%$ din domeniul maxim de măsură, conform specificațiilor tehnice ale analizorului, Manualul de operare 04058700 APHA-300E, pagina 8; adică $D_{l,lv} = 4$ ppm

$$u_{d,l,lv} = \frac{4}{100} \cdot \frac{6.22}{\sqrt{3}} = 0.144 \quad [ppm] \quad (5.113)$$

u_{cg} - incertitudinea standard datorată gazului de calibrare.

$$u_{cg} = \frac{X_{cg} \cdot hlv}{2} \quad (5.114)$$

unde X_{cg} - incertitudinea extinsă a gazului de calibrare. $X_{cg} = 2\%$, calculată pe baza Certificatului de analiză emis de producător la 17.10.2007 cu codul 2921, butelia 1473985;

$$u_{cg} = \frac{2}{100} \cdot \frac{6.22}{2} = 0.071 \quad [ppm] \quad (5.115)$$

Incetitudinea standard combinată de măsurare devine:

$$u_c^{TOC} = \sqrt{0.0527^2 + 0.158^2 + 0.18^2 + 0.82^2 + 0.076^2 + 0.076^2 + 0^2 + 0.231^2 + 0.144^2 + 0.071^2} \quad (5.116)$$

$$u_c^{CO} = 0.09 \quad ppm \quad (5.117)$$

Incetitudinea extinsă absolută, U_c^{TOC} , se va calcula cu relația:

$$U_c^{TOC} = k \cdot u_c^{TOC} = 0.18 \quad ppm \quad (5.118)$$

unde: $k = 2$, factor de acoperire

Incetitudinea extinsă relativă, $U_{c,rel}^{TOC}$, se va calcula cu relația:

$$U_{c,rel}^{TOC} = \frac{U_c^{TOC}}{hlv} \cdot 100 = \frac{0.18}{10} \cdot 100 = 1.8 \quad [\%] \quad (5.119)$$

5.3.4. Incertitudinea de măsurare la măsurarea concentrației O_3 în atmosferă

Exprimarea incertitudinilor de măsurare a O_3 cu analizoare automate ce funcționează pe principiul spectroscopiei nedispersive în infraroșu se face conform SR EN 14625:2005, anexa H și având în vedere modul de raportare a valorilor măsurate, conform documentelor de referință. În cadrul LaCIEDiN pentru măsurarea O_3 în atmosferă se utilizează analizorul automat Horiba APOA-350E, iar pentru ușurința identificării, incertitudinile de exprimare rezultate în urma procesul de măsurare vor avea indicativul CO (exemplu: $u_c^{O_3}$).

Incetitudinea de măsurare se va exprima la valoarea medie limită orară.

În calculul incertitudinilor de măsurare se vor utiliza ca parametri de intrare:

hlv – valoarea limită orară țintă, stabilită în România prin Ord. 592 din 25 iunie 2002 la valoarea de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ adică 60 ppb;

c_t – concentrația gazului de etalonare, în ppb, $c_t = 40 \text{ ppm}$

$hlv = 60 \text{ ppb}$

$c_t = 40 \text{ ppb}$

Incetitudinea standard combinată u_c^{O3} a valorilor medii limită orare, pe durata măsurătorilor in-situ se va calcula cu următoarea formulă:

$$u_c^{O3} = \sqrt{u_{r,z}^2 + u_{r,lv}^2 + u_l^2 + u_{gp}^2 + u_{gt}^2 + u_{st}^2 + u_v^2 + u_{H2O}^2 + u_{int}^2 + u_{av}^2 + u_{d.l.z}^2 + u_{d.l,lv}^2 + u_{cg}^2} \quad (5.120)$$

$u_{r,z}$ – incertitudinea standard pentru repetabilitatea la zero

$$u_{r,z} = \frac{s_{r,z}}{\sqrt{m}} \quad (5.121)$$

Unde m – numărul de citiri individuale în 3600 secunde (în cadrul LaCIEDiN $m = 360$)

$s_{r,z} = 0.45$ – deviația standard a repetabilității la zero (conf. SR EN 14625:2005, tab. H1, pagina 81)

$$u_{r,z} = \frac{0.45}{\sqrt{360}} = \frac{0.45}{18.97366} = 0.0237 \text{ [ppb]} \quad (5.122)$$

$u_{r,lv}$ – incertitudinea standard a repetabilității la valoarea medie limită orară

$$u_{r,lv} = \frac{s_{r,lv}}{\sqrt{m}} \quad (5.123)$$

Unde m – numărul de citiri individuale în 3600 secunde (în cadrul LaCIEDiN $m = 360$)

$s_{r,lv}$ –repetabilitatea deviației standard la valoarea limită orară ($s_{r,z} = 2.4 \text{ ppb}$) (conf. SR EN 14625:2005, tab. H1, pagina 81)

$$u_{r,lv} = \frac{s_{r,lv}}{\sqrt{m}} = \frac{2.4}{\sqrt{360}} = 0.126 \text{ ppb} \quad (5.124)$$

u_l – incertitudinea standard reziduală a funcției de regresie liniară (lack of fit)

$$u_l = \frac{X_l}{100} hlv \quad (5.125)$$

unde X_l – reziduul funcției de regresie liniară la valoarea limită medie la 8 ore ($X_l = 2.5 \text{ ppm}$) (conf. SR EN 14625:2005, tab. H1, pagina 81)

$$u_l = \frac{2.5}{100} \cdot 60 = 0.866 \text{ ppb} \quad (5.126)$$

u_{gp} – incertitudinea standard datorată variație presiunii probei aspirate

$$u_{gp} = \left(\frac{hlv}{c_t} \cdot b_{gp} \right) \cdot \left(\frac{\Delta_{gp}}{\sqrt{3}} \right) \quad (5.127)$$

unde b_{gp} – coeficientul de sensibilitate la variația presiunii probei, în [ppb/kPa]

$b_{gp} = 0.20$ [ppb/kPa] conform conf. SR EN 14625:2005, tab. H1, pagina 81

$\Delta_{gp} = P_1 - P_2$ reprezintă domeniul de variație a presiunii probei de analiză, în kPa, în cazul nostru proba de analiză se găsește la presiunea atmosferică iar domeniul de variație cuprinzător va fi considerat:

$$\Delta_{gp} = P_1 - P_2 = 101.2 - 98.0 = 3.2 \quad [kPa] \quad (5.128)$$

Formula de calcul a u_{gp} devine astfel:

$$u_{gp} = \frac{60}{40} \cdot 0.20 \cdot \frac{3.2}{\sqrt{3}} = 0.554 \quad ppb \quad (5.129)$$

u_{gt} – incertitudinea standard datorată variației temperaturii probei aspirate

$$u_{gt} = \left(\frac{hlv}{c_t} \cdot b_{gt} \right) \cdot \left(\frac{\Delta_{gt}}{\sqrt{3}} \right) \quad (5.130)$$

unde b_{gt} – coeficientul de sensibilitate la variația temperaturii probei, în [ppb/K]

$b_{gt} = 0.35$ [ppb/K] conform conf. SR EN 14625:2005, tab. H1, pagina 81

Δ_{gt} reprezintă domeniul de variație a temperaturii probei de analiză, în K, în cazul nostru deoarece traseul de aspirație a probei de analiză se găsește în mediu controlat și cu debite foarte mici de aspirație, putem considera domeniul de variație în limita a: $\Delta_{gt} = 1$ °C

Formula de calcul a u_{gt} devine astfel:

$$u_{gt} = \frac{60}{40} \cdot 0.35 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.303 \quad ppb \quad (5.131)$$

u_{st} – incertitudinea standard datorată variației temperaturii mediului în care se execută măsurătoarea

Având în vedere că analizorul se găsește în mediu controlat și cu temperatură constantă, se va aplica aceeași formulă de calcul a incertitudinii ca mai sus:

$$u_{st} = \frac{hlv}{c_t} \cdot 0.35 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.303 \quad ppb \quad (5.132)$$

u_v – incertitudinea standard datorată variației tensiunii electrice

Având în vedere faptul că analizorul este alimentat printr-un echipament de stabilizare a tensiunii electrice, cu bloc de acumulatori, se poate considera:

$$u_v = 0 \quad [ppb] \quad (5.133)$$

$u_{d,l,z}$ – incertitudinea standard datorată variației punctului de zero (long term zero drift)

$$u_{d,l,z} = \frac{D_{l,z}}{\sqrt{3}} \quad (5.134)$$

unde $D_{l,z}$ – deviația punctului de zero pe termen lung. $D_{l,z} = 0.004$ ppm/săptămână conform specificațiilor tehnice ale analizorului, Manualul de operare 04036900 APOA-350E, pagina 8;

$$u_{d,l,z} = \frac{D_{l,z}}{\sqrt{3}} = \frac{4}{\sqrt{3}} = 2.31 \quad [ppb] \quad (5.135)$$

$u_{d,l,lv}$ – incertitudinea standard datorată variație punctului de calibrare (long term span drift)

$$u_{d,l,lv} = \frac{\frac{D_{l,lv}}{100} \cdot hlv}{\sqrt{3}} \quad (5.136)$$

unde $D_{l,lv}$ – deviația punctului de calibrare (span drift), pe termen lung. $D_{l,lv} = 5$ % din domeniul maxim de măsură, conform specificațiilor tehnice ale analizorului, Manualul de operare 04036900 APOA-350E, pagina 8;

$$u_{d,l,lv} = \frac{\frac{5}{100} \cdot 60}{\sqrt{3}} = 1.732 \quad [ppb] \quad (5.137)$$

u_{cg} – incertitudinea standard datorată gazului de calibrare

$$u_{cg} = \frac{\frac{X_{cg}}{100} \cdot hlv}{2} \quad (5.138)$$

unde X_{cg} – incertitudinea extinsă a gazului de calibrare. $X_{cg} = 5$ %,

$$u_{cg} = \frac{\frac{2}{100} \cdot 60}{2} = 0.6 \quad [ppb] \quad (5.139)$$

u_{H2O} – incertitudinea standard datorată prezenței vaporilor de apă

Incertitudinea datorată prezentei vaporilor de apă în proba de analiză se stabilește la concentrația apei în probă și are valoarea stipulată în SR EN 14625:2005, tab. H6, pagina 84, poziția 8a.

$$U_{H2O} = 2.04 \text{ ppb} \quad (5.140)$$

u_{int} – incertitudinea standard datorată interferențelor (altele decât vapori de apă)

Incertitudinea datorată interferențelor în măsurare datorată prezenței toluenului și xilenului în proba de analiză se stabilește în SR EN 14626:2005, tab. G6, pagina 83, și este:

$$u_{int} = u_{tol} + u_{xyl} = 0.66 \text{ ppb} \quad (5.141)$$

u_{av} – incertitudinea standard datorată erorilor de mediere

$$u_{av} = \frac{\frac{X_{av}}{100} \cdot hlv}{\sqrt{3}} \quad (5.142)$$

unde X_{av} – eroarea de mediere. $X_{av} = 5$ %, conform conf. SR EN 14626:2005, tab. H1, pagina 81;

$$u_{cg} = \frac{5}{100} \cdot \frac{60}{\sqrt{3}} = 1.73 \text{ ppb} \quad (5.143)$$

Incertitudinea standard combinată de măsurare devine:

$$u_c^{O_3} = \sqrt{0.0237^2 + 0.126^2 + 0.866^2 + 0.554^2 + 0.303^2 + 0.303^2 + 0^2 + 2.31^2 + 1.732^2 + 0.6^2 + 2.04^2 + 0.66^2 + 1.73^2} \quad (5.144)$$

$$u_c^{O_3} = 4.188 \text{ ppb} \quad (5.145)$$

Incertitudinea extinsă absolută, $U_c^{O_3}$, se va calcula cu relația:

$$U_c^{O_3} = k \cdot u_c^{O_3} = 8.376 \text{ ppb} \quad (5.146)$$

unde: $k = 2$, factor de acoperire, conform SR EN 625:2005;

$u_c^{O_3}$ – incertitudinea standard combinată

Incertitudinea extinsă relativă, $U_{c,rel}^{O_3}$, se va calcula cu relația:

$$U_{c,rel}^{O_3} = \frac{U_c^{O_3}}{hlv} \cdot 100 = \frac{8.376}{60} \cdot 100 = 13.96 \text{ [%]} \quad (5.147)$$

Tabel 5.2 Tabel centralizator incertitudini de măsurare

	Echipament de măsură	Incertitudinea estimată conform standardelor de metodă	Incertitudinea extinsă conform certificatelor de etalonare INM	Incertitudinea de măsurare combinată
NO/NO2	HORIBA APNA350	4.12 %	0.00001 %	2.06 %
PM10, PM2.5	LSV3	8 %	2.0 %	5 %
SO2	HORIBA APSA370	3.535 %	0.00003 %	1.76 %
CO	HORIBA APMA370	8 %	0.0001 %	4 %
CH4, COV, TOC	HORIBA APHA370	1.8 %	0.00013 %	0.9 %
O3	HORIBA APOA370	13.96 %	1x10-7%	6.98 %

6. CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND CALITATEA AERULUI LA AEROPORTUL INTERNAȚIONAL „TRAIAN VUIA” TIMIȘOARA

Scopul general al studiului este acela de a evalua calitatea aerului și riscurile pentru sănătate, asociate cu operațiunile din Aeroportul Internațional „Traian Vuia”, situat în partea de vest a României. Două stații de monitorizare au fost stabilite în apropierea platformei pe perioada celor două campanii de monitorizare: 24-27.06.2008 și 24-27.11.2009. Echipamentele stațiilor de monitorizare măsoară compușii organici volatili (VOC), pulberile în suspensie (PM10 și PM2.5), oxizi de azot (NO, NO₂ și NO_x), monoxid de carbon, ozon, dioxid de sulf și alți compuși gazoși, precum și viteza și direcția vântului, în timpul desfășurării traficului și a activităților aeroportuare.

Metodele de lucru folosite, speciile de poluanți, aparatele sau instrumentele utilizate, standardele de referință, cât și incertitudinea de măsurare, la monitorizarea calității aerului pe perioada celor două campanii sunt prezentate în tabelul 6.1.

Tabel 6.1 : Metode și aparate folosite la determinarea speciilor de poluanți

	Metoda	Aparat	Standard referință	Incetitudinea de măsurare
Monoxidul de carbon (CO)	Non dispersiv infrared (NDIR)	APMA370 Horiba	EN 14626:2005	U = 4%
	Dual Optical Absorbtion Spectrometry (DOAS)	Siemens-Hawk	-	-
Dioxidul de sulf (SO ₂)	Măsurare fluorescență UV	APSA370 Horiba	EN 14212:2005	U = 1,76%
Oxizii de azot (NO, NO ₂ și NO _x)	Chemiluminiscenta	APNA370 Horiba	EN 14211:2005	U = 2.06%
Metan, hidrocarburi totale și hidrocarburi ne-metanice (CH ₄ , THC și NMHC)	Ionizare cu flacără de detectare (FID)	APHA370 Horiba	EN 12619:2002	U = 0,9%
Alte gaze	Dual Optical Absorbtion Spectrometry (DOAS)	Siemens-Hawk	-	-

6.1. Monitorizarea calității aerului pe Aeroportul Internațional „Traian Vuia”, campania 24-27.06.2008

Măsurătorile s-au realizat cu două laboratoare mobile de monitorizare a calității aerului, Stația 1 notată S1, respectiv Stația 2 notată S2. Măsurătorile s-au

realizat continuu pe durata a 4 zile începând din data de 24.06.2008 până în 27.06.2008. Fiecare laborator este dotat cu instrumente ce măsoară poluanți majori (SO_2 , O_3 , NO_x , CO , CH_4 , NMHC, THC și PM_{10}), folosind metode de referință cu ajutorul aparatului HORIBA AP370 și a două instrumente DOAS. Aparatele DOAS au fost amplasate de-a lungul platformei de staționare, stabilindu-se pentru fiecare calea de măsurare, orientarea fiind aceeași. Pentru un aparat DOAS calea de măsurare a fost de 60m, iar pentru celălalt aparat a fost de 300m (figura 6.1). Sensorii meteorologici (pentru determinarea vitezei, direcției vântului, temperaturii aerului, presiunii și umidității) au fost montați în apropierea laboratoarelor mobile. Înregistrarea tuturor parametrilor s-a efectuat cu o frecvență de citire de 10 s [54].



Figura 6.1 Amplasarea instrumentelor de măsurare

S-au monitorizat valorile următorilor poluanți:

- SO_2 s-a măsurat cu două instrumente APSA370 Horiba, având principiul de măsurare fluorescență UV, metoda de referință fiind EN 14212:2005. Incertitudinea de măsurare a valorilor înregistrate este $U = 1,76\%$ pentru valorile înregistrate;
- NO , NO_2 și NO_x au fost măsurate cu două instrumente APNA370 Horiba, principiul de măsurare fiind chemiluminiscenta [63], având metoda de referință: EN 14211:2005. Incertitudinea de măsurare a valorilor înregistrate este $U = 2.06\%$ pentru valorile înregistrate;
- O_3 s-a măsurat cu două instrumente APOA370 Horiba având principiu de măsurare fotometrie UV, având metoda de referință: EN 14625:2005. Incertitudinea de măsurare a valorilor înregistrate este $U = 6.98\%$ pentru valorile înregistrate;
- concentrația de CO în atmosferă s-a măsurat cu două instrumente APMA370 Horiba, având principiu de măsurare NDIR (non Dispersive infraroșu) cu metoda de referință EN 14626:2005. Incertitudinea de măsurare a valorilor înregistrate este $U = 4\%$ pentru valorile înregistrate;
- CH_4 , THC și NMHC s-au măsurat cu două instrumente APHA370 Horiba, cu principiu de măsurare FID (ionizare cu flacără de detectare), având metoda de

referință EN 12619:2002. Incertitudinea de măsurare a valorilor înregistrate este $U = 0,9\%$ pentru valorile înregistrate;

- alte gaze au fost măsurate cu DOAS [55].

Figura 6.2 prezintă rezultatele măsurătorilor pentru imisia de monoxid de carbon CO. S-a măsurat cu 3 instrumente diferite: două instrumente de măsurare de referință NDIR și un instrument de DOAS-IR Siemens-Hawk.

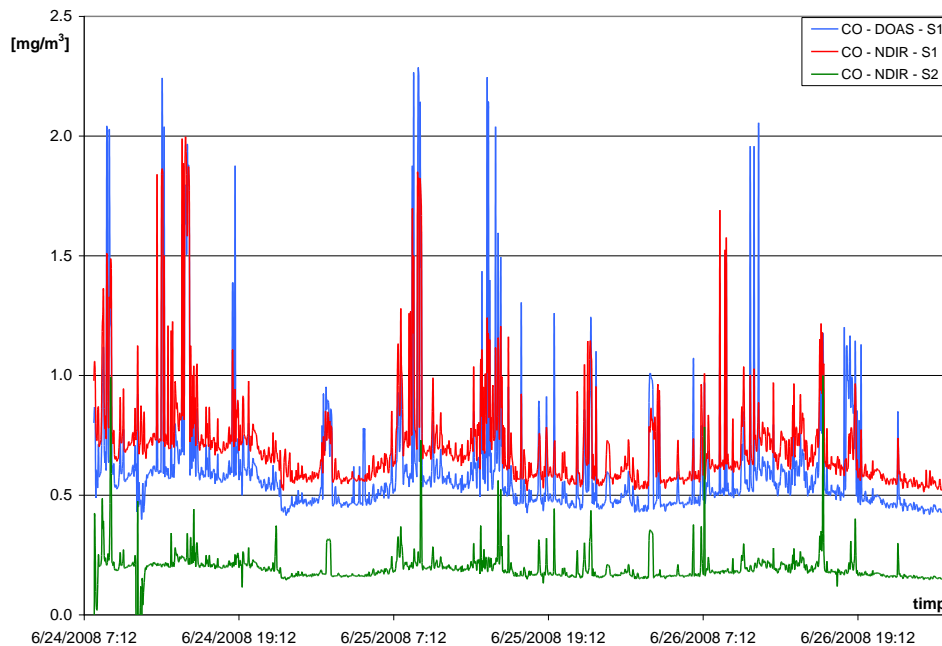


Figura 6.2 Rezultatele măsurătorilor pentru concentrația de CO în atmosferă, campania 24-27.06.2008, Aeroport Timișoara

Figura 6.2 prezintă variația monoxidului de carbon exprimată în mg/m^3 raportată la unitatea de timp, pentru episodul 2008, măsurat cu trei aparate. Pentru acest episod măsurătorile s-au realizat din data de 24.06.2008 până în 27.06.2008. Valorile prezentate sub formă grafică în figura 6.2, sunt medii orare la datele înregistrate cu o frecvență de 10s. Dependența albastră reprezintă valoarea monoxidului de carbon măsurată cu aparatul DOAS al stației 1. Valorile indicate în figura 6.2 prin curba roșie sunt măsurate cu dispozitivul NDIR al stației 1. Reprezentate prin curba verde sunt măsurătorile realizate cu aparatul NDIR al stației 2.

O corelație foarte bună a valorilor măsurate, se poate observa, mai ales pentru instrumentele stației 1 de măsurare. Metodele de măsurare diferite au dat același rezultat. Valorile măsurate de către instrumentul ce aparține stației 2, au același trend, dar cu $\sim 0,4 \text{ mg}/\text{m}^3$ mai mici decât celelalte instrumente. Acest lucru ar putea fi cauzat de calibrarea necorespunzătoare a aparatului.

Valorile măsurate pentru monoxidul de carbon sunt mult mai mici decât valoarea limită de $10 \text{ mg}/\text{m}^3$, reglementate de Directiva 2000/69/CE. Valorile măsurate au fost normale, deoarece locația aeroportului este departe de oraș sau de

orice drum principal iar sursa de emisiei de CO este reprezentată de aeronave și vehiculele aeroportuare.

Figura 6.3 prezintă variația dioxidului de sulf exprimată în $\mu\text{g}/\text{m}^3$ raportată la unitatea de timp, pentru episodul 2008, măsurat cu instrumente APSA 370 HORIBA. Măsurătorile s-au realizat în aceeași perioadă de timp ca și în cazul speciei de CO. Concentrația de SO_2 în aer este continuu măsurată și înregistrează o singură valoare la fiecare 10 secunde, valorile prezentate în grafic sunt mediate la fiecare 3 minute.

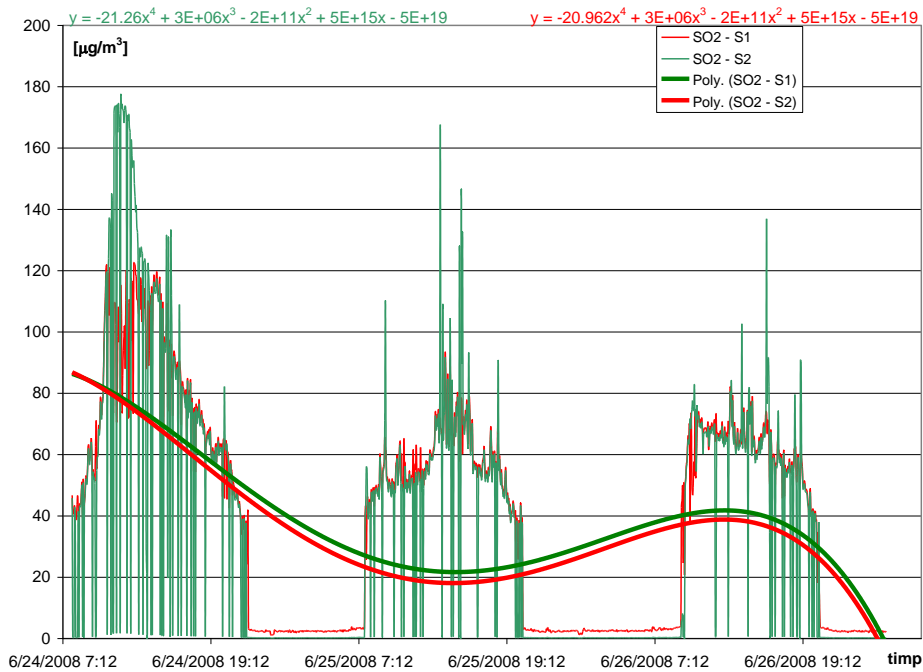


Figura 6.3 Rezultatele măsurătorilor pentru concentrația de SO_2 în atmosferă, campania 24-27.06.2008, Aeroport Timișoara

Dependența roșie reprezintă valoarea dioxidului de sulf măsurată cu aparatul HORIBA APSA 370 al stației 1. Valorile indicate în figura 6.3 prin curba verde sunt măsurate cu dispozitivul HORIBA APSA 370 al stației 2.

Deoarece instrumentul de măsurare SO_2 aparținând stației 2 de monitorizare, a dat variații mari (în intervale scurte de timp), valorile de pe grafic au fost approximate printr-o dependență polinomială de gradul 4, pentru fiecare șir de date de la cele două aparate, dată de formulele (6.1 și 6.2):

$$- \text{pentru S1} - y = -20.962x^4 + 3E+06x^3 - 2E+11x^2 + 5E+15x - 5E+19 \quad (6.1)$$

$$- \text{pentru S2} - y = -21.26x^4 + 3E+06x^3 - 2E+11x^2 + 5E+15x - 5E+19 \quad (6.2)$$

Corelația dintre instrumente este acceptabilă, doar diferențe de aproximativ $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au fost înregistrate; diferențele pot fi considerate echivalente în cadrul incertitudinii de măsurare.

Valorile înregistrate pentru SO₂ nu sunt mai ridicate decât valoarea limită de 350 μg/m³ reglementată prin Directiva 1999/30/CE, dar acestea sunt de aproximativ 10 ori mai mare, față de valorile înregistrate în lipsa activităților aeroportuare (7 μg/m³). S-a ales valoarea medie de 3 minute pentru a se putea observa cu ușurință influența avioanelor în comparație cu concentrarea de poluanți, care reprezintă scopul principal al acestui studiu [62]. Valorile concentrației de SO₂ (150 μg/m³) au efect moderat iritant (și reversibil) asupra aparatului respirator uman, dar, în sinergie cu NO_x și umiditatea aerului ridicată poate provoca insuficiență pulmonară permanentă (conform CCOHS - Centrul Canadian de Sănătate și Securitate). Principala sursă responsabilă pentru valorile mari de SO₂ este arderea combustibilului avioanelor, deoarece nu există alte posibile surse de emisie de SO₂ în vecinătatea aeroportului (trafic rutier, drum principal sau zone industriale). Vehiculele aeroportuare sunt limitate ca număr (5 autobuze și 2 autoturisme), iar contribuția lor la concentrația de SO₂ în aer pe aeroport este nesemnificativă [56].

Figura 6.4 prezintă variația dioxidului de azot exprimată în μg/m³ raportată la unitatea de timp, pentru episodul 2008, măsurat cu instrumente APNA 370 HORIBA. Măsurătorile s-au realizat în aceeași perioadă de timp ca și în cazul speciei de SO₂ [84]. Măsurătorile au fost realizate continuu, înregistrându-se o singură valoare la fiecare 10 secunde, valorile prezentate în grafic fiind mediate la fiecare 3 minute.

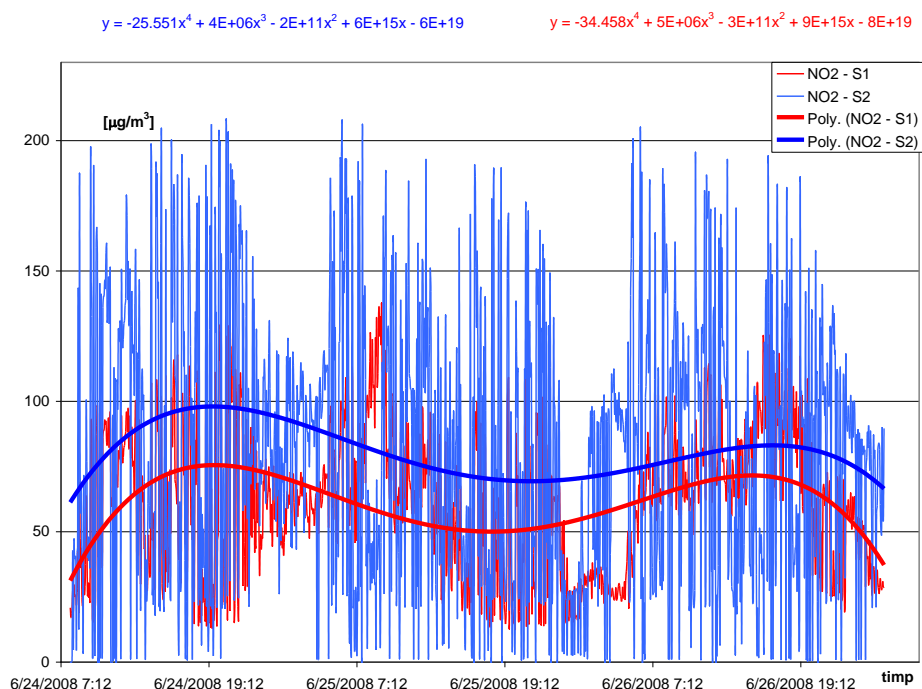


Figura 6.4 Rezultatele măsurătorilor pentru concentrația de NO₂ în atmosferă, campania 24-27.06.2008, Aeroport Timișoara

Dependența roșie reprezintă valoarea dioxidului de azot măsurată cu aparatul HORIBA APNA 370 al stației 1. Valorile indicate în figura 6.4 prin curba albastră sunt măsurate cu dispozitivul HORIBA APNA 370 al stației 2.

Corelație între instrumentele este bună. Pentru a evidenția rezultatele cu o rezoluție mai bună s-au reprezentat pe graficul din figura 6.4 valorile și cu ajutorul liniilor polinomiale de tendință. Ecuațiile liniilor polinomiale sunt prezentate în continuare (6.3 și 6.4):

$$\text{- pentru S1 - } y = -34.458x^4 + 5E+06x^3 - 3E+11x^2 + 9E+15x - 8E+19 \quad (6.3)$$

$$\text{- pentru S2 - } y = -25.551x^4 + 4E+06x^3 - 2E+11x^2 + 6E+15x - 6E+19 \quad (6.4)$$

Valorile înregistrate sunt similare pentru ambele instrumente, iar în unele cazuri depășesc $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valoarea limită reglementată de Directiva 1999/30/CE. Deoarece cele mai mari valori măsurate se suprapun traficului de avioane pe platformă, este clar că singura posibilitate de a reduce concentrația de NO_2 este de a gestiona mai eficient rularea avioanelor pe platformă.

Figura 6.5 prezintă variația metanului (CH_4), reprezentată cu albastru pe grafic, variația hidrocarburilor ne-metanice (NMHC), reprezentată cu verde pe grafic și variația hidrocarburilor totale (THC), reprezentată cu roșu pe grafic, exprimate în $\mu\text{g}/\text{m}^3$ raportată la unitatea de timp, pentru episodul 2008, măsurat cu un instrument FID. Măsurătorile s-au realizat în aceeași perioadă de timp ca și în cazul speciei de NO_2 .

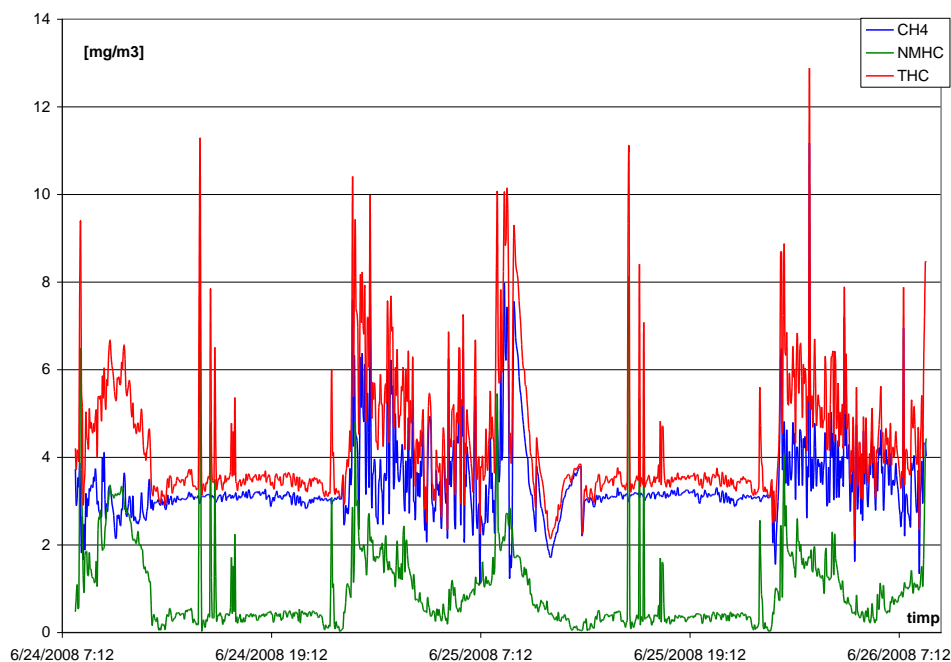


Figura 6.5 Rezultatele măsurătorilor pentru THC, CH_4 și NMHC în atmosferă, campania 24-27.06.2008, Aeroport Timișoara

Valorile înregistrate pentru metan sunt mai mari ca și valorile înregistrate în medie la nivel mondial ($1,7 \text{ ppm}$), cu doar $0,4 \text{ [ppm]}$. Valorile înregistrate pentru compușii organici volatili sunt de până la $3 \text{ mg}/\text{m}^3$ în perioadele cu trafic mare. Aceste valori reprezintă o preocupare serioasă pentru sănătatea pasagerilor, știind că unii din acești compuși volatili (ca și benzenul) sunt cauzatoare de cancer

[8]. COV-urile includ o varietate de chimicale, dintre care unele pot avea pe termen scurt și lung, efecte adverse asupra sănătății. Ca și alți poluanți, natura efectului asupra sănătății va depinde de mulți factori, inclusiv nivelul de expunere și durata de timp. Valorile măsurate pentru compușii organici volatili de 3 mg/m^3 ($3000 \text{ }\mu\text{g/m}^3$) apar nu numai în timpul aterizării/decolării avioanelor, mai ales atunci când avioanele staționează pe platformă și sunt alimentate [86].

Valorile înregistrate cu instrumentul DOAS al stației S2 sunt prezentate în figurile 6.6-6.9, măsurători care s-au realizat în două zile 25-26.06.2008. S-au înregistrat valori mari pentru concentrațiile de acroleină și terț-butil. De asemenea, valori semnificative au fost înregistrate pentru benzen, toluen, benzaldehidă, O-crezol, O-xilen, (2, 5) - dimetil și de asemenea, pentru P-tolylaldehide.

Este cunoscut faptul că acroleina poate fi eliberată în mediul ambiant în emisii și efluenți proveniți din procesul de fabricație, în emisiile din procesele de ardere (inclusiv fumatul și arderea combustibililor petrochimice), de la aplicarea directă a apei și a apelor reziduale ca erbicide și ca un produs al fotooxidării de hidrocarburi diferite găsite în aer (inclusiv propilenă și 1,3-butadienă) și de la eliminarea pe terenuri a unor materiale deșeu organice.

Acroleină este un compus reactiv și instabil în mediu ambiant [57]. În aer, mecanismul primar de neutralizare pentru acroleină se anticipează a fi o reacție cu radicalii fotochimici, generatori de hidroxil. Produsele de această reacție includ monoxid de carbon, formaldehida și glycolaldehide. În prezența oxizilor de azot, se formează eroxynitrat și acid azotic. Cantități mici de acroleină pot fi, de asemenea, eliminate din atmosfera în precipitații. Sunt disponibile date insuficiente pentru a prezice soarta acroleină în aerul de interior [58]. Dar datele experimentale indică faptul că reacția acroleină cu ozon, în condiții specifice ($k = 2.8 \times 10^{-19} \text{ cm}^3/\text{molecule-sec}$ la 25° C ; timp de înjumătățire, 59 de zile) sau radicali de nitrați ($k = 5.9 \pm 2,8 \times 10^{-16} \text{ cm}^3/\text{molecule-sec}$ la 25° C ; timp de înjumătățire, 16 zile) în troposfera ar fi prea lent pentru a fi semnificative pentru mediu [55], [59].

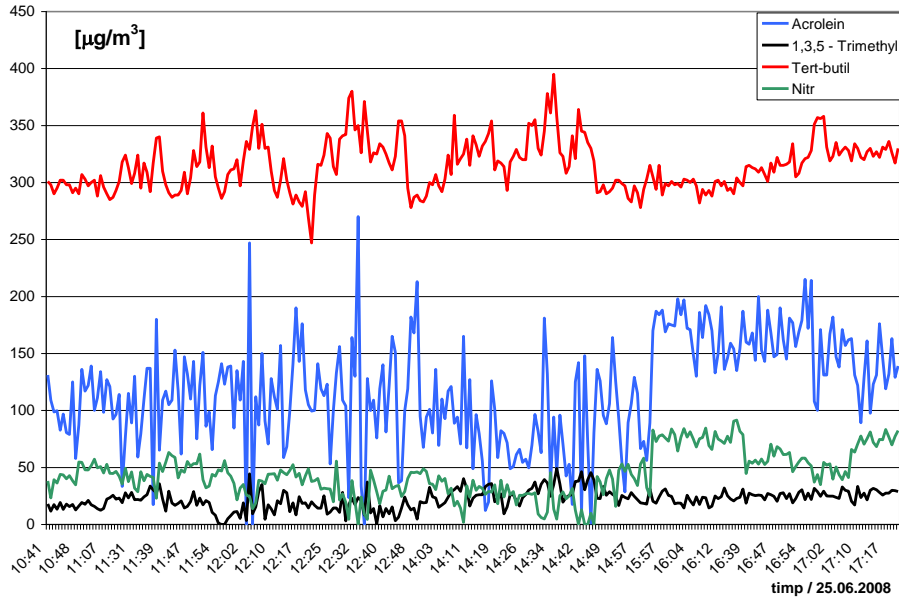


Figura 6.6 Valori măsurători DOAS al S2, pe Aeroportul Timișoara, pentru episodul din 25.05.2008

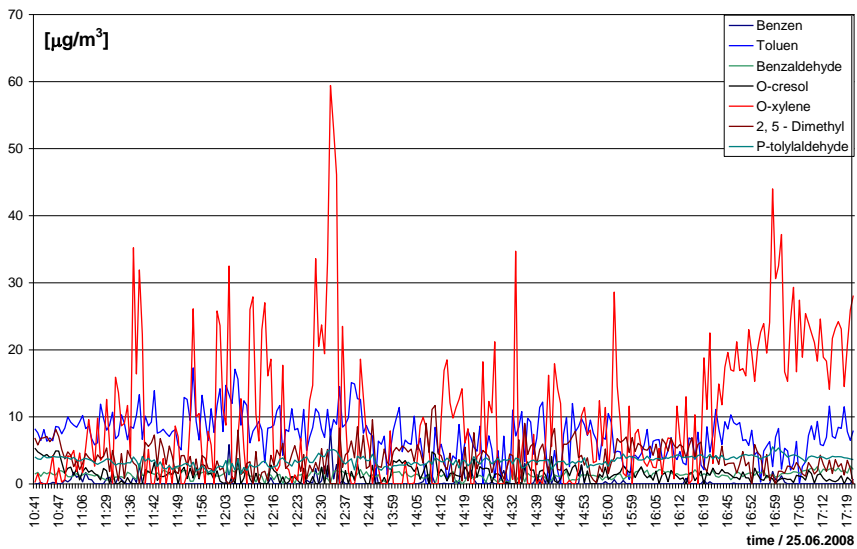


Figura 6.7 Valori măsurători DOAS al S2, pe Aeroportul Timișoara, pentru episodul din 25.05.2008

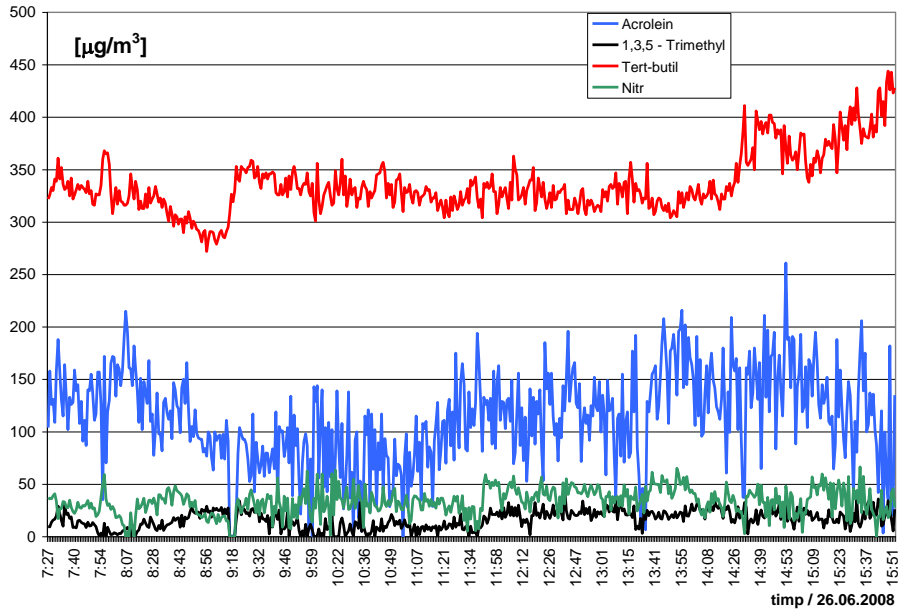


Figura 6.8 Valori măsurători DOAS al S2, pe Aeroportul Timișoara, pentru episodul din 26.05.2008

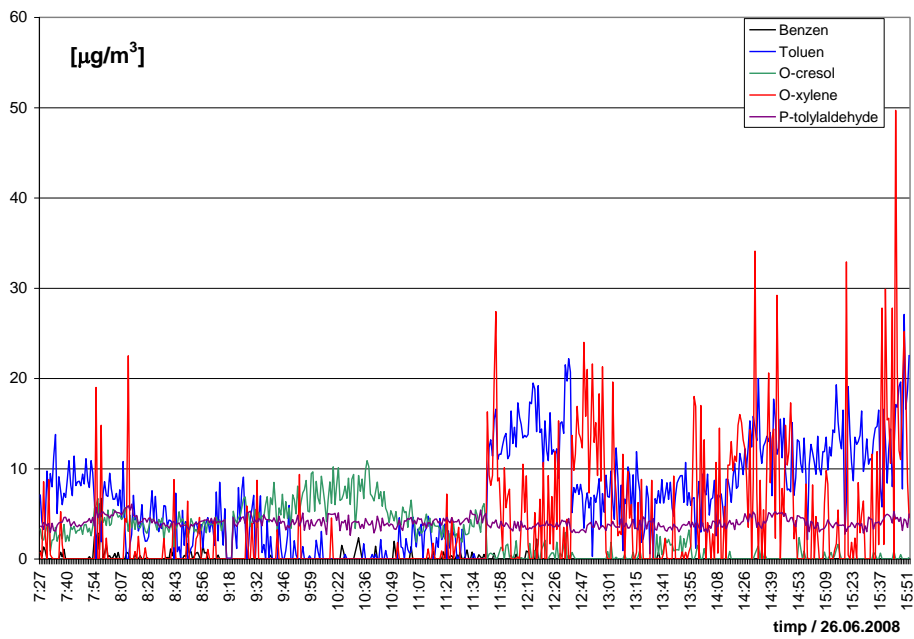


Figura 6.9 Valori măsurători DOAS al S2, pe Aeroportul Timișoara, pentru episodul din 26.05.2008

6.2. Monitorizarea calității aerului pe Aeroportul Internațional „Traian Vuia”, campania 24-27.11.2009

Pentru episodul din anul 2009, s-a folosit aceeași aparatură, singura diferență fiind lipsa instrumentului DOAS. Măsurătorile au fost realizate în tandem de două laboratoare mobile. Laboratoarele de măsurare a calității aerului vor fi denumite Stația 1(S1), respectiv Stația 2(S2). Ca și în episodul realizat în anul 2008, laboratoarele mobile au fost amplasate la limita platformei de staționare indicată în figura 6.10.



Figura 6.10 Amplasarea laboratoarelor mobile

Măsurătorile s-au realizat continuu pe durata a patru zile începând din data de 24.11.2009 până în 27.11.2009. Rezultatele fiind mediate orar, pentru o vizualizare a evoluției concentrațiilor de poluanți cât mai corectă.

Figura 6.11 prezintă variația monoxidului de carbon exprimată în mg/m³ raportată la unitatea de timp, pentru episodul 2009, măsurat simultan cu două aparate HORIBA pe cele două laboratoare S1 și S2. Pentru acest episod măsurătorile s-au realizat din data de 24.11.2009 până în 27.11.2009.

Valorile prezentate sub formă grafică în figura 6.11, sunt medii orare la datele înregistrate cu o frecvență de 10s. Valorile indicate în figura 6.11 prin curba roșie sunt măsurate cu dispozitivul NDIR al stației 1. Reprezentate prin curba albastră sunt măsurătorile realizate cu aparatul NDIR al stației 2.

Evoluția speciei monoxidului de carbon detectată de cele două aparaturi sunt în strânsă corelație, ceea ce ne conduce în a spune că rezultatele măsurătorilor sunt corecte și plauzibile. Valorile măsurate au indicat o medie de 0.55 mg/m³. Această valoare este mult sub limită, reglementată prin Directiva 2000/69/CE (10 mg/m³). O explicație ar fi aceea că, locația aeroportului este în câmp deschis,

singurele surse de poluare fiind utilajele aeroportuare prezente la momentul măsurătorilor.

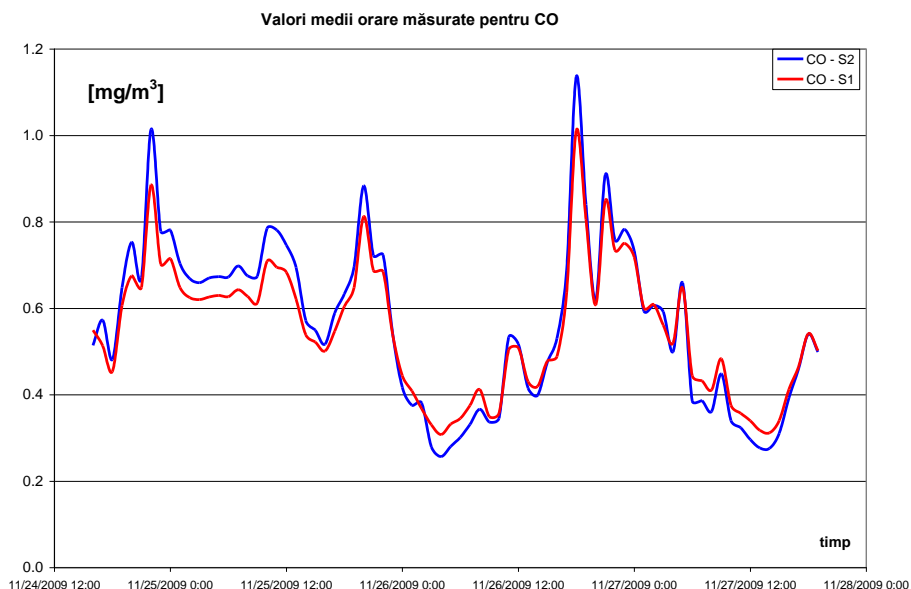


Figura 6.11 Rezultatele măsurătorilor pentru concentrația de CO în atmosferă, Aeroport Timișoara, campania 24-27.11.2009

Valorile de maxim înregistrate de către aparate, se datorează intensificării traficului aerian. Aceasta implică alimentarea cu combustibil, îmbarcarea/debarcarea pasagerilor, pregătirea aeronavei pentru decolare și decolarea acesteia.

Figura 6.12 prezintă variația dioxidului de sulf exprimată în $\mu\text{g/m}^3$ raportată la unitatea de timp, pentru episodul 2009, măsurat cu instrumente APSA 370 HORIBA. Măsurătorile s-au realizat în aceeași perioadă de timp ca și în cazul speciei de CO. Concentrația de SO_2 în aer este continuu măsurată și înregistrează o singură valoare la fiecare 10 secunde, valorile prezentate în grafic sunt mediate orar.

Dependența roșie reprezintă valoarea dioxidului de sulf măsurată cu aparatul HORIBA APSA 370 al stației 1. Valorile indicate în figura 6.12 prin curba albastră sunt măsurate cu dispozitivul HORIBA APSA 370 al stației 2.

Din figură se observă că valorile înregistrate sunt aproximativ identice. Analizând graficul, se observă că la anumite ore trendul se modifică, rezultând un vârf. Intensificarea imisiei de SO_2 coincide cu intensificarea traficului aeroportuar, deoarece în perioadele de vârf maxim, coincid cu planul de zbor aprobat de către conducerea aeroportului. Acest lucru este confirmat și de valorile obținute pentru CO în imisie [87].

În medie s-a înregistrat o valoare de $10 \mu\text{g/m}^3$, valoare ce nu depășește limita maximă admisă, reglementată prin Directiva 1999/30/CE.

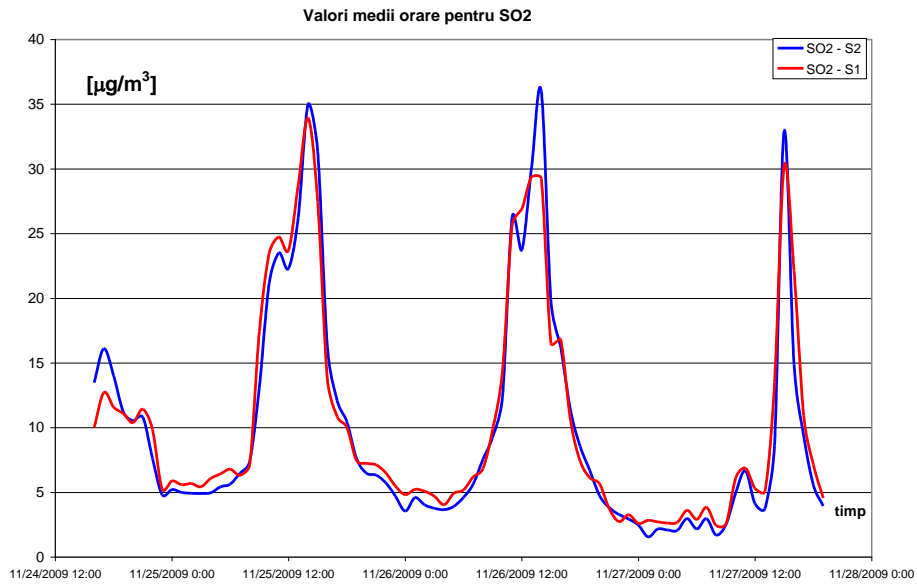


Figura 6.12 Rezultatele măsurătorilor pentru concentrația de SO₂ în atmosferă, Aeroport Timișoara, campania 24-27.11.2009

Figura 6.13 indică valorile măsurate pentru concentrația NO în atmosferă.

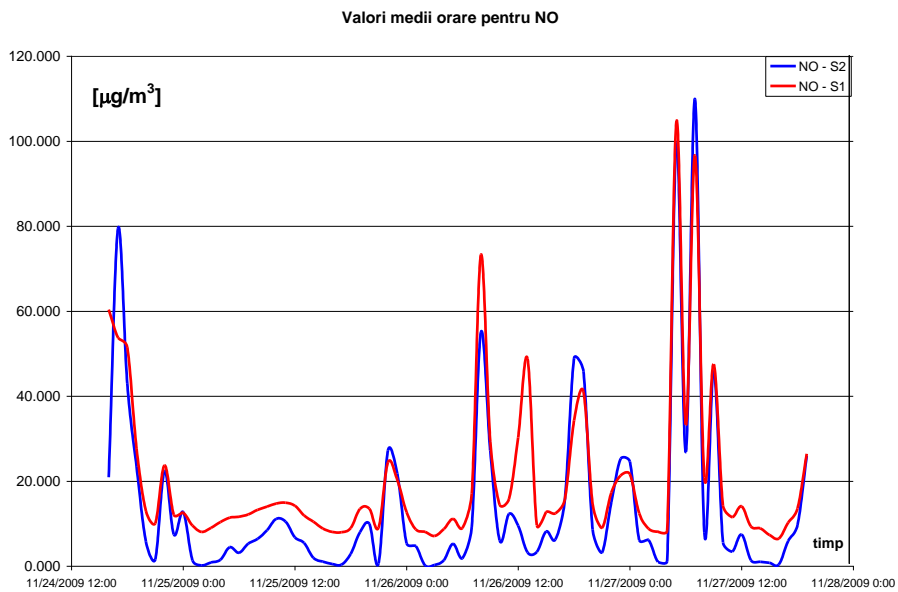


Figura 6.13 Rezultatele măsurătorilor pentru concentrația de NO în atmosferă, Aeroport Timișoara, campania 24-27.11.2009

Pentru concentrația de THC în aerul ambiant, s-a înregistrat o valoare de 4.4mg/m³. Pentru episodul din 2008 s-a înregistrat o valoare de 4.3 mg/m³, comparativ acestea sunt aproape identice deoarece, deși concentrația de metan a fost mai mare în perioada de iarnă (2009) în compensație concentrațiile de COV (NMHC) au fost mai mici datorită scăderii traficului aerian. Astfel, pentru ansamblu concentrațiile totale de hidrocarburi (TOC) au fost egale.

6.3. Evaluarea impactului activității aeroportuare asupra calității aerului prin simulări numerice

Pentru evaluarea impactului emisiilor de poluanți antropogenici asupra calității aerului se pot utiliza două metode, măsurători directe fie la sursă, fie în imisie sau evaluarea prin algoritmi matematici care țin cont de reacții chimice complexe și parametrii meteorologici, algoritmi incluși în programe specializate de dispersie a noxelor poluante. Dezavantajul acestor programe este dat de incertitudinea foarte mare a rezultatelor și de necesitatea de a valida algoritmul în intercomparări cu măsurători in-situ. La nivel mondial există mai multe programe specializate în studiul dispersiei noxelor, două dintre acestea fiind validate în campanii de durată și cu sprijin guvernamental. Acestea sunt ISC3View dezvoltat de US-EPA (Agenția de mediu a Statelor Unite ale Americi) și AUSTAL2000 dezvoltat de UBA (Agenția federală de mediu din Germania) și adoptat de Agenția Europeană de Mediu EEA.

Pentru studiul dispersiei poluanților antropogenici generați de activitatea aeroportului internațional Traian Vuia din Timișoara s-a utilizat programul ISC3View cu algoritmul de calcul Langrangian [90].

Programul ISC3View a adoptat următoarele ipoteze simplificatoare:

- sursa emitentă își păstrează puterea de emisie considerată infinită, nu au loc reacții chimice, emisia este o funcție ce admite pe durata analizată o soluție stabilă: $\partial Q / \partial t = 0$;
- gradientul de vânt și cel de temperatură în stratul unde are loc amestecul penei cu atmosfera liberă sunt respectiv constanți;
- distribuțiile pe direcția verticală și transversal pe direcția vântului sunt de tip gaussian, marginile penei fiind atinse în momentul în care distribuția coboară sub 10% din valoarea de pe axa principală de înaintare;
- cele mai bune rezultate se obțin pentru analize legate de terenuri plane, pe distanțe de maxim până la 100 km, după unii autori chiar și 200 km. Existența unor piedici topografice naturale sau arhitecturale, prezența unor zone cu apă întinse în vecinătate afectează veridicitatea și performanțele rezultatelor;
- clasele de stabilitate se referă la condiții stabile, instabile și neutre, precum și la combinații la limită ale acestora.

Programul oferă răspunsuri la analizele de impact cele mai diverse, pentru orice emitent (staționar, mobil), la orice înălțime (de recepție), indiferent de proveniență sau număr (industrie, instalații de ardere, instalații de ventilare, intersecții, parcuri, garaje și tuneluri, etc.), de mărime, de amplasare (urbană sau rurală), etc. Se determină poluarea locală sau la distanță, după caz și poluarea transversală, în directă dependență cu densitatea de probabilitate la intervalul ales.

Se pot analiza dispersii de substanțe mai ușoare sau mai grele decât aerul (de ex. gaze tipice de ardere, particule de zgură din halde, substanțe solide cancerigene, etc.), se pot simula situații critice de incendii, spargeri de conducte de combustibil și apoi aprinderea volatilor, etc. Prin opțiunile pe care le oferă programele se pot calcula medii la 30 minute, zilnice, anuale sau pe un interval definit de timp. Cu cât datele de intrare sunt mai reprezentative și mai aproape de adevăr, cu atât concluziile sunt mai veridice. ISC3View are opțiunea de prelucrare grafică a rezultatelor.

Referitor la concentrațiile în emisie (date de intrare referitoare la sursă) se indică metoda măsurărilor on line, în condiții de durată reprezentativă, sau prelucrarea statistică a datelor, prin folosirea așa numitor factori de emisie.

Se acceptă o distribuție gaussiană a densității de probabilitate (a concentrațiilor), atât pe direcție verticală (z), cât și pe direcție perpendiculară pe direcția vântului (y). Se remarcă supraînălțarea penei datorată vitezei și parametrilor termodinamici ai jetului de fum la ieșire, relativ la mediul ambiant. Receptorii sunt organizați într-o rețea simetrică, ce se definește fie în coordonate carteziene (X, Y, Z), fie în coordonate polare (r, θ). Desfășurarea spațiului are notații consacrate, de care depinde și scrierea ecuațiilor. În sistemul de coordonate cartezian, axa x se consideră pozitivă înspre est (E) de la originea specificată de utilizator (și coincide cu direcția vântului) și axa y pozitivă este dirijată astfel spre nord (N). Coordonata radială (r) se măsoară din originea aleasă arbitrar de utilizator, iar coordonata unghiulară în sens orar, pornind din nord (N).

În studiul aplicat la Aeroportul Internațional Traian Vuia din Timișoara s-au extras factori de emisie caracteristici pentru parcul auto propriu, flotila tipică de aeronave și centrala termică a aeroportului.

Scenariul ales pentru realizarea simulării este unul de încărcare a traficului aeroportuar și a parcarii publice la capacitate apropiată de cea maximă. Astfel, în ipoteza aleasă s-au inclus 10 aeronave în ciclul LTO (aterizare/rolare la sol/decolare), toate vehiculele proprii aeroportului în mișcare, centrala termică Wiessman încărcată la putere nominală și parcare publică ocupată în proporție de 50%, adică ~ 250 vehicule $< 3.5t$. datele meteo utilizate sunt valori meteo înregistrate în 2008. Valorile sunt prezentate în tabelele 6.2-6.4.

Tab.6.2. Factori de emisie flotilă reprezentativă AITV Timișoara

Clasa avion	Ciclu operare	CO [kg/s]	NMVOG [kg/s]	NOx [kg/s]
Boeing 737/400 (turbojet)	Landing (trust 30%, timp 2 minute)	0.02541	0.00105	0.01521
	Ground taxi (trust 7%, timp 26 minute)	0.02154	0.00141	0.00640
	Takeoff (trust 100%, timp 50 secunde)	0.04425	0.002451	0.03354
Factor de emisie total/ciclu/tip aeronavă		0.0912	0.004911	0.05515
Fokker 100 (turbofan)	Landing (trust 30%, timp 2 minute)	0.03421	0.002458	0.01465
	Ground taxi (trust 7%, timp 26 minute)	0.02414	0.002085	0.00421
	Takeoff (trust 100%, timp 50 secunde)	0.05542	0.005211	0.02122
Factor de emisie total/ciclu/tip aeronavă		0.1137	0.009754	0.04008

Factorii de emisie au fost extrași din EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2009 [90], bază de date dezvoltată și controlată de Agenția Europeană de Mediu.

Tabel 6.3 Factori emisie pentru flotă auto AITV Timișoara

Clasa vehicul	Comb.	Factor de emisie (CORINAIR 2009, Tier 1)						Nr. total veh.
		CO		NMVOC		NOx		
		g/kg comb.	g/s	g/kg comb.	g/s	g/kg comb.	g/s	
PC (vehicule mici)	benzina	132	0.8052	14	0.1201	14.5	0.1254	20
	diesel	4.7	0.7552	1.10	0.0845	11.0	0.0542	4
LDV (vehicule utilitare < 3.5t)	benzină	155	0.9855	14	0.1542	24.0	0.1845	14
	diesel	11.0	0.8995	1.75	0.1220	15.0	0.0752	10
HDV (vehicule utilitare >3.5t)	diesel	8	1.1542	1.60	0.1642	37.0	0.8551	59

Aeroportul are două parcări pentru vizitatori, cu o capacitate maximă de 514 locuri. În studiul dispersiei s-a considerat o încărcare de 50 % pe oră, adică 257 vehicule care tranzitează parcarea într-o oră. Pentru vehiculele din parcarea publică s-a luat în considerare un factor de emisie global care cuprinde 30% vehicule diesel și 70% vehicule pe benzină. Emisia masică absolută pentru centrala de încălzire Wiessman Vitoplex 1120 kW, montată în incinta aeroportului și având înălțimea coșului de la sol de 20 m, diametru interior al coșului de 0.7m, iar viteza de evacuarea gazelor de ardere este 0.5 m/s la temperatura medie de 68 °C.

Tabel 6.4. Factorii de emisie caracteristici centralelor termice cu puterea nominală mai mică de 20 MW

Poluantul	Factorul de emisie [g/s]
Oxizi de azot NOx	$1.09776 \cdot 10^{-2}$
Monoxid de carbon CO	$4.814 \cdot 10^{-3}$
NMVOC	$0.0004 \cdot 10^{-3}$

Prelucrarea datelor meteorologice s-a făcut cu ajutorul programului WRPLOT View Version 3.5 produs de Lakes Environmental Software. WRPLOT View este un program pentru sistemul de operare Windows, program care generează roza vântului și statisticile privind direcția, intensitatea și clasa de stabilitate pentru datele meteo introduse. Programul sortează datele în funcție de direcția vântului în 16 sectoare fiecare având 22.5 grade și în funcție intensitate în 6 clase de viteză.

Figura 6.15 prezintă roza vântului pentru un set de date meteorologice caracteristic anului 2008 și include valori pentru principalii parametri: viteza și direcția vântului, temperatura, umiditatea și presiunea aerului.

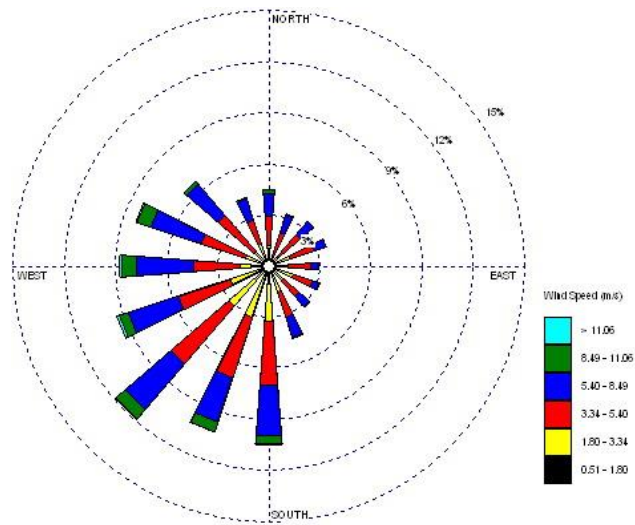


Figura 6.15. Roza vântului pentru intervalul considerat

În figură este prezentată distribuția vânturilor pe clase de viteză și se poate observa că direcția dominantă a curenților de aer a fost dinspre Sud-Vest, cu o viteză predominantă a vântului între 3 și 5 m/s.

În figurile 6.16-6.17 se prezintă curbele de izoconcentrații obținute în urma rulării programului de dispersie pentru specia CO, valori medii orare respectiv, valori medii zilnice. Aria de interes utilizată în studiul dispersiei este de 1 km², reprezentativă pentru evaluarea expunerii pasagerilor și a personalului Aeroportului Internațional Traian Vuia, dar și a mediului înconjurător la factorii de risc.

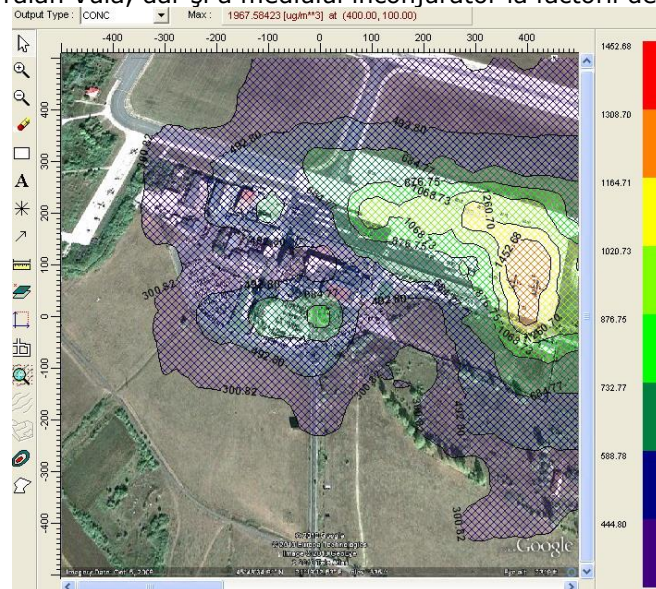


Figura 6.16. Dispersia monoxidului de carbon CO, valori medii orare



Figura 6.17. Dispersia monoxidului de carbon CO, valori medii zilnice

Analizând figura 6.16 se observă că valorile obținute pentru concentrațiile de CO în imisie sunt foarte apropiate de cele obținute prin măsurători in-situ în campaniile din 2008 și 2009. Astfel, în urma simulării s-a obținut o valoare maximă a concentrației medii orare CO de $1967.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($1.9 \text{ mg}/\text{m}^3$), iar în urma măsurătorilor efectuate s-au identificat valori medii orare maxime de $\sim 1.8 \text{ mg}/\text{m}^3$, corelația fiind perfectă mai ales prin faptul că locul în care s-au obținut valorile maxime simulate se suprapune cu locul în care au fost amplasate laboratoarele mobile, în apropierea platformei de staționare a aeroportului.

În figurile 6.18-6.19 se prezintă curbele de izoconcentrații obținute în cazul rulării programului pentru specia NO_x .

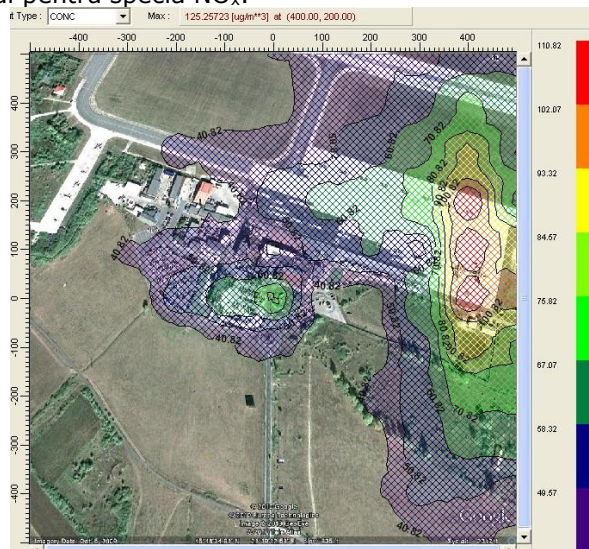


Figura 6.18. Dispersia oxizilor de azot NO_x , valori medii orare

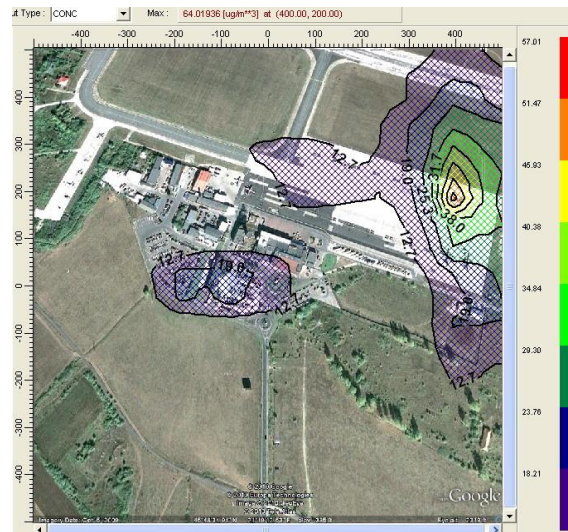


Figura 6.19. Dispersia oxizilor de azot NO_x , valori medii zilnice

Ca și în cazul CO, valorile obținute pentru concentrațiile de NO_x în imisie sunt foarte apropiate de cele obținute prin măsurători in-situ în campaniile din 2008 și 2009. Astfel, în urma simulării s-a obținut o valoare maximă a concentrației medii orare NO_x de $125.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, iar în urma măsurătorilor efectuate s-au identificat valori medii orare maxime de $\sim 110 \mu\text{g}/\text{m}^3$, corelația fiind perfectă mai ales prin faptul că locul în care s-au obținut valorile maxime simulate se suprapune cu locul în care au fost amplasate laboratoarele mobile.

În figurile 6.20-6.21 se prezintă curbele de izoconcentrații obținute în cazul rulării programului pentru specia compuși organici volatili, COV.

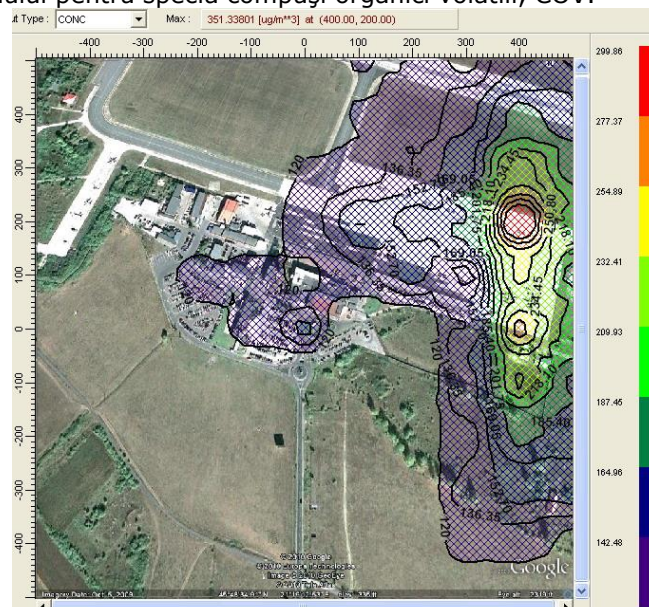


Figura 6.20. Dispersia compușilor organici volatili COV, valori medii orare



Figura 6.21. Dispersia compușilor organici volatili COV, valori medii zilnice

În cazul compușilor organici volatili, alții decât metanul, COV, valoarea maximă obținută pentru concentrația medie orară, adică $351.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($0.35 \text{ mg}/\text{m}^3$) este mult mai mică decât valorile maxime măsurate in-situ de $\sim 1.5 \text{ mg}/\text{m}^3$, chiar dacă locația în care s-au obținut valorile maxime simulate coincide cu locația laboratoarelor mobile. O primă explicație a acestei neconcordanțe poate fi dată de faptul că în datele de intrare în programul de simulare nu au fost incluși factori de emisie pentru emisiile fugitive de compuși organici volatili, emisii care apar cu siguranță la alimentarea cu carburant (kerosen) a aeronavelor la sol. Conform EMEP/Corinair în prezent se lucrează la calculul acestor factori de emisie însă încă nu sunt disponibili pentru tipurile de aeronave (mici) care operează pe Aeroportul Internațional Traian Vuia din Timișoara.

O altă explicație a neconcordanței poate fi dată de existența unei alte surse de poluare cu COV, apropiată aeroportului și care să contribuie la poluarea din zonă. Având însă în vedere faptul că, compușii organici volatili sunt foarte reactivi în atmosferă, transformându-se rapid în alți compuși și că în imediata vecinătate a aeroportului nu există unități industriale, prima explicație este mai plauzibilă.

În tabelul 6.5 se prezintă valorile maxime a concentrațiilor medii orare obținute în urma simulării numerice și a măsurătorilor in-situ.

Tabel 6.5. Valori maxime obținute în urma simulării și a măsurătorilor directe

Poluantul / U.M.	Valori maxime ale concentrației de poluant în atmosferă, medii orare	
	simulare	măsurători in-situ
CO [mg/m^3]	1.96	1.83
NOx [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	125.25	110.7
COV [mg/m^3]	0.351	1.5

În concluzie, simularea numerică poate fi o unealtă utilă și precisă de evaluarea a impactului activităților aeroportuare asupra calității aerului însă doar în cazul utilizării unor algoritmi de calcul verificați și acreditați la nivel mondial și doar cu folosirea unui registru de factori de emisie complet și în concordanță cu baza de date Corinair. Avantajul principal al utilizării programelor de dispersie este costul redus și obținerea de rezultate cu o incertitudine satisfăcătoare însă curbele de izoconcentrații ar trebui validate de măsurători directe periodice pentru asigurarea calității rezultatelor și pentru a evita eventualele erori ce ar putea să apară dacă se introduc factori de emisie eronați sau incompleți.

6.4. Concluzii ale măsurătorilor în cele două campanii

S-au analizat pe o perioadă de patru zile, în cadrul a două campanii, prin măsurători continue poluanții în luna iunie 2008 și noiembrie 2009. S-a ales perioada de vară, deoarece între mai și septembrie, traficul aerian este suplimentat cu curse tip charter (sezoniere) pentru destinații de vacanță de vară .

Valori mai mari s-au fost înregistrate mai ales atunci când avioanele sunt staționate pe platformă pentru: alimentare, îmbarcare/debarcare pasageri. Un subiect de îngrijorare este faptul că parcare avionului/zona de alimentare este aproape (~ 80 de metri) de facilitățile aeroportuare, și că, între "check-in" loc de plecare și mașinile speciale de pasageri, aceștia sunt expuși la concentrații ridicate de COV [84]. O soluție foarte simplă pentru acest risc potențial este de a muta zona de alimentare avioanele în partea opusă a aeroportului sau mai de departe ca în prezent. Această soluție este un avantaj în ceea ce privește, de asemenea, și expunerea la NO₂ și SO₂. Aeronavele ar trebui să fie staționate și revizuite pe cât posibil cât mai departe de platformele de pasageri iar acestea trebuie amplasate lângă zona de îmbarcare doar atunci când sunt pregătite de zbor. Perioada de măsurători efectuate este relevantă, dar, însă, insuficient de mare, iar pentru a fi considerate reprezentative pentru calitatea aerului din zona măsurătorile ar trebui să continue.

Elementul de noutate al cercetării realizate constă în faptul că se prezintă campania in-situ de măsurare într-un aeroport român [85]. Valorile înregistrate sunt un punct de plecare în evaluarea impactului traficului aerian asupra calității aerului din aeroport. Trebuie subliniat de asemenea, faptul că, principalii poluanți au fost măsurați în paralel de instrumente diferite, cu bună corelare.

În comparație cu valorile măsurate în 2009 pentru concentrația în emisie a CO din campania realizată în anul 2008, acestea sunt aproximativ identice.

În lipsa activității aeroportuare, valorile de SO₂ rezultate în 2009 s-au situat în jurul valorii de 5 μg/m³, cu două unități mai mică decât valoarea înregistrată în perioada măsurătorilor din anul 2008.

Față de episodul realizat în 2008 valorile emisiilor, din 2009, de NO este de 10 ori mai mică. Un motiv al scăderii valorile NO_x poate fi lipsa curselor charter, tipice pentru perioada concediilor de vară.

7. CONCLUZII GENERALE

Aviația contribuie în mod semnificativ la emisiile de gaze cu efect de seră. În prezent, emisiile generate de transportul aerian reprezintă aproximativ 3 % [60] din totalul emisiilor de gaze cu efect de seră din UE și au crescut cu 87 % din 1990. Creșterea rapidă a emisiilor generate de transportul aerian contrastează cu succesele obținute de multe alte sectoare ale economiei în materie de reducere a emisiilor. Dacă nu se adoptă măsuri, creșterea emisiilor generate de zborurile care au ca punct de plecare aeroporturile din UE va anula până în 2012 mai mult de un sfert din volumul de emisii de 8 % pe care UE-27 trebuie să îl reducă pentru a își îndeplini obiectivele stabilite în cadrul Protocolului de la Kyoto. Se prevede că, până în 2020, emisiile generate de transportul aerian vor depăși dublul nivelului actual.

Aviația stimulează economia, comerțul și turismul, generează noi posibilități de afaceri și sporește potențialul de îmbunătățire a calității vieții, atât în regiunile dezvoltate, cât și în cele aflate în curs de dezvoltare. Aviația transportă anual 2 miliarde de pasageri și 40 % din bunurile exportate între regiuni (ca valoare). 40 % dintre turiștii internaționali călătoresc pe calea aerului. Aviația generează 29 de milioane de locuri de muncă la nivel global.

Impactul economic global al acesteia este estimat la 2 960 miliarde USD, echivalentul a 8 % din PIB-ul mondial. Eficiența și utilizarea la maximum a infrastructurilor aeroportuare depind în mare măsură de gestionarea traficului aerian. Introducerea și axarea pe procedurile eficiente de gestionare a traficului aerian în cadrul și în vecinătatea aeroporturilor pot limita cantitatea de carburant consumat în timpul fazelor de decolare, de aterizare și de rulare. Prin utilizarea de aeronave de capacitate mai mare acolo unde este posibil, s-ar putea face uz în mod mai eficient de infrastructura aeroportuară și de instalațiile de la sol. Deși multe zboruri au un grad maxim de ocupare, numărul mediu de pasageri în fiecare aeronavă care utilizează mai multe aeroporturi, este de numai 68. Aeronavele sunt prea mici, iar companiile aeriene nu sunt motivate să introducă aeronave mai moderne și mai mari, fiindcă aeroporturile nu își pot adapta taxele aeroportuare astfel încât să încurajeze acest tip de eficiență. Se apreciază că impactul ecologic al transportului aerian reprezintă aproximativ 2 % din emisiile globale de gaze cu efect de seră și s-ar putea dubla până în 2050.

Industria aeronautică a depășit, de-a lungul anilor, majoritatea celorlalte sectoare industriale în ceea ce privește reducerea poluării sonore și a emisiilor pe unitate de producție. Eficiența combustibililor crește în prezent cu aproximativ 1-2 % pe an, iar emisiile reprezintă 2 % din volumul total. Industria aeronautică înregistrează o creștere de 5 % pe an, iar eficiența energetică realizează economii de până la 1,5 %. Cu toate acestea, se estimează că traficul aerian va crește mai rapid decât atât, deci îmbunătățirile tehnologice nu vor fi suficiente pentru a rezolva această problemă. Problema calității aerului la nivel local necesită acțiuni pe scară largă, care să vizeze toate sursele de emisii din aer și de la sol, inclusiv activitățile care nu derivă direct din transportul aerian, ci sunt rezultatul secundar al serviciilor oferite aeroportului, cum ar fi industria și traficul rutier. Ar trebui încurajată conectarea aeroporturilor la rețeaua feroviară, introducându-se astfel opțiuni de transport durabile din punct de vedere ecologic pentru a ajunge la aeroport; în acest

sens, un factor esențial îl reprezintă și extinderea rețelelor de transport cu autobuzul și trenul. Aeroporturile ar trebui să încurajeze folosirea de autoturisme ecologice, utilizând prețuri diferențiate pentru parcări și oferind locuri de parcare preferențiale pentru acestea. Vehiculele de deservire de pe aeroporturi ar trebui cel puțin să utilizeze surse de energie mai puțin poluante, precum gazul și electricitatea. În prezent, mai multe tipuri de vehicule funcționează pe baterii, mod de funcționare care ar trebui extins, în măsura posibilului și în funcție de cerințele de exploatare specifice. Transportul personalului către și de la aeroport poate genera un trafic rutier semnificativ; ar trebui încurajate opțiuni alternative, precum autobuzele pentru personal, utilizarea în comun a autoturismelor, programele de lucru cu ore de începere diferite, pentru a se evita orele de vârf, și, dacă este posibil, utilizarea bicicletelor de către personalul aeroporturilor.

Transportul aerian este răspunzător pentru aproximativ 2-4 % din emisiile europene de CO₂ din utilizarea combustibililor fosili. Această cifră ar putea ajunge la aproximativ 5 % sau chiar mai mult până în 2050, conform previziunilor Grupului Interguvernamental privind Schimbările Climatice (IPCC). Se remarcă, de asemenea, că, până în 2012, creșterea emisiilor generate de aviație ar putea să anuleze mai mult de un sfert din contribuția Uniunii Europene la protecția mediului, realizată în cadrul Protocolului de la Kyoto. În contextul în care ajungerea la un acord la nivel internațional se dovedește dificilă, directiva propusă urmărește să ofere un model de acțiune la nivel global și este singura inițiativă care oferă această posibilitate. Progresul tehnologic, îmbunătățirea infrastructurii și bunele practici în materie de exploatare pe aeroporturi sunt în prezent considerate a fi metodele cele mai eficiente și mai puțin costisitoare de a aborda problema schimbărilor climatice, în paralel cu măsuri adecvate bazate pe funcționarea pieței.

Proiectarea aeroporturilor ar putea juca un rol pozitiv în reducerea emisiilor, mai cu seamă dacă s-ar reprojeta căile de rulare și platformele de îmbarcare-debarcare pentru a reduce aglomerația pe aeroporturi. La proiectarea terminalelor, ar trebui să se reducă la minimum consumul de energie prin încălzire și aer condiționat și să se ia în considerare utilizarea de panouri solare acolo, unde este posibil (exploatându-se la maximum lumina naturală și efectele solare pozitive), utilizarea unităților de generare combinată de căldură și energie electrică și a schimbătoarelor de căldură, încorporarea colectării apei de ploaie în proiectul clădirii pentru ca aceasta să poată fi folosită în grupurile sanitare, la spălarea aeronavelor etc. Temperatura în terminale ar trebui controlată în mod eficient, pentru a reduce consumul inutil de energie prin supraîncălzirea sau răcirea exagerată a aerului.

Lucrarea prezintă două campanii de măsurători ai parametrilor de calitate ai aerului, reprezentative pentru Aeroportul Internațional "Traian Vuia" Timișoara. S-au monitorizat valorile următorilor poluanți:

- concentrația de CO în atmosferă s-a măsurat cu două instrumente APMA370 Horiba, având principiu de măsurare NDIR (non Dispersive infraroșu) cu metoda de referință EN 14626:2005. Incertitudinea de măsurare a valorilor înregistrate este U = 4% pentru valorile înregistrate;

- concentrația de SO₂ s-a măsurat cu două instrumente APSA370 Horiba, având principiul de măsurare fluorescență UV, metoda de referință fiind EN 14212:2005. Incertitudinea de măsurare a valorilor înregistrate este U = 1,76% pentru valorile înregistrate;

- concentrațiile de NO, NO₂ și NO_x au fost măsurate cu două instrumente APNA370 Horiba, principiu de măsurare fiind chemiluminiscenta, având metoda de referință: EN 14211:2005. Incertitudinea de măsurare a valorilor înregistrate este U = 2.06% pentru valorile înregistrate;

➤ concentrația de O_3 s-a măsurat cu două instrumente APOA370 Horiba având principiu de măsurare fotometrie UV, având metoda de referință: EN 14625:2005. Incertitudinea de măsurare a valorilor înregistrate este $U = 6.98\%$ pentru valorile înregistrate;

➤ concentrațiile de CH_4 , THC și NMHC s-au măsurat cu două instrumente APHA370 Horiba, cu principiu de măsurare FID (ionizare cu flacără de detectare), având metoda de referință EN 12619:2002. Incertitudinea de măsurare a valorilor înregistrate este $U = 0,9\%$ pentru valorile înregistrate;

➤ alte gaze au fost măsurate cu DOAS [55].

Pentru gestionarea prelucrarea și vizualizarea datelor înregistrate s-au folosit un bogat pachet de programe software astfel:

➤ pentru sistemele de achiziție de date s-au folosit LabView și aplicația UrmărireOnline,

➤ pentru prelucrarea datelor, analiza lor și prelucrare grafică s-a folosit Excel, Wrpolt,

Referitor la aspectele desprinse pe parcursul campaniilor din Aeroportul Internațional „Traian Vuia” Timișoara legate de calitatea aerului în ceea ce privește concentrația de CO se pot face precizări funcție de graficele prezentate în Figura 6.2 (pentru campania 2008) și Figura 6.11 (pentru campania 2009):

➤ În campania din anul 2008 s-a măsurat cu 3 instrumente diferite: două instrumente de măsurare de referință NDIR (apartinând unul S1, unul S2) și un instrument de DOAS-IR Siemens-Hawk (apartinând S1). O corelație foarte bună a valorilor măsurate, se poate observa, mai ales pentru instrumentele S1 (NDIR și DOAS). Metodele de măsurare diferite au dat același rezultat. Valorile măsurate de către instrumentul ce aparține S2, are același trend, dar cu $\sim 0.4 \text{ mg/m}^3$ mai mici decât celalalte instrumente. Acest lucru ar putea fi cauzat de o calibrare necorespunzătoare a aparatului. Valorile măsurate pentru monoxidul de carbon sunt mult mai mici decât valoarea limită de 10 mg/m^3 , reglementate de Directiva 2000/69/CE. Valorile măsurate au fost normale, deoarece locația aeroportului este departe de oraș sau de orice drum principal iar sursa de emisiei de CO este reprezentată de aeronave și vehiculele aeroportuare.

➤ În campania din 2009 evoluția speciei monoxidului de carbon detectată de cele două aparate (apartinând unul S1, unul S2) sunt în strânsă corelație, ceea ce ne conduce în a spune că rezultatele măsurătorilor sunt corecte și plauzibile. Valorile măsurate au indicat o medie de 0.55 mg/m^3 . Această valoare este mult sub limită, reglementată prin Directiva 2000/69/CE (10 mg/m^3). O explicație ar fi aceea că, locația aeroportului este în câmp deschis, singurele surse de poluare fiind utilajele aeroportuare prezente la momentul măsurătorilor. Valorile de maxim înregistrate de către aparate, se datorează intensificării traficului aerian. Aceasta implică alimentarea cu combustibil, îmbarcarea pasagerilor, pregătirea aeronavei pentru decolare și decolarea acesteia. În comparație cu valorile măsurate pentru concentrația în imisie a CO din campania realizată în anul 2008, acestea sunt aproximativ identice.

Referitor la aspectele desprinse pe parcursul campaniilor din Aeroportul Internațional „Traian Vuia” Timișoara legate de calitatea aerului în ceea ce privește concentrația de SO_2 se pot face precizări funcție de graficele prezentate în Figura 6.3 (pentru campania 2008) și Figura 6.12 (pentru campania 2009):

➤ În campania din 2008 specia de SO_2 a fost măsurată cu două instrumente APSA370 Horiba (apartinând unul S1, unul S2). Valorile înregistrate pentru SO_2 nu sunt mai ridicate decât valoarea limită de $350 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ reglementată prin Directiva 1999/30/CE, dar acestea sunt de aproximativ 10 ori mai mare, față de valorile

înregistrate în lipsa activităților aeroportuare ($7 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$). S-a ales valoarea medie de 3 minute pentru a se putea observa cu ușurință influența avioanelor în comparație cu concentrarea de poluanți, care reprezintă scopul principal al acestui studiu.

➤ În campania din 2009 specia de SO_2 a fost măsurată cu două instrumente APSA370 Horiba (apartinând unul S1, unul S2). În figura 6.12 sunt indicate valorile măsurate pentru concentrația de SO_2 în atmosferă, valorile fiind mediate orar. Din figură se observă că valorile înregistrate sunt aproximativ identice. Analizând graficul, se observă ca la anumite ore trendul se modifică, rezultând un vârf. Intensificarea imisiei de SO_2 coincide cu intensificarea traficului aeroportuar, deoarece în perioadele de vârf maxim, coincid cu planul de zbor aprobat de către conducerea aeroportului. Acest lucru este confirmat și de valorile obținute pentru CO în imisie. În medie s-a înregistrat o valoare de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valoare ce nu depășește limita maximă admisă, reglementată prin Directiva 1999/30/CE.

Referitor la aspectele desprinse pe parcursul campaniilor din Aeroportul Internațional „Traian Vuia” Timișoara legate de calitatea aerului în ceea ce privește concentrația de NO_2 și NO se pot face precizări funcție de graficele prezentate în Figura 6.4 (pentru campania 2008) și Figura 6.13 (pentru campania 2009):

➤ În campania din 2008 specia de NO_2 a fost măsurată cu două instrumente APNA370 Horiba (apartinând unul S1, unul S2). Corelație între instrumentele este bună, linii polinomiale de tendință au fost adăugate pentru a evidenția rezultatele, cu o rezoluție mai bună. Valorile înregistrate sunt similare pentru ambele instrumente, iar în unele cazuri depășesc $200 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valoarea limită reglementată de Directiva 1999/30/CE. Deoarece cele mai mari valori măsurate se suprapun traficului de avioane pe platformă, este clar că singura posibilitate de a reduce concentrația de NO_2 este de a gestiona mai eficient rularea avioanelor pe platformă.

➤ În campania din 2009 specia de NO a fost măsurată cu două instrumente APNA370 Horiba (apartinând unul UPT, unul INOE). Se observă că, cele două curbe, realizate în urma măsurătorilor nu coincid în totalitate. Diferențele dintre ele nu sunt însă foarte mari, factorul de corelare fiind de 0.911. Acest lucru se datorează calibrării aparatelor de măsură. Un alt aspect care se poate observa este acela că, alinura curbelor este aceeași, diferențele fiind doar de unități. În medie valorile obținute de cele două instrumente de măsurare sunt după cum urmează: aparatul de măsură al S1 a măsurat o valoare $22,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, iar aparatul ce aparține S2 a măsurat $28,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. În ambele cazuri nu se depășește valoarea reglementată prin Directiva 1999/30/CE de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Referitor la aspectele desprinse pe parcursul campaniilor din Aeroportul Internațional „Traian Vuia” Timișoara legate de calitatea aerului în ceea ce privește concentrațiile de CH_4 , THC și NMHC se pot face precizări funcție de graficele prezentate în Figura 6.5 (pentru campania 2008) și Figura 6.14 (pentru campania 2009):

➤ În campania din 2008 speciile de CH_4 , THC și NMHC au fost măsurate cu două instrumente APHA370 Horiba (apartinând unul S1, unul S2) cu principiu de măsurare FID (ionizare cu flacără de detectare). Valorile înregistrate pentru metan sunt mai mari ca și valorile înregistrate în medie la nivel mondial ($1,7 \text{ ppm}$), cu doar $0,4 \text{ [ppm]}$. Valorile înregistrate pentru compușii organici volatili sunt de până la $3 \text{ mg}/\text{m}^3\text{N}$ în perioadele cu trafic mare. Aceste valori reprezintă o preocupare serioasă pentru sănătatea pasagerilor, știind că unii din acești compuși volatili (ca și benzenul) sunt cauzatoare de cancer [8]. COV-urile includ o varietate de chimicale, dintre care unele pot avea pe termen scurt și lung, efecte adverse asupra sănătății. Ca și alți poluanți, natura efectului asupra sănătății va depinde de mulți

factori, inclusiv nivelul de expunere și durata de timp. Valorile măsurate pentru compușii organici volatili de 3 mg/m^3 ($3000 \text{ }\mu\text{g/m}^3$) apar nu numai în timpul aterizării/decolării avioanelor, mai ales atunci când avioanele staționează pe platformă și sunt alimentate.

➤ În campania din 2009 speciile de CH_4 , THC și NMHC au fost măsurate cu un instrument APHA370 Horiba (aparținând unul S1) cu principiu de măsurare FID (ionizare cu flacără de detectare) prezintă rezultatele măsurătorilor imisiei de metan în aer. Sunt reprezentate grafic doar valorile înregistrate de către dispozitivul S1, deoarece instrumentul ce aparține S2, pe o perioadă de 24 de ore nu a funcționat. În consecință comparația pentru această specie va fi realizată doar între cele două episoade. În medie s-a înregistrat o valoare a imisiei de CH_4 de $3.9 \mu\text{g/m}^3$, iar pentru episodul din 2008 s-a înregistrat o valoare de 3.3 mg/m^3 . Acestea sunt foarte apropiate, creșterea de $0.6 \mu\text{g/m}^3$ putând fi explicată prin creșterea emisiilor de metan, posibil datorată creșterii animalelor în satul limitrof aeroportului. Pentru concentrația de THC în aerul ambiant, s-a înregistrat o valoare de 4.4 mg/m^3 . Pentru episodul din 2008 s-a înregistrat o valoare de 4.3 mg/m^3 , comparativ acestea sunt aproape identice deoarece, deși concentrația de metan a fost mai mare în perioada de iarnă (2009) în compensație concentrațiile de COV (NMHC) au fost mai mici datorită scăderii traficului aerian. Astfel, pentru ansamblu concentrațiile totale de hidrocarburi (TOC) au fost egale.

Referitor la aspectele desprinse pe parcursul campaniei din anul 2008 (pe parcursul a două zile) din Aeroportul Internațional „Traian Vuia” Timișoara legate de calitatea aerului în ceea ce privește valorile măsurate cu aparatul DOAS pentru diferite gaze se pot face precizări funcție de graficele prezentate în Figurile 6.6–6.9:

➤ Valorile înregistrate cu instrumentul DOAS de la S2 sunt prezentate în figurile 6.6-6.9. S-au înregistrat valori mari pentru concentrațiile de acroleină și terț-butil. De asemenea, valori semnificative au fost înregistrate pentru benzen, toluen, benzaldehidă, O-crezol, O-xilen, (2, 5) - dimetil și de asemenea, pentru P-tolylaldehide.

➤ Este cunoscut faptul că acroleina poate fi eliberată în mediul ambiant în emisii și efluenți proveniți din procesul de fabricație, în emisiile din procesele de ardere (inclusiv fumatul și arderea combustibililor petrochimice), de la aplicarea directă a apei și a apelor reziduale ca o slimicideerbicide și acvatice, ca un produs al fotooxidării de hidrocarburi diferite găsite în aer (inclusiv propilenă și 1,3-butadienă) și de la eliminarea pe terenuri a unor materiale deșeu organice.

➤ Acroleină este un compus reactiv și instabil în mediu ambiant [57]. În aer, mecanismul primar de neutralizare pentru acroleină se anticipează a fi o reacție cu radicalii fotochimici, generatori de hidroxil. Produsele de această reacție includ monoxid de carbon, formaldehida și glycolaldehide. În prezența oxizilor de azot, se formează eroxinitrat și acid azotic. Cantități mici de acroleină pot fi, de asemenea, eliminate din atmosfera în precipitații. Sunt disponibile date insuficiente pentru a prezice soarta acroleină în aerul de interior [58]. Dar datele experimentale indică faptul că reacția acroleină cu ozon, în condiții specifice ($k = 2.8 \times 10^{-19} \text{ cm}^3/\text{molecules}\cdot\text{sec}$ la 25° C ; timp de înjumătățire, 59 de zile) sau radicali de nitrați ($k = 5.9 \pm 2,8 \times 10^{-16} \text{ cm}^3/\text{molecules}\cdot\text{sec}$ la 25° C ; timp de înjumătățire, 16 zile) în troposfera ar fi prea lent pentru a fi semnificative pentru mediu [55], [59].

S-a analizat pe o perioadă de patru zile prin măsurători continue poluanții în luna iunie 2008. S-a ales perioada de vară pentru măsurători, deoarece între mai și septembrie, traficul aerian este suplimentat cu curse tip charter (sezoniere) pentru destinații de vacanță de vară. Valori mari au fost înregistrate mai ales atunci când avioanele sunt alimentate. Un subiect de îngrijorare este faptul că parcare

avionului/zona de alimentare este aproape (~ 80 de metri) de facilitățile aeroportuare, și că, între "check-in" loc de plecare și mașinile speciale de pasageri, aceștia sunt expuși la concentrații ridicate de COV. O soluție foarte simplă pentru acest risc potențial este de a muta zona de alimentare avioanele în partea opusă a aeroportului sau mai de departe ca în prezent. Această soluție este un avantaj în ceea ce privește, de asemenea, și expunerea NO_2 , SO_2 . Aeronavele ar trebui să fie staționate și revizuite pe cât posibil cât mai departe de platformele de pasageri iar acestea trebuie amplasate lângă zona de îmbarcare doar atunci când sunt pregătite de zbor. Perioada de măsurători efectuate este relevantă, dar, însă, insuficient de mare, iar pentru a fi considerate reprezentative pentru calitatea aerului din zona măsurătorile ar trebui să continue [85].

Pentru anul 2009 măsurătorile s-au realizat continuu pe durata a patru zile în luna noiembrie. Rezultatele fiind mediate orar, pentru o vizualizare a evoluției concentrațiilor de poluanți cât mai corectă. Pentru concentrația de THC în aerul ambiant, s-a înregistrat o valoare de 4.4 mg/m^3 . Pentru episodul din 2008 s-a înregistrat o valoare de 4.3 mg/m^3 , comparativ acestea sunt aproape identice deoarece, deși concentrația de metan a fost mai mare în perioada de iarnă (2009) în compensație concentrațiile de COV (NMHC) au fost mai mici datorită scăderii traficului aerian. Astfel, pentru ansamblu concentrațiile totale de hidrocarburi (TOC) au fost egale [88]

Elementul de noutate al cercetării realizate constă în faptul că se prezintă campania in-situ de măsurare într-un aeroport român. Valorile înregistrate sunt un punct de plecare în evaluarea impactului traficului aerian asupra calității aerului din aeroport. Trebuie subliniat de asemenea, faptul că, principalii poluanți au fost măsurați în paralel de instrumente diferite, cu bună corelare.

Concluziile care s-au desprins din studierea comportării instrumentului optic sunt:

➤ Metodele optice fac parte din clasa metodelor fizice de determinare a concentrațiilor compușilor atmosferici sunt metode foarte *exacte, valide și* la nivele mici de poluare și în același timp *specifice*, permițând identificarea precisă a poluantului în funcție de filtrul optic folosit.

➤ Se evidențiază că metodele optice se pot aplica cu succes și în condițiile unor factori meteo perturbatori importanți. Umiditate excesivă, temperatură, presiunea atmosferică, turbulența aerului și prezența unor alți poluanți nu perturbă semnificativ procesul de măsurare.

Principalele avantaje oferite de tehnicile optice în domeniul monitorizării poluării aerului sunt următoarele:

- pot efectua măsurători de la distanță față de sursa de poluare;
- nu necesită gaze etalon;
- permit monitorizare continuă și cu răspuns în timp real;
- permit transmisia datelor la distanță deoarece sunt interfațate cu calculatorul;
- au sensibilitate mare de măsură;
- pot investiga o zonă întinsă;
- permit sondarea atmosferei pe verticală;
- se pretează integrării într-o rețea informațională.

Măsură pentru protejerea factorului de mediu „aer”

Poluanții atmosferici rezultați ca urmare a monitorizării calității aerului sunt cei din surse staționare de ardere (centrala termică), precum și din surse mobile (trafic vehicule și aerian).

Pentru limitarea emisiilor de poluanți în aerul atmosferic se vor lua următoarele măsuri:

- realizarea lucrărilor de dezvoltare aeroportuară se va face cu respectarea măsurilor specifice de diminuare a impactului asupra factorului de mediu "aer";
- achiziționarea de aeronave moderne, cu emisii scăzute de poluanți;
- reducerea ciclului de viață al vehiculelor ce deservesc aeronavele;
- se vor respecta condițiile de calitate ale aerului în zonele aeroportuare;
- eventualele obiective cu funcțiuni ce pot determina o poluare semnificativă prin emisii tehnologice vor fi proiectate cu instalații de evacuare, reținere și neutralizare a poluanților.

Măsuri pentru protejarea factorului de mediu „apă”

Asigurarea alimentării cu apă potabilă se va face din rețeaua proprie de alimentare cu apă potabilă din subteran prin executarea a noi foraje de alimentare cu apă;

- realizarea rețelelor de canalizare pentru colectarea apele uzate menajere și cele rezultate din activitatea aeroportuară;
- instalații de colectare și epurare a apelor rezultate de la activitatea de handling a aeronavelor;
- asigurarea colectării și epurării apelor pluviale;

Măsuri pentru protejarea factorului de mediu „sol, subsol, ape subterane”

Orice activitate se va desfășura astfel încât să se evite impactul asupra solului și a apelor subterane:

- proiectarea unor zone de degivrare a aeronavelor cu instalații de colectare și epurare ale lichidului de degivrare realizate în zonele dedicate degivrării;
- minimizarea cantității de deșeuri prin colectarea lor selectivă, recuperarea și reciclarea tuturor celor re folosibile;

Măsuri pentru protejarea factorului de mediu „vegetație și așezări umane”

- se vor lua toate măsurile tehnic posibile pentru reducerea poluării aerului, zgomotului și vibrațiilor;
- protejarea și îmbunătățirea condițiilor și funcțiilor ecosistemelor terestre, diversității naturale a faunei și florei aferente aeroportului împotriva degradării antropogene, coliziunii aeronavelor cu păsările și a fragmentării habitatelor;
- realizarea lucrărilor de construcție cu asigurarea tuturor măsurilor specifice de diminuare a impactului asupra factorilor de mediu, așa cum sunt prezentate în cadrul obiectivelor programului pentru protecția mediului și sănătății populației;
- utilizarea unor aeronave moderne și silențioase care să opereze;
- sprijinirea intermodalității (drum, avion și de transport feroviar) prin investiții majore și programe strategice;
- rute de decolare și aterizare în vederea reducerii nivelului de zgomot și vibrații;
- nealocarea de sloturi aeronavelor zgomotoase pe timp de noapte;
- se vor lua măsuri privind diminuarea la receptor a nivelului de zgomot.

7.1. Concluzii și recomandări

În urma studiului realizat se pot deduce următoarele recomandări:

- Încurajarea administrației Aeroportului Internațional „Traian Vuia” Timișoara să adopte strategii de administrare pentru reducerea emisiilor de dioxid de carbon din aeroport prin introducerea unui model de calitate a aerului, prin care se identifică toate sursele de oxid de azot și se stabilesc obiective pentru reducerea emisiilor de CO₂. Acest model ar trebui să fie calibrat pe baza unor puncte de control al calității aerului, amenajate în aeroport. Zonele principale care ar trebui incluse în model sunt: pista și zona de parking aeronave, clădirile (terminalele și infrastructura serviciilor conexe), parcurile auto și accesul la infrastructură.

- Încurajarea adoptării de standarde de construcție recunoscute și de bune practici internaționale în ceea ce privește construirea și dezvoltarea infrastructurii aeroportuare, pentru a reduce la minim amprenta de carbon asociată acestora. Printre exemplele principale se numără izolarea clădirilor, utilizarea la maximum a luminii naturale și a efectelor solare pozitive, colectarea apei de ploaie, energia solară, unitățile de generare combinată de căldură și energie electrică (cogenerarea), sistemele inteligente de management al clădirilor și schimbătoarele de căldură.

- Încurajarea administrației Aeroportului Internațional „Traian Vuia” Timișoara să utilizeze surse de energie provenite din resurse regenerabile.

- Încurajarea utilizării de vehicule ecologice de deservire pe aeroport. Aeroportul ar putea încuraja și utilizarea de vehicule ecologice de către pasageri, prin taxe de parcare diferențiate și locuri de parcare preferențiale. Această opțiune s-ar putea aplica cu ușurința companiilor de taxi care deservește aeroportul.

- Minimizarea impactului transportului către aeroport cu autoturismul prin asigurarea de alternative de transport durabil pentru pasageri și personal, ca de exemplu legături feroviare, linii de autobuz, inițiative de utilizare în comun a autoturismelor sau de facilitare a ciclismului.

- În limita posibilităților, motoarele auxiliare nu ar trebui lăsate să funcționeze la sol. Terminalele ar trebui să pună la dispoziția aeronavelor grupuri electrogene și aer pre-condiționat.

- Descurajarea sau interzicerea utilizării aeronavelor cu motoare vechi, care utilizează combustibil în mod ineficient, prin majorarea taxelor de aterizare și decolare pentru aceste tipuri de aeronave, aplicându-se tarife diferențiate.

- Reducerea emisiilor printr-o abordare sistemică: păstrând siguranța zborurilor ca prioritate principală, trebuie luați în considerare toți factorii, inclusiv proiectarea și operarea celulelor și motoarelor, soluțiile de compromis, carburanții alternativi, serviciile la sol, capacitatea aeroportuară și gestionarea traficului aerian.

7.2. Contribuții personale

Tematica tezei acoperă o breșă existentă în domeniul științelor ingineresti de cercetare aplicativă asupra calității aerului în domeniul aeroportuar. Experimentările dar și aplicațiile de simulare numerică sunt încă la început de drum, deși legislativ, în România ar trebui ca astfel de cercetări complexe să fie mult mai avansate și cu aplicații numeroase.

Lucrarea, fiind un model efectiv de cum se poate întreprinde o analiză completă, grefată pe o metodologie legislativ conturată în domeniul protecției și calității aerului, este necesară nu numai grupului țintă de specialiști în domeniu, dar poate furniza tuturor celor interesați concluzii interesante.

Lucrarea prezintă un studiu original privind detectarea și monitorizarea emisiilor din mediu cu aplicație directă pentru Aeroportul Internațional "Traian Vuia" Timișoara. În general se dezbate ideea legată de monitorizarea calității aerului, dar analiza predominantă se referă la calitatea aerului în zona aeroportului. Valabilitatea principiilor și a rezultatelor se poate generaliza, cu mici modificări, și pentru alte tipuri de zone de interes.

Originalitatea este conturată prin metodele experimentale complexe folosite, prin analizele prin simulare numerică a situațiilor, prin studiul corelativ al rezultatelor comparative și prin exemplificarea cu date și reprezentări grafice, dar mai ales prin monitorizarea principalilor poluanți gazoși în aer, in-situ, pentru prima oară în România.

Valoarea autentică a lucrării este legată de dezvoltarea unei metodologii de monitorizare a calității aerului în zona Aeroportului Internațional "Traian Vuia" Timișoara, fără a avea în spate un model clar de urmat în afară de indicațiile legislative și documentarea din literatura de specialitate internațională.

Cercetarea se evidențiază prin volumul mare de date și abordarea interdisciplinară pentru rezolvarea problemelor.

Noutatea izvorăște în primul rând din necesitatea cercetărilor naționale în acest domeniu deficitar. Nevoia socială de informație, impunerea respectării legislației românești și europene, satisfacerea dreptului la un mediu curat sunt tot atâtea argumente care scot în evidență necesitatea dezvoltării pe tematica protecției mediului, implicat a calității aerului.

În tematica studiată se subliniază următoarele **contribuții** ale autorului:

- ❖ concepția și punerea în practică a unui plan de monitorizare a calității aerului pe perioade de vară și iarnă, pe aeroportul Internațional Traian Vuia din Timișoara;

- ❖ evidențierea prin determinări experimentale a influenței traficului de avioane la sol și a autovehiculelor ce deservește zona de taxiing în aeroporturi zonale;

- ❖ elaborarea unei baze de date cu privire la calitatea aerului pe aeroportul Traian Vuia din Timișoara, speciile COV, CH₄, TOC, O₃, NO_x, SO₂, CO și particule materiale, fracțiunea PM10

- ❖ un plan concret de măsuri ce ar trebui implementate pentru a reduce la minim impactul activității aeroportului Traian Vuia din Timișoara asupra mediului înconjurător, cu referire la calitatea aerului.

Necesitatea tezei este legată și de conturarea unei strategii demonstrative de cum trebuie organizată o campanie, care să corespundă cerințelor legislative și care să ofere rezultate de calitate. În acest sens, s-a urmărit punctual:

- valorificarea cunoștințelor și dotării cu instrumentele specifice de detectare a principalelor noxe specifice zonei aeroportuare, conform legislației române și europene;

- identificarea și realizarea unor modalități practice de gestionare a parametrilor specifici meteorologici, absolut necesari interpretării rezultatelor legate de concentrațiile de poluanți măsurate,

- utilizarea de programe pentru achiziția de date, memorarea lor, prelucrarea statistică și grafică,

- identificarea unor softuri specializate privind prelucrarea datelor,

- conturarea unor concluzii critice și favorabile și a unor sugestii privind aplicabilitatea metodei, în baza unei analize corelative profesionale,

- ancorarea cercetărilor la stadiul actual al cunoașterii, prin colaborări internaționale și publicarea rezultatelor. Acestea au urmărit nu numai formarea unei

experiențe naționale, dar și demonstrarea grijii față de calitatea aerului, prin acțiuni concrete.

➤ dezvoltarea de know-how și cooptarea prin diseminare a unor rezultate și experiențe internaționale.

Tot ca noutate pentru aeroporturile din România, se consideră utilizarea unui principiu de măsură, de mare acuratețe reprezentat de generația instrumentelor optice. Un instrument din această gamă a fost folosit pe parcursul cercetării pentru a se afla dacă poate fi o alternativă la metoda spectrometrică nedispersivă în infraroșu (NDIR) clasică, dar cu un drum optic mare, de până la 500 metri liniari, de tip DOAS (Dual Optical Absorbtion Spectrometry). Scopul studiului a plecat de la paragraful din legislația de mediu care precizează că dacă prin demonstrare tehnicile aplicate dau rezultate echivalente instrumentelor standardizate ele pot fi folosite în procesul de monitorizare a calității aerului.

Ținând cont de cele scrise mai sus se observă că tema abordată de prezenta lucrare și anume: "Studiu teoretic și experimental privind calitatea aerului în zone aeroportuare", este de real interes. Această lucrare poate sta la baza inițierii unui complex de activități și acțiuni bine corelate și coordonate ale administrațiilor aeroportuare pentru îmbunătățirea propriilor condiții de mediu, de sănătate și de viață și să impună ca și necesare:

- dezvoltarea unei viziuni corecte a comunității
- evaluarea problemelor de mediu
- stabilirea priorităților
- identificarea celor mai adecvate strategii de rezolvare a celor mai acute probleme.

7.3. Perspective

Utilizarea rezultatelor obținute într-o etapă superioară prin realizarea unui model de măsurare a calității aerului în zonele aeroporturilor din România.

Permanentizarea monitorizării calității aerului în Aeroportul Internațional „Traian Vuia” Timișoara și extinderea cercetărilor experimentale și în zone învecinate aeroportului.

Printre măsurile care pot fi luate pentru reducerea emisiilor de poluanți pot fi enumerate următoarele:

- limitarea altitudinii de zbor în scopul limitării efectelor nocive ale emisiilor;
- actualizarea normelor în materie de emisii, impuse grupurilor motopropulsoare ale avioanelor;
- ameliorarea compatibilității carburanților de aviație cu mediul;
- obligativitatea aeroporturilor de a obține și de a publica unele date de bază minime pentru a permite un audit de mediu fiabil în ceea ce privește valorile pentru NOx, CO, HC și benzen ca și stabilirea unui bilanț pentru CO₂;
- se vor crea spații verzi, plantate în conformitate cu prevederile legislației în vigoare;
- taxe de aterizare legate de poluanți.
- se vor lua măsuri de reducere a nivelului de praf pe durata construcțiilor;
- materialele de construcții pulverulente nu vor fi depozitate, temporar sau definitiv, pe platforme neacoperite, iar recipientii utilizați pentru aceste materiale vor fi acoperiți corespunzător, în scopul evitării sau minimizării emisiilor;

- se vor respecta standardele de calitate a aerului ambiental.

Există numeroase acte legislative specifice, care urmăresc să gestioneze și să reducă emisiile de poluanți atmosferici la sursă. De exemplu, activitățile care sunt producătoare importante de poluanți atmosferici (cum ar fi industria și transporturile) sunt reglementate în mod special pentru a reduce contribuția lor la poluarea aerului.

Emisiile de la aeronave sunt reglementate în România de către Agenția Națională pentru Protecția Mediului și autoritatea aeronautică. În plus, Organizația Aviației Civile Internaționale (OACI) a publicat o serie de standarde convenite la nivel internațional și practicile recomandate privind emisiile de motor de aeronavă. Activitățile de mediu OACI sunt în mare parte realizate prin intermediul Comitetului pentru Protecția Mediului a Aviației (CAEP).

Introducerea, pe unele aeroporturi, a unei taxe de emisii (de exemplu pentru NO_x) de aeronavă care aterizează a stimulat companiile aeriene să utilizeze aeronavele care au emisii mai mici. Procent din aceste aeronave mai curate cuprinde unul dintre indicatorii cheie de performanță pentru managementul calității aerului.

La elaborarea unui plan de acțiune, pentru a cuantifica beneficiile potențiale emisiilor, trebuie să ne asigurăm că ne concentrăm eforturile pe acele domenii care vor avea beneficii maxime pentru calitatea aerului. Exercițiul de cuantificare se poate realiza în trei părți:

- în primul rând, identificăm estimări indicative, calitative a eficacității emisiilor pentru fiecare măsură din planul de acțiune.

- în al doilea rând, comandăm o evaluare de screening pentru a determina efectul potențial asupra concentrațiilor de poluare a reducerilor de emisii specifice. Acest exercițiu ajută gestionarea a efortului se concentreze pe surse care pot influența cel mai bine o reducere a nivelului de poluare.

- în al treilea rând, trebuie comandat o cuantificare detaliată a emisiilor de beneficii care pot să apară ca urmare a șase proiecte-cheie:

- ❖ modificarea procedurilor operaționale ale aeronavelor la aeroport
- ❖ îmbunătățirea procedurilor de rulare pe pistă
- ❖ restricții APU
- ❖ eliminarea sau reducerea aeronavelor cu emisii mari de NO_x și CO₂
- ❖ reducerea emisiilor vehiculelor din zona de operațiuni aeriene
- ❖ reducerea emisiilor vehiculelor landside

Repere ale unui plan de acțiune pentru reducerea emisiilor pe Aeroportul Internațional "Traian Vuia" Timișoara:

- introducerea unui element de taxare pe baza emisiilor la aterizare a aeronavelor. Sistemul trimite un mesaj: "poluatorul plătește" important pentru companiile aeriene care vor începe controale mai stricte privind emisiile de aeronave de la Aeroportul Internațional "Traian Vuia" Timișoara.

- folosirea unor instalații de aer condiționat. Unitățile vor contribui la reducerea în mod semnificativ emisiile provenite de la unitățile de putere auxiliare ale aeronavelor care cuprinde aproape 20% din totalul la nivel de aeronave la sol.

- dezvoltarea unui program pentru folosirea vehiculelor "verzi". Programul ar putea duce la crearea unor proiecte de succes, inclusiv înlocuirea flotei de vehicule cu vehicule cu emisii reduse, de reducere a călătoriei, de întreținere și îmbunătățire de emisii bazate pe formarea conducătorilor auto.

- realizarea unor studii în cazul folosirii de vehicule cu emisii reduse, inclusiv mașini electrice și hibride și autobuze. Analizarea posibilității folosirii vehiculelor pe GPL și a vehiculelor electrice în propriul parc.

➤ folosirea combustibililor cu conținut scăzut de sulf este acum obligatorie, iar administrația aeroportuară ar trebui să se asigure de respectarea acestui fapt de către toți partenerii de afaceri.

➤ evaluarea cu exactitate a impactului folosirii unor vehicule cu emisii reduse, inclusiv mașini electrice și hibride.

➤ îmbunătățirea metodologiei utilizate să elaboreze inventare de emisii disponibile. Realizarea mai multor proiecte de cercetare pentru a înțelege mai bine natura și comportamentul de emisii de la aeronave, care vor îmbunătăți în continuare inventarele de emisii în viitor.

➤ instalarea unor instalații de alimentare cu GPL, atât landside cât și aeroportuar și asigurarea unei capacități crescute de a asigura o aprovizionare suficientă.

➤ realizarea unui studiu detaliat a parcului auto a Aeroportului Internațional "Traian Vuia" Timișoara și identificarea celor mai bune oportunități pentru a realiza o reducere a emisiilor de NO și CO₂.

➤ înființarea unui site de afișare a rezultatelor obținute la monitorizarea calității aerului în Aeroportul Internațional "Traian Vuia" Timișoara, iar în viitor realizarea unor site-uri de monitorizare continuă a calității aerului la nivel local.

➤ dezvoltarea unui instrument de modelare in-house, care poate oferi instantaneu date de evaluare a calității aerului.

➤ înlocuirea terminalelor ineficiente, cu clădiri moderne.

➤ optimizarea de performanță a clădirilor și a proceselor existente.

➤ instalarea de sisteme inteligente de management de construcții.

➤ investiția în energii regenerabile.

➤ reducerea consumului de apă.

➤ reciclarea deșeurilor și transformarea acestora în energie.

Deși aviația contribuie cu mai puțin de 2% din emisiile globale de gaze cu efect de seră un ar trebui să se bucure nici un tratament special și trebuie să abordeze impactul de schimbări climatice cu multă seriozitate

Strategia de gestionare a impactului asupra climei a aeroporturilor ar trebui să aibă următoarele componente:

➤ Aviației în aer:

❖ să facă lobby pentru aviație să fie incluse în Sistemul de comercializare a emisiilor din UE, cât mai curând posibil. Sistemul actual propus de UE ar putea duce la o reducere de 45% a emisiilor până în 2020 în comparație cu "business as usual".

❖ de a lucra cu industria pentru a sprijini dezvoltarea tehnologică și să îmbunătățească gestionarea spațiului aerian, astfel ca avioanele să zboare mai multe rute directe.

➤ Aviației pe teren :

❖ să reducă emisiile existente, în special din consumul de energie în terminale. Aceasta va include investiții majore în tehnologia de eficiență energetică și schimbările de comportament pentru a obține o utilizare mai eficientă a operațiunilor aeroportuare; utilizarea, de asemenea, energiei regenerabile.

❖ să crească proporția personalului și a pasagerilor care utilizează transportul public de acces la aeroport, prin sprijinirea unor astfel de sisteme de transport inteligente.

❖ să ajute companiile aeriene și alte companii din aeroport pentru să reducă numărul aeronavelor și emisiile vehiculelor pe aeroport. Aceasta va include furnizarea de aer condiționat de la terminale, astfel încât aeronava poate opri motoarele lor și reproiectarea rulării, astfel încât aeronavele pot să se deplaseze mai direct spre zona de staționare.

BIBLIOGRAFIE

- [1] *** http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/ro/com/2007/com2007_0354ro01.doc
- [2] *** <http://prudence.dmi.dk>
- [3] *** <http://peseta.jrc.es>
- [4] *** http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm
- [5] *** http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docoffic/official/reports/cohesion4/index_en.htm
- [6] *** <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0819:FIN:RO:DOC>
- [7] *** http://ec.europa.eu/prelex/detail_dossier_real.cfm?CL=en&DosId=194378
- [8] *** <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0819:FIN:RO:DOC>
- [9] *** http://www.eurocontrol.int/eatm/gallery/content/public/library/CTG04_report.pdf
- [10] *** http://europa.eu.int/comm/transport/air/consultation/2005_11_30_en.htm
- [11] *** <http://www.optagconsortium.com/presentation1.htm>
- [12] *** www.rfidconsultation.eu
- [13] *** <http://www.eea.europa.eu/ro/>
- [14] *** www.anpm.ro-mediul_urban
- [15] *** http://www.inginerie-electrica.ro/acqu/pdf/2008_21.pdf
- [16] *** <http://www.cph.dk/CPH/UK/MAIN/>
- [17] *** http://www.cph.dk/NR/rdonlyres/3987379C-E337-41C6-BFA5-75134C2A5972/0/CPH_envUK_net2007.pdf
- [18] *** <http://www.melbourneairport.com.au/>
- [19] *** <http://www.melbourneairport.com.au/downloads/pdfs/MMA-Environment-Strategy-2008.pdf>
- [20] *** <http://www.aia.gr/>
- [21] *** http://ebook.aia.gr/files/ebooks/PBM/Care_for_the_Environment_2009.pdf
- [22] *** http://ec.europa.eu/environment/climat/aviation/index_en.htm
- [23] *** http://ec.europa.eu/environment/climat/aviation_en.htm
- [24] *** http://www.eurocontrol.int/environment/public/standard_page/air_quality.html
- [25] Roedel W. Physik unserer Umwelt. Die Atmosphäre, Springer Verlag, Berlin, 1992
- [26] Stern A.C Air pollution, Academic press, New York, 1976
- [27] Schuchardt, U., Sercheli, Bras. Quimica, 1998
- [28] Parmentier M. Fractionation of fats - a dossier, Eur. J. Lipid Sci. Technol., 2000

- [29] Ionel I., Ungureanu C., Popescu F., Bisorca D., Aspecte privind incinerarea deșeurilor lemnoase, a XII-a conferința națională de termotehnică cu participare internațională, Constanța, 14-16 noiembrie 2002
- [30] Bunget, I., Compendiu de fizică, Ed. Științifică și Enciclopedică, București, 1988
- [31] Baumbach, G., Luftreihaltung, 2 Auflage, Springer Verlag, Berlin, 1992
- [32] *** - resurse WEB
- [33] Ionel I., Ungureanu C., Termoenergetica și mediul, Ed. Tehnică, București, 1996
- [34] Ionel I., Ungureanu C., Maxim D., Popescu F., Performanțe ecologice și energetice ale cazanelor mici de apă caldă, Cercetarea multidisciplinară regională, al IV-lea Simpozion internațional, 16-17 noiembrie, 2000, Timișoara ISSN 1453-7394, Tom II, Anul VII, 2000.
- [35] Ionel I., Ungureanu C., Bisorca D., Popescu F., Poluarea aerului prin funcționarea cuptoarelor de tratament termic, Buletinul Tehnic al Univ. Oradea, Fascicula de Energetică, nr. 9/2003, ISSN 1224-1261
- [36] *** - LSV3 – Manual de întreținere, Monitor Labs
- [37] Apostolescu N., Aramă C., Grunwald B., Onuțu I., ș.a. Poluarea aerului de către motarele cu ardere internă, Ed. Tehnică, București, 1975
- [38] Onuțu I., ș.a. Asigurarea specificațiilor de calitate și ecologice prin reformularea combustibililor de tip motorină diesel auto
- [39] Moțoiu, C. Centrale termice și hidroelectrice, EDP București, 1974
- [40] *** <http://www.directindustry.com/prod/wartsila/combined-heat-and-power-chp-plant-22655-52198.html>.
- [41] Lăzăroiu Gh., Protecția atmosferei împotriva poluării, ed. Printech, București, 1998
- [42] Ionel I., Ungureanu C., Bisorca D., Popescu F., Protecția mediului, obiect de cercetare și dezvoltare al laboratorului de analize de combustibili și investigații ecologice, Buletinul AGIR – Protecția Mediului – anul VII, nr. 1, ianuarie-martie 2002, pp. 35 – 42, ISSN 1224-7928
- [43] *** <http://www.mangus.ro/pdf/Biodiesel%20introduction%20to%20omania%20-%20public>
- [44] Ionel I., Ungureanu C., Popescu F., Cercetări privind funcționarea ecologică a cazanului de apă fierbinte GIAF 3 DLM funcționând pe deșeuri lemnoase, Analele Univ. din Oradea, Fasc de Energetica Vol II, 2001, ISSN 1224-1261, pp300-307
- [45] *** Horiba APSA 370 user manual
- [46] *** Horiba APNA 350E user manual
- [47] *** Horiba APMA 370 user manual
- [48] *** Horiba APOA 370 user manual
- [49] *** Horiba APHA 370 user manual
- [50] *** <http://www.mediu.ro/>
- [51] *** <http://www.aerotim.ro/>

- [52] *** Programul Strategic de dezvoltare a infrastructurii aeroportuare la Societatea Națională „Aeroportul Internațional Timișoara – Traian Vuia” S.A., pentru perioada 2009-2015 (<http://www.aerotim.ro/>)
- [53] Ionel I., Ungureanu C., Bisoiarca D. Termoeenergetica și mediul, Ed. Politehnica, Timișoara, 2006
- [54] I. Ionel, S. Ionel, F. Popescu, s.a., Method for determination of an emission factor for a surface source, Optoelectronics and Advance Materials – Rapid Communication Journal, Vol 2 (12), 851 – 854, ISSN 1842-6573, 2008.
- [55] D. Nicolae, C.P. Cristescu, Laser remote sensing of tropospheric aerosol, Journ. Optoelectron. Adv. Mater., 8 (5), 1781-1795, ISSN 1454-4164, 2006.
- [56] F. Popescu, I. Ionel, C. Ungureanu Ambient air quality monitoring in Timisoara. Current situation and perspectives, Journal of Environmental Protection and Ecology, Vol 10 (1), 1 – 13, ISSN 1311-5065, 2009.
- [57] F. Popescu, Advantages in the use of Biodiesel in an urban fleet. Case study: major cross-roads in the Timisoara city, Journal of Environmental Protection and Ecology, Vol 10 (1), 182-191, ISSN 1311-5065, 2009.
- [58] D. Nicolae, C. Talianu, E. Carstea, C. Radu Using classification to derive aerosol number density from lidar measurements, Journ. Optoelectron. Adv. Mater. 9 (11), 3518-3521, ISSN 1454-4164, 2007.
- [59] YW Wang, J. Yang, WM Jiang Impact of large cities’ expansion on air pollution, International workshop on Geoscience and Remote Sensing, proceedings, Vol. 1, 393-396, ISBN 978-0-7695-3563-0, 2009.
- [60] *** Jurnalul oficial al Uniunii Europene, C 204/39, 2008
- [61] Popescu F., Ionel I. Managementul calității în protecția mediului, Ed. Politehnica, Timișoara, 2008
- [62] Popescu F., Ionel I.,s.a. Metodă și aparat pentru determinarea concentrațiilor dioxidului de sulf din aerul ambiental, Conf. națională de termotehnică cu participare internațională, Ed EVRIKA, ISBN973-8052-72-6, Galați, 17-19 mai 2001.
- [63] Popescu F., Ionel I.,s.a. Cercetări privind măsurarea concentrațiilor oxizilor de azot, Conf. națională de termotehnică, Ed EVRIKA, ISBN973-8052-72-6, Galați, 17-19 mai 2001
- [64] Ionel I., Popescu F, Bisoiarca D., ș.a Air quality inventory for the city of Timisoara, first steps and perspectives, Graz. International Symposium Transport and Air pollution, Volume II, ISBN 3-901351-59-0,
- [65] Negulescu N., ș.a. Protecția mediului înconjurător, Ed. Tehnică, București, 1995
- [66] Gronskei K. E, ș.a Evaluation of a model for hourly spatial concentration distribution – Atmospheric environment, vol 27B, 1993.

- [67] Elsom D.,ș.a Atmospheric pollution, Oxford, 1987.
Maxim D., Metodă de determinare a concentrației și mărimii
- [68] Ionel I., particulelor solide fine din gazele de ardere, Conf.
Ungureanu C, națională de termotehnică, Ed EVRIKA, ISBN973-8052-
Popescu F. 72-6, Galați, 17-19 mai 2001
- [69] Desaulty D., 10 milliards du francs pour la qualite de l'air, Pollution
Calatayud Ph., Atmospherique, avril-juin, Paris, 1997
- [70] Bolin B., The carbon cycle, Scope, New York, 1983
- [71] Henry J. G., Environmental science and engineering, Ed. Prentice-Hall,
Heinke W.G., New Jersey, 1989
- [72] Ursu P., ș.a., Protejarea aerului atmosferic, Ed. Tehnică, București,
1978
- [73] Ionel I., Dispersarea noxelor. Teorie și aplicații, Ed. Politehnica,
Timișoara, 2000
- [74] Ionel I., Protecția mediului, obiect de cercetare si dezvoltare al
Ungureanu C., laboratorului de analize de combustibili și investigații
Bisorca D., ecologice, Buletinul AGIR – Protecția Mediului – anul VII,
Popescu F. nr. 1, ianuarie-martie 2002,pp. 35 – 42, ISSN 1224-7928
- [75] Barbault R., Ecologie generale. Structure et fonctionnement de la
biosphere, Masson, Paris, 1992
- [76] Altshuller A.P., The production of carbon monoxid by the homogeneous
NOx-induced photooxidation of volatile organic
compounds in the troposphere, J. Atmos. Chem.,
Ecologie aplicată, Ed. Matrix, București, 2001
- [77] Popescu M,
Popescu M,
- [78] Gicu-Gabriel Elemente de ecologie generală, Ed. Orizonturi
Arsene Universitare, Timișoara, 2001
- [79] Cogălniceanu Energie. Economie. Ecologie, Ed. Tehnică, Bucuresti,
Al.,Cogălnicea 1998
nu D,
- [80] L. Benoni Ecologie generală, Ed. Eurobit, Timișoara, 2003
- [81] Popescu, F., Măsurarea calității aerului și dispersarea noxelor, Teme
D. Bisorca, D. experimentale, 2004, ed. Politehnica Timisoara, ISBN
Oprisa, 973-625-187-X,
- [82] T. Apostol, Strategia și legislatia României de protectie a mediului,
România, Editura AGIR, 2000
- [83] G. Apostol, Teoretical approach on air quality monitoring in "Traian
Vuia" Timișoara International Airport, Buletinul Științific
al Universității „POLITEHNICA” Timișoara, Seria
Mecanică, ISSN 1224 – 6077, 2008
- [84] I. Ionel, F. Aspects concerning the best practice of remote optical
Popescu, G. measurement techniques, Culegerea de rezumate al
Apostol, C. Conferinței Naționale de Fizică – 2008, 10-13.09.2008,
Goleșteanu, INOE, Măgurele, București.
- [85] I. Ionel, G. Air quality monitoring in an international romanian
Apostol, F. airport, Conferința Internațională "Management and
Popescu, M. Sustainable Protection of Environment", UAB-BENA, 6 - 7
Apascaritei, mai 2009, Alba Iulia, România, ISBN 978-973-1890-30-3
- [86] Resiga, R., Mecanica fluidelor Numerică, Ed Orizonturi Universitare
Timișoara, 2003.

-
- [87] G. Apostol, I. Ionel, F. Popescu, Teoretical approach on air quality monitoring in "Traian Vuia" Timișoara International Airport, Buletinul Științific al Universității „POLITEHNICA” din București, august 2008, ISSN 1454-2358.
- [88] I. Ionel, D. Nicolae, F. Popescu, C. Talianu, L. Belegante, G. Apostol, Measuring air pollutants in an international romanian airport with point and open path instruments, 3rd Workshop on Optoelectronic Techniques For Environmental Monitoring, OTEM Bucharest, 30.09-02.10.2009, Published by INOE, Pp 72-76, ISSN 2066-851.
- [89] Ionel, I, Bisorca, D., Air dispersion modelling of the pollutant gas releases în a street canyon of the Timișoara city, Buletinul științific UPT, seria EE, pp 48-54.
- [90] *** European Environmental Agency, EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2009, Technical report no.9/2009, ISBN 978-92-9213-034-3, ISSN 1725-2237, DOI 10.2800/23924, © EEA, Copenhagen, 2009

ABSTRACT

**THEORETICAL
AND EXPERIMENTAL STUDY
ON AIR QUALITY IN THE
AIRPORT AREAS**

CONTENT

CONTENT.....	5
NOTATIONS.....	8
LIST OF FIGURES.....	9
LIST OF TABLES.....	11
INDEX.....	12
1. ADAPTATION AND MITIGATION - COMPLEMENTARY INTO ENVIRONMENTAL ISSUES IN GLOBAL CONTEXT.....	13
1.1. WORLDWIDE CONCERN.....	14
1.2 EFFECTS CLIMATE CHANGE IN EUROPE.....	14
1.3 EUROPE MUST ADAPT - CHALLENGES FOR EUROPEAN SOCIETY AND PUBLIC POLICY.....	19
1.4. FOCUSING EU ACTION - PRIORITY OPTIONS FOR A FLEXIBLE APPROACH BASED ON FOUR PILLARS	22
1.4.1. The first pillar: Early action at European level	22
1.4.2. The second pillar: Integrating adaptation into EU external actions.....	25
1.4.3. The third pillar: Reducing uncertainty by expanding the knowledge base through integrated climate research.....	26
1.4.4. The fourth pillar: Involving society, business and public sector to develop coordinated and comprehensive adaptation strategies.....	27
1.5. ACTION PLAN FOR CAPACITY EFFICACY AND SAFETY OF EUROPEAN AIRPORTS.....	28
1.5.1. "Airport capacity deficit".....	29
1.5.2. Strategic vision.....	29
1.6. USE EXISTING CAPACITY OF AIRPORTS.....	30
1.6.1. Airport slots and flight planning.....	31
1.6.2. Promoting co-modality of transport.....	31
1.6.3. Air-rail intermodality.....	32
1.7. NEW AIRPORT INFRASTRUCTURE.....	32
1.7.1. Improving the environment of airports (noise).....	32
1.7.2. Development and implementation of new technologies.....	34
1.8. CONTRIBUTION OF AIRPORT ACTIVITIES.....	35
1.9. DISPERSION PATTERNS.....	35
1.10 AIRPORT ENVIRONMENTAL LEGISLATION	36
2. CURRENT STATUS ON VARIOUS AIRPORTS.....	38
2.1. CURRENT STATUS FOR AIRPORT TIMISOARA.....	38
2.1.1. Timisoara Airport Noise.....	38
2.1.2. Ground noise.....	39
2.1.3. Strategic noise maps in the airport area.....	40
2.1.4. Reduction ground noise level on airpor.....	42
2.2. AIRPORT "KASTRUP" IN COPENHAGEN.....	43
2.2.1. Airport Copenhagen environmental impact.....	44
2.2.2. Noise from air traffic in the airport Copenhagen.....	46
2.2.3. Copenhagen Airport Air Quality.....	49
2.2.4. Impacts on climate in Copenhagen Airport.....	50

2.3.	AIRPORT IN MELBOURNE.....	52
2.3.1.	Melbourne airport management and environmental legislation.....	54
2.3.2.	Specific environmental policy in Melbourne Airport.....	54
2.3.3.	Air Quality Melbourne Airport.....	58
2.4.	AIRPORT "ELEFThERIOS VENIZELoS" IN ATHENS.....	60
2.4.1.	From air traffic noise from the airport in Athens.....	61
2.4.2.	Air quality in Athens Airport.....	63
2.4.3.	The environmental impact of airport.....	64
3.	MANAGEMENT OF THE INTERNATIONAL AIRPORT TRAIAN VUJIA TIMISOARA.....	67
3.1.	HISTORY OF TIMISOARA AIRPORT.....	67
3.2.	LEGAL FRAMEWORKS FOR THE AIRPORT IN TIMISOARA.....	68
3.3.	CURRENTLY TIMISOARA AIRPORT.....	69
3.4.	STRATEGIC PROGRAMME DEVELOPMENT "TIMISOARA INTERNATIONAL AIRPORT - TRAIAN VUJIA.....	75
3.4.1.	Structure of Development Plan.....	75
3.4.2.	Description of work expected to be completed.....	76
4.	ORIGIN OF SPECIFIC POLLUTANTS AIRPORTS AND THEIR ADVERSE EFFECTS ON MAN AND ENVIRONMENT.....	79
4.1.	EMISSIONS SPECIFIC TO THE AIRPORT.....	82
4.1.1.	Nitrogen oxides NO _x	84
4.1.1.1.	Reactions of nitrogen oxides in the atmosphere.....	85
4.1.1.2.	Harmful effects of nitrogen oxides.....	87
4.1.2.	Carbon monoxide.....	89
4.1.2.1.	Reactions of CO in the atmosphere.....	89
4.1.2.2.	Harmful effects of carbon oxides.....	90
4.1.3.	Sulfur compounds.....	91
4.1.3.1.	Reactions of SO _x in the atmosphere.....	92
4.1.3.2.	Harmful effects of sulfur oxides.....	92
4.1.4.	Hydrocarbons (HC).....	93
4.1.5.	Particles.....	94
4.2.	CLIMATE CHANGE. GREENHOUSE.....	95
5.	STANDARDIZED AND NON-STANDARD METHODS IN STUDY OF AIR QUALITY IN SPECIFIC POLLUTION ON THE AIRPORT AREAS.....	98
5.1.	TECHNIQUES AND EQUIPMENT USED.....	98
5.1.1.	Measuring the concentration of SO ₂ in ambient air.....	100
5.1.2.	Measurement of NO and NO ₂ in ambient air.....	102
5.1.3.	Measurement of CO in ambient air.....	104
5.1.4.	Measuring the concentration of PM ₁₀ in ambient air.....	107
5.1.5.	Measurement of O ₃ in ambient air.....	110
5.1.6.	Measuring the concentration of CH ₄ , VOCs and TOC in ambient.....	111
5.2.	UNCERTAINTY OF MEASUREMENT ESTIMATION.....	112
5.2.1.	Measurement uncertainty in measuring the concentration of NO/NO _x in the atmosphere.....	114
5.2.2.	Standard uncertainty of the average hourly.....	114
5.3.	CALCULATION MEASUREMENT UNCERTAINTY OF MEASURING PM _{2.5} AND PM ₁₀ CONCENTRATIONS IN ATMOSPHERE.....	118
5.3.1.	Measurement uncertainty in measuring the concentration of SO ₂ in the atmosphere.....	120
5.3.1.1.	Standard uncertainty of the average hourly.....	120
5.3.1.2.	Standard uncertainty of the average annual.....	124

5.3.2. Measurement uncertainty in measuring the concentration of atmospheric CO.....124

5.3.3. Measurement uncertainty in measuring the concentration of CH₄, VOC and TOC in the atmosphere.....129

5.3.4. Measurement uncertainty in measuring the concentration of O₃ in the atmosphere.....132

6. EXPERIMENTAL RESEARCH ON AIR QUALITY IN THE INTERNATIONAL AIRPORT TRAIAN VUIA TIMISOARA.....137

6.1. AIR QUALITY MONITORING IN THE INTERNATIONAL AIRPORT TRAIAN VUIA, 24-27.06.2008 CAMPAIGN.....137

6.2. MONITORING OF THE QUALITY AIR IN THE INTERNATIONAL AIRPORT TRAIAN VUIA, 24-27.11.2009 CAMPAIGN.....146

6.3. IMPACT ASSESSMENT OF AIR QUALITY AIRPORT ACTIVITY BY NUMERICAL SIMULATIONS.....150

6.4. CONCLUSION IN THE TWO CAMPAIGNS OF MEASUREMENTS.....157

7. GENERAL CONCLUSIONS.....158

7.1. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS.....164

7.2. PERSONAL CONTRIBUTIONS.....165

7.3. PROSPECTS.....167

REFERENCES.....170

ABSTRACT.....175

CONTENT.....176

INTRODUCTION.....179

CONTEXT OF THE RESEARCH.....179

SCOPE OF THE OBJECT.....180

EXPERIMENTAL.....182

RESULTS AND DISCUSSIONS FOR CAMPAIGN 2008.....188

RESULTS AND DISCUSSIONS FOR CAMPAIGN 2009.....195

NUMERIC SIMULATION AS EVALUATION TOOL FOR AIRPORT RELATED AIR QUALITY ISSUES.....199

CONCLUSIONS.....202

INTRODUCTION

Context of the research

Aviation infrastructure is an integral part of today's society; it plays an important role in the economy to assure freights and passengers transit. Aviation stimulates the economy, trade and tourism, generating new business opportunities and enhances the potential to improve quality of life, both in developed and ongoing development regions.

Generally, air pollution means any man made and artificial contamination of the atmosphere harming the environmental ecosystems. Environmental pollution means all the adverse changes in the natural qualities of the environment under the influence activities of human society. Air pollution is generated especially in the lower terrestrial troposphere, in the big cities, industrial areas and even in adjoining large areas.

A large number of research results, books and magazines, worldwide alerts the public every day and threats future life, as a result of the explosive growth of human population, and reduction of natural resource and degradation trough pollution of the environment.

Aviation is a growth sector worldwide. The growth of air traffic operations in the EC has resulted in a traffic increase in major airports, accompanied by a corresponding increase in emissions. Increased air travel, thanks to low-cost airlines, is developing in geometric progression, air pollution, as well. According to a study made by the European Environment Agency (EEA), during 1995-2004, EU air space increased by 49 percent. European Environment Agency conducted a survey resulting that European policies to reduce greenhouse emissions are powerless in the face of continued growth in the volume of global travel.

This is the reason why airport air quality should be carefully controlled according to monitoring rules. The emissions resulted from airport-related activities adversely affect public health and the environment, including nitrogen oxides (NO_x), hydrocarbons (HC), particulate (PM), carbon monoxide (CO), and other toxics. NO_x and HC are precursor emissions of ground-level ozone, which causes lung irritation and aggravates diseases such as asthma, chronic bronchitis, and emphysema. PM have adverse cardiopulmonary effects and contribute to regional environmental problems such as hazard an acid rain. Toxics, such as benzene and formaldehyde are known as probable human carcinogens. While emissions from most source sectors are declining due to the implementation of more stringent control programs and EC & national legislation, the growth in air travel and the continued lack or weakness of concrete implementation control programs for aircraft engines and correlated other combustion devices from the airport's ground service equipments is resulting in increased pollution from airport considered superficial sources. Presently, the regulations and standards, affecting aircraft and other airport sources of emissions typically, fall worldwide into two distinct categories: (1) Measures that set limits on particular sources of emissions. These include both aircraft engine

emission standards and road vehicles, and (2) Both national and international regulations establish limits for ambient conditions pollutant concentrations.

Scope of the object

Optimizing airport design, layout and infrastructure, modifying operating practices for greater efficiencies, retrofitting the GSE fleet to "no-" or "low-" emitting technologies, and promoting other environmentally-friendly modes of ground transport are some of the current opportunities for airports. The aviation industry must adopt and apply to these tendencies to help meet these goals and encourage sustainable development in commercial air transportation.

Airport studies confirm that aircraft continue to be a relatively small contributor to regional pollution level although aircraft-related NO_x emissions could increase as air traffic increases and other non-aircraft emission sources become progressively cleaner. Under these circumstances, regular check, for purpose of the science but also to verify the levels according the environmental protection regulations have been carried out. For example in the East midlands airport a study is focusing on the compounds known to be emitted by mobile sources (e.g., cars, trucks, and aircraft), with particular attention to compounds associated with aircraft operations (e.g., takeoff, landing, refueling, idling, and maintenance) was performed. The general goals of some studies were to assess long-term ambient concentrations of selected air toxics in the immediate vicinity of the airport and to determine whether contributions from airport operations can be distinguished from the contributions of other background sources. A combination of real-time monitoring and discrete sampling equipment was used to quantify pollutants, meteorological data, and traffic of airplanes. Thus benzene is attested from continuous measurements not to be over the limits, also NO₂ and PM₁₀ and insignificant contribution of other sources was confirmed. In one demonstrates that whilst the operation of aircraft is the most obvious source of emissions to air other key sources include the operation of cars, vans and buses to service the aircraft and those journeys, primarily by car, to and from the airport site made by passengers and staff. Still the levels of monitored concentrations for NO_x, PM₁₀, PM_{2.5}, benzene were relatively modest. In several airports the air quality is determined by three sources: specific to the airport, vicinity road and other sources, forming a background, of important contributions, all.

As no regular check through direct on line measurement are usual organized in Romania, one planned a parallel monitoring campaign, accomplished by two independent laboratories, thus the scope of the research is not only to detect the level of pollution caused by local sources in the airport, but also the extension of the possible polynomial correlation between the results, for same species. From a Romanian perspective it is one of the first monitoring campaigns in time, on line. The impact of Romanian airports on the air quality is basically not best known; the Romanian National Air Quality Monitoring Network is still in a development phase and is not covering airports. The only available data on environmental impact of Romanian airports are given by environmental impact studies based on estimation from emission factors and rarely on direct measurements. The scope of the research undertaken and reported in the present paper is to measure the concentrations of air pollutants in a regional Romanian airport in order to minimize the exposure of the passengers and the health risk involved, as well to determine comparative

values, achieved by two independent laboratories, in order to correlate the values, not only for attesting measurement accuracy, but also for observing the standard deviation between them. The measurements have been accomplished in a large regional airport, located in the west side of Romania.

The potential consequences upon the environment it must be taken into account by the development of the analyzed airport (International Airport Traian Vuia Timisoara). In order to take measures to reduce emissions is necessary to know the environmental impact of pollution sources. The best methods for determining air quality are direct measurements, presenting the following advantages:

- providing instant, on line in real time and continuous information on air quality specific to an episode;
- allow development of environmental strategies on actual basis;
- allow the environmental impact assessment of various pollutants in limited areas or more extended;
- allow the assessment of microclimate change;
- provides direct data collection measured, based on average values for short intervals (seconds, minutes).

The primary purpose of the paper consists of establishing the current level of atmospheric pollution in the International Airport Traian Vuia Timisoara, identifying the main sources of pollution and the interaction between them.

A second objective is the presentation of experimental results obtained by monitoring the air quality in the International Airport Timisoara Traian Vuia.

Third main objective refers to draw conclusions and strategic recommendations.

The main sources that contribute to air quality level in an airport and consider, partially, in the research, refer to:

- normal emission from aircraft (landing, take-off);
- fuelling intervals (ex. TOC);
- ground level equipments;
- traffic impact from the passengers, visitors cars, including also the regular transportation;
- vicinity to the goods airport zone also;
- general pollution level from the Timisoara and neighborhood industrial area.

It must be notice that the meteor data are strongly influence both the direction of landing and take-off, and the dispersion of the emitted pollutants, especially enhanced by the turbulence of the created air jets.

The work comprises seven chapters with excerpts from the results of experimental determinations.

Chapter 1 presents the current state of research in the field. Based on general environmental issues are presented in the transition period: the sources of air pollution, air quality standards and air quality control objectives.

In Chapter 2 are analyzed four major airports. Management is briefly presented; air quality, emissions and environmental impact of the airport activities are described.

Chapter 3 presents the business management of the International Airport Traian Vuia Timisoara, and development plan till 2015 thus resulting that reduce of negative impact upon environment is a priority.

Chapter 4 presents the origin and formation of pollution, dispersion of the pollutants in the atmosphere, their reactions and adverse effects of the main species of pollutants on humans and the environment.

Chapter 5 describes the air quality monitoring station and data acquisition program, and estimates the uncertainties of measurements. The mobile station has been built in the Laboratory Analysis of Fuels and Ecological Investigations of the University "Politehnica" from Timisoara.

Chapter 6 presents experimental research on the influence of airport activities on air quality in the International Airport Traian Vuia Timisoara Timisoara.

In chapter 7 general conclusions are revealed in reference to the subject studied, contributions and perspectives on further research are further closing the work.

EXPERIMENTAL

The purpose of this study is to assess air quality and health risks associated with operational activities of the International Airport Traian Vuia, located in western part of Romania. Two monitoring stations were established near the platform in two time sequences. The first period was established between 24 – 27 June 2008 and the second 24 – 27 November 2009. Equipment monitoring stations measure volatile organic compounds (VOC), nitrogen oxides NO, NO₂ and NO_x, carbon monoxide, ozone, sulfur dioxide and other gaseous compounds, such as speed and wind direction, during the traffic and airport activities.

The measurements have been carried out in a large regional airport, located in the west side of Romania. Major air pollutants have been measured over a 3 days period. For the measurements, two mobile laboratories were used, equipped with reference instruments, meteorological instruments and open path instruments. Both laboratories have been placed near airport.

The measurements have been done in the summer of 2008, when the airport has a supplementary air traffic caused by special seasonal charter lines for Greek Islands.

The experimental setup consists in two mobile air quality monitoring laboratories, one from University Politehnica of Timisoara (UPT) name from now Laboratory No. 1 and one from National Institute of R&D for Optoelectronics (INOE) name from now Laboratory No. 2. Each laboratory is equipped with reference point instruments for major pollutants (SO₂, O₃, NO_x, CO, CH₄, NMHC (Non-methane hydrocarbons), THC (Total Hydrocarbons) and PM₁₀), HORIBA AP370 type instruments and two DOAS instruments. The path of the DOAS instruments was set up along with airport taxing lane and one DOAS path length was 60 meters and the other ~ 300 meters, oriented in the same direction. Meteorological sensors (wind speed and direction, air temperature, pressure and humidity) are mounted around the mobile laboratories. The following pollutants have been continuously measured, with 10 second resolution, over the entire measuring episode with high precision equipment:

- **SO₂** was measured with two Horiba APSA370 instruments; measurement principle is UV fluorescence, reference method: EN 14212:2005. The combined measurement uncertainty is $U = 1.76 \%$ for recorded values;
- **NO**, **NO₂** and **NO_x** were measured with two Horiba APNA370 instruments; measurement principle is chemiluminescences, reference method:

EN 14211:2005. The combined measurement uncertainty is $U = 2.06\%$ for recorded values;

- **O₃** was measured with two Horiba APOA370 instruments; measurement principle is UV photometry, reference method: EN 14625:2005. The combined measurement uncertainty is $U = 6.98\%$ for recorded values;
- **CO** was measured with two Horiba APMA370 instruments; measurement principle is NDIR (Non Dispersive Infrared), reference method EN 14626:2005. The combined measurement uncertainty is $U = 4\%$ for recorded values;
- **CH₄**, **NMHC** (Non-methane hydrocarbons) and **THC** (Total Hydrocarbons) were measured with two Horiba APHA370 instruments; measurement principle is FID (flame ionization detection), reference method EN 12619:2002. The combined measurement uncertainty is $U = 0.9\%$ for recorded values;
- Other gases have been measured with DOAS Instruments.

In Table T1 are the two campaigns of measurements, equipment used, method used and emission monitored species.

	Campaign 2008				Campaign 2009			
	Device used	Method used	L A B 1	L A B 2	Device used	Method used	L A B 1	L A B 2
Monoxide carbon	APMA370 Horiba	Non dispersiv infrared (NDIR)	x	x	APMA370 Horiba	Non dispersiv infrared (NDIR)	x	x
	Siemens-Hawk	(DOAS) Dual Optical Absorbtion Spectrometry	x	-	-	-	-	-
Sulfur dioxide	APSA370 Horiba	Measurement fluorescence UV	X	X	APSA370 Horiba	Measurement fluorescence UV	x	x
Oxides nitrogen	APNA370 Horiba	Chemiluminescence	X	x	APNA370 Horiba	Chemiluminescenc e	x	X
Methane	APHA370 Horiba	Flame ionization Detection (FID)	x	X	APHA370 Horiba	Flame ionization Detection (FID)	X	X
Total Hydrocarbons	APHA370 Horiba	Flame ionization Detection (FID)	X	X	APHA370 Horiba	Flame ionization Detection (FID)	X	X
Non-methane hydrocarbons	APHA370 Horiba	Flame ionization Detection (FID)	x	X	APHA370 Horiba	Flame ionization Detection (FID)	X	x
Other gas (acrolein, tert-butyl, benzene, toluene, benzaldehyde, o-cresol, o-xylen, etc.)	Siemens-Hawk	(DOAS) Dual Optical Absorbtion Spectrometry	-	x	-	-	-	-

Table T1. Equipment used, method used and emission monitored species

During the campaign the Laboratory No. 2, Horiba APHA370 instrument (measurement of CH₄, NMHC and THC) was not in function due to the lack of hydrogen fuel so that data from the instrument were not available, and only the data from Laboratory No. 1, Horiba APHA370 instrument is were developed and analyzed further.

The detailed flights schedule was obtained; all international and national/regional flights were counted. In addition, due to the summer period, all charter flights to or from Greek Islands have been also considered.

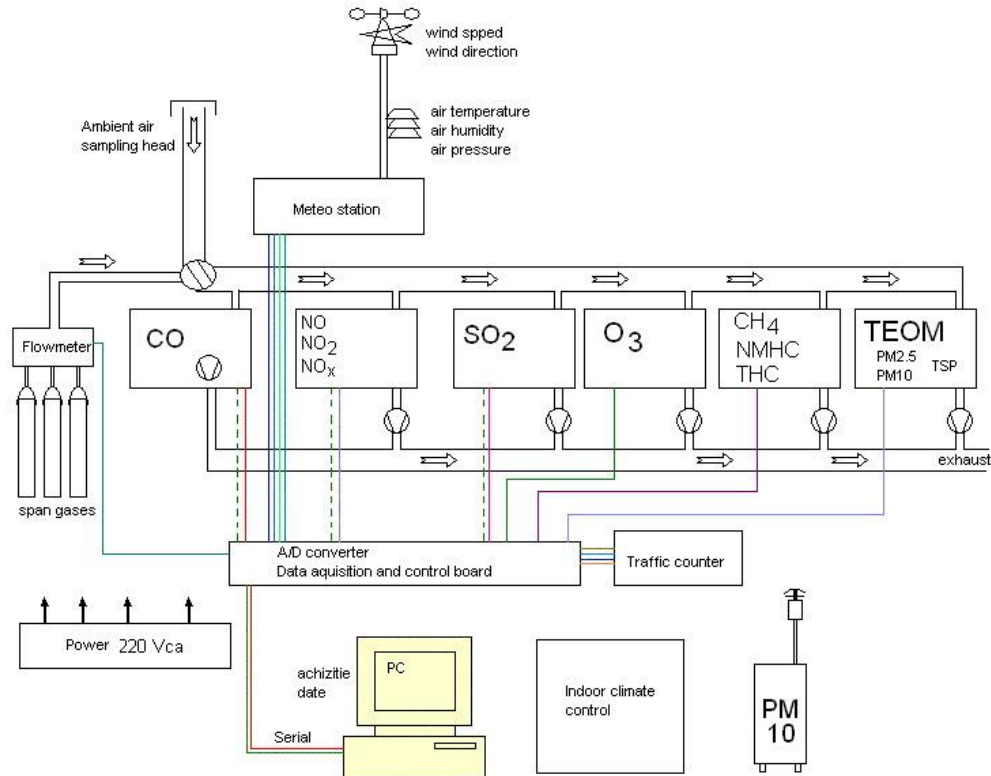


Figure A1. Functional scheme of air quality monitoring station

In figure A1 it is presented the functional scheme of the air quality monitoring station of the Laboratory No. 1.

Input data to calculate measurement uncertainties to customize by field measurement, analyzer / measuring equipment used in the existing norms and specifications. In terms of source of origin, the errors can be classified in:

Determining measurement error of measuring involves measuring the same sample with the instrument and with standard equipment. This determination is made only in special situations such as metrological control of measuring instruments. Otherwise, measurement errors are not determined but are expected to limit their permissible error specified by the instrument used. These limits are the measurement uncertainty.

In this paper all uncertainties are calculated by measuring the emission for all species.

The measurement uncertainty of NO / NO_x in the atmosphere is taken as example. Expression of measurement uncertainty of NO, NO₂ and NO_x automatic analyzers that operate on the principle of chemiluminescence is SR EN 14211:2005, Annex G and H, and given how reporting measured values as reference documents. In LaCIEDiN for measuring NO, NO₂ and NO_x in the atmosphere using automated analyzer Horiba Apna-370E, air to ease identification, the uncertainties resulting from expression măsurae process will call NO_x (eg. $u_c^{NO_x}$).

Combined standard uncertainty (u_c)^{APNA} hourly average value during in-situ measurements will be calculated with the following formula:

$$u_c^{NOx} = \sqrt{2(u_{r,z})^2 + 2(u_{r,lv})^2 + u_l^2 + u_{gp}^2 + u_{gt}^2 + u_{st}^2 + u_v^2 + u_{d,l,z}^2 + u_{d,l,lv}^2 + u_{CE}^2 + u_{cTR}^2 + u_{cg}^2} \quad (1)$$

where $u_{r,z}$ is the standard uncertainty for repeatability at zero

$$u_{r,z} = \frac{s_{r,z}}{\sqrt{m}} \quad (2)$$

where m is number of individual readings in 3600 seconds (under LaCIEDiN $m = 360$)

$s_{r,z}$ is zero standard deviation of repeatability ($s_{r,z} \leq 1.0$ ppb)

$$u_{r,z} = \frac{1}{\sqrt{360}} = \frac{1}{18.97366} = 0.0527 \text{ [ppb]} \quad (3)$$

$u_{r,lv}$ is repeatability standard uncertainty in average hourly

Given that the specific measure is the hourly arithmetic average of 360 individual readings of the concentration of NO/NO_x environment devoid of character repeatability will consider: $u_{r,lv} = 0$ [ppb]

u_l is residual standard uncertainty of linear regression function has defined performance criteria for analyzing the NO/NO_x by the method described in SR EN 14211:2005, conf Table 1, item 1, enter position 3, page 19, and therefore it should be considered: $u_l = 0$ [ppb]

u_{gp} is standard uncertainty due to pressure variation in the sample drawn

$$u_{gp} = \left(\frac{h_{lv}}{c_t} \cdot b_{gp} \right) \cdot \left(\frac{\Delta_{gp}}{\sqrt{3}} \right) \quad (4)$$

Where h_{lv} is hourly average ppb;

c_t - gas cylinder concentration in ppb;

b_{gp} - coefficient of sensitivity to changes in pressure proof in [ppb/kPa]

$b_{gp} \leq 8$ [ppb / kPa] according to performance criteria stipulated in SR EN 14211:2005, conf Table 1, item 1, enter position 4, page 19. But having in mind that the analyzer is equipped with an internal regulator pressure and flow of the sample drawn, will be considered coefficient $b_{gp} = 0.01$.

$\Delta_{gp} = P_1 - P_2$ is the range of variation of pressure test sample in [ppb / kPa], if our sample is at atmospheric pressure and comprehensive range of variation will be considered:

$$\Delta_{gp} = P_1 - P_2 = 101.2 - 98.0 = 3.2 \text{ [ppb / kPa]}$$

$$\text{The formula of } u_{gp} \text{ becomes: } u_{gp} = \frac{h_{lv}}{c_t} \cdot 0.01 \cdot \frac{3.2}{\sqrt{3}} = \frac{h_{lv}}{c_t} \cdot 0.01849 \quad (5)$$

u_{gt} is the standard uncertainty due to temperature variation in the sample

$$\text{drawn and is given by: } u_{gt} = \left(\frac{h_{lv}}{c_t} \cdot b_{gt} \right) \cdot \left(\frac{\Delta_{gt}}{\sqrt{3}} \right) \quad (6)$$

where h_{lv} - hourly average ppb;

c_t - gas cylinder concentration in ppb;

b_{gt} - temperature coefficient of sensitivity to sample variation in [ppb/K].

$b_{gt} \leq 3$ [ppb/K] performance criteria stipulated under SR EN 14211:2005, according Table 1, item 1, enter position 5, page 19. Considering, however, that the analyzer is located in the climatic chamber with ambient temperature control, the coefficient will be considered $b_{gp} = 0.01$.

Δ_{gt} - is the area of variance test sample in K, in our case because the suction path analysis is approved in a controlled environment with very low suction flow, we consider the range of variation within: $\Delta_{gt} = 1$ °C.

$$\text{The } u_{gt} \text{ formula becomes: } u_{gt} = \frac{hlv}{c_t} \cdot 0.01 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{hlv}{c_t} \cdot 0.00577 \quad (7)$$

u_{st} is standard uncertainty due to changes in ambient temperature measurement running.

Since the analyzer is located in a controlled environment with constant temperature, the same formula will apply in part to uncertainty as above:

$$u_{st} = \frac{hlv}{c_t} \cdot 0.01 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{hlv}{c_t} \cdot 0.00577 \quad (8)$$

u_v is standard uncertainty due to voltage variation,

Given that the analyzer is powered by an electric voltage stabilization equipment, the battery block can be considered: $u_v = 0$ [ppb]

$u_{d,l,z}$ is standard uncertainty due to zero variance bridges (long term zero drift)

$$u_{d,l,z} = \frac{D_{l,z}}{\sqrt{3}} \quad (9)$$

where $D_{l,z}$ is zero point deviation term. $D_{l,z} = 0.008$ ppm/day according to the technical specification of the analyzer 040 586 100 Operating Manual, page 8;

$$u_{d,l,z} = \frac{D_{l,z}}{\sqrt{3}} = \frac{0.008}{\sqrt{3}} = 0.00461 \text{ [ppb]} \quad (10)$$

$u_{d,l,lv}$ is standard uncertainty due to calibration variation bridges (long term span drift)

$$u_{d,l,lv} = \frac{D_{l,lv} \cdot hlv}{100 \sqrt{3}} \quad (11)$$

where $D_{l,z}$ is the deviation point calibration (span drift) term.

$D_{l,lv} = 8\%$ of the maximum field position, according to technical specification of the analyzer 040 586 100 Operating Manual, page 8;

hlv is the hourly average in ppb.

$$u_{d,l,lv} = \frac{D_{l,lv} \cdot hlv}{100 \sqrt{3}} = 0.0461 \cdot hlv \text{ [ppb]} \quad (12)$$

u_{CE} is the standard uncertainty due to catalytic converter efficiency

$$u_{d,l,v} = \frac{(100 - E_{conv}) \cdot hlv}{\sqrt{3}} \cdot \frac{100}{100} \quad (13)$$

where E_{conv} is the catalytic converter efficiency. $E_{conv} \geq 95\%$, according to technical specification analyzer operating manual 040 586 100;
 hlv is hourly average in ppb.

$$u_{d,l,v} = \frac{(100 - 95) \cdot hlv}{\sqrt{3}} = 0.0288 \cdot hlv \quad [\text{ppb}] \quad (14)$$

u_{cg} is the standard uncertainty due to calibration gas

$$u_{cg} = \frac{X_{cg} \cdot hlv}{2} \cdot \frac{100}{100} \quad (15)$$

where x_{cg} is expanded uncertainty of calibration gas. $x_{cg} = 2\%$, based on the analysis certificate from the manufacturer of calibration gas, No. 1 of 9.10.2007, 64 057 A cylinder;

hlv is hourly average in ppb.

$$u_{cg} = \frac{2}{2} \cdot hlv \cdot \frac{100}{100} = 0.01 \cdot hlv \quad [\text{ppb}] \quad (16)$$

u_{cTR} is the standard uncertainty due to increasing concentrations of NO2 due to residence time analyzer

$$u_{cTR} = \frac{\Delta_{cTR} \cdot hlv}{\sqrt{3}} \cdot \frac{100}{100} \quad (17)$$

where hlv - Hourly average ppb;

$\Delta_{cTR} \leq 4$ ppb, according to performance criteria stipulated in SR EN 14211:2005, conf Table 1, item 1, enter position 22, page 19 and is due to increased concentrations of NO2 residence time analyzer.

$$u_{cTR} = \frac{4}{\sqrt{3}} \cdot hlv \cdot \frac{100}{100} = 0.023 \cdot hlv \quad [\text{ppb}] \quad (18)$$

Combined standard uncertainty of measurement is:

$$u_c^{NOx} = \sqrt{2 \cdot 0.0527^2 + 2 \cdot 0^2 + 0^2 + (0.01849 \cdot hlv)^2 + (0.00577 \frac{hlv}{c_t})^2 + (0.00577 \frac{hlv}{c_t})^2 + 0^2 + 0.00461^2 + (0.00461 \cdot hlv)^2 + (0.0288 \cdot hlv)^2 + (0.023 \cdot hlv)^2 + (0.01 \cdot hlv)^2} \quad (19)$$

Absolute expanded uncertainty, U_c^{NOx} , is calculated with the formula:

$$U_c^{NOx} = k \cdot u_c^{NOx} \quad [\text{ppb}] \quad (20)$$

where $k = 2$ coverage factor, according to SR EN 14211:2005, page 77;
 u_c^{NOx} - combined standard uncertainty.

Relative expanded uncertainty, $(U_{c,rel})^{NOx}$, is calculated with the formula:

$$U_{c,rel}^{NOx} = \frac{U_c^{NOx}}{h \cdot v} \cdot 100 [\text{ppb}] \quad (21)$$

In a similar way about the other uncertainties are calculated by measuring.

Table T2 summary of measurement uncertainty

	Measuring equipment	Estimated uncertainty standards method	Expanded uncertainty as calibration certificates INM	Combined measurement uncertainty
NO/NO2	HORIBA APNA350	4.12 %	0.00001 %	2.06 %
PM10, PM2.5	LSV3	8 %	2.0 %	5 %
SO2	HORIBA APSA370	3.535 %	0.00003 %	1.76 %
CO	HORIBA APMA370	8 %	0.0001 %	4 %
CH4, COV, TOC	HORIBA APHA370	1.8 %	0.00013 %	0.9 %
O3	HORIBA APOA370	13.96 %	1x10 ⁻⁷ %	6.98 %

RESULTS AND DISCUSSIONS FOR CAMPAIGN 2008

The experimental results are presented in figures A3 to A10. In figure A2 is presented a view of the airport structure, lane, apron and taxing area. The position of the two monitoring stations and the reflectors from DOAS are also given in figure A2 . In the figure, the air quality monitoring stations are noted with 2 for Laboratory No. 1 and 2 for Laboratory No.2.



Figure A2 - Detailed view of the airport structure.

Figure A3 shows the carbon monoxide CO recorded values, measured with 3 different instruments: two reference NDIR point measurement instruments and one DOAS-IR Siemens-Hawk instrument. A very good correlation of the measured values can be observed, especially for the CO-Lab. No 1 and CO-DOAS instruments. The different methods used for CO measurements have given the same result; the high concentration recorded values and background concentration values are similar for point and open path instruments. The CO-Lab. No.2 measurements are in the same trend but the measured values are with $\sim 0.4 \text{ mg/m}^3$ lower than the other instruments (figure A3). This could be caused by an error in span gas calibration. On top of the figure A3 are drafted the departures and arrivals of national/regional, international and charters corroborated with the carbon monoxide measured values. The dependency between aircraft traffic on the apron and the CO measured values is visible in figure A3, the higher values for CO have only been recorded during the departure or landing of the aircrafts. However, figure A3 is important because it shows that the selected placement of the mobile air laboratories near airport facilities and apron is ideal and the measured values can be considered representatives for the airport facilities surroundings.

The measured values for carbon monoxide are much lower than the 10 mg/m^3 limit value, regulated by the Directive 2000/69/EC. The measured values are normal because the airport location is away from the city or any road and the only CO source is represented by the aircrafts.

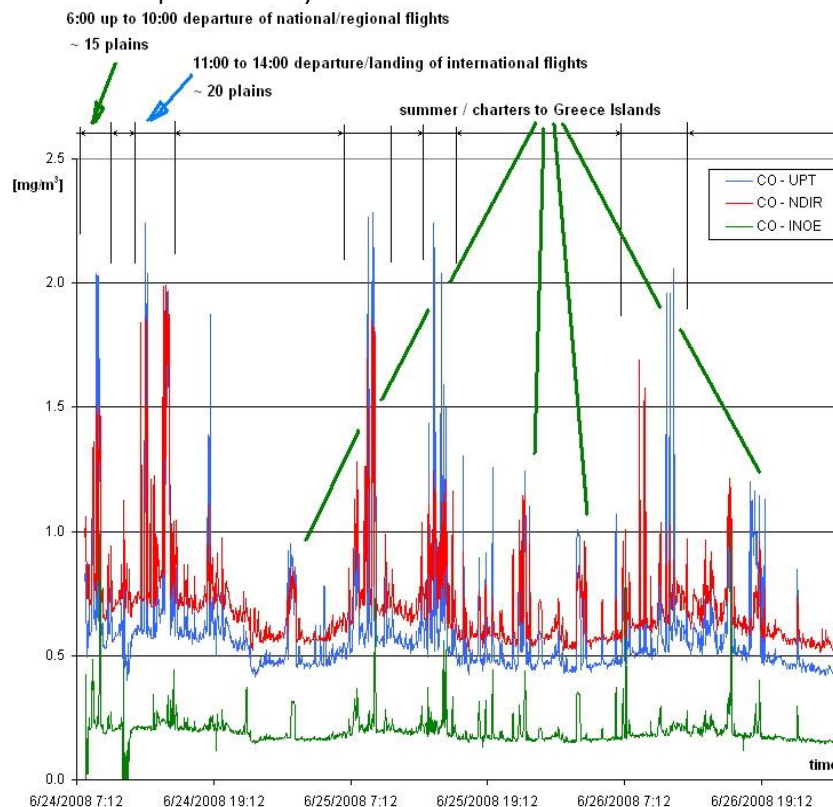


Figure A3 - CO measurements and airplanes traffic.

Figure A4 shows the mean measured values of the SO₂ species, from two instruments. The SO₂ concentration in air is continuously measured and recorded (one value every second) and averaged every 3 minutes. Because the SO₂ – Lab. No.2 instrument has given high variations (in short time intervals) two 4th degrees polynomial trend lines were added to the graph, one for the recorded values of each instrument. The correlation between the CO instrument is good, just differences of about 5 µg/m³_N are recorded, differences that can be considered equivalent within the measurement uncertainty.

The recorded values for SO₂ are not higher than the 350 µg/m³_N limit value regulated by the Directive 1999/30/EC but they are about 10 times higher than the background values (7 µg/m³). The 3 minutes average has been used to easily observe the influence of airplanes traffic upon the pollutants concentration. The presence of SO₂ in concentrations below 150 µg/m³_N has only a moderate (and reversible) irritant effect on human respiratory system but in synergy with NO_x and high air humidity can cause permanent pulmonary impairment (according to CCOHS - Canadian Centre for Occupational Health and Safety). The only possible explanations for the SO₂ high values is the combustion of airplane fuel because there are no other possible emission sources of SO₂ in the airport vicinity (no road traffic or industrial areas). The ground support vehicles are limited in number (5 busses and 2 passenger cars) and their contribution to airport emissions are insignificant.

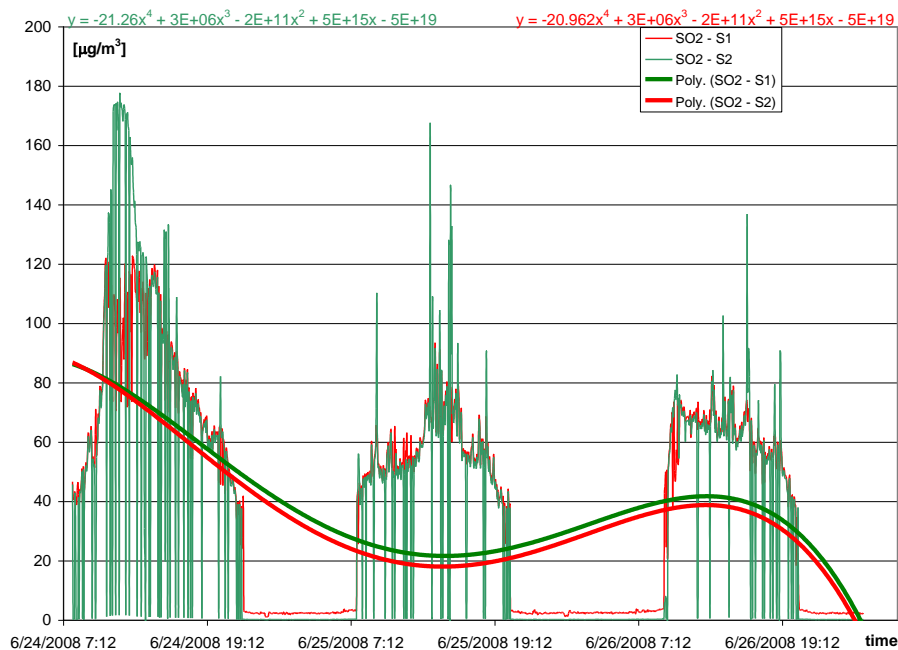


Figure A4 - SO₂ measurements and polynomial (4 degree) trend lines.

Figure A5 shows the measured values for nitrogen dioxide NO₂, with two identical instruments. The correlation between the instruments is good, polynomial trend lines have been added for better resolution. The recorded values are similar for both instruments and higher than the 200 µg/m³ limit value regulated by the

Directive 1999/30/EC. Because the highest measured values are overlapping, it is clear that the only possibility to reduce NO₂ concentration is to manage more efficient airplane taxiing procedures.

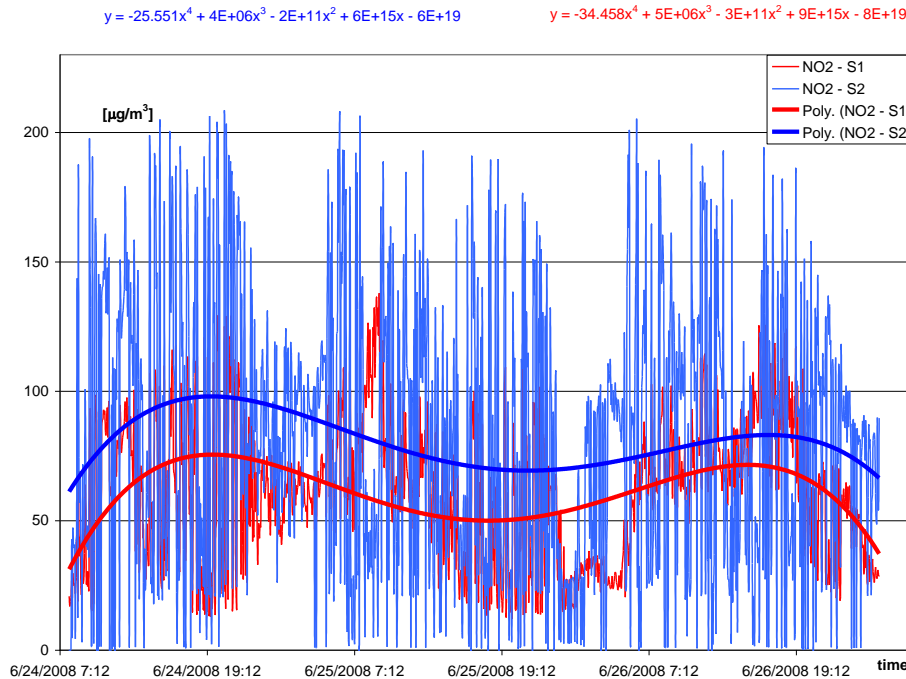


Figure A5 - NO₂ measurements and polynomial (4 degree) trend lines.

Figure A6 shows the measured values for methane CH₄, non-methane hydrocarbon NMHC (VOCs) and total hydrocarbon THC, with one FID (flame ionization detection) instrument. The recorded values for methane are higher than the global background (1.7 ppm) with only 0.4 [ppm]. The values recorded for volatile organic compounds are up to 3 mg/m³ in periods with high airplane traffic. These values are representing a serious concern for the passenger health, knowing that some of these volatile compounds (like benzene) are causing cancer. VOCs include a variety of chemicals, some of which may have short- and long-term adverse health effects. Key signs or symptoms associated with exposure to VOCs include conjunctive irritation, nose and throat discomfort, headache, allergic skin reaction, dyspnea, declines in serum cholinesterase levels, nausea, emesis, epistaxis, fatigue, dizziness. As with other pollutants, the extent and nature of the health effect will depend on many factors including level of exposure and length of time exposed. The measured values for VOCs are up to 3 mg/m³ (3000 µg/m³). These values appear not only during airplanes departure or arrivals but mostly when the airplanes are fueling.

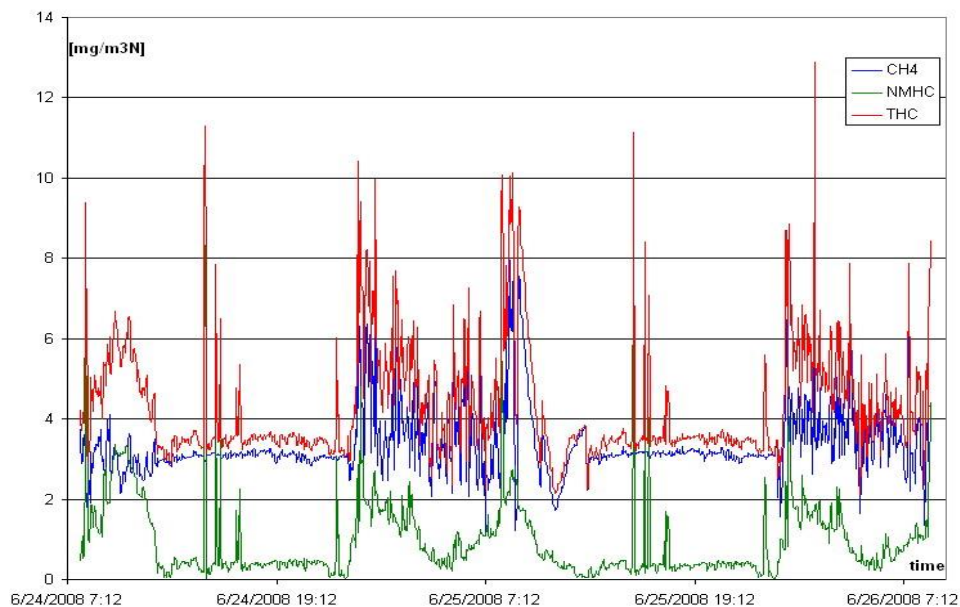


Figure A6 - CH₄, NMHC (VOC) and THC measurements.

The most relevant values recorded with Lab. No. 2 DOAS instrument are presented in figures A7 to A10. Very high values have been recorded for Acrolein and Tert-butyl. Also significant values were recorded for Benzene, Toluene, Benzaldehyde, O-cresol, O-xylene, (2, 5) - Dimethyl, and also for P-tolylaldehyde.

It is well known that Acrolein may be released to the environment in emissions and effluents from its manufacturing and use facilities, in emissions from combustion processes (including cigarette smoking and combustion of petrochemical fuels), from direct application to water and waste water as a slimicide and aquatic herbicide, as a photooxidation product of various hydrocarbon pollutants found in air (including propylene and 1,3-butadiene), and from land disposal of some organic waste materials. Acrolein is a reactive compound and is unstable in the environment. In ambient air, the primary removal mechanism for acrolein is predicted to be reaction with photochemically generated hydroxyl radicals (half-life, 15–20 hours). Products of this reaction include carbon monoxide, formaldehyde, and glycolaldehyde. In the presence of nitrogen oxides, peroxyacetyl nitrate and nitric acid are also formed. Small amounts of acrolein may also be removed from the atmosphere in precipitation. Insufficient data are available to predict the fate of acrolein in indoor air.

Experimental data indicate that reaction of acrolein with ozone ($k = 2.8 \times 10^{-19} \text{ cm}^3/\text{molecules-sec}$ at 25 °C; half-life, 59 days) or nitrate radicals ($k = 5.9 \pm 2.8 \times 10^{-16} \text{ cm}^3/\text{molecules-sec}$ at 25 °C; half-life, 16 days) in the troposphere would be too slow to be environmentally significant.

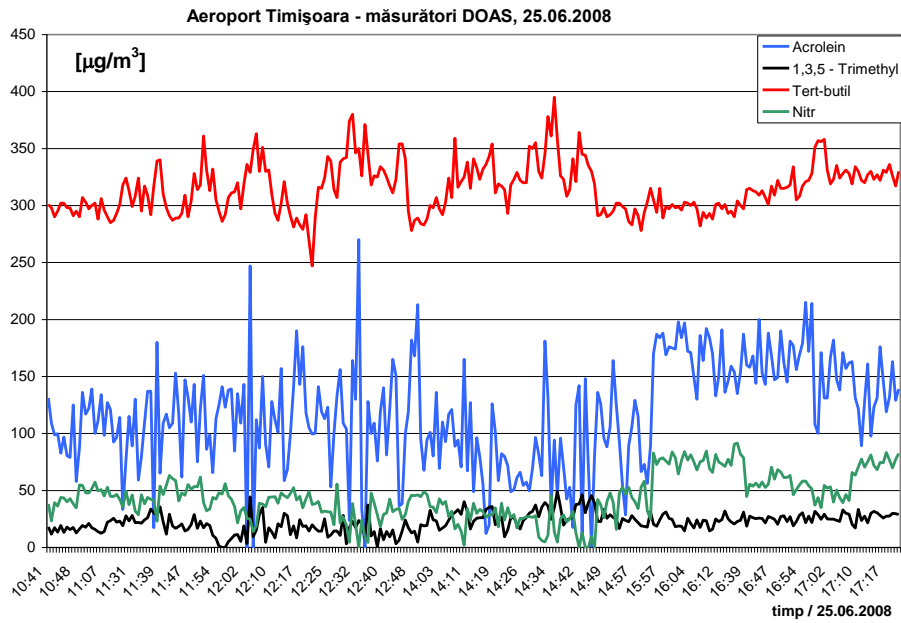


Figure A7 - DOAS measurements. Several species in 25.06.2008

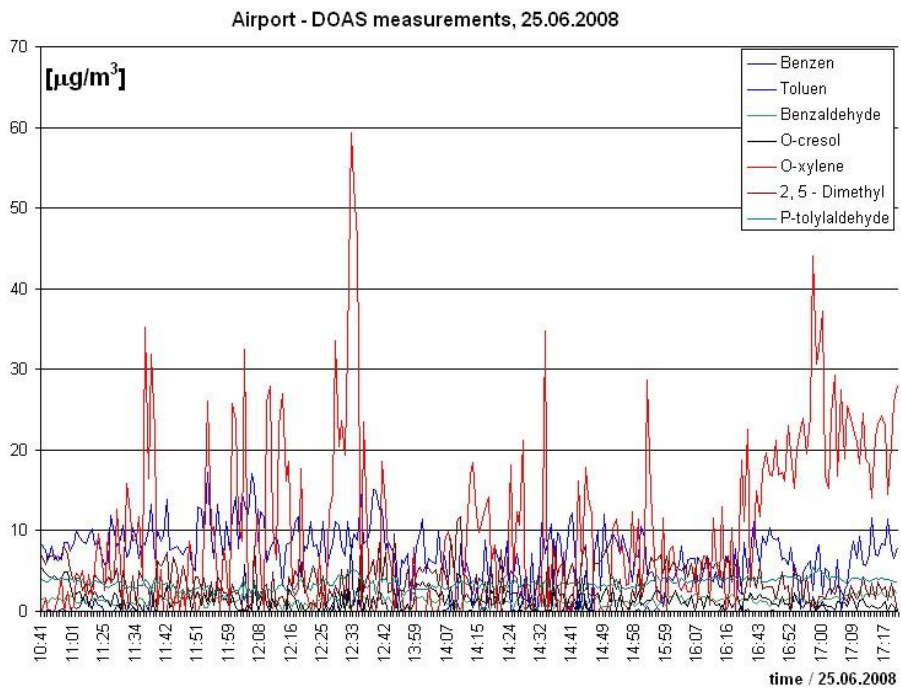


Figure A8 - DOAS measurements of several species during 25.06.2008.

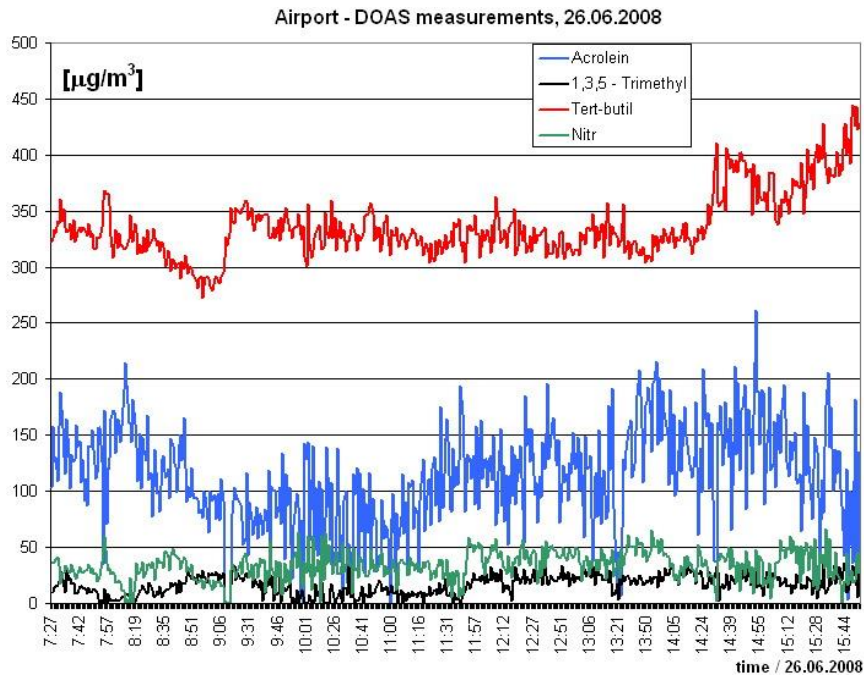


Figure A9 - DOAS measurements of several species during 26.06.2008.

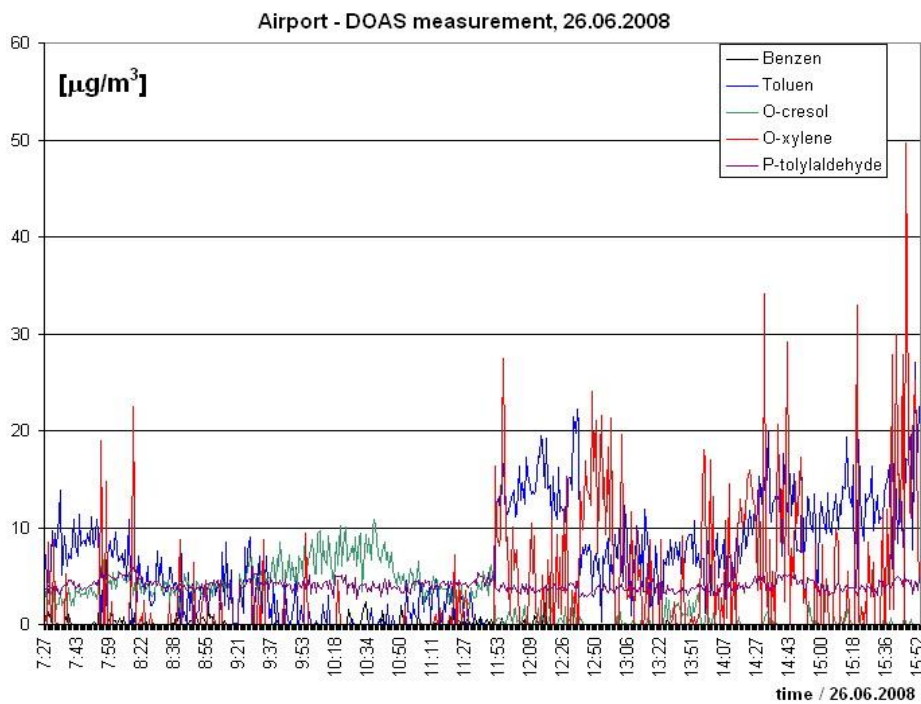


Figure A10 - DOAS measurements of several species during 26.06.2008.

Continuously measurements of the concentrations of relevant pollutants in a large international Romanian airport were performed for 4 consecutive days, in June 2008. The summer period was chosen for the measurements because between May and September the air traffic is increased due to seasonal charters for summer holiday destinations. The high values have been recorded mostly when the airplanes are fueling. A matter of concern is the fact that the airplane parking/fueling area is near (~80 meters) the airport facilities, and that between "check in" and departure the passengers are exposed to high concentrations of VOCs for more than one hour. A very simple solution for this problem is to move the airplanes taxing area in the opposite side of the airport. This solution will represent an advantage for passengers also regarding the NO₂ and SO₂ exposure. The aircrafts should be stationed and maintained as far as possible from the passenger traffic, and in the matter of departure the airplanes should come near the airport passenger facilities only before taking off.

The period of measurements conducted is too small to be considered representative for air quality in the area but it was the first in-situ measurement campaign in this airport and the values recorded can be a starting point in evaluating the airplane traffic impact on the airports air quality.

RESULTS AND DISCUSSIONS FOR CAMPAIGN 2009

Each laboratory is equipped with reference point instruments for major pollutants. Meteorological sensors (wind speed and direction, air temperature, pressure and humidity) were mounted in standard conditions, near the mobile laboratories. Following pollutants have been continuously measured, with 3 min resolution, over the entire measuring episode (4 days, approx. 1500 comparative data sampling values/specie), with high precision equipment: (1) CO measured with Non Dispersive Infrared, reference method EN 14626:2005, uncertainty U = 4 % for recorded values; (2) SO₂ measured with UV fluorescence, reference method: EN 14212:2005, U = 1.76 %; (3) NO, NO₂ and NO_x measured with chemiluminescences, reference method: EN 14211:2005, U = 2.06 %. The detailed flights schedule was obtained and all international and national flights were counted. Meteorological data were on line recorded. All in-the-field and laboratory measurements adhered to the standard quality assurance/quality control procedures, typically associated with equipment setup and calibration, duplicate/blank samples, and data recording/reporting. Quality assurance was achieved in the field by trained and qualified technicians that visited each monitoring station on an average of twice a day to check on the operation of the continuous instruments, the shelters in which they are housed and to set up or collect the time-integrated samplers. Other tasks were related also to include zero, span and precision calibration checks on the continuous instruments as well as beginning and ending flow rate and time clock checks on the 24-hour samplers.

Figure A11 indicates the location and relative position of both laboratories for 2009 episode.



Figure A11 Location and relative position of the two laboratories.

The results are presented in the Figure A12 for CO measurements.

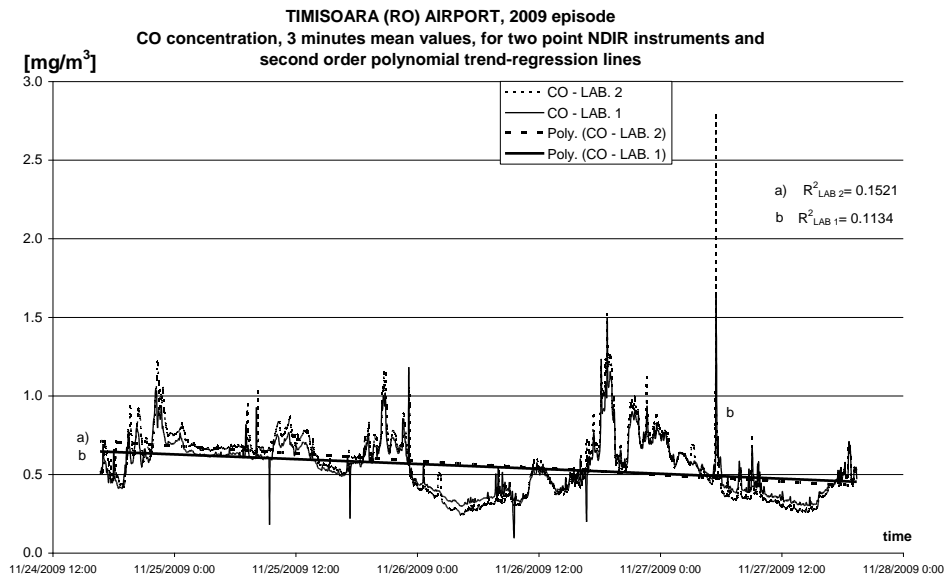


Figure A12 CO comparative recorded values, during the November 2009 episode, Timisoara airport.

Figure A12 shows the carbon monoxide CO recorded values, measured with reference NDIR point measurement instruments. A very good correlation of the measured values can be observed for the CO Lab. No. 1 and CO Lab. No.2 instruments. The different instruments determined result in good agreement. The

measurements respect the same trend but the values are (especially for Lab. No.1) registering peaks (positive and negative). This could be caused by an error in span gas calibration, but much more realistic is the correlation with the departures and arrivals of national/regional, international and charters responsible for an intensive carbon monoxide emission. The higher values for CO have only been recorded during the departure or landing of the aircrafts. This result demonstrates that the selected placement of the mobile air laboratories near the airport facilities and apron is ideal for depicting the air quality and that the measured values can be considered representatives for the airport facilities surroundings. The measured values for carbon monoxide are much lower than the 10 mg/m³ limit value, regulated by Directive 2000/69/EC. They are considered as normal and specific to the analyzed airport conditions, because the airport location is far-off from the city or any main road and the only CO source is represented by the aircrafts.

Figure A13 shows the mean measured values of sulphur dioxide SO₂, from two instruments. The SO₂ concentration in air is continuously measured and recorded (one value every second) and averaged. The correlation between the instruments is acceptable, differences that can be considered equivalent within the measurement uncertainty. The recorded values for SO₂ are not higher then the 350µg/m³ limit value regulated by Directive 1999/30/EC, but they are higher then the background values (7 µg/m³). The 3 minutes mean values have been used for an easy observation of the influence of airplanes traffic on pollutants concentration.

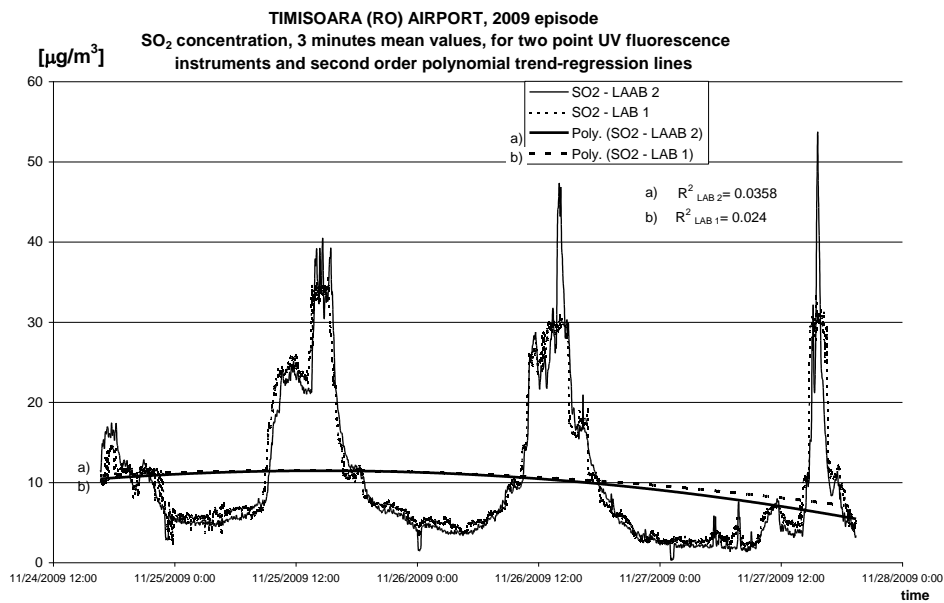


Figure A13 SO₂ measurements and polynomial trend regression lines.

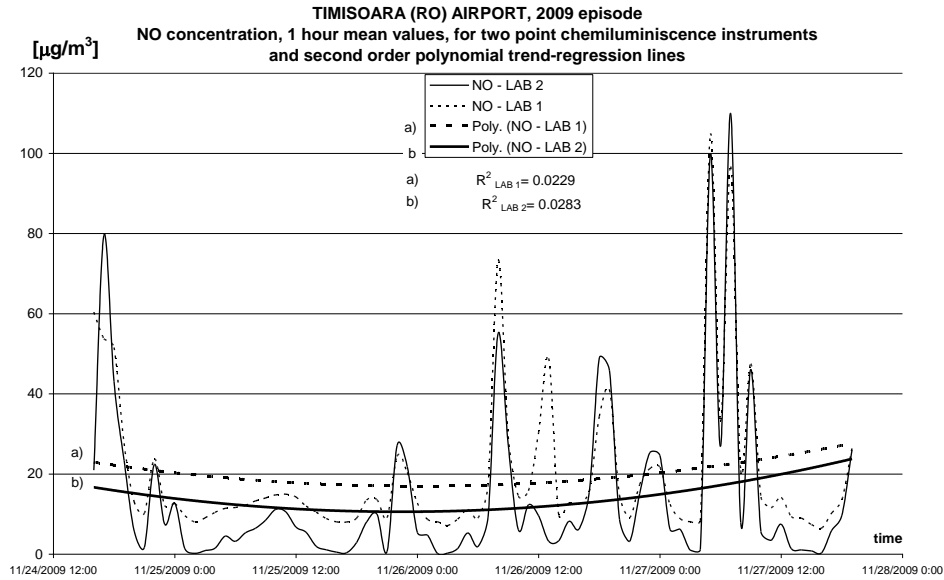


Figure A14. NO₂ measurements and polynomial trend regression lines.

Figure A14 shows the measured values for NO₂, with two identical instruments. The correlation between the instruments is good, polynomial trend lines have been added for better resolution. Because the highest measured values are overlapping airplane traffic on apron, it is clear that the only possibility to reduce NO₂ concentration is to manage more efficient airplane taxiing procedures.

Table T3 is indicating the average values for the main pollutants and also the correlation factor, considered to be a good one.

Table T3: Average values and correlation coefficient between the measurements.

Pollutant	UPT in mg/m ³	INOE in µg/m ³	Correlation factor between data sets INOE - UPT)
NO	19.907	14.089	0.911
CO	0.551	0.566	0.992
SO ₂	10.285	9.935	0.976

An episode of on line continuously measurements of the concentrations of relevant pollutants in a large international Romanian airport, for 4 consecutive days, in November 2009 were reported and analyzed. The higher values have been recorded mostly when the airplanes are fuelling. A matter of concern is the fact that the airplane parking - fuelling area is near (~ 80 meters) the airport facilities, and that between "check in" location and departure by the special cars the passengers might be thus exposed to high pollutant occasional levels. A very simple solution for this potential risk is to move the airplanes taxing area in the opposite side of the airport or more far away as presently. This solution is an advantage also regarding the NO₂ and SO₂ exposure. The aircrafts should be stationed and maintained as far as possible from the passengers' platforms and the airplanes should taxi near the airport passenger facilities only before departures. The period of measurements

conducted is relevant but still not sufficient large to be considered as representative for air quality in the area, thus extended measurements should continue. The novelty of the accomplished research still consists in the fact that it reveals primarily in-situ measurement campaigns in a Romanian airport. Also the fact that, main pollutants have been measured in parallel by different instruments, with good correlation, is to be outlined. It is concluded that the airport activities have measurable impacts on local air quality, although the data were insufficient to quantify these impacts. The study showed that while the airport contributes to air quality issues in the area, its impact cannot be differentiated from the preponderance of other emissions, specifically mobile sources.

Numeric simulation as evaluation tool for airport related air quality issues

To evaluate the impact of anthropogenic pollution of atmosphere two methods can be used: direct measurements of pollutants concentrations at the site and numerical evaluation of dispersed air pollutants based on mathematical and chemical equations. Many types of related software exist but only several of them have global coverage and acceptance. Two of them are used intensively, ISC3View developed by United States Environmental Agency and AUSTAL200 developed by Environmental Agency of German Federation.

To evaluate the impact of Traian Vuia Airport on local air quality ISC3View was used. The algorithm used was a Gaussian one and the created input scenario included a average intensity of the airport activity. In the scenario the airport activity hypothesis include ground traffic of 10 aircrafts (5 turbojets and 5 turboprops), airport service vehicle and airport parking occupied in 50% ratio. Also, the airport power plant was taken in consideration. For emission factor the EMEP/Corinair 2009 database was used. In table T4 the emission factors for considered for simulation scenario are given.

Table T4. Emission factors for Traian Vuia Airport representative fleet

Aircraft class	Operational Cycle	CO [kg/s]	NMVOC [kg/s]	NOx [kg/s]
Boeing 737/400 (turbojet)	Landing (trust 30%, time 2 minutes)	0.02541	0.00105	0.01521
	Ground taxi (trust 7%, time 26 minutes)	0.02154	0.00141	0.00640
	Takeoff (trust 100%, time 50 seconds)	0.04425	0.002451	0.03354
Total emission factor/cycle/aircraft		0.0912	0.004911	0.05515
Fokker 100 (turboprop)	Landing (trust 30%, time 2 minutes)	0.03421	0.002458	0.01465
	Ground taxi (trust 7%, time 26 minutes)	0.02414	0.002085	0.00421
	Takeoff (trust 100%, time 50 seconds)	0.05542	0.005211	0.02122
Total emission factor/cycle/aircraft		0.1137	0.009754	0.04008

In figures A15 to A17 the resulted curves for the dispersion of pollutants concentration are given. The results for NOx, CO and NMVOC are given. The concentration values are graphically comprised in color bar form, from red color (high values) to dark blue color (minimum values).

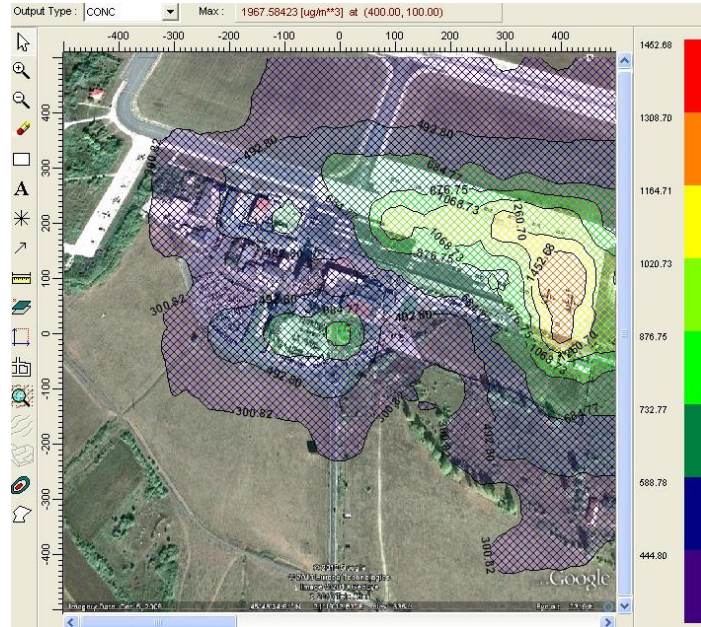


Figure A15. CO dispersion, one hour mean values

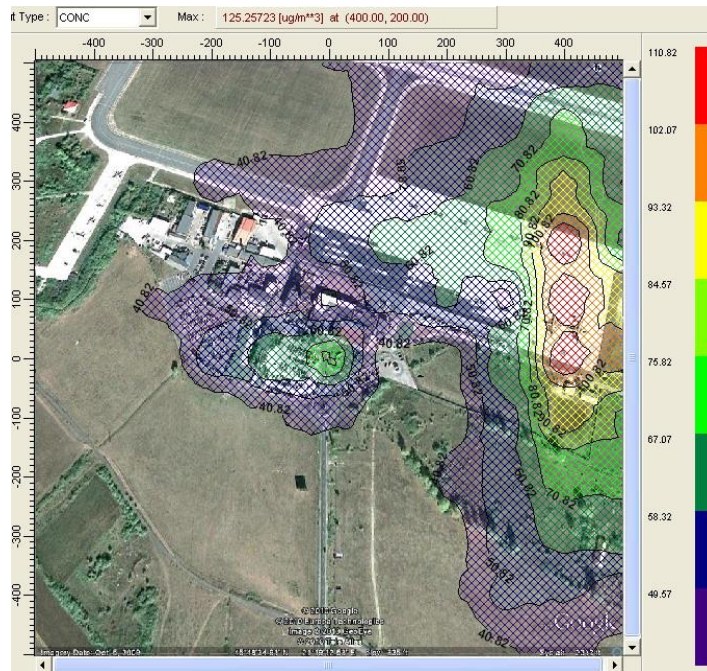


Figure A16. NOx dispersion, one hour mean values



Figure A17. NMVOC dispersion, one hour mean values

In table T5 the maximum values obtained after simulation episodes are given in relation with direct measurements, only maximum values for related pollutant concentration are given

Table T5. Maximum values obtained, simulation versus direct measurements

Pollutant / unit	Maximum of one hour mean values for pollutant concentration	
	Simulation (calculated values)	direct measurements
CO [mg/m ³]	1.96	1.83
NOx [µg/m ³]	125.25	110.7
COV [mg/m ³]	0.351	1.5

For CO and NOx simulation one can observe that simulated values are almost identical with the measured concentrations. More than that, the location where simulated maximum values occur is identical with the location where the monitoring laboratories have been installed, near the apron. The correlation is no longer valid for NMVOC concentration, possible because in the simulation scenario the fugitive emissions of NMVOC from aircrafts fueling where not included. A database for NMVOC fugitive emissions for aircraft fueling is not yet implemented. Another cause for this discrepancy can be the presence of another NMVOC emission source in the vicinity of the airport.

In conclusion the numerical simulation of air pollutants dispersion can be a useful tool for airport management but only if validated software packages are used and trained operators. However, from time to time, the results obtained from simulations should be validated by short term direct measurements.

CONCLUSIONS

Aviation contributes significantly to emissions of greenhouse gases. Currently, the airports emissions are about 3% [60] of the total emissions of greenhouse gases in the EU. The rapid growth of aviation emissions contrasts with the successes of many other sectors of the economy on emission reduction.

Aviation stimulates the economy, trade and tourism, generating new business opportunities and enhances the potential to improve quality of life, both in developed regions and the ongoing development.

Introduction and procedures focusing on efficient management of air traffic in and around the airport may limit the amount of fuel consumed during the takeoff phase, landing and rolling. By using higher-capacity aircraft it is possible to create a much efficient use of airport infrastructure and ground facilities.

The aviation industry has exceeded over the years, most other industries are reducing noise and emissions per unit produced. Every year the fuel efficiency is increased with about 1-2% per year and emissions are reduced with 2% of the total. The aviation industry is growing by 5% per year and achieved efficiency savings are up to 1.5%. However, it is estimated that air traffic will grow faster than both, so technological improvements will not be enough to solve this problem.

Should be encouraged rail connection to airport, thus introducing sustainable transport options ecologically to reach the airport, in this regard is crucial to have bus and train extensions. Airports should encourage use of environmentally friendly cars, using different price for parking and offering preferential parking spaces for them. On airport service vehicles should at least use less polluting energy sources such as gas and electricity. Currently, several types of vehicles are operating on electricity provided from a battery. This alternative should be considered, and the implementation should depend on the specific operational requirements. Transport personnel to and from airport can generate significant traffic, alternative options should be encouraged, as staff buses, car sharing programs, that work with different starting hours to avoid peak hours, and if possible, use of bicycles by airport staff.

Airport design could play a positive role in reducing emissions, especially if it means running redesign and boarding-disembarking platforms to reduce congestion at airports. When designing terminals, the energy consumption through heating and air conditioning and to consider using solar panels there, it is a possibility.

General recommendations

The research made draws the following recommendations:

- Encourage government International Airport Traian Vuia Timisoara to adopt management strategies to reduce carbon dioxide emissions by introducing a model of airport air quality, identifying all sources of nitrogen oxides and set targets for reducing emissions CO.
- Encourage the adoption of building standards and international best practices recognized in the construction and development of airport infrastructure to minimize their carbon footprint associated
- Encourage government International Airport Traian Vuia Timisoara to use renewable energy from renewable resources
- Encourage use of cleaner vehicles on the airport service. Airport could encourage and use of cleaner vehicles by passengers, by differential parking fees and preferential parking

- Minimize the impact of transport to the airport by car by providing alternative sustainable transport for passengers and staff, such as rail, bus lines, sharing initiatives cars
- Where possible, auxiliary engines should be allowed to operate on the ground. Terminals should provide aircraft pre-sets and air conditioning.
- Discourage or prohibit use of old aircraft engines, which fuel the wasteful use, increasing landing and departure fees for these types of aircraft, applying differentiated tariffs.
- Reducing emissions through a systemic approach: maintaining flight safety as a priority, must take into account all factors, including cell and engine design and operation, compromise, alternative fuels, ground services, airport capacity and air traffic management.

Personal contributions

The thesis covers an existing gap in engineering applied sciences research on air quality in the airport. But experiments and numerical simulation applications are still at the beginning, although legislation in Romania for this research should be more complex and advanced in numerous applications.

The research is a demonstration of how actually to undertake a full analysis, attaching a legislative methodology outlined in the environmental protection and air quality should not only target group of specialists in the field, but anyone interested can provide interesting results.

This paper presents an original study on the detection and monitoring of environmental emissions direct application to the International Airport Traian Vuia Timisoara. In general presents the methodology of air quality monitoring, but the predominant concerns is the analysis of air quality in the airport areas. The validity of the principles and results can be generalized, with minor modifications, and other areas of interest.

The originality of the research is shaped by complex experimental methods used by numerical simulation analysis and statements by correlative study of the results and examples of data and graphics, but especially by the main gaseous air monitoring, in situ, for the first time in Romania.

True value of the work is related to the development of a methodology for air quality monitoring in the International Airport Traian Vuia Timisoara backed up by guidelines laws and international literature. Research is highlighted by the large volume of data and interdisciplinary approach, offering a solution in solving nowadays problems.

The novelty stems primarily from the need of national research in this area. Social need of information, requiring compliance with Romanian and European legislation, meeting the right to a clean environment is all arguments that highlight the need to develop the theme of environmental protection.

The topics studied by the author outlines the following contributions:

- design and implementation of an air quality monitoring plan for summer and winter periods, the International Airport Timisoara Traian Vuia;
- Highlighted by experimental determinations of the environmental impact of air traffic and ground vehicles serving the airport area for taxiing.
- Develop a first real database of the pollutants at the airport of Timisoara Traian Vuia, VOC species, CH₄, TOC, O₃, NO_x, SO₂, CO and particulate materials, the fraction of PM₁₀.

- Developing an action plan that should be implemented to minimize the impact of the airport of Timisoara Traian Vuia on the environment, referring to air quality.

The subject is linked to the demonstration of a strategy outlining how a campaign is organized to meet legislative requirements and providing quality results. In this order several points are pursued:

- exploitation of knowledge and availability of specific instruments to detect the main pollutants of the airport area, according to Romanian and European legislation,
- identify and carry out practical modalities for the management of specific meteorological parameters, absolutely necessary to interpret the results related to concentrations of pollutants measured
- use software for data acquisition, saving their statistical processing and graphic
- identification of specialized software for data processing
- outline critical and favorable conclusions and suggestions on the applicability of the method, based on a correlative analysis of professional
- securing research on the current state of knowledge through international collaboration and publication of results. They sought not only the formation of a national experience, but also show concern for air quality, through concrete actions.
- development of know-how and cooptation by disseminating results and international experiences

The novelty of the research for airports in Romania is that it was carried out by state of the art instruments with high precision optical detection. An instrument of this range was used during the research to find out if it can be an alternative method dispersive infrared spectrometry (NDIR) Classic, but with a large optical path up to 500 meters, type DOAS (Dual Optical spectrometry Absorption). The aim of the study went to the paragraph in environmental law which states that if the applied techniques give equivalent results demonstrate standardized instruments they can be used in air quality monitoring.

The novelty of the research conducted is that it presents in-situ measurement campaign in a Romanian airport. Observed values are a starting point in assessing the impact of traffic on air quality at the airport. It should be noted also that the main pollutants were measured in parallel by different instruments, with good correlation.