



MINISTERUL EDUCAȚIEI,
CERCETĂRII
ȘI INOVĂRII



CONSILIUL NAȚIONAL AL
CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE DIN
ÎNVĂȚĂMÂNTUL SUPERIOR

**Planul National de Cercetare,
Dezvoltare si Inovare - PN II**
Program: IDEI - Proiecte de cercetare
exploratorie
Nr. Contract: 603/19.01.2009,
cod CNCIS: ID_327



UNIVERSITATEA TEHNICĂ
„GHEORGHE ASACHI” IAȘI



CENTRUL DE CERCETARE SI
TRANSFER TEHNOLOGIC
POLYECH

MODELĂRI NUMERICE ȘI CERCETĂRI EXPERIMENTALE PENTRU OPTIMIZAREA ENERGETICĂ A FAȚADELOR COMPLET VITRATE TIP DOUBLE - PEAU, PRIN MODIFICĂRI DIMENSIONALE ȘI DE CONFIGURAȚIE

Sinteza lucrării - 2009

A. MANAGEMENTUL PROIECTULUI

1. Programarea activităților

Din punct de vedere managerial, toți membrii echipei participă la cercetare având responsabilitățile prezentate în tabelul de mai jos.

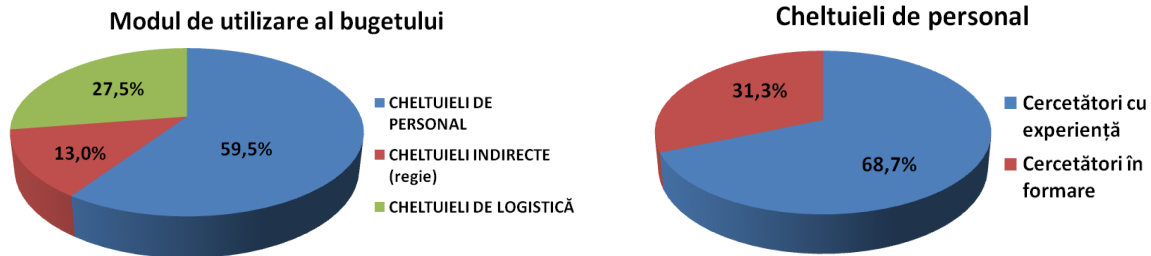
Nr. crt.	Nume și prenume	Categorie cercetător/Partener	Responsabilități
1.	Cherecheș Cristian	cercetător cu experiență/ UTI - Iași	Management, Organizare, Monitorizare, Documentare, Stabilirea direcțiilor de cercetare, Consultații, Concepere stand experimental, Modelări numerice, Realizare și întreținere pagina web, Achiziții, Elaborare documentații raportare, Diseminarea rezultatelor
2.	Popa Cătălin	cercetător cu experiență/ URCA-GRESPI, Reims, Franța	Documentare, Consultații, Modelări numerice și experimentale, Metode de vizualizare a curgerii fluidelor, Diseminarea rezultatelor
3.	Putină Petru	cercetător cu experiență/ INCERC - IH, Iași	Documentare, Determinări experimentale a conductivității termice a materialelor de construcții, Consultații
4.	Cherecheș Monica	cercetător cu experiență/ INCERC - IH, Iași	Documentare, Determinări experimentale a conductivității termice a materialelor de construcții, Consultații, Diseminarea rezultatelor
5.	Ospir Dan	cercetător în formare/ doctorand co-tutelă UTI-URCA	Documentare, Modelări numerice și experimentale, Diseminarea rezultatelor
6.	Ilie Răzvan mai - sept 2009	cercetător în formare/ doctorand UTI	Documentare
	Grigoraș Cătălin din oct. 2009	cercetător în formare/ doctorand co-tutelă UTI-URCA	Documentare, Modelări numerice, Elaborare raport

Membrii echipei au avut întâlniri repetate în vederea analizării rezultatelor obținute și a stabilirii direcțiilor de cercetare. În acest scop, d-nul Cătălin Popa, membru în cadrul proiectului și conferențiar la Universitatea din Reims Champagne-Ardenne (URCA-Franța), a efectuat un stagiu Socrates la Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi”, Facultatea de Construcții și Instalații din Iași în perioada 1-5 iunie 2009. D-nul Ilie Răzvan a susținut teza de doctorat pe data de 28 septembrie 2009, atribuțiile acestuia în cadrul proiectului fiind preluate de către d-nul Grigoraș Cătălin, conform cererii de modificare nr. 7477/19.10.2009.

Relevanța activității în proiect pentru tinerii cercetători este dată de tematica de cercetare a tezelor de doctorat :






1. drd.ing. Ospir Dan, Teză de doctorat cu titlul:
„Comportamentul termic în regim tranzitoriu a unei fațade dinamice”.
2. drd.ing. Grigoraș Cătălin, Teză de doctorat cu titlul:
„Optimizarea energetică a fațadelor double-peau pe cale numerică și experimentală”.

Ambii doctoranzi sunt înscriși în cotutelă internațională la Universitatea din Reims Champagne-Ardenne (URCA-Franța), elaborându-se documentele necesare pentru înscrierea d-lui Ospir Dan în anul III de teză și a d-lui Grigoraș Cătălin în anul I de teză. Modul în care implicarea tinerilor cercetători se reflectă în cheltuielile de personal este reprezentat în graficul de mai jos, împreună cu modul de utilizare a bugetului pe anul 2009.



2. Achiziții

Din punct de vedere administrativ, s-a întocmit un referat de necesitate privind achiziționarea echipamentelor în vederea realizării standului experimental pentru studiul transferului de căldură și a curgerii fluidului la interiorul unei fațade complet vitrate tip double-peau. Echipamentele achiziționate și modul în care acestea vor fi utilizate în cadrul simulărilor experimentale sunt prezentate în tabelul de mai jos.

Nr. crt.		Echiptament	Utilizare
1.		Fereastră fixă într-un canat cu geam simplu: - Dimensiuni: 2x1,5 m; - Grosime sticlă 6mm	Realizarea vitrajului exterior al fațadei de tip double-peau
2.		Fereastră fixă într-un canat cu geam izolat: - Dimensiuni: 2x1,5 m; - Grosime sticlă 6mm	Realizarea vitrajului interior al fațadei de tip double-peau.
3.		Lampă de iluminat OSRAM Ultra-Vitalux: - 230V, E27, 300W	Simularea radiației solare pe suprafața vitrată exterioară a fațadei double-peau
4.		Sistem achiziție temperaturi format din: - DataLogger MS5 cu 16 intrari pentru Pt1000; - 12 sonde PT1000TG7/0 cu lipire pe sticlă; - 4 sonde PT1000TGL40/0; - 16 module M1060 pentru intrările termocuplelor; - alimentator ; - soft SWR006	Măsurarea temperaturii aerului în canalul fațadei de tip double-peau și pe suprafața sticlei, la diferite înălțimi.
5.		Instalație de ventilare cu canale (sistem tubulatură) formată din: Ventilator centrifugal, Regulator electronic de viteza pentru ventilator, Baterie de încălzire electrică circulară, Controler pentru baterie, Sensor de temperatură TJK pentru tubulatură, Tub Flexibil Neizolat, Plenum neizolat pentru tub flexibil	Controlul temperaturii și vitezei aerului la intrarea și respectiv ieșirea din canalul fațadei double-peau
6.		Mașină de fum - Alimentare cu tensiune: 230V, 50Hz; - Corp de încălzire: 900 Watt; - Volum fum: 7.000 cbm/hour	Generarea fumului la interiorul canalului double-peau pentru observarea curgerii aerului.
7.		Sistem achiziție imagini format din: - aparat foto cu obiectiv 18/55 VR + obiectiv 55-200 VR; - trepied foto	Achiziția controlată de imagini de înaltă fidelitate pentru obținerea calitativă și cantitativă a liniilor de curent.

B. CONȚINUTUL ȘTIINȚIFIC

OBIECTIV 1 Stabilirea unei metode științifice reprezentative pentru studiul optimizării energetice a fațadelor complet vitrate tip double-peau. Studiu și analiză multicriterială comparativă

Activitate 1.1 Studiu de identificare și analiză documentară multicriterială privind procesele de transfer de căldură și curgere a fluidului specifice fațadelor double-peau. Întocmire bază de date inițială

Pentru a studia comportamentul global și în detaliu a unei fațade de tip double-peau este necesar să se stabilească o tipologie de fațadă. În consecință, s-a realizat o bază de date cu diferite tipuri de fațade în vederea descrierii componentelor și detaliilor geometrice care definesc și influențează performanțelor energetice a clădirilor. Fațada de tip double-peau este alcătuită dintr-o fereastră ventilată, în care aerul circulă în canalul format de cele două vitraje. Prin ventilarea aerului se urmărește ameliorarea randamentului termic a ferestrelor și recuperarea maximă a energiei. În figura 1 este prezentat acest tip de fațadă, precum și elementele din care este alcătuită. Principalele elemente care stau la baza dimensionării acestor fațade sunt: vitrajele (exterioare, interioare), protecțiile solare și amplasarea lor (fig. 2), tipul canalului ventilat (accesibil sau neaccesibil) și sistemul de ventilare (natural, forțat sau mixt).

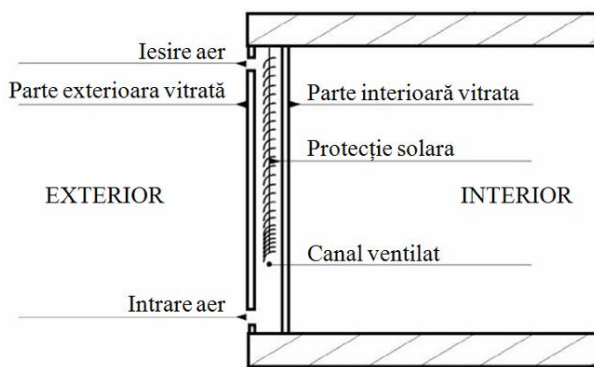
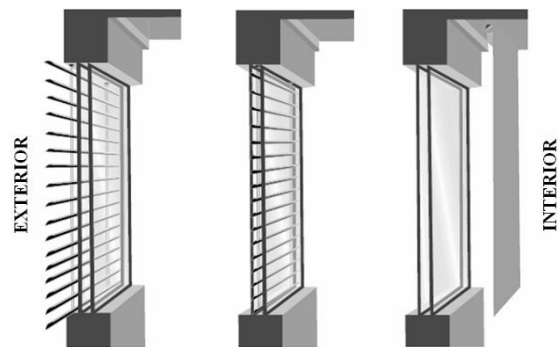


Figura 1. Fațada tip double-peau



a) la exteriorul fațadei b) la interiorul canalului c) la interiorul clădirii
Figura 2. Amplasarea protecțiilor solare

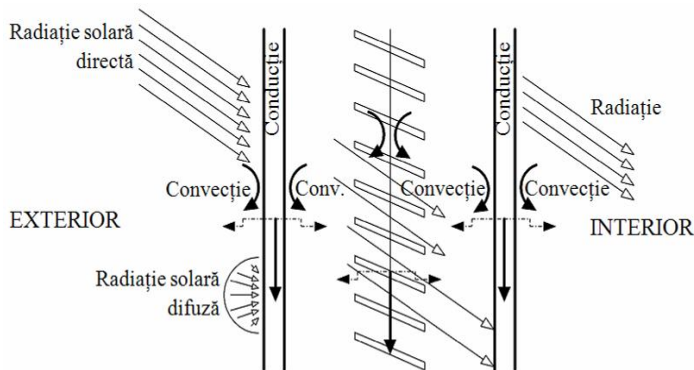


Figura 3. Procese de transfer de căldură la interiorul unei fațade de tip double peau

Comportamentul termo-aerulic al fațadelor double peau depinde de modurile de transfer de căldură: convecție (naturală, forțată sau mixtă), radiație (solară și infraroșie) și conducție. Evoluția câmpurilor de presiune-viteză și de temperatură la interiorul canalului fațadei double peau este determinată de aceste trei moduri de transfer termic. Prin urmare, bilanțul termic este definit în funcție de componentele fațadei și de caracteristicile lor (fig. 3).

Bilanțul radiativ trebuie să țină seama de: radiația solară globală (difuză și directă), orientarea fațadei și unghiul de înclinare a protecției solare; emisiile

infraroșii a diferitor componente ale fațadei; factorul de formă a diferitor componente ale fațadei și caracteristicile radiative ale diferitor componente ale fațadei.

Bilanțul convectiv trebuie să țină seama de: câmpul de temperatură la interiorul canalului fațadei și de câmpul de viteze la interiorul canalului fațadei double peau. În ceea ce privește regimul de curgere a aerului la interiorul fațadei double-peau, acesta poate fi laminar sau turbulent.

Activitate 1.2 Analiza critică a tehnicilor și metodelor de îmbunătățire a proceselor de transfer de căldură și curgere a fluidului pentru fațadele double-peau și stabilirea direcțiilor de cercetare

În literatură, se găsesc din ce în ce mai multe studii de optimizare a transferului de căldură privind geometrii simple care sunt reprezentative pentru diferite aplicații practice, cum ar fi fațada double-peau. Marea

majoritate a acestor studii sunt realizate pentru regimuri de convecție naturală sau forțată, dar nu și pentru optimizarea în convecție mixtă. Cercetările realizate de diferiți autori privind tehnicile de îmbunătățire a proceselor de transfer de căldură și de curgere a fluidului, au constant în principal în determinarea spațiului optim a canalelor termoconvective. Aceste optimizări se pot realiza în urma cunoașterii regimului de transfer de căldură convectiv (natural, forțat sau mixt) și de curgere (laminară sau turbulentă) în funcție de condițiile la limită impuse pe suprafețele canalului de curgere (temperatură sau densitate de flux). Astfel, studiile vor fi direcționate spre cunoașterea criteriilor care caracterizează diferitele regimuri de curgere și a criteriilor care definesc tranziția dintre convecția naturală, mixtă și forțată în vederea determinării distanței optime a canalului ventilat. De asemenea, se vor studia metodele teoretice de intensificare a transferului de căldură și a curgerii fluidului și se vor identifica parametrii constructiv funcționali ce vor fi optimizați.

Activitate 1.3 Analiza în echipă, a rezultatelor parțiale la finalizarea obiectivului

Echipe de cercetare a studiat un număr important de lucrări de specialitate, realizând o sinteză documentară a rezultatelor obținute pe plan național și internațional în domeniul fațadelor complet vitrate de tip double-peau. În această sinteză, sunt analizate principalele componente ale fațadei double-peau cu indicarea parametrilor constructiv-funcționali ce urmează a fi optimizați, studii de caz ale unor clădiri existente, fenomene de transfer de căldură și de curgere a fluidului precum și metode numerice pentru modelarea acestor tipuri de fațade.

OBIECTIV 2 Modelarea proceselor de transfer de căldură și curgere a fluidului, specifice fațadelor complet vitrate, în vederea identificării parametrilor ce pot fi optimizați

Activitate 2.1 Stabilirea metodelor teoretice de intensificare a transferului de căldură și a curgerii fluidului

Metodele de intensificare a transferului de căldură și a curgerii aerului la interiorul fațadei ventilate double-peau constau în:

- **Utilizarea promotorilor de turbulență:** storuri cu benzi verticale, cu lamele sau de tip rulou. În acest studiu, se vor alege protecții solare de tip storuri reglabile cu lamele.
- **Creșterea suprafeței de transfer de căldură:** vitrajele interioare și cele exterioare pot fi simple sau duble, pe înălțimea unui nivel sau numai pentru o porțiune.
- **Utilizarea unei viteze optime de curgere a aerului la interiorul canalului:** Vitezele aerului sunt direct influențate de configurația geometrică și dimensională a canalului double-peau precum și de utilizarea unei ventilații mecanice atunci când este necesară.
- **Alegerea unei distanțe optime între suprafețele canalului:** cu cât lățimea canalului crește, cu atât crește și rezistența termică, scăzând în schimb coeficientul convectiv.

Activitate 2.2 Identificarea parametrilor constructiv-funcționali ce urmează a fi optimizați

Concepția și gestiunea clădirilor cu fațade de tip double-peau este dificilă și complexă, datorită multitudinii de parametri și detalii tehnice și arhitecturale care de o manieră directă sau indirectă influențează comportamentul acestora. Printre factorii cei mai importanți care stau la baza concepției unei fațade double-peau se află geometria și modul de ventilare a canalului fațadei. Astfel, parametrii constructiv-funcționali ce urmează a fi optimizați sunt:

- **Secțiunea gurilor de intrare și de ieșire din canalul fațadei double-peau:** poate fi fixă sau variabilă atunci când sunt prevăzute cu clapete de reglare;
- **Amplasarea gurilor de admisie și refulare a aerului din canal:** acestea pot fi decalate, pe toată lungimea fațadei sau numai pe o porțiune.
- **Distanța dintre suprafețele vitrate ce alcătuiesc canalul fațadei double-peau:** poate varia între 50 și 200 cm pentru canale accesibile și peste 200 cm pentru spații interioare mari gen atrium.
- **Poziția protecțiilor solare la interiorul canalului:** storurile cu lamele pot fi amplasate la mijlocul canalului, spre vitrajul interior sau spre cel exterior.
- **Unghiul de înclinare a lamelor protecțiilor solare:** poate fi reglat la diferite valori și anume : 0° , 30° , 45° , 60° .

- **Modurile de ventilare a canalului fațadei:** Pentru sezonul de vară se vor studia sistemele de ventilare și evacuare exterioară, iar pentru sezonul de iarnă sist. de ventilare și evacuare interioară și canalul etanș.

Activitate 2.3 Stabilirea ecuațiilor ce descriu procesele de transfer de căldură și de curgere a fluidului

La interiorul canalului de tip double-peau câmpurile de presiune-viteză și de temperatură sunt guvernate de trei ecuații: ecuația continuității (conservarea masei), ecuația conservării cantității de mișcare (ecuațiile Navier-Stokes) și ecuația conservării energiei. Comportamentul termo-aerulic al fațadelor double peau depinde de regimul de transfer de căldură: convecție, radiație (solară și infraroșie) și conducție (fig. 4). Calculul bilanțului termic se realizează în urma cunoașterii cantității de căldură transferate între elementele fațadei prin cele trei moduri de transfer termic.

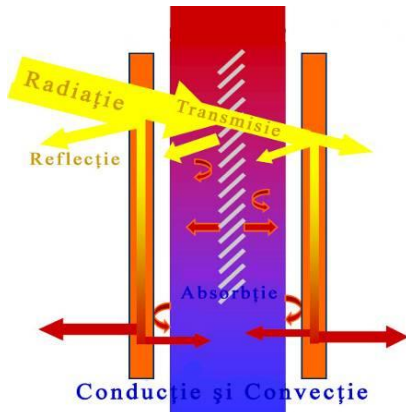


Fig. 4. Regimurile de transfer de căldură la interiorul unei fațade double-peau

1. Ecuația continuității:

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_i} = 0$$

2. Ecuația conservării cantității de mișcare:

$$\rho \bar{u}_j \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial t} = -\frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\mu \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} - \rho \overline{u'_i u'_j} \right) + \rho g_i$$

3. Ecuația conservării energiei:

$$\rho c \left(\bar{u}_j \frac{\partial \bar{T}}{\partial x_j} \right) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\lambda \frac{\partial \bar{T}}{\partial x_j} - \rho \overline{u'_j T'} \right)$$

Activitate 2.4 Stabilirea metodei numerice de discretizare a ecuațiilor ce descriu procesele de transfer specifice

Discretizarea ecuațiilor ce descriu procesele de transfer de căldură și de curgerea fluidului a fost realizată cu ajutorul programului de calcul **FLUENT**. Acesta este cel mai performant program de simulare numerică a transferului de căldură (convectiv, radiativ și conductiv) și a dinamicii fluidelor, utilizat pentru curgeri complexe în regimuri incompresibile (subsonice), ușor compresibile (transonice) și chiar puternic compresibile (supersonic și hipersonic).

Activitate 2.5 Analiza în echipă, a rezultatelor parțiale la finalizarea obiectivului

Activitățile desfășurate și rezultatele obținute sunt în concordanță cu cele puse în planul de realizare al proiectului. Rezultatele obținute au fost analizate de către membrii echipei care au stabilit direcțiile de cercetare. Astfel, s-au stabilit metodele teoretice pentru intensificarea transferului de căldură și a curgerii aerului la interiorul fațadelor double-peau și s-au identificat parametrii constructiv-funcționali și modul în care aceștia vor fi optimizați. În funcție de acești parametri, se vor stabili ulterior cazurile de studiu.

OBIECTIV 3 Stabilirea unor cazuri de studiu, în scopul optimizării energetice a fațadelor complet vitrate

Activitate 3.1 Stabilirea cazului general de studiu și a celor derivate, prin modificări geometrice și de configurație

În cadrul acestui studiu, două direcții de cercetare vor fi abordate în funcție de fluidul de curgere de la interiorul canalului. Astfel, cercetările numerice și experimentale vor fi efectuate considerând două tipuri de fluide: apă și aer. Într-o primă etapă, se va utiliza apa ca fluid de răcire, ipoteză utilizată în mod curent în literatură atunci când se neglijează radiația termică și pentru o mai bună validare calitativă și cantitativă a rezultatelor numerice cu cele experimentale. În această etapă, canalul nu comportă protecții solare. În cea de-a

doua etapă se va utiliza aerul ca agent de răcire la interiorul canalului pentru care se vor considera diferite configurații de ventilație pentru simularea în condiții reale a fațadei double-peau. În acest caz, canalul poate avea sau nu protecții solare (figurile 5, respectiv 6).

Cazurile generale de studiu (cazurile 1.1 și 1.2) și a celor rezultate în urma modificărilor geometrice și de configurație sunt reprezentate în tabelele 1 și 2, considerând următorii parametrii: raportul de formă R_f , prezența stourilor la interiorul canalului și reglajul acestora și modul de ventilație al canalului (ventilat sau etanș).

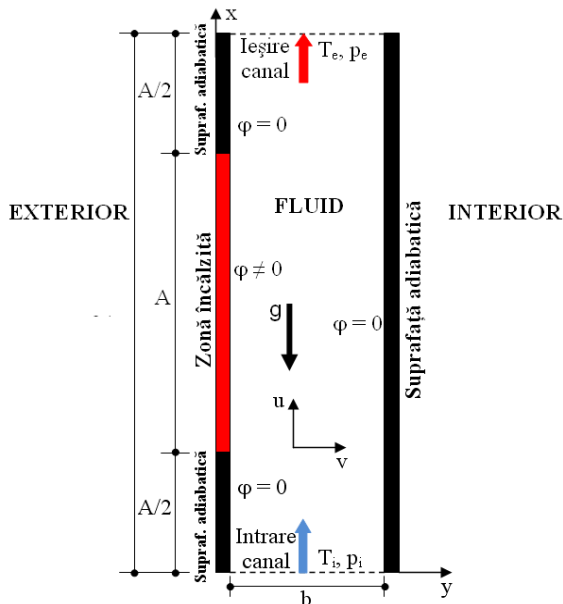


Figura 5. Geometria canalului fațadei double-peau fără protecții solare

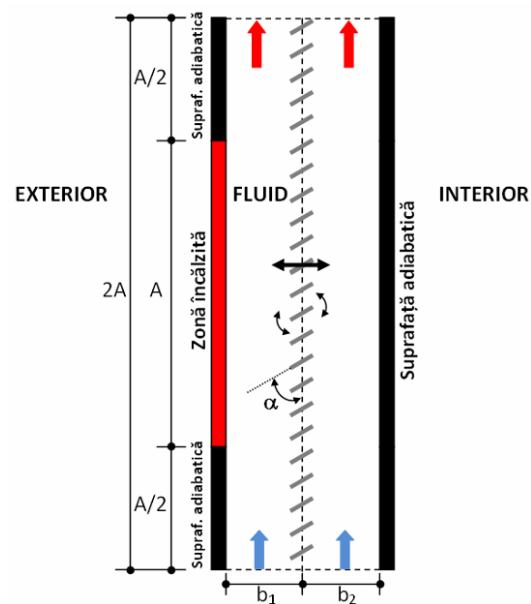


Figura 6. Geometria canalului fațadei double-peau cu protecții solare

Tabel 1. Cazul general de studiu și cele derivate pentru fluidul de răcire apă (Caz 1)

Nr. caz	A m	b m	$R_f = \frac{A}{b}$	Protecție solară	Mod ventilație
Caz 1.1	0,188	0,036	5,2	Fără protecții solare	Canal ventilat
Caz 1.2	0,188	0,0313	6		
Caz 1.3	0,188	0,0313	6		
Caz 1.4	0,188	0,0313	6		
Caz 1.5	0,188	0,0273	6,9		
Caz 1.6	0,180	0,036	5,0		

Tabel 2. Cazul general de studiu și cele derivate pentru fluidul de răcire aer (Caz 2)

Nr. caz	A m	b m	$R_f = \frac{A}{b}$	Protecție solară	Mod ventilație
Caz 2.1	0,6	0,1	6	Fără protecții solare	Canal ventilat
Caz 2.2	1	0,05	20		
Caz 2.3	1	0,10	20		
Caz 2.4	1	0,15	20		
Caz 2.5	1	0,20	20		
Caz 2.6	1	0,25	20		
Caz 2.7	1	0,30	20	Cu protecții solare: $\alpha = 0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$	Canal etanș
Caz 2.8	1	0,35	20		
Caz 2.9	1	0,40	20		
Caz 2.10	1	0,45	20		
Caz 2.11	1	0,50	20		

Activitate 3.2 Stabilirea sarjelor de studiu și a numărului necesar și suficient de modelari

Tabel 3. Numărul de modelări necesare în cazurile 1 de studiu (fluid de răcire apă)

Nr. caz	T °C	Φ W/m ²	Ra [*]	Model numeric
Caz 1.1	14,6	636	3,07x10 ⁶	Laminar, Turbulent k-ε Turbulent k-ε RNG Turbulent k-ε realiz Turbulent low-Re
Caz 1.2	18,5	632	2,13x10 ⁶	
Caz 1.3	14,4	159	3,73x10 ⁶	
Caz 1.4	15,4	1278	3,32x10 ⁶	
Caz 1.5	15	636	3,24x10 ⁶	
Caz 1.6	16	2381	1,3x10 ⁷	

Tabel 4. Numărul de modelări necesare în cazurile 2 de studiu (fluid de răcire aer)

Nr. caz	T _i °C	Φ W/m ²	Ra [*]	Model numeric
Caz 2.1	15	60	4.0x10 ⁶	Laminar, Turbulent k-ε Turbulent k-ε RNG Turbulent k-ε realiz Turbulent low-Re
Caz 2.2	32	75	7.5 x10 ⁴	
Caz 2.3	32	75	2.4 x10 ⁶	
Caz 2.4	32	75	1.8 x10 ⁷	
Caz 2.5	32	75	7.7 x10 ⁷	
Caz 2.6	32	75	2.3 x10 ⁸	
Caz 2.7	32	75	5.8 x10 ⁸	
Caz 2.8	32	75	1.3 x10 ⁹	
Caz 2.9	32	75	2.5 x10 ⁹	
Caz 2.10	32	75	4.4 x10 ⁹	
Caz 2.11	32	75	7.5 x10 ⁹	

Considerând aceleași geometrii (fig. 5 și 6), fiecare caz prezentat anterior (tab. 1 și 2) poate fi modelat considerând următoarele (tab. 3 și 4): modelul numeric considerat în FLUENT și densitatea de flux impusă pe suprafața încălzitoare cu ajutorul căreia se calculează numărul adimensional Rayleigh ce caracterizează convecția naturală, $Ra = Gr \cdot Pr = \frac{g\beta\phi_p b^4}{k\nu^2} \frac{\mu c_p}{k}$. Pentru a ține cont de geometria canalului, numărul lui Ra se împarte la raportul de formă $R_f = \frac{A}{b}$, rezultând numărul lui Rayleigh modificat, $Ra^* = \frac{Ra}{R_f} = \frac{g\beta c_p \rho \phi_p b^4}{k^2 \nu} \frac{b}{A}$

Activitate 3.3 Alegerea metodei de simulare-modelare a proceselor termice și de curgere. Achiziția de soft-uri CFD

Modelarea numerică în FLUENT a fiecărui caz de studiu depinde de mai mulți factori printre care: discretizarea optimă a domeniului de calcul care constă în alegerea rețelei de noduri (rectangulare sau triangulare) și a mărimii acesteia făcând un compromis între finețea acestuia și timpul necesar de iterare a soluției precum și de alegerea corespunzătoare a condițiilor la limită și a modelelor de discretizare a ecuațiilor. Întrucât până la momentul actual nu se cunosc domeniile de aplicabilitate a acestor modele (în special pentru modelele de turbulență) pentru diferite situații fizice, alegerea metodei de simulare se va face în urma comparării rezultatelor obținute cu fiecare model cu rezultatele obținute experimental. Modelarea neadecvată a turbulenței poate conduce la o sursă de eroare destul de importantă, astfel încât simulările numerice vor fi efectuate utilizând mai multe modele de turbulență. Principalele modele de turbulență sunt: **modele de prim ordin** (model de prim ordin cu zero ecuații, model de prim ordin cu o ecuație, model de prim ordin cu două ecuații) și **model de ordin doi** (modelul de turbulență k-ε standard, modelul de turbulență k-ε "realizable").

Achiziția de soft CFD nu a mai posibilă din cauza redimensionării bugetului pe anul 2009, aceasta fiind reprogramată în anul 2010.

Activitate 3.4 Analiza în echipa, a rezultatelor parțiale la finalizarea obiectivului. Diseminarea rezultatelor parțiale

În cadrul acestui obiectiv, membrii echipei de cercetare au pus bazele modelării numerice și experimentale a diferitor cazuri originale de studiu care vor fi analizate în vederea optimizării energetice a fațadelor complet vitrate tip double-peau. Astfel, a fost stabilit cazul general de studiu și a celor derivate prin modificări geometrice și de configurație, precum și șarjele de studiu și numărul necesar de modelări pentru fiecare caz.

Rezultatele obținute în urma activității desfășurate în cadrul proiectului de cercetare, sunt diseminate cu ajutorul paginii web www.idei327.tuiasi.ro prin intermediul căreia se actualizează în permanență rezultatele obținute în urma cercetării prin publicarea unei ample **lucrări în extenso**, pe baza căreia este întocmită și prezenta sinteză. De asemenea, diseminarea rezultatelor s-a realizat prin publicarea următoarelor articole:

1. N.C. Cherecheș, M. Cherecheș, C. Popovici, *Mixed convection flow inside a vertical channel of a double-skin envelope*, International Review of Mechanical Engineering (IREME), ISSN 1970 - 8734, nov. 2009, http://www.praiseworthyprize.com/IREME_latest.html
Revistă BDI indexată în: Cambridge Scientific Abstracts (CSA/CIG), Academic Search Complete (EBSCO Information Services), Elsevier Bibliographic Database SCOPUS, Copernicus
2. N.-C. Cherecheș, C.-V. Popa, M. Chereches, *Etude numerique des regimes d'ecoulement en convection naturelle dans une façade type double-peau*, Bulletin of the Polytechnic Institute of Iasi, Construction and Architecture Section, Tomme LV (LIX), Fascicle 2, 2009, ISSN 1224-3884, pp. 43-52
<http://www.bipcons.ce.tuiasi.ro/Content/ArticleInformation.php?ArticleID=147>
Revistă înscrisă în următoarele baze de date internaționale: Index Copernicus, DOAJ, BASE, Scientific Commons, DRIVER, WorldWideScience, getCITED, ResearchGATE, Ovid LinkSolver, Genamics Journalseek, Electronic Journals Library, WorldCat
3. D.-C. Ospir, C.-V. Popa, N.-C. Cherecheș, S. Fohanno, M. Cherecheș, *Dynamique d'un écoulement de convection naturelle dans un canal vertical*, 13^{ème} Congrès Français de Visualisation et de Traitement d'Images en Mécanique des Fluides, Reims, 16-20 novembre 2009, ISBN 978-2-918241-01-0, CD-paper
4. M. Cherecheș, N.C. Cherecheș, C.-V. Popa, *Experimental and numerical approach of the thermal conductivity of building façade materials*, Journal of Building Physics, 2009 (trimis spre publicare)
Revistă ISI (factor de impact: 0,552)