



## **UNIVERSITATEA TEHNICĂ DE CONSTRUCȚII BUCUREȘTI**

Facultatea de Inginerie a Instalațiilor

Departamentul de Sisteme Termo-Hidraulice și Protecția Atmosferei

# **TEZĂ DE DOCTORAT**

## **FAȚADE INTELIGENTE: SOLUȚII PENTRU CREȘTEREA EFICIENȚEI ENERGETICE A CLĂDIRILOR**

**Doctorand**

Ing. Cătălin-Ionuț SIMA

**Coordonator științific**

Conf. univ. dr. ing. Cătălin TEODOSIU

**BUCUREȘTI**

**2022**

## Rezumat

În contextul energetic actual, acela al consumurilor tot mai mari de energie, al dezvoltării mondiale continue și al emisiilor importante de CO<sub>2</sub> este tot mai importantă implementarea de soluții performante (sisteme) ce utilizează surse regenerabile de energie și sisteme eficiente din punct de vedere energetic în sectorul construcțiilor, pentru a atinge confortul termic interior cu un consum optim de energie.

Prezenta lucrare evidențiază oportunitatea implementării colectoarelor solare vitrate în clădiri, soluție ce are potențialul de a contribui la reducerea consumurilor de energie pentru încălzirea spațiilor, precum și la reducerea consumurilor de energie pentru încălzirea aerului proaspăt necesar ocupanților clădirii.

Primul capitol este reprezentat de studiul bibliografic în care au fost tratate pe rând teme precum: contextul energetic actual, tipuri de fațade, fațadele solare, tipuri constructive de colectoare solare cu aer, precum și studii experimentale și numerice privind implementarea colectoarelor solare vitrate în clădiri.

Cel de al doilea capitol are drept scop analiza experimentală a colectoarelor solare vitrate perforate cu scopul de a îmbunătăți eficiența acestora. Studiile comparative efectuate au arătat că pentru configurația cu distanța de 30 mm între absorber și sticlă se obțin rezultate mult mai bune decât în cazul colectorului solar vitrat având aceeași distanță de 50 mm. Astfel eficiența schimbului de caldura pentru colectorul solar, în cazul configurației de 30 mm, este superioară cu peste 8% pentru toate debitele de aer considerate, capacitatea termică a configurației cu 30 mm este mai mare cu 13% - 51% față de configurația cu 50 mm, iar energia termică medie furnizată într-o oră este cu 35% mai mare pentru configurația de 30 mm. De asemenea, eficiența globală a colectorului solar cu distanța mai mică între placa absorbantă și stratul de sticlă s-a dovedit a fi mai mare, având valori mai mari cu 20% - 42% în funcție de debitul de aer utilizat.

În ceea ce privește a doua parte a acestui capitol s-a studiat colectorul solar vitrat din punct de vedere experimental, prin integrarea acestuia într-un container pentru a analiza implementarea acestuia într-o clădire reală. Datele obținute arată că eficiența colectorului solar vitrat cu distanța de 30 mm între sticlă și absorber a fost cuprinsă în intervalul 16-19% pentru debite de aer până în 200 m<sup>3</sup>/h iar pentru debite de peste 300 m<sup>3</sup>/h eficiența acestuia s-a dublat, dar temperatura de introducere a scăzut. Rezultatele experimentale pe termen scurt și lung au arătat reducerea consumului de energie pentru încălzire și ventilarea spațiilor interioare în cazul clădirilor cu colector solar vitrat comparativ cu configurația de clădire fără colector solar vitrat.

Al treilea capitol detaliază analiza numerică a colectoarelor solare vitrate perforate cât și îmbunătățirea eficienței colectoarelor solare prin studierea diferitelor configurații de colectoare solare. După finalizarea studiilor numerice s-a constatat că prin utilizarea colectorului solar vitrat cu o distanță de 30 mm între absorber și sticlă se obține o eficiență mai bună față de configurația de 50 mm, astfel aceasta confirmă măsurătorile și studiile experimentale. Eficiența schimbului de caldura în cazul configurației de 30 mm fiind mai mare cu 10% față de configurația de 50 mm. În ceea ce privește eficiența globală a

colectorului cu distanța mai mică între absorber și sticlă, aceasta s-a dovedit a fi mai mare ca și în cazul eficienței schimbului de caldura.

Studiile numerice au realizat o analiză pe o durată de timp mult mai mare decât studiul experimental, mai exact pe durata unui an. Pentru perioadele de tranziție primăvară și toamnă colectorul solar vitrat având suprafata absorberului de  $2 \text{ m}^2$  a realizat o reducere a consumului de energie cu  $13,6 \text{ kWh/m}^2$ , acesta dovedindu-se încă o dată extrem de performant în cadrul soluțiilor de preîncălzire a aerului necesar ventilării spațiilor interioare. În urma studiilor s-a observat că acest tip de colector solar vitrat este eficient în special în perioadele de tranziție când temperaturile sunt scăzute iar radiația solară are valori de peste  $200 \text{ W/m}^2$ , aceasta fiind valoarea de la care colectorul solar permite reduceri semnificative ale consumurilor de energie.

Ultimul capitol al acestei lucrări prezintă o analiza de tip LCA (Life Cycle Assessment) în ceea ce privește impactul asupra mediului pentru colectorului solar vitrat. Studiul a avut drept scop analiza colectorului solar vitrat integrat în cadrul unei clădiri (un container). S-a observat că cel mai mare impact asupra mediului pentru acest tip de clădiri (masivitate termică redusă) este reprezentat de consumul de energie, atât pentru acoperirea necesarului de caldura cât și a necesarului de aer proaspăt. Colectorul solar vitrat ajută la reducerea consumului de energie pe tot parcursul de viață al clădirii și implicit al impactului asupra mediului datorat acesteia.

Prin utilizarea colectorului solar vitrat pentru preîncălzirea aerului proaspăt s-a observat o reducere cu aproximativ  $6,5\%$  a emisiilor de  $\text{CO}_2$  față de o clădire care nu utilizează nici un sistem de preîncălzire a aerului. Astfel, colectorul solar vitrat a reușit să reducă emisiile de  $\text{CO}_2$  cu aproximativ  $6,85 \text{ kg CO}_2 \text{ m}^2/\text{an}$ , reprezentând o soluție deosebit de interesantă pe termen lung în ceea ce privește reducerea consumurilor și a emisiilor de  $\text{CO}_2$  pe întreaga perioadă de viață a clădirii.