



MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII  
**UNIVERSITATEA PETROL-GAZE DIN PLOIEȘTI**

B-dul. București nr. 39, 100680 Ploiești - România  
www.upg-ploiesti.ro  
Telefon +40 244 573 171 Fax +40 244 575 847



---

INSTITUȚIA ORGANIZATOARE DE STUDII UNIVERSITARE DE  
DOCTORAT UNIVERSITATEA PETROL-GAZE DIN PLOIEȘTI  
DOMENIUL FUNDAMENTAL – ȘTIINȚE INGINEREȘTI  
DOMENIUL DE DOCTORAT – INGINERIA SISTEMELOR

# **REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT**

CONTRIBUȚII PRIVIND DEZVOLTAREA  
UNUI SISTEM DE AUTOMATIZARE  
PENTRU CLĂDIRI INTELIGENTE CU SERE  
PE ACOPERIȘ

**Conducător științific,**

**Prof.habil.dr.ing. Valentina E. BĂLAȘ**

**Autor,**

**Ing. Mihaela POPA (CIUCIU)**

**Ploiești  
2025**

# CUPRINS

Lista abrevierilor

Lista definițiilor

Lista figurilor

## INTRODUCERE

Contextul

Motivația cercetării

Obiectiv general

Structura și contribuțiile lucrării de doctorat

Lista articolelor publicate în jurnale și proceedings-uri ale conferințelor

## Capitolul 1. Agricultură urbană

1.1. Introducere în agricultura urbană

1.2. Locul sereilor în lanțul trofic

1.3. Agricultură urbană și agricultură integrată pe clădiri

1.4. Metabolismul unei clădiri

1.5. Sere hibride

1.6. Obiectivele tezei

1.7. Concluziile capitolului 1

## Capitolul 2. Serele inteligente instalate pe acoperiș

2.1. Sere apărute în decada 2010-2020

2.2. Serele pasive

2.3. Watergy

2.4. Sere integrate instalate pe acoperiș

2.5. Serele inteligente instalate pe acoperiș

2.6. Concluziile și contribuțiile capitolului 2

## Capitolul 3. Modelarea matematică a sereilor instalate pe acoperiș

3.1. Modelul matematic al clădirii iRTG

3.2. Comportamentul termic al clădirii iRTG

3.3. Comportamentul clădirii iRTG din punct de vedere al compoziției atmosferei

3.4. Optimizarea modelului

3.5 Concluziile și contribuțiile capitolului 3

## Capitolul 4. Conducerea automată a sereilor instalate pe acoperiș

- 4.1. Caracterizarea clădirilor cu acoperiș seră din punct de vedere sistemic
- 4.2. Conducerea sistemelor multivariabile
- 4.3. Cerințele impuse reglatoarelor iRTG
- 4.4. Alegerea reglatoarelor iRTG
- 4.5. Reglatoarele fuzzy-interpolative
- 4.6. Necesitatea adoptării unor reglatoare hibride fuzzy PID
- 4.7. Concluziile și contribuțiile capitolului 4

#### Capitolul 5. Clădirile cu seră pe acoperiș și fixarea carbonului

- 5.1. Creșterea concentrației de dioxid de carbon în atmosferă
- 5.2. Factori de influență asupra calității aerului
- 5.3. Măsurarea calității aerului
- 5.4. Calculatoare pentru offset-ul de carbon
- 5.5. Tehnologii IoT pentru măsurarea calității aerului
- 5.6 . Potențialul offset-ului de carbon
- 5.7. Măsurarea potențialului offset-ului de carbon prin sistemul PlanetWatch
- 5.8. Concluziile și contribuțiile capitolului 5

#### Capitolul 6. Clădirile cu seră pe acoperiș și conceptul Watergy

- 6.1. Configurația cu trei rezervoare
- 6.2. Configurarea sistemului cu trei rezervoare
- 6.3. Modelul matematic al sistemului cu trei rezervoare
- 6.4. Concluziile și contribuțiile capitolului 6

#### Capitolul 7 Concluzii, contribuții și direcții viitoare de dezvoltare

- 7.1. Concluzii
- 7.2. Contribuții originale
- 7.3. Dezvoltări viitoare

Anexa 1. Studiu bibliografic privind controlul temperaturii în serele de pe acoperiș

Anexa 2. Studiu bibliografic asupra practicilor durabile privind compensarea emisiilor de carbon

Bibliografie

## 1. Introducere

Lucrarea abordează o temă de actualitate la intersecția dintre ingineria sistemelor, tehnologiile informației, energiile regenerabile și sustenabilitate: integrarea serele inteligente pe acoperișurile clădirilor (Integrated Rooftop Greenhouses – RTG/iRTG) ca soluție de creștere a eficienței energetice, de reducere a amprente de carbon și de îmbunătățire a calității mediului urban.

În contextul schimbărilor climatice, al urbanizării accelerate și al presiunii pe resurse, orașele au nevoie de soluții care să combine producția locală de alimente cu optimizarea fluxurilor de energie, apă și materiale. Serele integrate pe clădiri răspund acestor nevoi: valorifică căldura reziduală, CO<sub>2</sub>-ul și apa uzată tratată ale clădirii, asigură proximitatea producției alimentare și reduc transportul (și implicit emisiile aferente).

Teza definește un cadru teoretic și aplicativ pentru modelarea, simularea și optimizarea unei clădiri inteligente cu seră pe acoperiș, introducând modele Matlab–Simulink pentru comportamentul termic și compozițional al aerului, precum și algoritmi de conducere automată fuzzy–interpolativi, auto-adaptivi (FPID), adaptați particularităților dinamice și neliniare ale sistemului.

## 2. Context și motivație

Criza climatică și degradarea calității aerului urban reclamă intervenții sistemice. Agricultură urbană (AU) și agricultura integrată în clădiri (AIC/Building-Integrated Agriculture) au evoluat ca răspunsuri complementare, însă constrângerile de spațiu interior și climatice limitează impactul pe termen lung al soluțiilor neprotejate. Mutarea culturilor în sere pe acoperișuri rezolvă simultan accesul la lumină, spațiu și resursele recuperabile din clădire.

În paralel, agricultura protejată (sere) permite controlul mediului (temperatură, umiditate, lumină, CO<sub>2</sub>), reduce pesticidele, optimizează consumul de apă (recirculare), crește productivitatea pe unitatea de suprafață și poate funcționa independent de condițiile meteorologice locale. Integrarea cu infrastructura clădirii amplifică aceste avantaje.

Din perspectivă inginerescă, lipsa unor modele riguroase și a algoritmilor de control adecvați pentru seră–clădire a constituit o barieră pentru proiectare, dimensionare și exploatare. Teza răspunde acestei nevoi, propunând modele fizice și soluții de conducere robuste, cu adaptare la regim tranzitoriu și staționar, respectiv PD/PID fuzzy–interpolativ.

## 3. Obiectivele cercetării

- Elaborarea de modele matematice pentru comportamentul termic și compozițional (O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>) al sistemului seră–clădire iRTG, cu fluxuri bidirecționale de aer.
- Proiectarea și validarea prin simulări a unor algoritmi de conducere fuzzy–interpolativi auto-adaptivi (FPID) pentru reglarea temperaturii și a ventilării.
- Integrarea conceptelor Watergy (management comun al energiei și apei) și a offset-ului de carbon în arhitectura funcțională a RTG/iRTG.
- Evaluarea performanței energetice și de mediu (eficiență, reducerea emisiilor, calitatea aerului) pe baza scenariilor de operare.

- Fundamentarea cadrului de integrare IoT (senzori, achiziție de date, monitorizare) pentru măsurarea calității aerului și estimarea în timp real a carbon offset-ului.
- Formularea de recomandări de proiectare și exploatare pentru clădiri inteligente cu sere pe acoperiș în climat temperat.

#### 4. Bazele teoretice și stadiul cercetării

Teza realizează o sinteză a literaturii privind agricultura urbană, metabolismul clădirilor și clasele de sere hibride, cu accent pe evoluția conceptelor de seră pasivă energetic și de seră Watergy. Sunt discutate konfigurări arhitecturale și tehnologice pentru clădiri verzi (acoperișuri verzi, fațade vegetale) și limitările acestora în climate reci, susținând necesitatea protecției prin seră pentru scalabilitate.

Din perspectivă de control, sistemele HVAC și de condiționare în medii neliniare au beneficiat istoric de regulatoare fuzzy, datorită robusteții și simplității implementării. Teza extrapolează aceste avantaje către iRTG, unde interacțiunile seră-clădire și perturbațiile externe (radiație solară, vânt, temperatură exterioară) fac ca strategiile clasice (PID linear) să fie insuficiente fără adaptare.

#### 5. Metodologie generală

Metodologia integrează trei componente principale:

- (i) modelare matematică fizică pentru seră și clădire,
- (ii) simulare numerică în Matlab–Simulink,
- (iii) proiectare de algoritmi de conducere fuzzy–interpolativi auto-adaptivi. În plus, sunt propuse două direcții complementare cu relevanță practică: estimarea în timp real a offset-ului de carbon cu senzori IoT și o nouă configurație Watergy cu trei rezervoare pentru management termo-hidric.

Validarea este realizată prin scenarii de operare și studii comparative (regulator PID clasic vs. regulator fuzzy–interpolativ PD/PID auto-adaptiv), urmărindu-se stabilitatea termică, calitatea aerului interior (în seră și clădire) și consumul de resurse.

### Capitolul 1 – Agricultura urbană

Capitolul 1 fundamentează conceptul de agricultură urbană (AU) ca răspuns strategic la crizele alimentare și de mediu determinate de urbanizarea accelerată și schimbările climatice. În timp ce agricultura tradițională are nevoie de suprafețe extinse de teren și este afectată de condițiile meteorologice, AU propune integrarea cultivării plantelor direct în spațiul urban. Această abordare reduce costurile și timpul de transport al alimentelor și scade amprenta de carbon, având un impact direct asupra siguranței alimentare și asupra calității vieții urbane.

Criza de mediu actuală, cauzată de emisiile de gaze cu efect de seră provenite din arderea combustibililor fosili, conduce la modificări grave ale atmosferei – creșterea concentrației de CO<sub>2</sub> și scăderea oxigenului. Fotosinteza plantelor rămâne mecanismul natural esențial pentru echilibrul carbonului, însă agricultura convențională nu mai poate oferi offsetul necesar. În acest context, serele reprezintă o tehnologie salvatoare, deoarece permit o densitate mai mare de plante, independent de anotimp, și contribuie direct la fixarea carbonului.

Avantajele agriculturii în sere includ: controlul strict al mediului de creștere, reducerea necesarului de pesticide, eficiența consumului de apă și utilizarea optimă a spațiului. Astfel, un hectar de seră poate asigura hrana pentru 20–100 de persoane, în funcție de cultură și eficiența exploatării. Pe lângă beneficiile alimentare, extinderea serelor eliberează teren agricol pentru reîmpădurire, contribuind la refacerea ecosistemelor naturale.

Din perspectiva lanțului trofic, teza evidențiază faptul că orientarea spre o dietă bazată pe plante sporește eficiența utilizării resurselor. Prin înlocuirea parțială a produselor animale, lanțul trofic se simplifică la relația plante–oameni, crescând de zece ori randamentul conversiei resurselor. Acest lanț trofic sere–oameni devine astfel compatibil cu mediul urban și cu obiectivele de sustenabilitate.

O parte semnificativă a capitolului tratează conceptul de agricultură integrată în clădiri (AIC), sau Building-Integrated Agriculture, ca evoluție naturală a agriculturii urbane. AIC explorează soluții arhitecturale de cultivare a plantelor în interiorul și pe acoperișurile clădirilor, de la grădini suspendate la sere protejate (Rooftop Greenhouses – RTG). Clădirile verzi astfel concepute devin veritabile centre de producție alimentară și de purificare a aerului, folosind inteligența artificială și Internetul Lucrurilor pentru monitorizarea și optimizarea condițiilor de microclimat.

Capitolul introduce, de asemenea, noțiunea de metabolism al clădirilor. Inspirată de biologie, această abordare descrie clădirile ca organisme vii, capabile să își regleze consumul de energie și apă, să își gestioneze deșeurile și să contribuie activ la sănătatea locuitorilor. Integrarea serelor în acoperișuri transformă clădirile în entități cu metabolism îmbunătățit, favorizând sinergia dintre plante și oameni.

Sunt prezentate și tipurile de sere hibride – cogenerare, hidroponice, acvaponice, combinate cu ferme zootehnice – care amplifică beneficiile atât pe partea de producție alimentară, cât și de eficiență energetică. Aceste soluții tehnice diversificate arată potențialul ridicat de adaptare al conceptului RTG la diferite condiții climatice și economice.

În încheiere, capitolul formulează obiectivele generale ale tezei: dezvoltarea unor clădiri inteligente cu acoperiș seră care să depășească limitările tehnologice actuale, să valorifice resursele regenerabile, să reducă emisiile de carbon și să contribuie la creșterea concentrației de oxigen în mediul urban. Aceste direcții de cercetare susțin viziunea unui oraș verde inteligent (Green Skyline City), în care clădirile cu acoperișuri verzi devin elemente structurale ale ecosistemului urban.

## **Capitolul 2 – Serele inteligente instalate pe acoperiș**

Capitolul 2 prezintă evoluția și tendințele actuale în domeniul serelor inteligente montate pe acoperișurile clădirilor, evidențiind progresele tehnologice, soluțiile constructive și avantajele economice și ecologice. Dezvoltarea accelerată a componentelor și materialelor a permis apariția unor tipuri variate de sere – de la modelele clasice Venlo, la sere fotovoltaice, verticale sau cu iluminare LED – capabile să funcționeze în orice zonă geografică și pentru o gamă largă de culturi.

O secțiune importantă este dedicată serelor pasive (SP), inclusiv celor solare, care se bazează pe captarea și stocarea energiei termice provenite de la soare. Acestea pot integra surse regenerabile suplimentare, cum ar fi panouri fotovoltaice, generatoare eoliene și mai ales energie geotermală, exploatată prin pompe de căldură apă-apă. În cadrul Universității "Aurel

Vlaicu” din Arad, cercetările au condus la dezvoltarea conceptului de seră pasivă energetic, orientată spre autonomie față de infrastructurile de electricitate, gaze și apă. Prin valorificarea apelor freatice și a ventilației naturale, SP pot fi instalate chiar și în regiuni aride sau deșertice, contribuind la refacerea ecologică a terenurilor agricole.

Un aspect cheie în exploatarea acestor sisteme îl reprezintă controlul automat. Serele pasive sunt sisteme neliniare, supuse unor variații mari ale surselor de energie. Algoritmii de control fuzzy s-au dovedit deosebit de eficienți pentru condiționarea aerului, asigurând reducerea timpului de dezvoltare și a consumului energetic, precum și o mai bună calitate a reglării microclimatului.

Conceptul Watergy introduce o perspectivă integrată asupra apei și energiei, fiind conceput pentru zonele aride. O seră Watergy reciclează apa prin condensarea umidității din aer și stochează energia termică latentă, oferind o utilizare optimă a resurselor. Configurațiile moderne folosesc sisteme cu desicant lichid pentru a extrage și stoca vaporii de apă încălcați cu energie, compatibile cu diferite tipuri de clădiri. Astfel, Watergy ilustrează perfect simbioza dintre gestionarea apei și a energiei, răspunzând în același timp crizei globale a apei.

Agricultura urbană își găsește expresia cea mai eficientă prin serele integrate pe acoperiș (Rooftop Greenhouses – RTG). Acoperișurile oferă suprafețe mari, bine expuse la soare, ideale pentru cultivarea plantelor și colectarea energiei regenerabile. Conceptul a evoluat către Integrated Rooftop Greenhouse (IRTG), care creează o simbioză între plante și oameni prin schimbul de gaze: plantele consumă CO<sub>2</sub> și eliberează oxigen, iar oamenii invers. Această integrare îmbunătățește metabolismul clădirii, crește eficiența energetică și reduce amprenta de carbon.

Un exemplu de referință este clădirea ICTA din Barcelona, prototip IRTG, unde schimburile de aer între seră și clădire se realizează natural, printr-un atriu central. Această clădire multifuncțională utilizează căldura reziduală, CO<sub>2</sub> din aerul evacuat și apa de ploaie, demonstrând viabilitatea economică și ecologică a sistemului. Măsurătorile experimentale arată performanțe bune în sezoanele răcoroase, iar utilizarea panourilor fotovoltaice transparente promite să rezolve problema supraîncălzirii estivale.

Capitolul subliniază însă și limitările RTG-urilor convenționale, mai ales în climatele continentale cu variații mari de temperatură. Pentru a menține condițiile optime de microclimat sunt necesare sisteme de control active, care să regleze temperatura, umiditatea și compoziția aerului în timp real.

Programul de cercetare propus dezvoltă aceste concepte către o nouă etapă: iRTG – Seră inteligentă instalată pe acoperiș. Spre deosebire de IRTG, iRTG nu doar cultivă plante, ci urmărește o simbioză extinsă între plante și oameni, contribuind la scăderea amprentei de carbon la scară urbană. Aceasta folosește toate sursele de energie regenerabilă (solar, eolian, geotermal) și este proiectată pentru integrarea în rețelele de orașe inteligente ca obiect IoT, beneficiind de prognoze meteo și de analiză predictivă pentru controlul microclimatului.

Un avantaj major al iRTG este capacitatea de a valorifica surplusul de energie electrică, de a reduce costurile de întreținere și de a crește confortul locatarilor. Prin integrarea masivă a plantelor în infrastructura urbană, iRTG amplifică semnificativ fixarea dioxidului de carbon și contribuie la refacerea echilibrului climatic global.

În concluzie, Capitolul 2 descrie tranziția de la serele pasive și sistemele Watergy la conceptele avansate de IRTG și iRTG. Aceste soluții reprezintă pași esențiali către orașe verzi

și inteligente, capabile să combine producția de hrană cu optimizarea resurselor energetice și de apă, protejând totodată mediul.

Contribuțiile introduse în cadrul acestui capitol sunt:

- Preluarea conceptului Watergy din domeniul serelor convenționale;
- Introducerea iRTG

### **Capitolul 3 – Modelarea matematică a serelor instalate pe acoperiș**

Capitolul 3 dezvoltă modelarea matematică a clădirilor iRTG (intelligent Rooftop Greenhouse), fundament esențial pentru înțelegerea și controlul integrat al acestor sisteme complexe. Modelul matematic, elaborat în cadrul Universității Aurel Vlaicu din Arad și implementat în Matlab-Simulink, permite studierea comportamentului neliniar al ansamblului seră-clădire, în diferite scenarii de funcționare.

Modelul descrie evoluția temperaturii, a concentrațiilor de oxigen și de dioxid de carbon, atât în seră cât și în clădire. Se folosesc ecuații diferențiale (3.1–3.6) cu parametri fizici preciși: volume, densitatea aerului, căldură specifică, debite de aer, coeficienți de transfer termic, puteri de încălzire/răcire, întâzieri de timp și fluxuri de gaze generate de oameni sau instalații. Ventilația internă bidirecțională, specifică iRTG, reprezintă elementul de noutate, asigurând atât transferul de căldură de la seră către clădire, cât și fixarea CO<sub>2</sub> și producția de oxigen.

Implementarea în Simulink este structurată pe module dedicate temperaturii și compoziției aerului, cu conversii între unități standard (mg/m<sup>3</sup>) și ppm pentru poluanți. Această arhitectură modulară facilitează testarea legăturilor funcționale dintre variabile, experimentarea diferitelor algoritmi de conducere – de la PID neliniar la fuzzy–interpolativ – și analiza cazurilor limită pentru dimensionarea constructivă.

Comportamentul termic este analizat prin simulări care evidențiază rolul ventilației bidirecționale (DiRTG) și al actualelor (DC, UC, DS, US). În absența ventilației, sera urmează îndeaproape temperatura exterioară, iar clădirea își menține inerția termică. Prin introducerea unei ventilații controlate, temperaturile se uniformizează, iar ajustările actualelor permit menținerea microclimatului dorit. Simulările la temperaturi extreme ( $T_e = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) arată importanța izolării termice sporite, a recirculării aerului și a creșterii puterii de încălzire pentru ambele spații.

Analiza compoziției atmosferice urmărește echilibrarea concentrațiilor de CO<sub>2</sub> și O<sub>2</sub> în seră și clădire. Valorile tipice sunt de 600–2000 ppm pentru CO<sub>2</sub> și aproximativ 190000–235000 ppm pentru O<sub>2</sub>, în funcție de activitatea umană și fotosinteza plantelor. Ventilația bidirecțională permite echilibrarea concentrațiilor, influențată de raportul volumelor (clădirea având de regulă un volum mai mare decât sera) și de intensitatea metabolismului plantelor și a activității umane.

Prin simulări succesive se demonstrează că ajustarea treptată a ventilațiilor și a altor parametri constructivi conduce la o compoziție a aerului apropiată de cea optimă, contribuind la sănătatea locatarilor și la eficiența fotosintezei. Acest control fin reprezintă o condiție critică pentru funcționarea autonomă a iRTG în diverse condiții climatice.

Capitolul abordează și problematica optimizării modelului. Identificarea manuală a parametrilor oferă o bază de pornire, însă optimizarea asistată de software, folosind instrumente precum Simulink Design Optimization și blocul Check Step Response Characteristics (CSRC),



permite ajustarea iterativă a parametrilor până la atingerea caracteristicilor dorite. Acest proces crește precizia și robustețea controlului, pregătind implementarea practică a algoritmilor avansați de conducere.

În concluzie, capitolul demonstrează că modelarea matematică a sistemelor iRTG constituie o etapă indispensabilă pentru proiectarea, simularea și optimizarea clădirilor verzi cu acoperiș seră. Prin ecuații riguroase și simulări detaliate, modelul furnizează un instrument de predicție și control al microclimatului, asigurând baza științifică pentru realizarea unor orașe inteligente și sustenabile.

Contribuțiile introduse în cadrul acestui capitol pot fi sintetizate astfel:

- Modelarea matematică structurală a iRTG;
- Implementarea modelului în Matlab-Simulink;
- Testarea modelelor prin simulare.

## **Capitolul 4 – Conducerea automată a serelor instalate pe acoperiș**

Capitolul 4 prezintă fundamentele teoretice și soluțiile practice pentru conducerea automată a serelor iRTG (intelligent Rooftop Greenhouse), tratat ca un sistem multivariabil neliniar MIMO (Multiple Input Multiple Output). iRTG combină procese biologice și mecanisme energetice, fiind caracterizat prin intrări și ieșiri multiple, cuplaje încrucișate și incertitudini. Modelul MIMO cuprinde puterile de încălzire/răcire, debitul de aer proaspăt și ventilațiile bidirecționale, precum și temperaturile și concentrațiile de oxigen și CO<sub>2</sub> din seră și clădire.

Obiectivele de conducere vizează optimizarea metabolismului clădirii, valorificarea resurselor de energie regenerabilă și apă, asigurarea unei producții vegetale constante și realizarea unui offset de carbon cât mai ridicat. Aceste cerințe impun strategii de control robuste, capabile să mențină stabilitatea și să răspundă simultan la multiple variabile interdependente.

Sunt analizate principalele metode de conducere MIMO: conducerea de tip expert, liniarizarea în jurul unor puncte de funcționare, liniarizarea feedbackului, reglarea predictivă bazată pe model (MPC), reglarea adaptivă, controlul hibrid și conducerea bazată pe inteligență artificială. Tabelul comparativ sintetizează avantajele și dezavantajele fiecărei metode, de la simplitatea și portabilitatea soluțiilor expert până la puterea, dar și complexitatea, metodelor bazate pe inteligența artificială.

În cazul serelor iRTG, precizia absolută a reglării nu este critică, deoarece plantele și oamenii tolerează variațiile moderate de temperatură și umiditate. Standardele ISO indică un interval confortabil de 22–26 °C și o umiditate de 40–60 %. Totuși, stabilitatea este esențială pentru a evita disconfortul sau riscurile pentru sănătate. Regulatele trebuie să fie versatile, configurabile și compatibile cu platformele IoT și AI, având în vedere diversitatea amplasamentelor și a condițiilor de funcționare.

Pentru alegerea regulatelelor, capitolul argumentează combinația dintre conducerea expert și tehnicile de învățare automată. Metoda expert, bazată pe reguli euristice „dacă—atunci”, este transparentă, rapidă și eficientă chiar cu seturi reduse de date. În paralel, învățarea profundă (Deep Learning) și rețelele neuronale pot îmbunătăți treptat performanțele, pe baza datelor colectate în exploatare.

O atenție deosebită este acordată reguletoarelor fuzzy-interpolative (RFI), considerate ideale pentru procesele neliniare cu mai multe intrări și ieșiri. Acestea utilizează inferență produs, defuzificare COG și funcții de apartenență triunghiulare sau trapezoidale, echivalente cu rețele de interpolare multi-dimensionale. Structura lor permite ajustări fine prin configurarea termenilor lingvistici și a funcțiilor de apartenență.

Reguletoarele fuzzy-PID (FPID) reprezintă o dezvoltare neliniară a reguletoarelor clasice PID, păstrând avantajele controlului proporțional-integrativ-derivativ, dar cu flexibilitatea suplimentară a logicii fuzzy. Simulările prezentate arată că reguletoarele fuzzy-interpolative PD oferă performanțe superioare în regim tranzitoriu, asigurând consum redus de energie și absența suprareglajelor, dar pot genera fenomenul de chattering în regim staționar.

Pentru a elimina chattering-ul, se propune un reglator hibrid fuzzy-PID autoadaptiv, ce combină avantajele controlului fuzzy-PD în fazele dinamice cu robustețea PID în regim staționar. Algoritmul identifică automat regimul de funcționare și activează gradual componenta integrativă, reducând solicitările mecanice și electrice ale echipamentelor și prelungind durata lor de viață.

Capitolul detaliază implementarea acestor reguletoare în Matlab, folosind tabele de căutare 2-D și 3-D, cu exemple concrete de cod. Rezultatele experimentale demonstrează că soluția hibridă fuzzy-PID autoadaptivă oferă cea mai bună combinație între stabilitate, economie de energie și confort, fiind adecvată pentru condițiile variate ale serelor integrate pe acoperiș.

În concluzie, Capitolul 4 fundamentează alegerea unei strategii de conducere hibride pentru iRTG, care îmbină transparența și adaptabilitatea reguletoarelor fuzzy cu capacitățile evolutive ale inteligenței artificiale. Această abordare asigură funcționarea fiabilă și sustenabilă a serelor inteligente în mediile urbane ale viitorului.

Contribuția esențială introdusă în cadrul acestui capitol este *introducerea și testarea unui algoritm de reglare fuzzy-interpolativ PID autoadaptiv*, pentru temperatură, cu comutare graduală între PD pentru regimuri tranzitorii și PID pentru regimul staționar, care nu prezintă risc de instabilizare.

## **Capitolul 5 – Clădirile cu seră pe acoperiș și fixarea carbonului**

Capitolul 5 analizează rolul clădirilor cu seră pe acoperiș (iRTG) în reducerea concentrației de dioxid de carbon din atmosferă, prin mecanisme de fixare a carbonului (FC) și offset de carbon (OC). Capitolul pornește de la evidențele privind creșterea constantă a concentrației de CO<sub>2</sub> măsurată de Observatorul Mauna Loa din 1958, accentuând contribuția activităților antropice la fenomenul de încălzire globală. Datele din perioada pandemiei COVID-19 au demonstrat legătura directă dintre activitățile economice și emisiile de gaze cu efect de seră.

Se evidențiază diverși factori de influență asupra calității aerului: variația sezonieră, diferențele zi-noapte și localizarea geografică. De exemplu, concentrațiile de CO<sub>2</sub> sunt mai ridicate în timpul iernii, noaptea și în centrele urbane comparativ cu pădurile. Studiile citate prezintă valori medii de 400–600 ppm în orașe mari și până la 3.000–5.000 ppm în spații interioare închise, subliniind importanța monitorizării calității aerului pentru sănătatea populației urbane.

Pentru evaluarea poluării, se folosesc indici precum ICA (Indicele de Calitate a Aerului) și AQI (Air Quality Index), calculați pe baza concentrațiilor de poluanți principali (CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, particule PM). Corelarea bună dintre nivelurile de CO<sub>2</sub> și ICA justifică focalizarea pe monitorizarea acestui gaz ca indicator indirect al calității aerului. Se menționează și cercetări proprii ale autoarei pentru predicția concentrației de poluanți prin modele statistice și algoritmi genetici.

Un element central al capitolului este descrierea offset-ului de carbon (OC) și a fixării carbonului (FC), procese prin care clădirile cu acoperiș seră pot reduce concentrația de CO<sub>2</sub> atmosferic. OC este exprimat în tone de dioxid de carbon echivalent, iar FC în tone de carbon fixat pe hectar și pe an. Aceste măsuri, deși dificil de cuantificat în timp real, sunt fundamentale pentru atingerea obiectivului de neutralitate a carbonului. Pe piața internațională, creditul de carbon a devenit o marfă tranzacționabilă, stimulând investițiile în tehnologii de reducere a emisiilor.

Capitolul prezintă soluții software de estimare a amprente și a offset-ului de carbon, precum calculatoarele Co2nector și Co2nectorPro, subliniind însă precizia limitată a acestor instrumente. Pentru a depăși aceste limite, teza propune integrarea calculatoarelor de offset direct în algoritmi iRTG, facilitând monitorizarea și optimizarea proceselor de fixare a carbonului la nivel de clădire.

O contribuție majoră este definirea Potențialului Offset-ului de Carbon (POFF), o mărime măsurabilă în timp real, calculată ca diferență între concentrația de CO<sub>2</sub> din exteriorul și din interiorul clădirii iRTG. Menținerea unui POFF pozitiv indică faptul că sera funcționează ca un absorbant net de CO<sub>2</sub>. Această abordare permite evaluarea continuă a performanței ecologice și reprezintă un obiectiv principal al reglajelor automate ale sistemului iRTG.

În sprijinul măsurării POFF, capitolul detaliază utilizarea tehnologiilor IoT. Rețelele moderne de senzori, precum PlanetWatch, oferă monitorizare în timp real a poluanților, inclusiv CO<sub>2</sub>, printr-o gamă variată de dispozitive – de la senzori externi Airqino la senzori portabili Atmotube PRO. Această infrastructură permite colectarea și transmiterea datelor prin blockchain, asigurând trasabilitate, securitate și participare comunitară.

Modelul propus pentru estimarea pe termen lung a fixării carbonului integrează datele de la senzori cu ecuații matematice pentru calculul OC și FC. Deși iRTG nu reprezintă sisteme complet închise, controlul ventilației și schimbului de aer permite evaluarea precisă a fluxurilor de carbon. Astfel se pot stabili strategii de operare pentru maximizarea POFF și pentru validarea contribuției fiecărei clădiri la decarbonizarea urbană.

În concluzie, Capitolul 5 demonstrează că integrarea serelor pe acoperiș cu sisteme avansate de monitorizare IoT și cu algoritmi de estimare a offset-ului transformă clădirile iRTG în veritabile noduri ecologice. Acestea pot reduce semnificativ concentrația de CO<sub>2</sub> urban și pot sprijini obiectivul global de neutralitate a carbonului, oferind totodată o bază științifică pentru politicile de mediu și pentru certificarea creditelor de carbon.

Contribuțiile introduse în cadrul acestui capitol pot fi sintetizate astfel:

- Asocierea dintre reglarea temperaturilor și cea a compoziției chimice a aerului;
- Fixarea ca obiectiv al reglării, pe lângă temperatură a offset-ului de carbon.
- Elaborarea unei metode originale de estimare a offset-ului de carbon, bazată pe datele de mediu achiziționate și prelucrarea lor cu ajutorul modelului matematic introdus anterior.

## Capitolul 6 – Clădirile cu seră pe acoperiș și conceptul Watergy

Capitolul 6 extinde cercetarea către integrarea conceptului Watergy în clădirile cu seră pe acoperiș, propunând o arhitectură inovatoare cu trei rezervoare de apă: IWT (rezervor interior), SWT (rezervor de suprafață) și UWT (rezervor subteran). Această soluție, inspirată din industriile chimică și alimentară, optimizează simultan gestionarea resurselor de apă și a energiei termice, cu aplicații directe în serele hidroponice și acvaponice.

IWT servește drept sursă de apă pentru pompele de căldură, ca rezervor de udare a plantelor și ca tampon hidraulic. SWT colectează apa de ploaie și reglează temperatura apei în funcție de mediul exterior, iar UWT asigură o temperatură constantă, putând fi conectat la pompele de căldură pentru creșterea eficienței energetice. Această organizare permite stocarea și redistribuirea energiei latente a apei, contribuind la stabilitatea termică a sistemului.

Eficiența pompelor de căldură (PC) este un element esențial. Randamentul lor, exprimat prin raportul între energia utilă și energia consumată, depinde de diferențele de temperatură între intrare și ieșire. În regim de încălzire, randamentul crește odată cu temperatura apei de intrare, iar în regim de răcire, odată cu scăderea acesteia. Astfel, controlul temperaturilor devine un factor critic pentru maximizarea performanței energetice.

Configurația cu trei rezervoare permite selectarea sursei de apă optimă în funcție de anotimp și de variațiile zilnice. În condiții de iarnă extremă, pompa de căldură poate fi alimentată din UWT, în timp ce vara poate utiliza apa mai caldă din SWT. În climate moderate, se pot exploata diferențele de temperatură dintre zi și noapte, stocând energia acumulată ziua pentru încălzirea pe timp de noapte.

Modelarea matematică a sistemului Watergy descrie comportamentul hidraulic și termic al fiecărui rezervor. Nivelurile de apă depind de echilibrul hidrostatic, de debitele pompelor și de coeficienții de descărcare ai supapelor. Ecuația fundamentală folosită integrează parametrii de volum, densitatea și căldura specifică a apei, coeficienții de transfer termic, precum și contribuțiile pozitive sau negative ale surselor regenerabile de energie.

Un avantaj distinct al acestei arhitecturi este flexibilitatea operării. Sistemul poate funcționa ca o rețea de configurații cu două rezervoare, adaptându-se astfel la diverse scenarii meteorologice. În plus, apa stocată servește simultan la irigarea plantelor și la stabilizarea microclimatului, sporind inerția termică a clădirii și a serei.

Conceptul Watergy contribuie semnificativ la sustenabilitatea urbană prin reducerea consumului de energie convențională și prin valorificarea resurselor naturale. Prin integrarea pompelor de căldură de ultimă generație, a senzorilor IoT și a algoritmilor de control inteligent, clădirile devin capabile să-și optimizeze consumul de apă și energie, menținând totodată condițiile ideale pentru creșterea plantelor.

În ansamblu, Capitolul 6 demonstrează că integrarea conceptului Watergy cu clădirile iRTG reprezintă un pas decisiv spre orașele verzi inteligente. Sistemele cu trei rezervoare nu doar echilibrează resursele hidrice și termice, ci oferă și un model scalabil pentru extinderea agriculturii urbane, îmbinând producția de hrană cu protecția mediului și cu creșterea eficienței energetice.

Contribuțiile introduse în cadrul acestui capitol sunt:

- Asocierea iRTG cu conceptul Watergy și introducerea structurii cu trei rezervoare;
- Modelarea matematică structurală a configurației cu trei rezervoare de apă.

## Anexe – Studii bibliografice

Anexele tezei sintetizează rezultatele a două studii bibliografice complementare, esențiale pentru fundamentarea cercetării asupra clădirilor cu seră pe acoperiș. Primul studiu vizează controlul temperaturii în serele urbane, iar al doilea examinează metodele și practicile de compensare a emisiilor de carbon (carbon offset).

Studiul bibliografic privind controlul temperaturii în serele de pe acoperiș a fost realizat prin analiza sistematică a articolelor indexate în principalele baze de date științifice. Acesta identifică tendințele majore în utilizarea surselor regenerabile de energie, precum energia solară și geotermală, și în implementarea de tehnologii avansate de automatizare, inclusiv algoritmi fuzzy, control predictiv bazat pe model și integrarea senzorilor IoT. Rezultatele subliniază trecerea de la reglajele clasice la sisteme hibride de control, capabile să răspundă rapid la variațiile climatice și să reducă semnificativ consumul energetic.

Analiza bibliografică a evidențiat o serie de bune practici: izolarea termică avansată a serelor, utilizarea panourilor fotovoltaice transparente pentru reducerea supraîncălzirii estivale, și combinarea ventilației naturale cu sistemele de recirculare a aerului. De asemenea, s-a remarcat importanța predicției meteo integrate în algoritmi de control, pentru a anticipa cerințele de încălzire sau răcire. Aceste constatări au ghidat alegerea soluțiilor de conducere automată descrise în capitolele 3 și 4 ale tezei.

Al doilea studiu bibliografic, centrat pe offsetul de carbon, a urmărit identificarea celor mai eficiente strategii pentru reducerea concentrațiilor de CO<sub>2</sub> în mediul urban. Sunt discutate mecanismele de compensare recunoscute internațional, de la plantări de arbori și gestionarea deșeurilor organice, până la soluții tehnologice inovatoare precum captarea directă a carbonului din aer. O atenție deosebită a fost acordată standardelor de certificare a creditelor de carbon și integrării acestora în politicile climatice globale.

Literatura arată că agricultura urbană și, în special, serele pe acoperiș pot avea un rol determinant în fixarea carbonului. Modelele propuse sugerează că aceste structuri nu doar reduc emisiile prin scurtarea lanțului de aprovizionare, ci și absorb activ CO<sub>2</sub>, contribuind la un bilanț de carbon pozitiv. Această perspectivă confirmă direcția de cercetare a tezei, care vizează dezvoltarea unor clădiri capabile să devină noduri ecologice în rețeaua urbană.

Integrarea celor două studii oferă o bază solidă pentru soluțiile propuse în teză: clădiri inteligente cu acoperiș seră, dotate cu sisteme avansate de control al microclimatului și de monitorizare a fluxurilor de carbon. Astfel, anexele nu sunt simple materiale suport, ci reprezintă o componentă științifică indispensabilă, orientând cercetarea către tehnologii cu impact real asupra mediului urban și asupra obiectivelor de neutralitate climatică.

În concluzie, studiile bibliografice din anexă demonstrează că sinergia dintre controlul precis al temperaturii și strategiile eficiente de offset de carbon poate transforma radical modul în care orașele produc hrană, gestionează resursele și își protejează mediul. Aceste rezultate consolidează contribuția originală a tezei și oferă direcții concrete pentru viitoare cercetări și aplicații practice.

## Contribuții originale ale tezei

1) Precizarea și dezvoltarea teoretică a conceptului *Clădire inteligentă cu seră pe acoperiș*, propus în 2018 de către colectivul autoarei, care are potențialul de a transforma orașele actuale în orașe inteligente, verzi, cu amprentă de carbon redusă și cu offset de carbon;

- 2) Modelarea matematică structurală și implementarea Simulink-Matlab a clădirii inteligente cu seră pe acoperiș, atât pentru comportarea sa termică cât și pentru compoziția aerului;
- 3) Adaptarea și testarea unui algoritm de reglare *fuzzy-interpolativ PID autoadaptiv* dedicat clădirilor inteligente cu seră pe acoperiș, cu comutare gradată între PD pentru regimuri tranzitorii și PID pentru regimul staționar, portabil și modular.
- 4) Identificarea, studierea prin simulare și estimarea prin metoda modelului intern fuzzy a unui nou efect al clădirilor cu seră pe acoperiș: crearea de offset de carbon prin fixarea dioxidului de carbon atmosferic de către plante.
- 5) Introducerea și modelarea matematică structurală a unei configurații cu trei rezervoare de apă, care optimizează funcționarea pompelor și schimbătoarelor de căldură.
- 6) Hibridizarea clădirii inteligente cu seră pe acoperiș prin asocierea cu conceptul Watergy și cu offsetul activ de carbon.

## Discuții și implicații practice

Integrarea RTG în clădiri redefinește metabolismul clădirii, transformând fluxurile de energie/apă/CO<sub>2</sub> într-un ciclu mai închis și mai eficient. Pe termen lung, generalizarea acestor soluții poate conduce la cartiere care produc alimente local, reduc transportul și cresc capacitatea de sechestrare a carbonului în biomasa vegetală.

Din punct de vedere operațional, complexitatea interacțiunilor recomandă arhitecturi de control modulare, cu regulatoare interschimbabile și cu posibilitatea de integrare în infrastructuri IoT ale orașelor inteligente. În această paradigmă, FPID asigură echilibrul potrivit între performanță și simplitate, constituind o soluție scalabilă.

## Limitări și direcții viitoare

Modelarea fizică face simplificări (ex. parametri medii, lipsa modelării CFD detaliate a curenților de aer). În consecință, trecerea la implementare necesită o etapă de identificare/calibrare la fața locului și un design robust al senzorilor–actuatoarelor.

Direcțiile viitoare includ:

- (i) extinderea modelului cu module de optimizare multi-obiectiv (cost–confort–emisii),
- (ii) integrarea învățării automate pentru reglaje adaptive pe baza datelor istorice,
- (iii) validarea experimentală pe prototipuri/piloți, inclusiv pentru configurația Watergy trei rezervoare.

## Concluzii

Teza fundamentează științific și tehnologic conceptul de clădire inteligentă cu seră pe acoperiș (iRTG), oferind modele matematice, strategii de conducere și mecanisme de integrare a resurselor (energie/apă/CO<sub>2</sub>). Rezultatele obținute prin simulări susțin fezabilitatea și avantajele acestei soluții în climat temperat, iar contribuțiile originale (modelul iRTG, regulatorul FPID, cadrul Watergy, estimarea offset-ului) reprezintă pași concreți spre implementări reale la scară urbană.

Lucrarea se înscrie în eforturile interdisciplinare pentru orașe verzi și reziliente, demonstrând că agricultura protejată integrată în clădiri poate deveni o piesă centrală a tranziției către neutralitate climatică.

## Rezumat executiv

- **Problema:** orașele se confruntă cu presiune pe resurse, calitatea aerului și amprentă de carbon.
- **Soluția:** clădiri inteligente cu sere pe acoperiș (iRTG) care valorifică resursele clădirii (căldură, apă, CO<sub>2</sub>) pentru producția de hrană și pentru ameliorarea metabolismului clădirii.
- **Metoda:** modelare fizică și simulare Matlab–Simulink, proiectarea unui regulator fuzzy–interpolativ PID auto-adaptiv, integrarea conceptelor Watergy și offset de carbon pe infrastructură IoT.
- **Rezultate:** omogenizare termică și a compoziției aerului prin ventilație bidirecțională; performanțe superioare de control cu FPID față de PID liniar; strategie Watergy trei rezervoare pentru management termo-hidric; cadru de estimare în timp real a offset-ului de carbon.
- **Contribuții:** model iRTG integrat; regulator FPID autoadaptiv; cadru Watergy original; metodă IoT–fuzzy pentru offset; ghid de proiectare/exploatare.
- **Impact:** instrumente și recomandări pentru proiectarea și operarea iRTG în climat temperat; premise pentru validare experimentală și scalare urbană.

## Diseminare și validare științifică (selectiv)

Publicații în jurnale indexate (de ex., JIFS; IJCCC) și în volume de conferință (IEEE, Springer), acoperind: controlul temperaturii în iRTG prin fuzzy–interpolativ, configurația Watergy cu trei rezervoare, studii bibliometrice pentru offsetul de carbon și aplicații integrate clădire–seră.

## Lista articolelor publicate în jurnale și proceedings-uri ale conferințelor:

### *I. Articole publicate în reviste indexate Clarivate Analytics Web of Science:*

**A1: Mihaela Popa**, Marius M. Bălaș, Ramona Lile, Valentina E. Bălaș, ianuarie 2024, *The Three-tank Watergy Configuration*, International Journal of Computers, Communications & Control (IJCCC), Vol. 19, Nr. 1, January 2023 DOI: [10.15837/ijccc.2024.1.6418](https://doi.org/10.15837/ijccc.2024.1.6418), WOS:001143126500003 (**Q3, IF = 1,9**).

**A2: Mihaela Popa**, Alexuță Daniel, Valentina E. Bălaș, *Fuzzy-interpolative control of temperatures for the intelligent rooftop greenhouse*, Journal of Intelligent & Fuzzy Systems (JIFS), Vol. 43, Issue 2, June 2022, DOI: [10.3233/JIFS-219280](https://doi.org/10.3233/JIFS-219280), WOS:000811435100012 (**Q4, IF = 1**).

**A3: Sanjibar Sekar Roy**, Nicolae Paraschiv, **Mihaela Popa (corresponding author)**, Ishan Naktode, *Prediction of air-pollutant concentrations using hybrid model of regression and*

*genetic algorithm*, Journal of Intelligent & Fuzzy Systems (JIFS), Vol. 38, Issue 5, July 2020, DOI: [10.3233/JIFS-179678](https://doi.org/10.3233/JIFS-179678), WOS:000541708200055 (Q4, IF = 1).

## **II. Articole publicite în volumele conferințelor indexate IEEE, SCOPUS**

**A4: Mihaela Popa**, Valentina E. Bălaș, *Improving Buildings' Metabolism by Rooftop Greenhouses*, Conference: 2023 Asia Conference on Power, Energy Engineering and Computer Technology (PEECT), 21-23 July 2023, Qingdao, China, DOI: [10.1109/PEECT59566.2023.00014](https://doi.org/10.1109/PEECT59566.2023.00014), IEEE, SCOPUS.

**A5: Mihaela Popa**, Daniel Alexuta, Marius Mircea Balas, Valentina Emilia Balas, *Current Trends in Research on Temperature Control in Rooftop Greenhouse*, 2025, 18<sup>th</sup> International Conference on Engineering of Modern Systems (EMES), 29-30 May, 2025, Oradea, Romania, DOI: [10.1109/EMES65692.2025.11045579](https://doi.org/10.1109/EMES65692.2025.11045579), IEEE, SCOPUS.

**A6: Marius M. Bălaș, Mihaela Popa**, Emanuela V. Muller, Daniel Alexuță, *Intelligent Rooftop Greenhouse Building*, International Workshop on Soft Computing Applications, September 13–15, 2018, Arad, Romania, Springer, [Advances in Intelligent Systems and Computing](https://doi.org/10.1007/978-3-030-52190-5_5) (AISC, volume 1222), DOI: [10.1007/978-3-030-52190-5\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-52190-5_5), SCOPUS.

**A7: Marius Bălaș, Jelena Nikolic, Mihaela Popa**, Roxana-Mariana Beiu, *Integrated Rooftop Greenhouses and Green Skyline Cities*, 18<sup>th</sup> International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018, GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, Viena, Austria, 2018, DOI: [10.5593/sgem2018V/6.4/S09.055](https://doi.org/10.5593/sgem2018V/6.4/S09.055), SCOPUS.

## **III. Articole publicite în volumele conferințelor indexate BDI**

**A8: Marius Bălaș, Jelena Nikolic, Mihaela Popa**, Roxana-Mariana Beiu, *Intelligent Rooftop Greenhouse and Green Skyline Cities*, octombrie 2019, SWS Journal of EARTH AND PLANETARY SCIENCES, DOI: [10.35603/eps2019/issue2.02](https://doi.org/10.35603/eps2019/issue2.02), BDI.

**A9: Mihaela Popa**, *Carbon Offset Calculators*, Bulletin of the Polytechnic Institute of Iași Electrical Engineering Power Engineering Electronics Section, Vol. 67, September 2021, DOI: [10.2478/bipie-2021-0014](https://doi.org/10.2478/bipie-2021-0014), Sciendo, De Grytier, BDI.

**A10: Mihaela Popa**, Valentina E. Balas, Dana Rad, *Exploring the Evolution of Carbon Offset Research: A Bibliometric Perspective on Sustainable Practices*, CS&IT Conference Proceedings, Vol. 14, Nr. 25, Dubai, UAE. <https://www.csitcp.org/abstract/14/1425csit02>, BDI.

**A11: Mihaela Popa**, Valentina E. Balas, *The Necessity of rooftopgreen Houses for Improving urban Air Quality and Temperature Regulations*, XIV International Conference on Industrial Engineering and Environmental Protection IIZS 2024, Technical Faculty "Mihajlo Pupin" Zrenjanin, October 3-4, 2024, Zrenjanin, Serbia, <https://doi.ub.kg.ac.rs/doi/10-46793-iizs24-401p/>, BDI.

**A12: Cristina Băla, Valentin Muller, Mihaela Popa**, *Control and Monitoring of Systems Heating with SCADA*, ANNALS OF THE ORADEA UNIVERSITY, Fascicle of Management and Technological Engineering, Issue 1, May 2014, DOI: [10.15660/AUOFMTE.2014-1.2953](https://doi.org/10.15660/AUOFMTE.2014-1.2953), BDI.



## ***Bibliografie***

1. [8bil2023] 8 billion trees. *Carbon calculator*. <https://8billiontrees.com/carbon-calculator/> (accesat 12.04. 2023)
2. [Abed2022] Abedrabbah, O., Koç, M., & Biçer, Y. (2022). *Modelling and analysis of a renewable energy-driven climate-controlled sustainable greenhouse*. *Energy Conversion and Management*, 273, 116412. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.116412>
3. [Abid2024] Abid, H., Ketata, A., Lajnef, M., Chiboub, H., & Driss, Z. (2024). Impact of greenhouse roof height on microclimate and agricultural practices: CFD and experimental *investigations*. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 149(11), 5483–5495.
4. [Aerl2023] Aerlive. *ICA-Metodologie*. <https://aerlive.ro/wp-content/uploads/2019/12/indice-calitatea-aerului.pdf>. (accesat 24.03.2023).
5. [Afro2019] Z. Afroz, G.M. Shafiullah, T. Urmee, G. Higgins. *Tuning approach of dynamic control strategy of temperature set-point for existing commercial buildings*. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 609, 2019.
6. [Ajwa2005] Ajwang, P. O., & Tantau, H. J. (2005). Prediction of the effect of insect-proof screens on climate in a naturally ventilated greenhouse in humid tropical *climates*. *Acta Horticulturae*, 691, 449–456.
7. [Akba2024] Akbarnataj, K., Saffaripour, M., & Houshfar, E. (2024). *Novel design of a CCHP system to boost nearly zero-carbon building concept*. *Energy Conversion and Management*, 309, Article 118468. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2024.118468>
8. [Alex2022] D. Alexuta. *Recovery of the electrical energy consumed in an aquaponic system, using the principle of buoyancy*. BAC Stud, Oradea, 14 Oct. 2022.
9. [Alex2025] Alexuta, D., Balas, V. E., & Balas, M. M. (2025). *On the Three-Tank Aquaponic Configuration*. *International Journal of Computers Communications & Control*, 20(2). 7032,
10. [Alon2006] Alonso, F., Hueso, J. J., González, M., Baeza, E., Sacot, P., & Cuevas, J. (2006). *Physiological response of 'Flame Seedless' table grape to three natural ventilation levels in a parral greenhouse*. *Acta Horticulturae*, 719, 181.
11. [Ande2005] Andersson, N. E., & Skov, O. (2005). Energy saving by modified and improved greenhouse construction and climatic control *strategy*. *Acta Horticulturae*, 691, 533–539. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.691.63>
12. [Ande2015] Anderson, J. A., Long, A., & Luckert, M. K. (2015). *A financial analysis of establishing poplar plantations for carbon offsets using Alberta and British Columbia's afforestation protocols*. *Canadian Journal of Forest Research*, 45(2), 207-216. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2014-0097>
13. [Attm2010] Osman Attman. *Green Architecture. Advancet technologies and materials*. Mc Graw Hill. Access Engineering, 2010.
14. [Băla2001a] M. Bălaș, *Regulatoare fuzzy-interpolative adaptive și aplicații ale lor în construcția vagoanelor de călători*. Teză de doctorat, Universitatea Politehnica Timișoara, 2001.
15. [Băla2001b] M. Balaș, *The temperature control by variable structure interpolative PID controllers*. Proc. of the 6<sup>th</sup> International Conf. on Engineering of Modern Electric Systems EMES'01, Univ. of Oradea, May 2001.
16. [Băla2004] M.M. Balas, N. Cociuba, C. Musca, *The energetic passive greenhouses*. *Analele Universității "Aurel Vlaicu" din Arad* (2004), pp. 524 – 529.
17. [Băla2005] M.M. Balas, J. Duplaix, S. Balas. *Modeling the Heat Flow of the Greenhouses*. Proc. of IEEE-SOFA 2005, the IEEE International Workshop on Soft Computing Applications, 27-30 August, 2005.

18. [Băla2007] M.M. Balas, V.E. Balas. *A simple model of the air conditioning installation of a compartmented railway coach*. Proceedings of ICCCO7 5<sup>th</sup> IEEE International Conference on Computational Cybernetics. Gammath, Tunisia, 19-21 Oct. 2007, pp. 271-274.
19. [Băla2008a] M.M. Balas, V.E. Balas. *Modeling passive greenhouses. The sun's influence*. Proc. of INES'08 12<sup>th</sup> International Conf. on Intelligent Engineering Systems. 29-29 Feb. 2008, Miami, USA, pp. 71-76.
20. [Băla2008b] V.E. Balas, M.M. Balas, M.V. Putin-Racoviță. *Passive Greenhouses and Ecological Reconstruction*. Proc. of INES'08 12<sup>th</sup> International Conference on Intelligent Engineering Systems. 29-29 Feb. 2008, Miami, USA, pp. 77-81.
21. [Băla2008c] M. Balas, J. Duplaix, M. Bouchouicha, S.V. Balas. *Structural modeling of the wind's influence over the heat flow of the greenhouses*. Published in Journal of Intelligent and Fuzzy Systems, John Wiley & Sons, Special Issue: Soft Computing and Applications, Vol.19, No. 1, 2008, pp. 29-40.
22. [Băla2008d] M.M. Balas, J. Duplaix. *Les serres passives et la reconstruction ecologique*, CIFA 2008, Conf. Internationale Francophone d'Automatique, 3-5 Septembre 2008, Bucharest.
23. [Băla2009a] M.M. Balas, V.E. Balas. *A Sustainable Alimentation System for Our Future: The Passive Greenhouse*, Proc. of the European Computing Conference (ECC '09) and the 3<sup>rd</sup> International Conference on Computational Intelligence (CI'09), Session: Computation Intelligence Application, Tbilisi, Georgia, June 26-28, 2009, pp. 86-90.
24. [Băla2009b] M.M. Balas, V.E. Balas. *The Fuzzy Interpolative Control for Passive Greenhouses*. Chapter 12 in *Intelligent Systems and Technologies*, edited by H.N. Teodorescu, J. Watada, and L.C. Jain, Springer-Verlag, 2009, Vol. 217, pp. 219-231.
25. [Băla2009c] M.M. Balas, S. Musca, D. Toader, C. Mnerie, C. Musca, O. Falcan. *On a Promising Sustainable Energy System and its Control - the Passive Greenhouse*. Proc. of SOFA'09 3<sup>rd</sup> International Workshop on Soft Computing Applications, Arad, 29 July–1 August 2009, pp. 233-238.
26. [Băla2009d] M.M. Balas, *The Fuzzy-Interpolative Methodology*, Soft Computing Based Modeling in Intelligent Systems, Springer: *Studies in Computational Intelligence* 196 (2009), pp. 145-168.
27. [Băla2010] M.M. Balas, C. Musca, S. Musca. *The Passive Greenhouses*, Chapter 5 in *Paths to Sustainable Energy*, edited by J. Nathwani and A. Ng, InTech Open, 2010, pp. 75-92. <http://www.intech-open.com/books/paths-to-sustain-able-energy/the-passive-greenhouses>.
28. [Băla2014a] M.M. Balas. *Seven Passive Greenhouse Synergies*. Acta Politehnica Hungarica, Budapest, Vol. 11, No. 4, 2014, pp. 199-210.
29. [Băla2014b] M.M. Balas, M. Buchholz, S. Balas. *Expert Control for the Coupled Tanks Greenhouse*. Proceedings of International Workshop on Soft Computing and Applications SOFA'14, vol. 2, July 2014, Timisoara, pp. 939-948.
30. [Băla2014c] Cristina Băla, Valentin Muller, **Mihaela Popa**, *Control and Monitoring of Systems Heating with SCADA*, ANNALS OF THE ORADEA UNIVERSITY, Fascicle of Management and Technological Engineering, Issue 1, May 2014, DOI: [10.15660/AUOFMTE.2014-1.2953](https://doi.org/10.15660/AUOFMTE.2014-1.2953)
31. [Băla2017a] M.M. Balas, R. Boran. *Basic expert system*. Proc. of 7<sup>th</sup> International Workshop of Fuzzy Applications, SOFA'16, Arad, 24-26 August 2016. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 1, pp. 10-17. Springer, 2017.
32. [Băla2017b] M.M. Balas, E. Muller, R. Lile. *Fuzzy expert system for investing in winemaking*. Proc. of 7<sup>th</sup> International Workshop of Fuzzy Applications, SOFA'16, Arad, 24-26 August 2016. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 2, pp. 278-285. Springer, 2017.
33. [Băla2018] M.M. Balas, J. Nikolic, R. Lile, **M. Popa**, R. Beiu. *Integrated Rooftop Greenhouses and Green Skyline Cities*. Conf. Proc. of 18<sup>th</sup> International Multidisciplinary Scientific Conference SGEM 2018, 3-5 Dec. 2018, Wien, vol. 18, pp. 435-443.

34. [Băla2019a] M.M. Balas, J. Nikolic, R. Lile, **M. Popa**, R. Beiu. *Intelligent Rooftop Greenhouses and Green Skyline Cities*. SGEM World Science Journal of Earth and Planetary Sciences, vol.1, issue 2, 10 Ian. 2019, pp. 15-28.
35. [Băla2019b] M.M. Balas. *Passive Greenhouses. New developments and Technologies*. The 2<sup>nd</sup> International Conference of Computer Science and Renewable Energies ICCSRE'19, 22-24 July 2019, Agadir, Maroc. Conferință invitată, în plen.
36. [Băla2019c] M.M. Balas, J. Nikolic, V.E. Balas, **M. Popa**, A. Josa, S. Gasso, T.C. Lin *Reduced Order Model and Fuzzy Expert Control for the Bidirectional Energy Flows of an Integrated Rooftop Greenhouse*. CIVIL-COMP 2019: The 16<sup>th</sup> International Conference on Civil, Structural and Environmental Engineering Computing, Riva del Garda, Italia, 16-19 Sept. 2019. Prezentare ne-plenară.
37. [Băla2020] Balas, M. M., Balas, V. E., Lile, R., & Balas, S. V. (2020, July). *Fuzzy-interpolative control for intelligent roof-top greenhouse buildings*. In *Recent Developments and the New Direction in Soft-Computing Foundations and Applications: Selected Papers from the 7th World Conference on Soft Computing*, May 29–31, 2018, Baku, Azerbaijan (pp. 567-576). Cham: Springer International Publishing.
38. [Băla2021] Balas, M. M., **Popa, M.**, Muller, E. V., Alexuta, D., & Muresan, L. (2021). *Intelligent roof-top greenhouse buildings*. In *Soft Computing Applications: Proceedings of the 8th International Workshop Soft Computing Applications (SOFA 2018)*, Vol. II 8 (pp. 65-75). Springer International Publishing.
39. [Beck2017] Becken, S., & Mackey, B. (2017). *What role for offsetting aviation greenhouse gas emissions in a deep-cut carbon world?* Journal of Air Transport Management, 63, 71-83. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2017.05.009>
40. [Beni2017] Benis K., Reinhart C. F., Ferrão P., *Building-Integrated Agriculture (BIA) In Urban Contexts: Testing A Simulation-Based Decision Support Workflow*, Conference: *Building Simulation*, San-Francisco, USA, August 2017.
41. [Bhuv2014] Bhuvaneswari, T., & Yao, J. T. H. (2014). *Automated greenhouse*. In *Proceedings of the 2014 IEEE International Symposium on Robotics and Manufacturing Automation (ROMA)* (pp. 194–199).
42. [Blac2023] Gary Black. *Building Metabolism*. Hub for Biotechnology in the Built Environment. <http://bbe.ac.uk/building-metabolism/> (accesat 15.05.2023)
43. [Boai2019] Boaitay, A., Goddard, E., & Mohapatra, S. (2019). Environmentally friendly breeding, spatial heterogeneity and effective carbon offset design in beef cattle. *Food Policy*, 84(SI), 35-45. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2019.02.001>
44. [Bose2020] Bosehans, G., Bolderdijk, J. W., & Wan, J. (2020). Pay more, fly more? Examining the potential guilt-reducing and flight-encouraging effect of an integrated carbon offset. *Journal of Environmental Psychology*, 71, Article 101469. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2020.101469>
45. [Carb2021] Carbon Offset Guide. <https://www.offsetguide.org/understanding-carbon-offsets/what-is-a-carbon-offset/> (Accesat 07.04.2023).
46. [Carb2023] Carbonfootprint. *Leading Online Carbon Calculation Tools*, <https://www.carbonfootprint.com/measure.html>. (accesat 12.01.2023).
47. [Carc2021] Cárcel-Carrasco J., Pascual-Guillamón M., Langa-Sanchis J. *Analysis of the effect of COVID-19 on air pollution: perspective of the Spanish case*. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2021; 28(27): 36880–36893. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7952261/>
48. [Cepe2013] Paul Cepeda, Pedro Ponce, Arturo Molina, Esther Lugo. *Towards Sustainability of Protected Agriculture: Automatic Control and Structural Technologies Integration of an Intelligent Greenhouse*. IFAC Proceedings Volumes, Elsevier, Volume 46, Issue 7, May 2013, pp. 366-371.

49. [Cero2012] Ceron-Palma I., Oliver-Solà J., Sanyé-Mengual E., Montero J.I., Rieradevall J., *Barriers and Opportunities Regarding the Implementation of Rooftop Eco.Greenhouses (RTEG) in Mediterranean Cities of Europe*, Journal of Urban Technology, November 2012, pp. 1-17.
50. [Chai2002] Chaibi, M. T. (2002). *Validation of a simulation model for water desalination in a greenhouse roof through laboratory experiments and conceptual parameter discussions*. Desalination, 142(1), 65–78.
51. [Chal2012] P. Chalupa, J. Novák, V. Bobál. *Comprehensive Model of DTS200 Three Tank System in Simulink*. International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences. Issue 2, Vol. 6, 2012, pp. 358-365.
52. [Chen2024] Chen, W., Yang, S., & Lai, J. H. (2024). Carbon offset potential of rooftop photovoltaic systems in China. Solar Energy, 274, 112557. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2024.112557>
53. [Clima2021] Climatecare. *Carbon calculator*. <https://www.climatecare.org/calculator/>. (Accesat 12.07.2021).
54. [Co2n2023] Co2nsensus. *Carbon calculators*. <https://www.co2nsensus.com/>(accesat 12.04.2023)
55. [Coll2022] Collins, N., Mediboyina, M. K., Cerca, M., Vance, C., & Murphy, F. (2022). Economic and environmental sustainability analysis of seaweed farming: Monetizing carbon offsets of a brown algae cultivation system in Ireland. Bioresource Technology, 346, Article 126637. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126637>
56. [Colu2019] Phebe Pierson. *You Asked: What Determines the Oxygen and CO2 Levels in Our Atmosphere?* Columbia Climate School. Climate, Earth and Society. April 22, 2019. <https://news.climate.columbia.edu/2019/04/22/oxygen-co2-levels-atmosphere/>. Accesat 15.06.2023.
57. [Cons2021] Co2nsensus. *Carbon footprint calculator*. <https://www.co2nsensus.com/carbon-footprint-calculator-co2nnecto>. (Accesat 12.07.2021).
58. [Cord2024] Cordes, H., Baumeister, S., & Käyrä, M. (2024). Factors influencing the willingness to pay for aviation voluntary carbon offsets: A literature review. European Journal of Tourism Research, 36, Article 3602. <https://doi.org/10.54055/ejtr.v36i.2741>
59. [Crit2002] Critten, D. L., & Bailey, B. J. (2002). *A review of greenhouse engineering developments during the 1990s*. Agricultural and Forest Meteorology, 112(1), 1–22.
60. [Dami2015] Damian Andrei. *Calitatea aerului interior*. [ergonomos.ro. https://www.ergonomos.ro/files](https://www.ergonomos.ro/files).
61. [Delo2011] Delor M., *Current state of Building-Integrated Agriculture, its energy benefits and comparison with green roofs: summary*, The University of Sheffield, UK, Feb. 2011.
62. [Doun1996] A.I. Dounis, M. Bruant, M. Santamouris, G. Guaracino, P. Michel, *Comparison of Conventional and Fuzzy Control of Indoor Air Quality in Buildings*. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, John Wiley & Sons, vol. 4, nr. 2, pp. 131-140, 1996.
63. [Dumi1980] I. Dumitrache, *Tehnica reglării automate*. Ed. Did. și Pedagogică, Buc., 1980.
64. [Dumi1993] I. Dumitrache și colectiv, *Automatizări electronice*. Ed. Did. și Pedagogică, București, 1993.
65. [Dut25] DutchGreenhouses. *Sustainability Brief on CHP in Greenhouses*. <https://dutch-greenhouses.com/en/sustainability/chp>
66. [Dyus2022] Dyussembekova, N., Temirgaliyeva, N., Umyshev, D., Shavdinova, M., Schuett, R., & Bektalieva, D. (2022). Assessment of Energy Efficiency Measures' Impact on Energy Performance in the Educational Building of Kazakh-German University in Almaty. Sustainability, 14(16), 9813. <https://doi.org/10.3390/su14169813>
67. [Eige2015] Eigenbrod C., Gruda N.: *Urban vegetable for food security in cities*. A review. Agronomy for Sustainable Development, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 35 (2), 2015, pp.483-

68. [Elin2005] Elings, A., Kempkes, F. L. K., Kaarsemaker, R. C., Ruijs, M. N. A., van de Braak, N. J., & Dueck, T. A. (2005). *The energy balance and energy-saving measures in greenhouse tomato cultivation*. *Acta Horticulturae*, 691, 67–74. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.691.5>
69. [Euro2019] European Environment Agency. *Trends in atmospheric concentrations of CO<sub>2</sub> (ppm), CH<sub>4</sub> (ppb) and N<sub>2</sub>O (ppb), between 1800 and 2017*. Created 27 Nov 2019. Published 05 Dec 2019.
70. [Fang2018] C. Fang, Q. Xu, S. Wang, Y. Ruan. *Operation optimization of heat pump in compound heating system*. *Energy Procedia* 152, pp. 45–50, 2018.
71. [Fasc2008] Fascella, G., Agnello, S., Sciortino, B., & Zizzo, G. V. (2008). *Effect of greenhouse roof opening system on internal climate and on Gypsophila yield and quality control*. *Acta Horticulturae*, 801, 1021–1027.
72. [Fatn2014] Fatnassi, H., Poncet, C., Brun, R., Muller, M. M., & Bertin, N. (2014). *CFD Study of Climate Conditions under Greenhouses Equipped with Photovoltaic Panels*. *Acta Horticulturae*, 1054, 63–72.
73. [Fish2018] Fisher, J. A., Cavanagh, C. J., Sikor, T., & Mwayafu, D. M. (2018). Linking notions of justice and project outcomes in carbon offset forestry projects: Insights from a comparative study in Uganda. *Land Use Policy*, 73, 259–268. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.12.055>
74. [Flor2008] Flores-Velazquez, J., & Montero, J. I. (2008). *Computational Fluid Dynamics (CFD) Study of Large Scale Screenhouses*. *Acta Horticulturae*, 797, 117–122.
75. [Flor2011] Flores-Velazquez, J., Montero, J. I., Baeza, E. J., López, J. C., Pérez-Parra, J. J., & Bonachela, S. (2011). *Analysis of mechanical ventilation in a three-span greenhouse using computational fluid dynamics (CFD)*. *Acta Horticulturae*, 893, 653–660.
76. [Fult2009] Fulton, M., & Vercammen, J. (2009). Optimal Two-Part Pricing in a Carbon Offset Market: A Comparison of Organizational Types. *Southern Economic Journal*, 76(2), 513–532. <https://doi.org/10.4284/sej.2009.76.2.513>
77. [Gemb2024] Gembali, V., Kumar, A., & Sarma, P. R. S. (2024). Analysis and influence mapping of socio-technical challenges for developing decarbonization and circular economy practices in the construction and building industry. *Annals of Operations Research*. <https://doi.org/10.1007/s10479-024-05864-2>
78. [Glob2023] Global Monitoring Laboratory. *Trends in CO<sub>2</sub>*. <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>. Accesat 01.02.2023.
79. [Gold2016] Goldstein B.P., Hauschild M.Z., Fernandez J., Birkved M., *Urban versus conventional agriculture, taxonomy of resource profiles: a review*, *Agronomy for Sustainable Development*, vol. 36/issue 9, pp 4-24, 2016.
80. [Good2011] Goodfield, D., Anda, M., & Ho, G. (2011). Carbon neutral mine site accommodation village: Developing the model. In F. Chan, D. Marinova, & R. S. Anderssen (Eds.), 19th International Congress on Modelling and Simulation (MODSIM2011) (pp. 3038–3044). Modelling & Simulation Society of Australia & New Zealand Inc.
81. [Guo2019] Guo, J. M., Liu, Y. H., & Lü, E. L. (2019). *Numerical simulation of temperature decrease in greenhouses with summer water-sprinkling roof*. *Energies*, 12(12), 2435.
82. [Guzi2022] Guzij, K., Fröhlich, M., Fincke, F., Schmidt, A., & Alt, F. (2022). *Designing trustworthy user interfaces for the voluntary carbon market: A randomized online experiment*. In *Proceedings of the 2022 ACM Designing Interactive Systems Conference, DIS 2022* (pp. 71–84). <https://doi.org/10.1145/3532106.3533462>
83. [Hass2018] Hassanien, R. H. E., Li, M., & Yin, F. (2018). *The integration of semi-transparent photovoltaics on greenhouse roof for energy and plant production*. *Renewable Energy*, 121, 377–388. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.01.044>

84. [Hoss2018] Hossaini, N., Hewage, K., & Sadiq, R. (2018). *Path toward net-zero buildings: a natural capital assessment framework*. Clean Technologies and Environmental Policy, 20(1), 201-218. <https://doi.org/10.1007/s10098-017-1469-z>
85. [Huan2020] Huang, B., Xing, K., Pullen, S., & Liao, L. D. (2020). *Exploring carbon neutral potential in urban densification: A precinct perspective and scenario analysis*. Sustainability, 12(12), Article 4814. <https://doi.org/10.3390/su12124814>.
86. [Huan2022] Huang, B., Xing, K., Ness, D., Liao, L. D., Huang, K., Xie, P., & Huang, J. (2022). *Rethinking carbon-neutral built environment: Urban dynamics and scenario analysis*. Energy and Buildings, 255, 111672. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111672>
87. [Ione2015] A. Ionesi, M. Jradi, J.E. Thorsen, C.T. Veje. *Simulation of an Adaptive Heat Curve for Automatic Optimization of District Heating Installation*. Proc. of BS2015 14th Conf. of International Building Performance Simulation Association, Hyderabad, India, Dec. 7-9, 2015.
88. [ISO94] ISO 7730. iTeh Standards. *Moderate thermal environments - Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort*. 1994(E) <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/14567/8b424422c77b49239f1c385829105f0c/ISO-7730-1994.pdf>
89. [Jans2004] H.J.J. Janssen, S.L. Speetjens. *Watergy, Control System Handbook Preliminary version*. Wageningen University & Research Centre, Agrotechnology & Food Science Group, Wageningen, 2004.
90. [Jans2005] H.J.J. Janssen, T.H. Gieling, S.L. Speetjens, J.D. Stigter, G. van Straten. *Watergy: Infrastructure for Process Control in a Closed Greenhouse in Semi-arid Regions*. Proc. IC on Greensys, Eds.: G. van Straten et al., Acta Hort. 691, ISHS 2005.
91. [Jo2019] Jo, H. K., Park, H. M., & Kim, J. Y. (2019). Carbon Offset Service and Design Guideline of Tree Planting for Multifamily Residential Sites in Korea. Sustainability, 11(13), 3543. <https://doi.org/10.3390/su11133543>
92. [Kait2023] Kaiterra. *Understanding Your Air Quality Readings, the Overall Index (US), and Color Scale*. <https://support.kaiterra.com/understanding-your-air-quality-readings>. (accesat 24.03.2023).
93. [Kaza2016] O. Kazanci, J. Toftum, B.W. Olesen. *Effect of Set-point Variation on Thermal Comfort and Energy Use in a Plus-energy Dwelling*. Proc. of 9th Windsor Conference: Making Comfort Relevant, Cumberland Lodge, Windsor, UK, 7-10 April 2016.
94. [Khaou2006] Khaoua, S. A. O., Bournet, P. E., Migeon, C., Boulard, T., & Chasseriaux, G. (2006). *Analysis of greenhouse ventilation efficiency based on computational fluid dynamics*. Biosystems Engineering, 95(1), 83–98.
95. [Kimu2020] Kimura, K., Yasutake, D., Koikawa, K., & Kitano, M. (2020). *Spatiotemporal variability of leaf photosynthesis and its linkage with microclimates across an environment-controlled greenhouse*. Biosystems Engineering, 195, 97–115.
96. [Kitt2001] Kittas, C., Bartzanas, T., & Jaffrin, A. (2001). *Greenhouse evaporative cooling: Measurement and data analysis*. Transactions of the ASAE, 44(3), 683–689.
97. [Kitt2008] Kittas, C., Katsoulas, N., Bartzanas, T., Mermier, M., & Boulard, T. (2008). *The Impact of Insect Screens and Ventilation Openings on the Greenhouse Microclimate*. Transactions of the ASABE, 51(6), 2151–2165.
98. [Lanc2010] Brad Lancaster. *Watergy*. 2010. [www.HarvestingRainwater.com](http://www.HarvestingRainwater.com).
99. [Lewu2022] Lewus, D. C., & Both, A. J. (2022). *Using Computational Fluid Dynamics to Evaluate High Tunnel Roof Vent Designs*. AgriEngineering, 4(3), 719–732.
100. [Li2020] Li, H., Li, Y. M., Yue, X., Liu, X. G., Tian, S. B., & Li, T. L. (2020). *Evaluation of airflow pattern and thermal behavior of the arched greenhouses with designed roof ventilation scenarios using CFD simulation*. PLOS ONE, 15(9), e0239851.



101. [Lian2021] Liang, S., Gu, H., & Bergman, R. (2021). Environmental Life-Cycle Assessment and Life-Cycle Cost Analysis of a High-Rise Mass Timber Building: A Case Study in Pacific Northwestern United States. *Sustainability*, 13(14), 7831. <https://doi.org/10.3390/su13147831>
102. [Lin2020] Lin Tsung-Chih et al. *Identifier Based Intelligent Blood Glucose Concentration Regulation for Type I Diabetic Patients: An Adaptive Fuzzy Approach*. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*,
103. [Lira2003] Liran, O., Teitel, M., Barak, M., & Tanny, J. (2003). *Microclimate and transpiration of greenhouse rose crops: Measurements and simulation*. *Acta Horticulturae*, 654, 571–578.
104. [Liu2017] Liu, X., & Cui, Q. (2017). Baseline manipulation in voluntary carbon offset programs. *Energy Policy*, 111, 9-17. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.09.014>
105. [Liu2021] Liu, R., Li, M., Guzmán, J. L., & Rodríguez, F. (2021). *One-dimensional transient model for greenhouse temperature and humidity*. *Computers and Electronics in Agriculture*, 186, 106186.
106. [Liu2023] Liu, Y. L., Keil, J., Ferry, V. E., & Kortshagen, U. R. (2023). *Energy and Thermal Performance Analysis of Quantum Dot Luminescent Solar Concentrators in Greenhouses*. *Advanced Sustainable Systems*, 7(8). <https://doi.org/10.1002/adsu.202300107>
107. [Lope2012] López-Marín, J., Gálvez, A., González, A., Egea-Gilabert, C., & Fernández, J. A. (2012). *Effect of shade on yield, quality and photosynthesis-related parameters of sweet pepper plants*. *Acta Horticulturae*, 956, 545–552.
108. [Ma2019] Ma, Y. F., Li, X. X., Fu, Z. T., & Zhang, L. X. (2019). *Structural design and thermal performance simulation of shade roof of double-slope greenhouse*. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 12(3), 126–133. <https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20191203.4852>
109. [Mani1995] C. Manikopoulos, M.C. Zhou, S. Nerurkar, *Design and Implementation of Fuzzy Logic Controllers for a Heat Exchanger in a Water-for Injection System*. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, vol. 3, John Wiley & Sons, pp. 43-58, 1995.
110. [Mari1992] Marinoiu V., Paraschiv N., *Automatizarea proceselor chimice*, București, Editura Tehnică, 1992.
111. [McAr2020] McArthur, J. J. (2020). Rethinking ventilation: A benefit-cost analysis of carbon-offset increased outdoor air provision. *Building and Environment*, 169, 106551. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106551>
112. [Meng2023] Meng, Q., Hu, L., Li, M., & Qi, X. (2023). Assessing the environmental impact of building life cycle: A carbon reduction strategy through innovative design, intelligent construction, and secondary utilization. *Developments in the Built Environment*, 16, 100230. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2023.100230>
113. [Miar2014] M. Miara, D. Gunther, R. Langner, S. Helmling. *Efficiency of Heat Pumps in Real Operating Conditions*. *REHVA Journal* – September 2014.
114. [Mits2020] Mitsubishi Heavy Industries. *A century of air-conditioning history*. <https://www.Mitsubishitermal.it/en/mitsubishi-air-conditioning/>
115. [Mont2017] Montero J.I., Baeza E., Muñoz P., Sanyé-Mengual E., Stanghellini C., *Technology for Rooftop Greenhouses*, In: Orsini F., Dubbeling M., de Zeeuw H., Gianquinto G. (eds) *Rooftop Urban Agriculture*. Urban Agriculture. Springer, Cham, pp. 83-101, 2017.
116. [Mora2005] Morand, H., & Thomassin, P. J. (2005). Changes in Quebec cropping practices in response to a carbon offset market: A simulation. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroéconomie*, 53(4), 403-424. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7976.2005.00027.x>
117. [Nada2017] Nadal A., Alamús R. Pipia L., Ruiz A., Corbera J., Cuerva E., Rieradevall J., Josa A., *Urban planning and agriculture. Methodology for assessing rooftop greenhouse potential of non-*

- residential areas using airborne sensors*, Science of The Total Environment, vol. 601–602, 1 December 2017, pp. 493–507.
118. [Nils1983] Nilsen, S., Hovland, K., Dons, C., & Sletten, S. P. (1983). *Effect of CO<sub>2</sub> enrichment on photosynthesis, growth and yield of tomato*. Scientia Horticulturae, 20(1), 1–14.
  119. [Ntou2012] Ntoulas, E., Katsoulas, N., Kittas, C., Youssef, A., & Exadaktylos, V. (2012). *Data-based modeling approach for greenhouse air temperature and relative humidity*. Acta Horticulturae, 952, 67–72.
  120. [Ogun2021] Ogunlowo, Q. O., Akpenpuun, T. D., Na, W. H., Rabi, A., Adesanya, M. A., Addae, K. S., Kim, H. T., & Lee, H. W. (2021). *Analysis of heat and mass distribution in a single- and multi-span greenhouse microclimate*. Agriculture, 11(9), 891.
  121. [ONU2015] United Nations. Framework Convention on Climate Change, Adoption of the Paris Agreement, 2015, <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>.
  122. [Oote10] Van Ooteghem R.J.C. *Optimal control design for a solar greenhouse*. Teză IFAC Proceedings
  123. [Ophe2021] Opher, T., Duhamel, M., Posen, D., Panesar, D. K., Brugmann, R., Roy, A., Zizzo, R., Sequeira, L., Anvari, A., & MacLean, H. L. (2021). Life cycle GHG assessment of a building restoration: Case study of a heritage industrial building in Toronto, Canada. Journal of Cleaner Production, 279, 123819. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123819>
  124. [Pan2022] Pan, C., Shrestha, A., Innes, J. L., Zhou, G., Li, N., Li, J., He, Y., Sheng, C., Niles, J. O., & Wang, G. (2022). Key challenges and approaches to addressing barriers in forest carbon offset projects. Journal of Forestry Research, 33(4), 1109–1122. <https://doi.org/10.1007/s11676-022-01488-z>
  125. [Panu1998] Panu S.S. *Climatizări auto cu reglare Fuzzy*. Teză de doctorat. Universitatea „Politehnica” din Timișoara, Facultatea de Electronică și Telecomunicații, 1998.
  126. [Para1996] N. Paraschiv. N. *Echipamente numerice pentru conducerea proceselor*, Editura UPG, 1996.
  127. [Pari2023] Parikh, K., Mehta, S., Gajjar, C., Patel, H., & Patel, G. (2023). *Improving roof surface temperature control using heat-reflective inorganic composition for paint and coating application*. Journal of Testing and Evaluation, 2023(Nov 21).
  128. [Pass1997] Pass, N., & Mahrer, Y. (1997). *The effect of an external moveable screen on the greenhouse microclimate*. Acta Horticulturae, 443, 111–118.
  129. [Petr2012] Petrokofsky et al. *Comparison of methods for measuring and assessing carbon stocks and carbon stock changes in terrestrial carbon pools*. Environmental Evidence 2012, 1:6. <http://www.environmentalevidencejournal.org/content/1/1/6>
  130. [Pirk2014] Pirkner, M., Dicken, U., Rosa, R., & Tanny, J. (2014). *Performance of Penman-Monteith models in predicting evapotranspiration in a large banana screenhouse*. Acta Horticulturae, 1037, 353–360.
  131. [Plan2023a] PlanetWatch. *PlanetWatch white paper*. <https://www.planetwatch.io/white-paper/files/downloads/book.pdf> (accesat 22.03.2023).
  132. [Plan2023b] PlanetWatch. *PlanetWatch Map*. <https://map.planetwatch.io/map/> (accesat 11.07.2023).
  133. [Pons2015] Pons O., Ana Nadal, Sanyé-Mengual E., Llorach-Massana P., Cuerva E., Sanjuan-Delmàs D., Muñoz P., Oliver-Solà J., Planas C., Rovira M. R., *Roofs of the future: rooftop greenhouses to improve buildings metabolism*, Procedia Engineering, Creative Construction Conference 2015 (CCC2015), Elsevier, issue 123, pp. 441 – 448, 2015.
  134. [Popa2020a] **Popa M.** *Stadiul actual al cercetărilor privind clădirile verzi cu sere pe acoperiș*. Referat pentru doctorat. Universitatea Petrol-Gaze din Ploiești, Școala Doctorală, 2020.



135. [Popa2020b] **Popa M.** *Modelarea și optimizarea constructivă a clădirilor IRTG/iRTG*. Referat pentru doctorat, Universitatea Petrol și Gaze din Ploiești, 2020.
136. [Popa2021a] **M. Popa.** *Contribuții privind automatizarea clădirilor IRTG/iRTG*. Referat pentru doctorat, Universitatea Petrol și Gaze din Ploiești, 2021.
137. [Popa2021b] **M. Popa.** *Carbon Offset Calculators*, Bulletin of the Polytechnic Institute of Iași Electrical Engineering Power Engineering Electronics Section, Vol. 67, September 2021, DOI: [10.2478/bipie-2021-0014](https://doi.org/10.2478/bipie-2021-0014).
138. [Popa2022] **Popa, M.**, Alexuta, D., Balas, V.E. *Fuzzy-interpolative control of temperatures for the intelligent rooftop greenhouse*. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 43(2), 2022, pp. 1793-1797. <https://doi.org/10.3233/JIFS-219280>.
139. [Popa2023] **Mihaela Popa**, Valentina E. Bălaș, *Improving Buildings' Metabolism by Rooftop Greenhouses*, Conference: 2023 Asia Conference on Power, Energy Engineering and Computer Technology (PEECT), 21-23 July 2023, Qingdao, China, DOI: [10.1109/PEECT59566.2023.00014](https://doi.org/10.1109/PEECT59566.2023.00014)
140. [Popa2024a] Popa, M., Balas, M. M., Lile, R., & Balas, V. E. (2024). *The Three-tank Watergy Configuration*. International Journal of Computers Communications & Control, 19(1), 6418.
141. [Popa2024b] **Mihaela Popa**, Valentina E. Balas, Dana Rad, *Exploring the Evolution of Carbon Offset Research: A Bibliometric Perspective on Sustainable Practices*, CS&IT Conference Proceedings, Vol. 14, Nr. 25, Dubai, UAE. <https://www.csitcp.org/abstract/14/1425csit02>,
142. [Popa2024c] **Mihaela Popa**, Valentina E. Balas, *The Necessity of rooftopgreen Houses for Improving urban Air Quality and Temperature Regulations*, XIV International Conference on Industrial Engineering and Environmental Protection IIZS 2024, Technical Faculty "Mihajlo Pupin" Zrenjanin, October 3-4, 2024, Zrenjanin, Serbia, <https://doi.org/10.46793-iizs24-401p>, **BDI**.
143. [Popa2025] **Mihaela Popa**, Daniel Alexuta, Marius Mircea Balas, Valentina Emilia Balas, *Current Trends in Research on Temperature Control in Rooftop Greenhouse*, 2025, 18<sup>th</sup> International Conference on Engineering of Modern Systems (EMES), 29-30 May, 2025, Oradea, Romania, DOI: [10.1109/EMES65692.2025.11045579](https://doi.org/10.1109/EMES65692.2025.11045579)
144. [Puia1998] Puia I., Soran V., Rotar I. *Agroecologie, ecologism, ecologizare*. Ed. Genesis Cluj-Napoca, 1998.
145. [Rash2020] Rasheed, A., Kwak, C. S., Na, W. H., Lee, J. W., Kim, H. T., & Lee, H. W. (2020). *Development of a Building Energy Simulation Model for Control of Multi-Span Greenhouse Microclimate*. Agronomy, 10(9), 1236.
146. [Robi2014] Robinson, C. J., Gerrard, E., May, T., & Maclean, K. (2014). Australia's indigenous carbon economy: A national snapshot. Geographical Research, 52(2), 123-132. <https://doi.org/10.1111/1745-5871.12049>.
147. [Rodr2022] Rodriguez-Vidal I., Oregi X., Otaegi J., Vallespir-Etxebarria G., Millán-García J.A., Martín-Garín A. *Integration of Indoor Air Quality Concerns in Educational Community Through Collaborative Framework of Campus Bizia Laboratory of the University of the Basque Country*. In: Howlett R.J., Jain L.C., Littlewood J.R., Balas M.M. (eds) *Smart and Sustainable Technology for Resilient Cities and Communities. Advances in Sustainability Science and Technology*. Pp. 73-88. Springer, Singapore. (2022).
148. [Rose2023] Alten Rose. *Organic Architecture: 7 Japanese Projects Channeling the Metabolist Movement*. <https://architizer.com/> (accesat 15.06.2023)
149. [Sada2024] Sadat, S. Z. H., Ledari, M. B., Dehvari, H., Moghaddam, M. S., & Hosseini, M. R. (2024). Aligning net zero energy, carbon neutrality, and regenerative concepts: An exemplary study of sustainable architectural practices. Journal of Building Engineering, 90, Article 109414. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2024.109414>

150. [Sala2017] Salah, A. H., Hassan, G. E., Fath, H., Elhelw, M., & Elsherbiny, S. (2017). *Analytical investigation of different operational scenarios of a novel greenhouse combined with solar stills*. Applied Thermal Engineering, 122, 297–310.
151. [Sama2021] Samaranayake, P., Maier, C., Chavan, S., Liang, W. G., Chen, Z. H., Tissue, D. T., & Lan, Y. C. (2021). *Energy Minimisation in a Protected Cropping Facility*. Energies, 14(19), 6014. <https://doi.org/10.3390/en14196014>
152. [Sanj2018] Sanjuan-Delmás D. et al., *Improving the Metabolism and Sustainability of Buildings and Cities Through Integrated Rooftop Greenhouses (i-RTG)*, Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2018, D. Nandwani (ed.), Urban Horticulture, Sustainable Development and Biodiversity 18, pp. 53-72.
153. [Sanj2020] Sanjibar Sekar Roy, Nicolae Paraschiv, **Mihaela Popa (corresponding author)**, Ishan Naktode, *Prediction of air-pollutant concentrations using hybrid model of regression and genetic algorithm*, Journal of Intelligent & Fuzzy Systems (JIFS), Vol. 38, Issue 5, July 2020, DOI: [10.3233/JIFS-179678](https://doi.org/10.3233/JIFS-179678)
154. [Sany2015] Sanyé-Mengual E., Oliver-Solà J., Montero J.I., Rieradevall J., *An environmental and economic life cycle assessment of rooftop greenhouse (RTG) implementation in Barcelona, Spain. Assessing new forms of urban agriculture from the greenhouse structure to the final product level*, The International Journal of Life Cycle Assessment, Springer, issue 20, pp. 350-366, 2015.
155. [Sar2010] I. Sarbu, C. Sebarchievici. *Heat pumps - Efficient heating and cooling solution for buildings*. WSEAS Transactions on Heat and Mass Transfer, Issue 2, Volume 5, April 2010.
156. [Schn2017] Schneider P. et al., *Mapping urban air quality in near real-time using observations from low-cost sensors and model information*. Environment International, Elsevier, 2017, 106, pp. 234-247.
157. [Scri18] Scripps Institution of Oceanography. *Scripps O<sub>2</sub> Program. Atmospheric Oxygen Research*. <https://scrippsco2.ucsd.edu/index.html>
158. [Seth2009] Sethi, V. P. (2009). *On the selection of shape and orientation of a greenhouse: Thermal modeling and experimental validation*. Solar Energy, 83(1), 21–38.
159. [Sevi2015] Hakan Sevik, Mehmet Cetin, Nur Belkayali. *Effects of Forests on Amounts of CO<sub>2</sub>: Case Study of Kastamonu and Ilgaz Mountain National Parks*. Polish Journal of Environmental studies, Vol. 24, No. 1, 2015, pp. 253-256.
160. [Shah2018] Shah P. *Rooftop Gardens – Amazing Benefits and Tips to Create One*. My Decorative Decor and Design On-line Magazine, 5 March 2018.
161. [Shal2023] Shalimov Alexey Eastern Peak. *Building Sustainable Cities with Green Technology and IoT Solutions*. Eastern Peak. <https://easternpeak.com/blog/building-sustainable-cities-with-iot-solutions/>
162. [Sham2018] Shamshiri R R, Kalantari F, Ting K C, Thorp K R, Hameed I A, Weltzien C, et al. *Advances in greenhouse automation and controlled environment agriculture: A transition to plant factories and urban agriculture*. International Journal of Agricultural & Biological Engineering, 2018; Vol 11, No 1, pp. 1–22.
163. [Shin2022] Shinbrot, X. A., Holmes, I., Gauthier, M., Tschakert, P., Wilkins, Z., Baragón, L., Opúa, B., & Potvin, C. (2022). Natural and financial impacts of payments for forest carbon offset: A 14-year-long case study in an indigenous community in Panama. Land Use Policy, 115, 106047. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106047>
164. [Sign2017] Signature Extérieurs. *Roofing Wednesdays: BrightFarms Rooftop Greenhouse*. 7 June 2017.
165. [Simo2022] Simo, A., Dzitac, S., Badea, G. E., & Meianu, D. (2022). *Smart agriculture: IoT-based greenhouse monitoring system*. International Journal of Computers Communications & Control, 17(6), 039,

166. [Simo2023] Simo, A., Dzitac, S., Duțu, A., & Pandelica, I. (2023). *Smart Agriculture in the Digital Age: A Comprehensive IoT-Driven Greenhouse Monitoring System*. International Journal of Computers Communications & Control, 18(6), 6147.
167. [Sing2024] Singhal, S., Yadav, A. K., & Prakash, R. (2024). *Thermal performance and economic analysis of saw-tooth and photo-voltaic roof type greenhouse*. Solar Energy, 283, 113035. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2024.113035>
168. [Stra2006] G. van Straten. *Investment in Novel Closed Greenhouse Systems: the Watery design and other developments*. First Workshop on Investment in Protected Cultivation in GCC Countries, Abu Dhabi, 2006. <http://www.icarda-aprp.ac/News-pic/PA-WS-Abu.htm>.
169. [Suar2004] Suárez-Romero, A., Giacomelli, G., Kubota, C., & Jensen, M. (2004). *Control strategy and sensors for the climate conditioning in a retractable roof greenhouse in semi-arid regions*. Acta Horticulturae, 659, 97–104.
170. [Teit2007] Teitel, M. (2007). *The effect of screened openings on greenhouse microclimate*. Agricultural and Forest Meteorology, 143(3-4), 159–175.
171. [Teit2014] Teitel, M., Garcia-Teruel, M., Alon, H., Gantz, S., Tanny, J., Esquira, I., et al. (2014). *The Effect of Screenhouse Height on Air Temperature*. Acta Horticulturae, 1037, 517–523.
172. [Wang2023] Wang, Q., Zhou, L., Zheng, L., Li, J., Li, X., & Zhou, H. (2023). *Research on the Design of Carbon-Neutralized Building in Rural China: A Case Study of "Impression of Yucun"*. Energies, 16(16), 5870. <https://doi.org/10.3390/en16165870>
173. [Wate2020a] Watergy—A system for interconnecting water and energy. [https://www.stadtent-wicklung.berlin.de/bauen/oekologisches\\_bauen/download/ausstellung/ecological%20building%20concept%201709\\_17.pdf](https://www.stadtent-wicklung.berlin.de/bauen/oekologisches_bauen/download/ausstellung/ecological%20building%20concept%201709_17.pdf). (accesat 10.10.2022).
174. [Wate2020b] Watergy International Group (Water and Energy Technical Innovations). <http://www.watergyinternational.com/> (accesat 12.02.2020).
175. [Whit2015] White, R. A. J. (2015). Vent, fog and fan, a cooling system for large greenhouses in hot weather with low humidity. Acta Horticulturae, 1107, 60–65.
176. [Wu2021] Wu, A. N., & Biljecki, F. (2021). Roofpedia: Automatic mapping of green and solar roofs for an open roofscape registry and evaluation of urban sustainability. Landscape and Urban Planning, 214, Article 104167. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104167>
177. [Zepp2013] Zeppel, H., & Beaumont, N. (2013). Assessing motivations for carbon offsetting by environmentally certified tourism enterprises. Anatolia-International Journal of Tourism and Hospitality Research, 24(3), 297-318. <https://doi.org/10.1080/13032917.2012.759982>
178. [Zhan2023] Zhang, Y., Zhang, M. L., Xiong, J. W., Mao, G., & Qi, Y. C. (2023). *CFD for Cavity Natural Heat Convection: Numerical analysis and optimization in greenhouse application*. Advances in Mathematical Physics, 2023, Article 1074719.