

## REZUMAT

Prezenta teză de abilitare "**CERCETĂRI ÎN DOMENIUL POLUĂRII, UTILIZĂRII SURSELOR DE ENERGIE REGENERABILĂ ȘI AL EDUCAȚIEI**" sintetizează activitățile de cercetare și academice în domeniul ingineriei mecanice desfășurate de autorul acestei teze în perioada 2008-2024, după susținerea publică în anul 2008 a tezei de doctorat cu titlul "*Contribuții la studiul și cercetarea comportării arcurilor de tip flexicoil de la locomotive electrice CFR 060-EA de 5100 kW*".

Lucrarea este structurată în trei părți principale, prima fiind o sinteză a realizărilor științifice, academice și profesionale ale autoarei. În partea a doua se prezintă în detaliu realizările științifice ale autoarei, iar în partea a treia sunt prezentate planurile de evoluție și dezvoltare a carierei. Teza de abilitare se încheie cu lista referințelor bibliografice asociate celor trei părți.

În prima parte a tezei de abilitare (**Capitolul 1**) se menționează principalele realizări științifice, academice și profesionale ale autorului, obținute în toată perioada de activitate.

Cercetarea efectuată în acești ani poate fi grupată pe 3 domenii mari:

- *poluarea mediului, cu precădere de către mijloacele de transport,*
- *resurse regenerabile de energie,*
- *educație.*

**Studiul poluării mediului, în special datorită sistemelor de transport,** este în primul rând rezultatul cercetărilor din cadrul proiectelor de cercetare care au început în 2001 și au continuat până în prezent. Cel de-al doilea domeniu, cel al **energiilor regenerabile** a fost dezvoltat, începând din 2009 prin proiectul EPOC, a fost aprofundat după finalizarea masterului de Ingineria sistemelor regenerabile de energie în anul 2013 și a continuat până în prezent. Cel de-al treilea domeniu, cel al **educației** a început odată cu scrierea și implementarea primului proiect cu fonduri europene în 2010 și a continuat până în prezent, fiind unul din domeniile mele principale de interes. Pe lângă aceste domenii se mai pot adăuga cercetări în următoarele domenii: economico-financiar, IT, ergonomie, marketing. Rezultatele cercetării sunt prezentate sub formă de articole științifice, cerere de brevet de invenție, cărți publicate respectiv contracte de cercetare. Din punct de vedere al realizărilor academice se prezintă activitatea didactică desfășurată în această perioadă de timp, respectiv cea de formare profesională. Prestigiul profesional al autoarei tezei este validat prin impactul pe care îl au pe plan național și internațional cărțile de specialitate editate, respectiv rezultatele cercetării contractuale și lucrările științifice publicate. La prestigiul profesional se mai poate adăuga calitatea de membru al unor organizații profesionale naționale și internaționale,

recenzor conferințe naționale și internaționale, respectiv editor, precum și colaborarea cu alte universități din țară și străinătate.

În partea a doua (**Capitolul 2**) se prezintă cele mai importante rezultate ale cercetării autoarei tezei. Această parte a fost structurată pe trei subcapitole, după cum urmează.

**Subcapitolul 2.1 CERCETĂRI PRIVIND POLUAREA MEDIULUI ÎNCONJURĂTOR** prezintă aspecte legate de

**Subcapitolul 2.1.1** prezintă cercetări privind monitorizarea concentrației de CO<sub>2</sub> în spații interioare, cu scopul evaluării calității aerului și al impactului asupra sănătății ocupanților. În acest context, a fost dezvoltat și testat un senzor experimental de CO<sub>2</sub> (INO-SEN CO<sub>2</sub>), realizat în cadrul unui proiect de tip spin-off, iar performanțele sale au fost comparate cu două analizoare comerciale bazate pe principiul NDIR: Sensors Europe AGM50 (considerat etalon) și Greisinger EBG-CO<sub>2</sub>-1R.

Măsurătorile comparative au fost efectuate în perioada 2021–2024, în mai multe locații interioare ale Universității Politehnica Timișoara (laboratoare și birouri), pe seturi extinse de date, utilizând medii orare ale concentrației de CO<sub>2</sub>. Valorile obținute s-au încadrat în intervale compatibile cu recomandările ASHRAE pentru spații interioare, evidențiind diferențe minore între echipamente.

Analiza statistică a rezultatelor a fost realizată conform standardelor SR EN ISO/CEI 17043 și ISO 13528, folosind teste de competență precum Cochran, ANOVA (testul F), SAP, ABSV, scorul Z și scorul En. Rezultatele au indicat o bună omogenitate a datelor, o repetabilitate satisfăcătoare și abateri reduse față de valorile de referință. Pentru toate locațiile analizate, scorurile Z (<2) și En (<1) au confirmat performanțe satisfăcătoare ale senzorului INO-SEN CO<sub>2</sub>, comparabile cu cele ale analizorului comercial.

În **subcapitolul 2.1.2** se prezintă rezultatele cercetărilor privind poluarea aerului în spații deschise, desfășurate începând cu anul 2008, cu accent pe monitorizarea calității aerului urban în municipiul Timișoara. Studiul abordează metodele moderne de evaluare a poluării atmosferice, incluzând eșantionarea pasivă și activă, tehnici automate și analizoare optice, utilizate pentru determinarea concentrațiilor principalilor poluanți atmosferici (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, COV).

Campaniile experimentale au fost realizate pe parcursul a peste 50 de zile, în mai multe locații reprezentative (zone industriale, intersecții rutiere, zone centrale și rezidențiale), utilizând o stație semimobilă de monitorizare calibrată conform standardelor europene. Datele au fost colectate continuu și analizate sub formă de medii pe 30 de minute și 24 de ore, pentru a surprinde variațiile și vârfurile de poluare.

Rezultatele indică faptul că, în majoritatea locațiilor, concentrațiile poluanților s-au încadrat în limitele impuse de legislația europeană, cu excepții notabile pentru oxizii de azot (NO<sub>x</sub>) în zonele cu trafic rutier intens și pentru compușii organici volatili (COV) în proximitatea zonelor

industriale. Analiza evidențiază traficul rutier și activitățile industriale ca principale surse de poluare urbană.

Concluzia generală a studiului este că, deși calitatea aerului din Timișoara respectă în mare parte reglementările în vigoare, există zone și episoade punctuale cu depășiri ale limitelor admise, ceea ce subliniază necesitatea unui control mai strict al emisiilor, în special pentru NO<sub>x</sub> și COV, precum și a utilizării laboratoarelor mobile pentru investigații locale detaliate.

**Subcapitolul 2.1.3** prezintă un ansamblu coerent de cercetări privind impactul traficului feroviar asupra mediului, cu accent pe poluarea solului, aerului și apei, precum și pe emisiile de particule generate de exploatarea materialului rulant. Deși transportul feroviar este considerat mai ecologic decât alte moduri de transport, studiul evidențiază faptul că acesta contribuie semnificativ la poluarea difuză prin emisii de particule metalice, compuși gazoși (NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, COV) și contaminarea solului cu metale grele.

Cercetările experimentale realizate în regiunea Banat, de-a lungul magistralei feroviare nr. 900, au inclus măsurători in situ ale particulelor în suspensie generate de uzura sistemelor de frânare și rulare, utilizând spectrometre de aerosoli și fotometre laser, precum și analize de laborator pe probe de apă, sol și plante. Rezultatele au indicat o predominanță a particulelor bogate în fier, cupru, zinc și alte metale, provenite în principal din plăcuțele de frână, roți și șine, cu variații determinate de condițiile de exploatare și de caracteristicile materialelor.

Analizele chimice ale solurilor prelevate din zonele de joncțiune feroviară au evidențiat prezența metalelor grele (Cr, Fe, Pb, Mn, Ni, Zn), în general la concentrații moderate, dar cu valori locale ridicate, în special în stațiile feroviare, indicând influența directă a traficului feroviar. În paralel, studiile privind calitatea aerului au arătat concentrații relevante de NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, ozon și compuși organici volatili, corelate atât cu activitatea locomotivelor diesel, cât și cu surse industriale adiacente.

De asemenea, este analizat impactul modernizării locomotivelor diesel asupra reducerii emisiilor, prin comparația între motoare vechi și modernizate, demonstrând scăderi semnificative ale emisiilor de NO<sub>x</sub> și CO datorită îmbunătățirii procesului de ardere și introducerii controlului electronic. În final, sunt discutate soluții tehnice de limitare a poluării, precum utilizarea sistemelor de post-tratare a gazelor de eșapament (SNCR, SCR, filtre de particule), subliniindu-se necesitatea continuării cercetărilor pentru o evaluare completă și integrată a impactului transportului feroviar asupra mediului.

**Subcapitolul 2.2** tratează aspecte legate de cercetarea, dezvoltarea și valorificarea resurselor regenerabile de energie, cu accent pe biomasă și biogaz, prin studii experimentale de laborator și la scară pilot, orientate spre evaluarea potențialului energetic, a comportamentului la conversie și a soluțiilor tehnice pentru creșterea eficienței sistemelor energetice.

**Subcapitolul 2.2.1** prezintă cercetări experimentale privind *valorificarea biomasei* ca resursă regenerabilă de energie, structurate în trei studii de caz complementare. Primul studiu vizează caracterizarea fizico-chimică și termică a două tipuri de biomasă vegetală – topinambur și

câneapă românească – în vederea evaluării potențialului lor energetic pentru procesele de ardere. Analizele de laborator au evidențiat un conținut relativ scăzut de cenușă, sulf și clor, precum și valori ridicate ale puterii calorifice, indicând un comportament favorabil la combustie și un risc redus de coroziune a instalațiilor. Analiza termogravimetrică a arătat că descompunerea chimică are loc între 200–500 °C, cu diferențe între mediile de aer și azot, masa reziduală fiind sub 5% în aer și aproximativ 20% în atmosferă inertă. Topinamburul a prezentat o temperatură de curgere mai ridicată decât cânepa, sugerând o stabilitate termică superioară în timpul arderii.

Al doilea studiu de caz analizează arderea mai multor tipuri de biomasă pe o instalație pilot de încălzire, evaluând performanțele energetice și emisiile de gaze de ardere. Rezultatele au evidențiat influența tipului de combustibil și a umidității asupra eficienței cazanului, emisiilor de CO și NO<sub>x</sub> și pierderilor energetice. Instalația pilot a demonstrat avantaje constructive și funcționale, dar și limitări legate de autonomie și temperaturile ridicate ale gazelor evacuate.

Al treilea studiu de caz prezintă dezvoltarea unei instalații automate de ardere completă a biomasei, pentru care a fost depusă o cerere de brevet. Sistemul propus integrează un supraîncălzitor inovator și mai multe schimbătoare de căldură, asigurând creșterea eficienței energetice, arderea completă a biomasei, reducerea depunerilor și automatizarea procesului de exploatare. În ansamblu, cercetările confirmă potențialul ridicat al biomasei ca sursă regenerabilă de energie și oferă soluții tehnice concrete pentru îmbunătățirea eficienței instalațiilor de ardere.

**Subcapitolul 2.2.2** prezintă cercetări experimentale privind *producerea și valorificarea biogazului* ca sursă regenerabilă de energie, structurate în trei studii de caz realizate la scară pilot și de laborator. Primul studiu de caz descrie dezvoltarea și operarea unei instalații pilot brevetate pentru obținerea biogazului din deșeuri municipale biodegradabile, în cadrul proiectului EPOC. Instalația include un digester anaerob de aproximativ 30 m<sup>3</sup>, sisteme de filtrare a biogazului și bucle automate de control al temperaturii, pH-ului și presiunii. Experimentele, desfășurate pe perioade de 70–75 de zile, au evidențiat influența semnificativă a regimului termic și a pH-ului asupra debutului și evoluției procesului de fermentație anaerobă. Biogazul obținut a prezentat un conținut de metan de 55–70% vol., o putere calorifică de 20–25 MJ/m<sup>3</sup> și un potențial energetic comparabil cu alte surse convenționale, confirmând fezabilitatea utilizării sale în procese de ardere și co-combustie.

Al doilea studiu de caz analizează producerea biogazului din ape uzate și amestecuri de nămol stabilizat și zer, utilizând instalații la scară redusă. Rezultatele au arătat că nu toate substraturile sunt adecvate fermentației anaerobe, cele mai bune performanțe fiind obținute pentru apele uzate provenite din industria berii, care au generat concentrații de metan de până la 69% și volume superioare de biogaz. Conținutul ridicat de cenușă și sulf al unor amestecuri a fost identificat ca factor limitativ pentru utilizarea energetică ulterioară, subliniind importanța selecției și pretratării materiilor prime.

Al treilea studiu de caz, realizat la scară de laborator, investighează co-digestia anaerobă a apelor uzate și a dejecțiilor animale, cu accent pe influența raportului C/N, a temperaturii termofile și a controlului pH-ului. Rezultatele au evidențiat sensibilitatea ridicată a procesului la variațiile pH-ului, inhibarea producției de biogaz fiind corelată cu creșteri excesive ale acestuia. Corecția pH-ului prin adăugare de acid acetic a condus la creșteri semnificative ale producției de biogaz și la îmbunătățirea compoziției acestuia, cu concentrații de metan de până la 70% și niveluri de H<sub>2</sub>S sub pragurile admisibile pentru utilizare energetică.

În ansamblu, cercetările confirmă potențialul ridicat al biogazului ca resursă regenerabilă de energie, evidențiind rolul critic al parametrilor operaționali (temperatură, pH, compoziția substratului) în optimizarea proceselor de digestie anaerobă și în asigurarea unei calități adecvate a biogazului pentru aplicații energetice.

**Subcapitolul 2.3** analizează cercetările desfășurate în *domeniul educației universitare*, cu accent pe:

a. corelarea formării ingineresti cu cerințele pieței muncii, în contextul transformărilor generate de globalizare, digitalizare și progres tehnologic;

b. integrarea tehnologiei digitale, a gamificării și a abordărilor Agile în procesul educațional, precum și impactul sistemelor educaționale față în față, online și hibride asupra studenților și elevilor.

Cercetările cu privire la corelarea formării ingineresti cu cerințele pieței muncii au fost inițiate și dezvoltate în cadrul unor proiecte cu finanțare europeană (PRACTICOR, PRACTICOR EURO-REGIO, CONPRACTIS), având ca obiectiv principal creșterea angajabilității absolvenților prin integrarea practicii de specialitate, a consilierii și orientării în carieră și a utilizării resurselor educaționale online.

Rezultatele evidențiază rolul central al practicii în reducerea decalajului dintre competențele dobândite în mediul academic și cele solicitate de angajatori, precum și importanța dezvoltării competențelor sociale, antreprenoriale și transferabile ale viitorilor ingineri. Studiile de caz arată că implicarea mediului economic în organizarea stagiilor de practică, existența tutorilor dedicați și personalizarea activităților practice contribuie semnificativ la creșterea motivației studenților și la o integrare profesională mai eficientă.

Analizele cantitative, bazate pe sondaje realizate pe un eșantion de peste 300 de respondenți, confirmă percepția pozitivă a studenților asupra utilității stagiilor de practică, a vizitelor de studiu și a consilierii în carieră, precum și necesitatea existenței unor structuri instituționale specializate pentru coordonarea acestor activități. De asemenea, rezultatele subliniază importanța colaborării multidisciplinare și internaționale în educație și cercetare, precum și necesitatea unei abordări sistemice și sustenabile a formării profesionale.

În ansamblu, cercetările demonstrează că integrarea coerentă a practicii, consilierii și resurselor digitale în învățământul superior reprezintă un factor-cheie pentru dezvoltarea

competențelor profesionale și sociale ale studenților, facilitând tranziția acestora de la mediul academic la piața muncii și contribuind la creșterea competitivității instituțiilor de învățământ superior.

Primul studiu analizat în domeniul educației, având ca temă centrală integrarea tehnologiei digitale, a gamificării și a abordărilor Agile în procesul educațional (2018) evidențiază rolul resurselor de internet și al gamificării în creșterea eficienței învățării la elevii de liceu, considerați „nativi digitali”. Utilizarea platformei Kahoot! a demonstrat o creștere semnificativă a ratei de răspunsuri corecte, a punctajului mediu și a vitezei de reacție, confirmând eficiența integrării jocurilor educaționale, a aplicațiilor mobile și a rețelelor sociale în procesul didactic.

Un alt studiu de caz se concentrează pe implementarea metodologiei Agile, în special Scrum, în educația universitară inginerescă, prin activități bazate pe joc și învățare prin proiecte. Rezultatele arată că abordarea Agile favorizează învățarea iterativă, colaborarea, responsabilizarea studenților și îmbunătățirea continuă, conducând la creșterea implicării, a calității livrabilelor și a rezultatelor învățării. Indicatorii de performanță (KPI) evidențiază o evoluție pozitivă constantă pe parcursul Sprint-urilor.

Studiile dedicate educației hibride și online, realizate în contextul pandemiei COVID-19, arată că studenții din anul I preferă activitățile față în față pentru o mai bună înțelegere, socializare și sentiment de apartenență, în timp ce educația online este asociată cu flexibilitate și economie de timp, dar și cu dificultăți de concentrare și motivație. Abordarea hibridă este identificată ca soluție de tranziție eficientă, contribuind la reducerea ratei abandonului universitar și la creșterea motivației pentru învățare.

În ansamblu, cercetările confirmă că utilizarea inteligentă a tehnologiilor digitale, a gamificării și a metodologiilor Agile, combinată cu activități față în față, conduce la un proces educațional mai eficient, adaptabil și centrat pe elev și student, capabil să răspundă cerințelor educației moderne.

**Capitolul 3** prezintă planurile de evoluție și dezvoltare a carierei ale autorului, în contextual global al realizărilor științifice semnificative și de actualitate din domeniul de specialitate, prin care candidatul își propune să își dezvolte capacitatea de a coordona echipe de cercetare, de a organiza și gestiona activități didactice, de explicare și facilitare a învățării și cercetării.

La finalul lucrării sunt prezentate principalele referințe bibliografice care stau la baza elaborării tezei de abilitare.