

Rezumat

Teza de abilitare intitulată „Contribuții la utilizarea resurselor energetice verzi la mașinile agricole” prezintă o sinteză a activității mele profesionale, academice și științifice, cu accent pe perioada de după obținerea titlului de doctor în inginerie mecanică. Lucrarea, redactată conform recomandărilor Consiliului Național de Atestare a Titlurilor, Diplomelor și Certificatelor Universitare (CNATDCU), este structurată în două secțiuni principale. Prima secțiune include prezentarea parcursului meu profesional, didactic și științific, împreună cu rezultatele semnificative obținute în aceste domenii. A doua secțiune tratează direcțiile actuale și viitoare de cercetare științifică, alături de planurile de dezvoltare profesională și academică.

Teza de abilitare reflectă principalele mele contribuții științifice din perioada postdoctorală, după finalizarea studiilor doctorale la Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București (2011), cu teza „Contribuții la studiul fenomenelor vibratorii în utilajele din domeniul prelucrării produselor agricole”. Toate articolele menționate în această lucrare au fost publicate după finalizarea doctoratului.

Capitolul 1 analizează fenomenele vibratorii în utilajele agricole, cu accent pe separarea materialelor utilizând o sită conică suspendată. Comportamentul dinamic al sitei a fost studiat experimental și modelat matematic folosind ecuațiile lui Lagrange, rezolvate numeric prin metoda Runge-Kutta. Rezultatele arată că vibrațiile de joasă frecvență îmbunătățesc separarea particulelor fine, în timp ce frecvențele înalte reduc eficiența din cauza alunecării particulelor. Aceste concluzii sunt importante pentru optimizarea echipamentelor și creșterea performanței utilajelor.

Capitolul 2 prezintă cadrul legislativ european privind protecția mediului, axat pe reducerea emisiilor de CO₂ și protejarea biodiversității. Pactul Verde European și Legea europeană a climei stabilesc obiective ambițioase pentru neutralitatea climatică până în 2050 și reducerea emisiilor cu 55% până în 2030. Politicile care promovează economia circulară, reciclarea, utilizarea sustenabilă a resurselor și investițiile în tehnologii verzi susțin tranziția energetică durabilă.

Capitolul 3 explorează utilizarea biomasei ca sursă primară de energie regenerabilă în Uniunea Europeană, evidențiind utilizarea biomasei lemnoase și agricole în diverse procese de conversie, precum gazeificarea și piroliza. Aceste procese reduc semnificativ emisiile de CO₂ și au un impact pozitiv asupra economiei circulare prin valorificarea deșeurilor agricole și forestiere. Astfel, biocombustibilii produși din biomasă devin o componentă importantă a strategiei UE de tranziție energetică.

Capitolul 4 analizează biomasa solidă, incluzând deșeuri agricole și industriale, și metodele de conversie a acestora în energie. Gazeificarea și piroliza sunt tehnologii promițătoare care contribuie la valorificarea ecologică și eficientă, reducând simultan impactul asupra mediului. Aceste tehnologii sunt esențiale pentru dezvoltarea unei economii circulare prin oferirea de soluții sustenabile de gestionare a deșeurilor și reducerea emisiilor de CO₂.

Capitolul 5 discută despre hidrogenul verde ca soluție energetică sustenabilă, evidențiind importanța sa în procesul de decarbonizare al Uniunii Europene. Tehnologiile de producere a hidrogenului verde, cum este electroliza, sunt esențiale pentru reducerea dependenței de combustibilii fosili și integrarea surselor regenerabile în sistemele energetice. În acest context,

stocarea și utilizarea eficientă a hidrogenului verde sunt aspecte-cheie, deoarece acesta poate susține tranziția energetică și decarbonizarea sectoarelor dificil de electrificat.

Capitolul 6 analizează utilizarea hidrogenului verde în stocarea energiei și reducerea emisiilor de CO₂. Tehnologiile emergente permit integrarea hidrogenului verde în rețelele energetice pentru echilibrarea acestora, asigurând o sursă stabilă de energie regenerabilă. De asemenea, hidrogenul verde poate juca un rol crucial în decarbonizarea industriilor dependente de combustibili fosili, cum ar fi sectoarele chimic și al transporturilor.

Capitolul 7 se concentrează pe conversia CO₂ în CO prin gazeificare, evidențiind eficiența acestui proces în reducerea emisiilor și utilizarea gazului de sinteză în aplicații energetice. Această tehnologie promite să contribuie la combaterea schimbărilor climatice prin utilizarea productivă a CO₂, sprijinind dezvoltarea unei economii circulare.

Capitolul 8 investighează cercetările recente privind arderea hidrogenului, cu accent pe tehnologiile de ardere cinetică și difuzivă. Aceste tehnologii sunt esențiale pentru realizarea unei arderi eficiente și stabile a hidrogenului, aspect critic pentru utilizarea sa în aplicații industriale diverse.

Capitolul 9 explorează utilizarea hidrogenului în vehiculele agricole, un domeniu emergent care promite să contribuie la reducerea emisiilor de carbon în sectorul agricol. Utilizarea pilelor de combustie pe bază de hidrogen în echipamentele agricole poate susține tranziția către un sector agricol mai sustenabil și mai prietenos cu mediul.

Am elaborat un plan de dezvoltare a carierei în cercetarea universitară și în activitatea didactică, adaptat cerințelor actuale și viitoare ale pieței muncii din România. Planul stabilește obiective clare pentru consolidarea competențelor, integrarea tehnologiilor avansate și a metodelor pedagogice moderne, susținând astfel dezvoltarea continuă a competențelor academice și o legătură strânsă cu economia în transformare, marcând finalizarea tezei de abilitare.

Abstract

The habilitation thesis entitled “Contributions to the Use of Green Energy Resources in Agricultural Machinery” presents a synthesis of my professional, academic, and scientific activity, with emphasis on the period following the awarding of the PhD degree in mechanical engineering. This work, prepared according to the recommendations of the National Council for Attestation of University Titles, Diplomas and Certificates (CNATDCU), is structured into two main sections. The first section includes the presentation of my professional, teaching, and scientific career path, along with significant results obtained in these fields. The second section addresses current and future scientific research directions, together with plans for professional and academic development.

The habilitation thesis reflects my main scientific contributions during the postdoctoral period, after graduating with a PhD from the National University of Science and Technology Politehnica Bucharest (2011), with the thesis “Contributions to the Study of Vibratory Phenomena in Agricultural Processing Machinery.” All articles mentioned in this work were published after completing my doctoral studies.

Chapter 1 analyzes vibratory phenomena in agricultural machinery, focusing on the separation of materials using a suspended conical sieve. The dynamic behavior of the sieve was studied experimentally and mathematically modeled using Lagrange’s equations, numerically solved by the Runge-Kutta method. The results show that low-frequency vibrations improve the separation of small particles, while high frequencies reduce efficiency due to particle slippage. These conclusions are important for optimizing equipment and improving machinery performance.

Chapter 2 presents the European environmental legislative framework, focusing on reducing CO₂ emissions and protecting biodiversity. The European Green Deal and the European Climate Law set ambitious goals for climate neutrality by 2050 and a 55% reduction in emissions by 2030. Policies promoting circular economy, recycling, sustainable use of resources, and investments in green technologies support a sustainable energy transition.

Chapter 3 explores the use of biomass as a primary renewable energy source in the European Union, highlighting the use of woody and agricultural biomass in various conversion processes such as gasification and pyrolysis. These processes significantly reduce CO₂ emissions and positively impact the circular economy by valorizing agricultural and forestry waste. Thus, biofuels produced from biomass become an important component of the EU’s energy transition strategy.

Chapter 4 analyzes solid biomass, including agricultural and industrial waste, and methods to convert them into energy. Gasification and pyrolysis are promising technologies that contribute to eco-friendly and efficient valorization, simultaneously reducing environmental impact. These technologies are essential for developing a circular economy by providing sustainable waste management and CO₂ emissions reduction.

Chapter 5 discusses green hydrogen as a sustainable energy solution, emphasizing its importance in the EU decarbonization process. Technologies for producing green hydrogen, such as electrolysis, are crucial for reducing fossil fuel dependence and integrating renewable energy into energy systems. In this context, efficient storage and use of green hydrogen are

key aspects since it can support the energy transition and decarbonize sectors difficult to electrify.

Chapter 6 analyzes the use of green hydrogen in energy storage and CO₂ emissions reduction. Emerging technologies enable integrating green hydrogen into energy grids to support their balancing, ensuring a stable renewable energy source. Moreover, green hydrogen can play a crucial role in decarbonizing fossil fuel-dependent industries, such as the chemical and transportation sectors.

Chapter 7 focuses on CO₂ conversion into CO through gasification, highlighting its efficiency in reducing CO₂ emissions and the use of synthesis gas for energy applications. This technology promises to help combat climate change while productively utilizing CO₂, thus contributing to the development of a circular economy.

Chapter 8 investigates recent research on hydrogen combustion, placing special emphasis on kinetic and diffusive combustion technologies. These technologies are essential for achieving efficient and stable hydrogen combustion, a critical aspect for its use in various industrial applications.

Chapter 9 explores the use of hydrogen in agricultural vehicles, an emerging field that promises to contribute to carbon emission reduction in the agricultural sector. The use of hydrogen fuel cells in agricultural equipment can support the transition to a more sustainable and environmentally friendly agricultural sector.

I have developed a career development plan in university research and teaching, adapted to current and future labor market requirements in Romania. The plan sets clear objectives for strengthening competencies, integrating advanced technologies, and modern pedagogical methods, thus supporting the continuous development of academic skills and a close connection with the evolving economy, marking the completion of the habilitation thesis.