MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII
UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE
POLITEHNICA BUCUREȘTI

Școala Doctorală
Ingineria Sistemelor Biotehnice (ISB)
Domeniul de doctorat
INGINERIE MECANICĂ

REZUMAT

TEZĂ DE ABILITARE

SISTEMUL MECANIC ÎN INGINERIA SISTEMELOR BIOTEHNICE DE LA CONCEPT LA PROIECTARE-DEZVOLTARE-INTEGRARE

Candidat: Prof. univ. dr. ing. Gigel PARASCHIV
Departamentul de Sisteme Biotehnice
Facultatea de Ingineria Sistemelor Biotehnice

București 2026

Rezumat

Teza de abilitare a candidatului, Prof. univ. dr. ing. Gigel PARASCHIV reprezintă o sinteză a contribuțiilor academice, științifice și profesionale realizate în cadrul activităților desfășurate în Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București și urmărește evidențierea capacităților și performanțelor didactice și de cercetare.

Activitatea de cercetare, didactică și inginerească din perioada de după finalizarea tezei de doctorat *"Cercetări privind realizarea şi verificarea experimentală a unui pachet de programe pentru modelarea, simularea şi proiectarea pe calculator a frezelor agricole"* și până în prezent a vizat o evoluție de la ingineria mecanică dedicată mașinilor și instalațiilor pentru agricultură și industria alimentară la ingineria sistemelor biotehnice, evoluție definită științific *"Sistemul mecanic în ingineria sistemelor biotehnice de la concept la proiectare-dezvoltare-integrare"*. Preocupările intelectuale și spirituale au fost și sunt legate de acest sistem mecanic (specific mașinilor și instalațiilor pentru agricultură și industria alimentară) în interacțiunea și intercondiționarea cu un mediu plin de provocări tehnice unde, calea de rulare este deformabilă, dinamica tractoarelor și mașinilor este una complexă, fenomenele sunt aleatoare, iar ingineria de proces este condiționată de factori multiplii și complecși.

Realizările tehnico-științifice obținute în perioada menționată au fost focusate pe direcții principale, cum ar fi:

- *studii ale interacțiunii sistemului mecanic cu solul* (de la factori de influență privind compactarea solului la evaluarea compactării solului);
- *cercetări privind interacțiunea sistemului tehnic cu solul, în contextul conceperii de mașini agricole care execută lucrări în sol* (freze agricole, agregate complexe pentru pregătirea solului într-o singură trecere; semănători de precizie; semănători pentru pajiști etc);
- *modelări matematice conjugate cu modelări cu element finit în domeniul mașinilor și instalațiilor pentru agricultură și industria alimentară* (modelări destinate studiilor pentru: compactări artificiale ale solului; mașini agricole care interacționează cu solul, tip grape cu discuri și mașini agricole de semănat; instalații din industria alimentară de morărit-panificație etc);
- *dezvoltarea de noi tehnologii utilizate în obținerea de biogaz* (care au vizat obținerea biogazului prin metoda digestiei anaerobe prin co-digestie, din perspectiva proceselor specifice, caracteristicilor biomasei, pretratării mecanice etc);
- *utilizarea de soluții din ingineria mecanică în combaterea poluării mediului înconjurător prin metode ecologice destinate apelor uzate* (prin conceperea de tehnologii și prototipuri de instalații gen *Sistem tehnologic de epurare prin flotație a apelor pe bază de nanomateriale*, respectiv *Instalație de îndepărtare a poluanților organici din apele uzate pe bază de fotocataliză și procedee biologice*).

Contextul în care se regăsește necesitatea abilitării în inginerie mecanică a candidatului este abordat în primul capitol al tezei.

În al doilea capitol sunt prezentate sintetic direcțiile didactice și de cercetare parcurse de candidat, precum și competențele asumate de acesta, ca urmare a dezvoltării în perioada de după susținerea tezei de doctorat, evidențiindu-se cele care constituie prioritate în momentul actual. Se poate remarca faptul că există o experiență acumulată în mod special în domeniile ingineriei mecanice, aferentă optimizării sistemelor biotehnice. În acest capitol sunt prezentate succint

publicațiile, proiectele de cercetare, precum și contribuția în dezvoltarea infrastructurii de cercetare instituțională. Au fost specificate și alte aspecte importante, cum ar fi activitățile de predare și formare, specializările și stagiile de cercetare, cooperarea națională și internațională, activitatea în comitete editoriale și științifice, calitatea de referent științific, precum și afilierea la societăți profesional-științifice, respectiv premiile și distincțiile obținute. Pentru a face un rezumat al realizărilor științifice și didactice semnificative din perioada postdoctorală, voi menționa editarea a 17 monografii, manuale și capitole, peste 100 de lucrări științifice publicate în reviste cotate ISI și/sau indexate în baze de date internaționale (dintre care 22 de lucrări cotate Q_1/Q_2) și peste 130 de lucrări în volumele unor conferințe relevante de profil.

În ultimele două decenii am contribuit la implementarea unui număr de aproximativ 40 de proiecte/contracte de cercetare naționale și internaționale. Dintre acestea, am fost director sau responsabil instituțional la peste 10 proiecte naționale și internaționale. Referitor la inovare și transfer tehnologic menționez un brevet internațional și 6 propuneri de brevete de invenții.

Capitolele următoare (3, 4, 5, 6 și 7) prezintă pe larg activitatea de cercetare în domeniu.

Astfel, în capitolul al 3-lea "*Interacțiunea sistemului mecanic (tractor și/sau mașină de lucru) cu solul*" se remarcă preocupările legate atât de efectele cât și de interdependențele existente la interacțiunile sistemului tehnic cu solul. Sunt prezentate studii privind factorii de influență (proprietățile solului: structură, textură, conținut de umiditate; dimensiunea sarcinii externe; presiunea de contact determinată de dimensiunea anvelopei, presiunea din anvelopă și sarcina externă, numărul de treceri pe sol etc.) din perspectiva compactării artificiale induse de vehiculele agricole. Subiectul este în continuare de actualitate, în contextul în care compactarea artificială este un fenomen extrem de complex, iar cercetările efectuate până acum la nivel mondial pentru evaluarea fenomenului nu au reușit încă să explice pe deplin influența fiecărui factor și să clarifice interdependențele dintre acești factori.

Studiul compactării solului a impus cercetări ample care au fost efectuate folosind și/sau adaptând echipamente specifice de cercetare, instrumente de măsură și dispozitive de achiziție de date, standuri experimentale și echipamente concepute special pentru determinarea acestui fenomen atât în condiții de laborator, cât și în condiții reale de lucru, rezultând faptul că distribuția tensiunii în sol depinde de zona suprafeței de contact, umiditatea solului, presiunea de umflare a anvelopei și profilul anvelopei și mulți alți factori. În esență, compactarea solului reprezintă o preocupare continuă pentru specialiștii din agricultură, mediu și construcții civile. Înțelegerea cauzelor compactării solului facilitează elaborarea unor strategii practice de management pentru evitarea sau remedierea efectelor negative ale acestui fenomen.

"*Interacțiunea cu solul, în contextul conceperii de mașini agricole care execută lucrări în sol*" reprezintă al 4-lea capitol, în care se dezvoltă o parte din preocupările și rezultatele legate de concepție, proiectare asistată, realizare și testare de mașini agricole, în conformitate cu cerințele agriculturii de precizie, reducerii impactului asupra mediului, respectiv scăderii consumurilor energetice. Sunt prezentate modele matematice dezvoltate conceptual prin care se corelează parametrii cinematici și dinamici, respectiv parametrii geometrici, astfel încât să fie obținut regimul optim de funcționare în raport cu dimensionări constructive ale elementelor (de la optimizarea transmisiei la definirea razei rotorului frezei agricole, de la geometria la cinematica acestuia condiționată de traiectoria tip cicloidă generată de trecerile succesive ale cuțitelor dispuse pe aceiași parte a unui disc de rotor).

Se prezintă, de asemenea, dezvoltarea de noi agregate pentru pregătire a solului într-o singură trecere (inovația fiind reprezentată de organul de lucru - parte activă de pregătire a solului, de tipul freză cu rotoare orizontale sau verticale). De exemplu, se poate menționa un aspect practic rezultat din studiul teoretic al procesului de lucru al acestor agregate; în cazul frezelor cu rotor orizontal în care sensul de rotație este dinspre partea superioară spre sol, forța de rezistență la tăiere are o componentă orizontală care împinge tractorul înainte, fapt ce îmbunătățește dinamica și energetica agregatului. Pornind de la aceste aspecte și de la ideea de înlocuire a grapei cu dinți

asociată plugului suspendat s-a conceput şi dezvoltat o unitate combinată formată dintr-un plug suspendat şi o freză cu rotor.

Tot în cadrul preocupărilor legate de interacțiunea dintre sol şi maşina agricolă s-au realizat cercetări privind semănătorile de precizie, parcurgându-se un adevărat itinerar ştiiţific de la model teoretic (bazat pe estimarea preciziei de semănat prin intermediul unor funcţii polinomiale dependente de indici de calitate), la model virtual şi realizare de prototip, la testări în condiţii de laborator (inclusiv realizări şi utilizări de standuri de încercări, dedicate).

Capitolul al 5-lea reprezintă o chintesenţă a preocupărilor principale de cercetare "*De la model matematic la modelare cu element finit în domeniul maşinilor şi instalaţiilor pentru agricultură şi industria alimentară*". Aici au fost sintetizate modelele numerice realizate pentru studiul compactării solului, analiza luând în considerare atât modele matematice care utilizează densitatea de volum pentru a descrie comportamentul solului la compresie, cât şi modele pentru calculul zonei de contact. Prin fiecare dintre aceste modele se pot verifica datele experimentale pentru parametrii luaţi în considerare, însă modelul individual nu se poate extrapola exhaustiv pentru un anumit tip de sol compactat artificial, în contextul în care compoziţia solului, parametrii care influenţează procesul de compactare şi parametrii de stare variază de la un teren la altul.

Fenomenul de compactare a solului fiind foarte complex, una dintre cele mai utilizate metode de modelare a fenomenului de propagare a tensiunilor în sol este Metoda Elementelor Finite, solul fiind idealizat ca un material elasto-plastic utilizând criteriile Drucker-Prager. Studiile se bazează de obicei pe un model de predicţie a stării de tensiune în sol sub anvelope, în direcţia de mers şi perpendicular pe direcţia de mers. Modelul general de analiză se poate crea folosind MEF, care permite analiza distribuţiei tensiunilor echivalente şi a distribuţiei totale a deplasărilor în volumul solului, evidenţiind atât condiţiile în care compactarea solului este favorabilă, cât şi studiul variaţiei grafice a tensiunii echivalente, precum şi studiul deplasării în adâncime a volumului solului.

Folosind un sistem de achiziţie de date şi senzori de presiune, modelul teoretic se verifică experimental în condiţii de laborator utilizând MEF pentru modelarea acestui fenomen de propagare. Pentru solurile studiate, relaţiile dintre tensiuni şi deformaţii sunt măsurate pe probe de sol în laborator sau direct, luându-se în considerare relaţiile tensiune-deformare date de ecuaţii constitutive. Studiile realizate permit găsirea şi certificarea unui model matematic de predicţie a stării de tensiune în sol sub pneurile utilizând MEF. Modelările cu element finit ale fenomenelor de compactare au fost aplicate în mediul real pentru sol argilos, respectiv pentru sol nisipos.

Alte preocupări ştiinţifice au vizat utilizarea modelării matematice, respectiv modelării cu element finit pentru maşini agricole care interacţionează cu solul (tip grapă cu discuri, respectiv semănătoare).

Rezolvarea unor provocări tehnice din domeniul instalaţiilor pentru industria de morărit-panificaţie s-a bazat de asemenea pe dezvoltarea de modele matematice dedicate şi utilizarea MEF.

În al 6-lea capitol "*Cercetări privind noi tehnologii utilizate în obţinerea de biogaz*" se regăsesc studii ale diferitelor surse de energie regenerabilă bazate pe biomasă, utilizând digestia anaerobă ca o tehnologie promiţătoare pentru reducerea şi valorificarea deşeurilor organice şi de producere a energiei regenerabile. Au fost dezvoltate tehnologii inovative privind optimizări ale obţinerii de biocombustibil (co-digestie, adăugare de Miscanthus xGiganteus, pretratament al substratului utilizat, pretratare mecanică a substratului), studii privind influenţa dimensiunii particulelor asupra caracteristicilor biomasei vegetale utilizată ca substrat pentru obţinerea biogazului, respectiv cuantificări ale consumului de energie pentru reducerea dimensională a biomasei lignocelulozice şi ale consumului de energie la amestecarea biomasei vegetale în lichide.

Abordarea ştiinţifică este una coerentă plecând de la biochimia procesului de digestie anaerobă până la conceperea şi realizarea de instalaţie pilot de capacitate mică pentru obţinerea biogazului (RE-BIOMASS, în cadrul Facultăţii de Ingineria Sistemelor Biotehnice din Bucureşti).

"*Cercetările privind utilizarea soluţiilor din ingineria mecanică în combaterea poluării mediului înconjurător*" se regăsesc abordate în capitolul 7. Aplicarea soluţiilor din ingineria mecanică în

combaterea poluării mediului înconjurător s-a realizat prin integrarea de cunoştinţe tehnico-ştiinţifice caracteristice ambelor domenii, în scopul rezolvării unor probleme precum: prevenirea poluării mediului natural, îndepărtarea din apele uzate a unor poluanți extrem de toxici asupra cărora tehnicile actuale de epurare nu au nici o acțiune, crearea unor soluții tehnologice specifice epurării apelor pentru ramuri industriale pentru care nu există până în prezent pe piață soluții aplicabile, răspunzând astfel cerințelor actuale legate de mediu. Sistemul tehnologic de epurare prin flotație a apelor pe bază de nanomateriale, respectiv Instalatia de îndepartare a poluanților organici din apele uzate pe bază de fotocataliză şi procedee biologice reprezintă soluții tehnice inovatite dedicate protecției mediului, rod al cercetării derulate în colectivele de cerceatre din cadrul instituției.

În ultimul capitol se regăsesc preocupările didactice şi de cercetare care urmează a fi susținute şi promovate în viitor:

- cercetarea şi fundamentarea ştiinţifică la nivelul sistemelor biotehnice, proceselor şi tehnologiilor de mecanizare, digitalizare şi inovare, precum şi dezvoltarea echipamentelor inteligente, maşinilor şi instalațiilor pentru agricultură şi industria alimentară, din perspectivele sistemelor reziliente la schimbările climatice, compatibile şi competitive cu aria europeană de cercetare;
- diseminarea cercetărilor şi informațiilor (asigurându-se validarea ştiințifică şi valorificarea tehnologică), atât în publicații de specialitate cu înalt grad de vizibilitate cât şi în cadrul manifestărilor profesional - ştiințifice de profil;
- asigurarea transferului de cunoaştere şi a transferului tehnologic;
- dezvoltarea unui centru de excelență multidisciplinar dedicat ingineriei sistemelor biotehnice, constituit din laboratoarele realizate, organizate şi conduse până acum, în care să activeze doctoranzi, cadre didactice şi cercetători.

Motivația întocmirii acestei tezei de abilitare a fost generată de faptul că proiecţia unei cariere universitare nu se poate edifica numai pe previziuni, ci are la bază competenţele reale, probate în realizări şi acumulări; activitatea de cercetare, îndeosebi, impunând continuitate, rezultate şi performanță.

Abstract

The habilitation thesis submitted by Prof. Eng. Gigel PARASCHIV, PhD, presents a comprehensive synthesis of his academic, scientific, and professional achievements at the National University of Science and Technology POLITEHNICA Bucharest. The thesis highlights the candidates' teaching and research capabilities and accomplishments.

Upon completing the doctoral studies and defending the thesis entitled "*Research on the Realisation and Experimental Verification of a Package of Programmes for Modelling, Simulation, and Computer-Aided Design of Agricultural Milling Cutters"*, the candidate established a solid career that spans academia, teaching, and engineering. The professional journey of the candidate demonstrates a transition from traditional mechanical engineering focused on agricultural and food machinery to the broader field of biotechnical systems engineering. This approach adopts a prospective outlook, as articulated in the concept of "*The Mechanical System in Biotechnical Systems Engineering from Concept to Design-Development-Integration*", aligning with the continuous evolution of modern engineering sciences. Intellectual and spiritual concerns connect to the mechanical systems used in agriculture and the food industry, especially given the technical challenges of unpredictable environments, complex machinery dynamics, and numerous factors influencing process-based engineering.

Technical and scientific achievements during this period centered on key areas, such as:

- *studies of mechanical system and soil interactions* (from influencing factors on soil compaction to soil compaction assessment);
- *research on the interaction of the technical system with the soil, in the context of agricultural machinery design that performs soil work* (agricultural tillers, complex aggregates for soil preparation in a single pass; precision seeders; seeders for meadows, etc.);
- *mathematical modelling integrated with finite element analysis in the domain of agricultural and food industry machinery and installations* (modelling conducted to support studies on artificial soil compaction; evaluation of agricultural equipment interacting with soil, such as disc harrows and sowing machines; and systems in the milling and bakery sector of the food industry, among others);
- *the advancement of new technologies for biogas production* (focusing on generating biogas through anaerobic co-digestion, considering aspects such as specific processes, properties of biomass, and methods of mechanical pretreatment);
- *the use of mechanical engineering solutions to combat environmental pollution through environmentally friendly wastewater treatment methods* (by designing technologies and prototypes of installations, such as a technological system for water purification by flotation based on nanomaterials, and a Plant for the removal of organic pollutants from wastewater based on photocatalysis and biological processes).

The underlying rationale for the candidate's habilitation in mechanical engineering is addressed in Chapter One.

Chapter Two provides a synoptic review of the candidate's teaching and research orientations, outlining the competencies developed following the defines of the doctoral thesis.

Particular emphasis is placed on the areas that currently constitute the candidate's primary focus. It is worth noting that valuable experience has been gained in mechanical engineering, particularly in biotechnical systems optimization. The present chapter provides a synoptic overview of the candidate's scholarly efforts, encompassing publications, research projects, and significant contributions to the advancement of institutional research infrastructure

In addition to these achievements, the chapter highlights pedagogical and training endeavours, specialized qualifications, and research internships. It further addresses the candidate's engagement in National and International collaborations, active participation in editorial and scientific committees, and service as a scientific referee. The candidate's affiliations with professional and scientific societies, as well as the honors and distinctions received, are also duly noted. To summarize the significant scientific and teaching achievements during the postdoctoral period, I will mention the editing of 17 monographs, textbooks, and chapters, over 100 scientific papers published in ISI-ranked journals and/or indexed in international databases (including 22 papers ranked Q1/Q2), and more than 130 papers in the proceedings of relevant specialized conferences.

Over the past two decades, I have actively participated in the execution of approximately 40 national and international research projects and contracts. Of these, I have held leadership roles, serving as either project director or institutional coordinator, in more than 10 national and international initiatives. Regarding innovation and technology transfer, my contributions include the attainment of one international patent and the submission of six additional invention patent applications.

The following chapters (3, 4, 5, 6 and 7) extensively present the research activity in the field.

Accordingly, Chapter 3, entitled "*Interaction of the Mechanical System (Tractor and/or Work Machine) with the Soil"*, addresses in depth the multifaceted concerns related to both the effects and the intricate interdependencies arising from the interaction between technical systems and soil matrices. The chapter systematically presents investigations into the various influencing factors—such as soil properties (including structure, texture, and moisture content), magnitude of external loads, contact pressures dictated by tire dimensions, inflation pressures, the applied load, and the frequency of ground passes - analyzed through the lens of artificial compaction induced by agricultural vehicles. This subject remains a focal point of contemporary scientific inquiry, as artificial soil compaction represents an exceedingly complex phenomenon. Despite extensive international research efforts, the field has yet to comprehensively elucidate the individual and synergistic effects of each contributing factor or fully unravel the web of inter-dependencies governing this process.

The study of soil compaction required extensive research that was carried out using and/or adapting specific research equipment, measuring instruments and data acquisition devices, experimental stands and equipment specifically designed to determine this phenomenon both in laboratory conditions and in real working conditions, As a result, the voltage distribution in the soil depends on the contact surface area, soil moisture, tire inflation pressure and tire profile, and many other factors. Essentially, soil compaction is a continuous concern for specialists in agriculture, environment and civil construction. Understanding the causes of soil compaction enables the development of practical management strategies to prevent or mitigate its negative effects.

Chapter Four, entitled "*Interaction with the Soil in the Context of Agricultural Machinery Design for Soil Work"*, takes a close look at the process of designing, developing, and testing modern farming equipment. Here, the focus is on how these machines—whether created from scratch or improved with computer-aided design—can meet the needs of today's precision agriculture while

being mindful of the environment and energy use. The aim is to ensure that the technology not only functions efficiently but also help reduce our ecological footprint. By aligning these innovations with the realities of agriculture, the chapter highlights efforts to create machinery that's both effective in the field and environmentally responsible. Conceptually developed mathematical models are presented through which the kinematic and dynamic parameters, respectively the geometric parameters, are correlated, to obtain the optimal operating regime in relation to the constructive dimensions of the elements (from the optimization of the transmission to the definition of the radius of the agricultural milling rotor, to the geometry to its kinematics conditioned by the cycloid-type trajectory generated by the successive passes of the knives arranged on the same part of a rotor disc).

The thesis also details the development of innovative aggregates for soil preparation capable of completing multiple operations in a single pass, with particular emphasis on advancements in the design of the working body—namely, the active soil-engaging component, such as cutters equipped with horizontal or vertical rotors. For instance, theoretical analyses of the operating process of these aggregates have yielded notable practical insights. Specifically, in the case of horizontal rotor cutters rotating from the top downward, the resulting cutting resistance force exhibits a horizontal component that propels the tractor forward, thereby enhancing both the dynamic performance and energy efficiency of the machinery ensemble. Building on these findings and to replace the traditional configuration of a toothed harrow paired with a suspended plough, a novel combined unit was conceptualised and engineered, integrating a suspended plough with a rotor cutter.

Also within the concerns related to the interaction between the soil and the agricultural machine, research on precision seed drills was carried out, covering a real scientific itinerary from the theoretical model (based on the estimation of the sowing precision by means of polynomial functions dependent on quality indices), to the virtual model and prototype realization, to tests in laboratory conditions (including realization and use of test stands, dedicated).

Chapter Five represents the core of the main research focus: "*From Mathematical Modelling to Finite Element Modelling in the Field of Machinery and Installations for Agriculture and the Food Industry"*. This chapter synthesizes the numerical models developed to study soil compaction, including analyses that use both mathematical models based on volume density to describe soil behaviour under compression and models designed to calculate contact area. Each model allows experimental verification of the parameters under consideration. However, no single model can be exhaustively extrapolated for a specific type of artificially compacted soil, given that soil composition, compaction process parameters, and condition parameters vary from one land to another.

Since the phenomenon of soil compaction remains very complex, one of the most widely used methods for modelling stress propagation in soil is the Finite Element Method, with the soil idealized as an elastic-plastic material using the Drucker-Prager criteria. Studies are usually based on a model to predict the state of tension in the ground under the tires, in the direction of travel and perpendicular to the direction of travel. The general analysis model can be created using MEF, which allows the analysis of the distribution of equivalent stresses and the total distribution of displacements in the soil volume, highlighting both the conditions in which soil compaction is favourable and the study of the graphic variation of the equivalent stress, as well as the study of the deep displacement of the soil volume.

Using a data acquisition system and pressure sensors, the theoretical model is experimentally verified under laboratory conditions using MEF to model this propagation phenomenon. For the soils studied, the relationships between stresses and strains are measured on soil samples in the laboratory or directly, taking into account the stress-strain relationships given by the constituent

equations. The studies carried out allow the development and certification of a mathematical model for predicting the soil stress state under the tyres using MEF. Finite element modelling of compaction phenomena was applied in real environments for clay and sandy soils, respectively.

Other scientific concerns have focused on the use of mathematical modelling, specifically finite element modelling, for agricultural machinery that interacts with the soil (e.g., disc harrow and seed drill).

Addressing technical challenges in installations for the milling and bakery industry relied on the advancement of specialized mathematical models and the application of the Finite Element Method (MEF).

Chapter Six, entitled "*Research on New Technologies Used in Obtaining Biogas"*, presents comprehensive studies on various renewable energy sources derived from biomass, with a particular focus on anaerobic digestion as a viable technology for both the reduction and valorisation of organic waste, as well as the generation of renewable energy. The chapter details the development of innovative technological approaches aimed at optimizing biofuel production, including co-digestion strategies, the incorporation of Miscanthus xGiganteus, substrate pretreatment methods, and mechanical pretreatment techniques. Furthermore, it explores the effects of particle size on the properties of plant biomass utilized as a substrate for biogas production. The research also encompasses quantitative assessments of energy consumption associated with the size reduction of lignocellulosic biomass and the mixing of plant biomass into liquid media.

The scientific approach is coherent, spanning from the biochemistry of the anaerobic digestion process to the design and construction of a small-capacity pilot plant for biogas production (RE-BIOMASS, within the Faculty of Biotechnical Systems Engineering in Bucharest).

"*Research on the use of mechanical engineering solutions in combating environmental pollution*" is addressed in chapter Seven. The application of mechanical engineering solutions in combating environmental pollution was achieved by integrating technical-scientific knowledge characteristic of both fields, in order to solve problems such as: prevention of pollution of the natural environment, removal from wastewater of highly toxic pollutants on which current treatment techniques have no action, creation of technological solutions specific to water treatment for industrial branches for which there are no applicable solutions on the market so far, thus responding to current environmental requirements. The technological system for water flotation treatment based on nanomaterials, and the Plant for the removal of organic pollutants from wastewater based on photocatalysis and biological processes are innovative technical solutions dedicated to environmental protection, the result of research carried out within the institution's research groups.

The final chapter outlines future priorities for teaching and research support.

- research and scientific substantiation at the level of biotechnical systems, processes and technologies of mechanisation, digitalisation and innovation, as well as the development of intelligent equipment, machinery and facilities for agriculture and the food industry, from the perspective of systems resilient to climate change, compatible and competitive with the European research area;
- dissemination of research and information (ensuring scientific validation and technological capitalisation), both in specialised publications with a high degree of visibility and within professional-scientific events in the field;
- ensuring knowledge transfer and technology transfer;
- the establishment of a multidisciplinary center of excellence in biotechnical systems engineering, comprising the laboratories that have been created, organised, and managed to date, where doctoral students, faculty, and researchers collaborate.

The motivation for undertaking this habilitation thesis stems from the conviction that a university career cannot be constructed merely on projections or expectations. Instead, it must be grounded in demonstrable expertise, tangible accomplishments, and sustained scholarly contributions. In particular, research activity demands continuity, measurable outcomes, and a consistent record of achievement.