

TEZĂ DE ABILITARE

Energie, Mediu și Sănătate

Autor: Conf.dr.ing Diana Mariana COCÂRȚĂ

Rezumat:

Teza de abilitare prezintă o selecție a rezultatelor cercetării în domeniul energiei cu referire specifică la impactul asupra mediului și sănătății populației generat de industria energetică. Lucrarea conține elemente care se referă la evaluarea riscurilor pentru sănătatea umană generate de producerea energiei din alte surse decât cele regenerabile, fiind considerată abordarea bazată pe evaluarea riscurilor în managementul siturilor contaminate cu produse petroliere și aplicarea anumitor tehnologii de remediere a siturilor contaminate. Toate aceste elemente ale cercetărilor efectuate au fost studiate pentru a răspunde problemelor de mediu legate de sectorul energetic. Cercetarea descrisă în cadrul lucrării a fost condusă și desfășurată în principal în cadrul Facultății de Energetică a Universității POLITEHNICA din București, dar și la Universitatea de Studii din Trento, Italia în timpul cercetării doctorale (2003-2007). Ulterior cercetărilor de doctorat, în ultimii 13 ani, studiul a continuat la Facultatea de Energetică din cadrul Universității POLITEHNICA din București (UPB), unde am participat la implementarea unor proiecte de cercetare și am condus în calitate de director de proiect 6 proiecte naționale și internaționale. Principalele instituții care au colaborat în activitățile de cercetare realizate au fost Universitatea de Studii din Trento, Universitatea Insubria din Varese, Universitatea Federico II din Napoli, Universitatea Liberă din Bolzano, Universitatea Tuscia din Viterbo, Centrul de Inginerie și Dezvoltare a Modelelor pentru Mediu (Centro di Ingegneria e Sviluppo di Modelli per l'Ambiente/CISMA) din Italia; Universitatea Kocaeli din Izmit, Turcia, Universitatea Aegean din Mytilen, Grecia, Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie – ICPA, București, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Protecția Mediului – INCDPM, București, Ministerul Mediului, România, și altele. Cea mai mare parte a cercetării a fost realizată utilizând infrastructura de cercetare care a fost dobândită pe parcursul proiectelor pe care le-am condus în calitate de director de proiect la UPB (valoarea cumulată a proiectelor pe care le-am câștigat și implementat cu succes fiind de peste 2 milioane de euro) și a instrumentelor informatice de mediu pe care le-am dezvoltat în cadrul diferitelor proiecte de cercetare.

Teza de habilitare este structurată în două părți principale. Partea 1 se referă la realizările profesionale, didactice și de cercetare. A doua parte este dedicată evoluției și dezvoltării carierei profesionale.

Rezultatele principale sunt prezentate în funcție de subdomeniile de cercetare de interes, fiind ilustrate informații din cele mai importante lucrări publicate în ultimii zece ani. Lucrările prezentate se concentrează asupra aspectelor specifice ale agendei mele de cercetare globale. Conținutul lucrărilor este prezentat în cadrul unor paragrafe separate (6.1 - 6.3). Ulterior este de comentat un studiu aflat în curs de publicare, fiind vorba despre tratamentul secvențial electrokinetic și biologic al solurilor poluate istoric cu hidrocarburi (revista *New Biotechnology*). Pentru toate cercetările ilustrate, au fost prezentate informații despre contribuția la stadiul actual de cercetare și cadrul teoretic, metodologia care a fost luată în considerare pentru cercetarea dezvoltată și rezultatele obținute.

Primul capitol al tezei prezintă informațiile despre educația și formarea profesională, pozițiile academice, experiența în străinătate, activitățile de instruire, interesele didactice și de cercetare,

premiile și distincțiile academice primite. Al doilea și cel de-al treilea capitol, stau la baza activităților didactice și de cercetare pe care le-am dezvoltat, pornind de la cercetările de doctorat din țară și din străinătate. Ulterior, se prezintă activitatea de coordonare a studenților pentru completarea tezelor de licență, masterat sau doctorat (Capitolul 4). Proiectele-cheie pe care le-am condus ca cercetător principal sau ca membri în echipa de implementare sunt grupate pe subiecte de interes și informații referitoare la titluri, instituții de finanțare și buget (Capitolul 5). Ulterior, sunt discutate principalele rezultate privind riscurile pentru sănătatea umană din sectorul energetic (producerea de energie din combustibili fosili/deșeuri), abordarea bazată pe evaluarea riscurilor în managementul siturilor contaminate, evaluarea riscurilor în gestionarea deșeurilor și aplicarea unor tehnologii de remediere pentru siturile contaminate cu produse petroliere. În ceea ce privește riscurile pentru sănătatea umană generate de energia neregenerabilă, în cadrul cercetării doctorale a fost elaborat un instrument pentru evaluarea riscului de sănătate umană datorat emisiilor de micro-poluanti provenind de la instalațiile de producere a energiei din deșeuri și au fost propuși anumiți indicatori pentru evaluarea impactului macro-poluantilor emiși în atmosferă. Proiectele de cercetare care au urmat (proiectele IENAS și EcoRisk) au finanțat dezvoltarea unui sistem de sprijin pentru deciziile privind minimizarea și gestionarea riscurilor pe termen lung generate de activitățile industriale destinate în principal producției de energie sau industriei prelucrătoare.

În ceea ce privește gestionarea siturilor contaminate bazată pe evaluarea riscurilor, proiectul RECOLAND a fost primul la nivel național care a susținut abordarea acestei metode a gestionării siturilor contaminate pe baza evaluării riscurilor pentru sănătatea umană. Riscurile pentru sănătatea populației au fost studiate atât în cazul solurilor contaminate cu hidrocarburi, cât și cu metale grele. Instrumentul de mediu dezvoltat, denumit RECOLAND, este protejat prin drepturi de autor (certificat ORDA seria S5003007 nr. 06159 / 26.08.2013).

O abordare bazată pe risc este un proces care permite identificarea potențialelor riscuri inacceptabile pentru sănătatea umană și mediu. De aceea, prin subiectele de cercetare studiate, o abordare bazată pe riscuri pe mai multe criterii de evaluare a alternativelor de gestionare a deșeurilor în scopul protejării sănătății umane și pentru reducerea costurilor, a fost un subiect de cercetare de interes real. În acest sens, au fost identificate moduri în care factori precum rata de emisie a gazelor de ardere, temperatura de emisie sau factorii meteorologici pot influența considerabil concentrațiile de poluanți de la instalațiile de producere a energiei din deșeuri. Acestea influențează concentrația poluanților la nivelul solului și, în consecință, riscul individual evaluat; a fost stabilit un criteriu care poate constitui baza pentru selectarea tehnologiei celei mai potrivite pentru reducerea emisiilor poluante provenite de la instalațiile de producere a energiei din deșeuri luând în considerare potențialul impact asupra mediului și investițiile economice; pentru prima dată la nivel european, s-a demonstrat necesitatea stabilirii (în cazul instalațiilor de producere a energiei din deșeuri) unei limite de emisie pentru Cr^{VI} de $1 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (în prezent, regulamentul UE în vigoare nu prevede o concentrație limită pentru acest contaminant care este emis de instalațiile de incinerare a deșeurilor).

Produsul rezidual al tratării apelor reziduale, nămolul de epurare și utilizarea acestuia ca îngrășământ pentru creșterea fertilității solului și a producției vegetale a fost un alt subiect al cercetării mele. Lucrarea experimentală dezvoltată în această privință a fost aceea de a evalua efectele utilizării unor doze diferite de nămol de epurare pe terenuri agricole. În mod specific, a fost evaluată productivitatea cerealelor și efectul rezidual în cereale și sol în ceea ce privește conținutul de metale și tratamentele de fertilizare cu nămol asupra productivității cartofului, dar și asupra calității solului. Mai mult, a fost elaborat un experiment pe termen lung cu nămol de epurare utilizat pe un teren agricol pentru a evalua influența nămolurilor de epurare asupra productivității salciei energetice.

În ceea ce privește tehnologiile de remediere a siturilor contaminate cu petrol, în ultimii 10 ani de cercetare am dezvoltat o abordare de cercetare în care cercetătorul individual sau echipa de colaboratori din aceeași instituție (UPB) sau din instituții / universități din străinătate (Universitatea de Studii din Trento - UNITN, Universitatea Tuscia din Viterbo – UNITUS, Italia), să integreze informații, date, tehnici, instrumente și teorii din mai multe discipline sau domenii de studiu, pentru a pune în lumină răspunsurile la problemele de cercetare vizate. Cercetarea experimentală importantă pe care am realizat-o la *Laboratorul de analiză, control și remedierea solurilor contaminate* din cadrul Centrului de Cercetare pentru Materiale Avansate, Produse și Procese (CAMPUS) al Universității POLITEHNICA din București, a permis testarea diferitelor tehnici de remediere a solurilor contaminate: remediere electrocinetică, incinerare, remediere pirolitică sau tratament electrocinetic și biologic secvențial. Proiectele de cercetare pe care le-am gestionat, proiecte finanțate de UE sau prin fondurile naționale de cercetare (RECOLAND, RISKASSESS, REMPET, ELBIOCOM) au contribuit în mod semnificativ la rezultatele pe care le-am obținut în acest domeniu al cercetării mele. Între aceste rezultate pot aminti, de exemplu, cererea de brevet de invenție la OSIM pentru metoda și instalația pentru aplicarea tehnologiei electrochimice cu schimbarea polarității, pentru matricele poluate cu contaminanți organici / anorganici (sol, nămol, apă) - cerere de brevet nr. A / 00639 din 08.26.2013.

Capitolul 6 ilustrează o parte dintre rezultatele obținute în urma cercetărilor efectuate în ultimul deceniu atât în UPB, cât și în străinătate. Unele dintre aplicațiile software utilizate ca instrumente de cercetare au fost dezvoltate ca parte a proiectelor de dezvoltare (Capitolul 6).

Rezultatele științifice au fost validate și difuzate în mai mult de 80 de publicații științifice, cum ar fi cărțile și contribuțiile la capitole (de ex. Politehnica Press, București, Romania, Saxion University of Applied Sciences, Olanda, Università degli Studi di Trento, Italia, Franco Angeli, Fondazione AMGA, Milano, Italia), articole în reviste științifice internaționale (e.g., Scientific Reports/Nature - Impact Factor 4.259, Sustainability – Impact Factor 2.075, International Journal of Environmental Science and Technology - Impact Factor 2.034 Environmental Engineering and Management Journal - Impact Factor 1.334, Revista de Chimie - Impact Factor 1.232, Journal of Environmental Protection and Ecology - Impact Factor 0.774, etc.), dar și lucrări prezentate în cadrul unor conferințe recunoscute la nivel internațional (e.g., International Conference on Environmental Pollution and Remediation - ICPER, IEEE International Conference on Energy and Environment - CIEM, International Multidisciplinary Scientific Conference on Earth and Planetary Sciences - SGEM, etc.).

Evoluția și dezvoltarea carierei profesionale este descrisă în ultima parte a tezei (partea a II-a), atenția fiind acordată în principal cercetării fundamentale și aplicative, creșterii vizibilității cercetării, creșterii vizibilității și impactului publicațiilor de cercetare, consolidarea participării în cadrul proiectelor internaționale de cercetare, predării și coordonării studenților, dezvoltarea unor grupuri de cercetare și realizării transferului tehnologic (Chapter 7).

HABILITATION THESIS

Energy, Environment and Health

Author: Conf.dr.ing Diana Mariana COCÂRȚĂ

Abstract:

This habilitation thesis presents selected results relating to energy, environment and health research. Specifically, it concerns human health risks from non-renewable energy, risk-based approach for petroleum contaminated land management and remediation technologies for contaminated sites. All these approaches were investigated to face the environmental issues in connection with energy sector. The research described herein was led and carried out primarily jointly at the Faculty of Power Engineering, University POLITEHNICA of Bucharest and University of Trento, Italy during the PhD research (2003 – 2007). Subsequently to the PhD research, in the last 13 years, the research was continued at Faculty of Power Engineering, University POLITEHNICA of Bucharest (UPB) where I implemented as project manager 6 national and international projects and I participated to many others. The key collaborating institutions were University of Trento, Insubria University of Varese, University of Naples Federico II, Free University of Bozen – Bolzano, University of Tuscia, Center of Engineering and Development of Models for the Environment (Centro di Ingegneria e Sviluppo di Modelli per l'Ambiente/CISMA) from Italy; Kocaeli University, Izmit, Turkey, University of the Aegean, Mytilene from Greece, the National Research and Development Institute for Soil Science, Agro-chemistry and Environment – ICPA, Bucharest, the National Institute for Research and Development in Environmental Protection – INCDPM, Bucharest and Ministry of Environment, Romania. Most of the research was done using research infrastructure that it was acquired throughout the projects that I managed at UPB (the cumulative value of the projects that I have earned and successfully implemented, being over 2 million euros) and environmental tools that I developed in the framework of different research projects.

The habilitation thesis is structured into two main parts. Part 1 deals with my professional, didactic and research achievements. The second part is dedicated to the evolution and development of my professional career.

The main results are presented according to the research subdomains of interest being illustrated information from the research that was published in the last ten years in the framework of the most important journal papers. Accordingly, the considered papers focus on specific aspects of my overall research agenda. The papers content is presented as separate paragraphs (6.1 – 6.3). One further study, being published (New Biotechnology journal), is also commented (the sequential electrokinetic and biological treatment of chronically hydrocarbon-impacted soils). For all illustrated research, information on contribution to the current state of research and theoretical framework, the approach that was considered for the developed research and the achieved results were presented.

The first chapter of the thesis introduces the information on my education background, academic positions, experience abroad, training activities, research and didactic interests and academic honors and awards. The second and the third chapters are underlying the teaching and the research activities that I developed starting with the PhD research from Romania and abroad. Afterwards, there is

presented the activity of coordinating the students for the completion of the bachelor, master or doctorate theses (Chapter 4). The key projects that I managed as principal investigator or as member in the implementation team are grouped on topics of interest and information concerning the specific research, the funding institutions and the amount of the budget (Chapter 5). Subsequently, the main findings regarding Human Health Risks from Non-Renewable Energy, Risk-Based Approach for Petroleum Contaminated Sites Management, Risk-Based Approach for Waste Management and Remediation Technologies for Petroleum Contaminated Sites are discussed. Concerning human health risks from non-renewable energy, across the PhD research it was developed a tool for the assessment of human health risk from micro-pollutants emissions from waste-to-energy plants, and some indicators for the assessment of macro pollutants impact were proposed. Research projects that followed (IENAS and EcoRisk projects) financed the development a support system for decisions concerning minimization and management of long-term risks from industrial activities aimed primarily to energy production or from manufacturing industry.

Concerning the risk-based approach for contaminated sites management, the RECOLAND project was the first one at national level that sustained addressing this issue of contaminated sites management based on human health risk assessment. Risks to humans were studied both in case of hydrocarbon and heavy metals contaminated soils. The developed environmental tool called RECOLAND is protected by copyright (ORDA Register certificate Series S5003007 No 06159/26.08.2013).

A risk-based approach is a process that allows to identify potential unacceptable risks for human health and environment. That is why, through my research topics, a risk-based multi-criteria assessment approach for waste management projects' alternatives to protect human health and for saving costs, was one research subject of real interest. In this regard, it has been identified how different factors such as the emission rate of combustion gases, emission temperature or meteorology can considerably influence the concentrations of pollutants from waste-to-energy plants. These are influencing pollutants' concentration at the ground level and, consequently, the assessed individual risk; it has been set a criterion which may be the basis for selecting the most appropriate technology to reduce pollutant emissions from waste-to-energy plants, taking into account the environmental impact and economic investment; for the first time at the European level, it has been demonstrated the necessity of providing (in the case of waste incineration plants) of a emission limit for CrVI of $1\mu\text{g} / \text{Nm}^3$ (currently the EU regulation in force does not provide a limit concentration for this contaminant that is emitted from the waste incineration plants).

The waste product of sewage treatment, the sewage sludge and its use as a fertilizer for increasing soil fertility and crop production was another subject of my research. The experimental work developed in this regard was to evaluate the effects of using different doses of sewage sludge on agricultural land. Specifically, it was evaluated the productivity of wheat grain and residual effect in grain and soil in terms of metals content, and sludge-fertilized treatments on potatoes productivity, but also on soil quality. Additionally, it was developed a long-term field experiment with sewage sludge used on agricultural land, to assess the influence of sewage sludge on willow productivity.

Concerning the remediation technologies for petroleum contaminated sites, in the last 10 years of my research I tried to develop an approach of research in which the individual researcher or the team of collaborators from the same institution (UPB) or from institutions/universities abroad (Università degli Studi di Trento - UNITN, Università degli Studi della Tuscia - UNITUS) integrate information, data, techniques, tools, and theories from several disciplines or fields of study in order to shed light on the answers to the targeted research issues. The important experimental research that I developed at *the Laboratory for Analysis, Control and Remediation of Contaminated Soils*, Research Centre for

Advanced Materials, Products and Processes (CAMPUS) of University POLITEHNICA of Bucharest, Romania, allowed to test different techniques for the remediation of the contaminated sites: electrokinetic remediation, incineration, pyrolytic remediation or sequential electrokinetic and biological treatment. Research projects that I managed, projects financed by the EU or through the national research funds (RECOLAND, RISKASSESS, REMPET, ELBIOCOM) have contributed significantly to the results that I have achieved in this area of my research. Between these results I can remember for instance the patent request at OSIM for the method and equipment for electro-chemical technology application with change of polarity, for matrices polluted with organic / inorganic contaminants (soil, mud, silt, water) - patent application no. A/00639 of 08.26.2013.

Chapter 6 illustrates part of the achieved results of research conducted over the past decade in both UPB and abroad. Some of the software applications used as research instruments were developed as part of development projects (Chapter 6).

My scientific results have been validated and disseminated in more than 80 scientific publications, such as books and chapter contributions (e.g., Politehnica Press, Bucharest, Romania, Saxion University of Applied Sciences, Netherlands, Università degli Studi di Trento, Italy, Franco Angeli, Fondazione AMGA, Milano, Italy), papers in international scientific journals (e.g., Scientific Reports/Nature - Impact Factor 4.259, Sustainability – Impact Factor 2.075, International Journal of Environmental Science and Technology - Impact Factor 2.034 Environmental Engineering and Management Journal - Impact Factor 1.334, Revista de Chimie - Impact Factor 1.232, Journal of Environmental Protection and Ecology - Impact Factor 0.774, etc.), as well as international conference articles (e.g., International Conference on Environmental Pollution and Remediation - ICPER, IEEE International Conference on Energy and Environment - CIEM, International Multidisciplinary Scientific Conference on Earth and Planetary Sciences - SGEM, etc.).

The evolution and development of my professional career is described in the last part of the thesis (Part II), the attention being mainly paid to fundamental and applicative research, increasing research visibility, increasing the visibility and impact of research publications, strengthening participation in international research projects, teaching and student coordination, the development of the research group and to the technological transfer (Chapter 7).