

TEZĂ DE ABILITARE

Domeniul de doctorat: Inginerie Mecanică

Conf. univ. ec. dr. ing. Luisa Izabel DUNGAN

Timișoara
2026

TEZĂ DE ABILITARE

CERCETĂRI ÎN DOMENIUL POLUĂRII, UTILIZĂRII SURSELOR DE ENERGIE REGENERABILĂ ȘI AL EDUCAȚIEI – STUDII DE CAZ

Conf. univ. ec. dr. ing. Luisa Izabel DUNGAN

Timișoara
2026

Cuprins

Rezumat	4
Abstract	9
SECȚIUNEA I.	14
REALIZĂRI ȘTIINȚIFICE, PROFESIONALE ȘI ACADEMICE	
1. Prezentare generală realizări științifice, academice și profesionale	14
1.1 Realizări științifice	14
1.1.1 Introducere	14
1.1.2 Diseminarea rezultatelor cercetării	17
1.1.3 Proiecte și granturi	25
1.1.4 Proiecte cu industria	26
1.2 Realizări academice	31
1.2.1 Activitatea didactică	31
1.2.2 Formare profesională	40
1.2.3 Activitatea în comunitatea academică	31
1.2.4 Funcții și responsabilități	42
1.3 Realizări profesionale	43
1.3.1 Prestigiul profesional	43
1.3.2 Membru al unor organizații profesionale	44
1.3.3 Recenzor conferințe naționale și internaționale	45
1.3.4 Organizare workshopuri și conferințe.....	45
2. Realizări științifice ale autorului	47
2.1 CERCETĂRI PRIVIND POLUAREA MEDIULUI ÎNCONJURĂTOR	47
2.1.1 Cercetări privind studiul poluării în spații închise	47
2.1.2 Cercetări privind studiul poluării în spații deschise.....	58
2.1.3 Cercetări în domeniul poluării datorate traficului feroviar	67
2.2 CERCETĂRI PRIVIND RESURSELE REGENERABILE DE ENERGIE	85
2.2.1 Cercetări privind resursele regenerabile de energie – Biomasă	88
2.2.2 Cercetări privind resursele regenerabile de energie – Biogaz	96
2.3 Cercetări în educație	109
SECȚIUNEA II.	
PLANURI DE EVOLUȚIE ȘI DEZVOLTARE A CARIEREI	
3. Planuri de evoluție și dezvoltare a carierei	136
3.1 Dezvoltarea carierei științifice.....	136
3.2. Dezvoltarea carierei în direcția activității didactice	138
3.3 Dezvoltarea carierei profesionale și academice.....	140
SECȚIUNEA III.	
LISTA CU CELE MAI SEMNIFICATIVE PUBLICAȚII	143
BIBLIOGRAFIE	144

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 autoarea acestei teze în perioada 2008-2026, 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 electrică 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 monitorizarea concentrației de CO₂ în spații interioare, poluarea aerului în spații deschise precum și impactul traficului feroviar asupra mediului, cu accent pe poluarea solului, aerului și apei precum și emisiile de particule generate de exploatarea materialului rulant.

Subcapitolul 2.1.1 prezintă cercetări privind monitorizarea concentrației de CO₂ 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 CO₂ (INO-SEN CO₂), 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-CO₂-1R.

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 CO₂. 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 CO₂, 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 (SO₂, NO_x, CO, O₃, PM₁₀, 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 vârful 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_x) 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_x 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_x, SO_x, 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 de la garniturile de frecare, 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 în 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_x, SO₂, 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_x 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 cânepă 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_x 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 breveteate pentru obținerea

biogazului din deșeuri municipale biodegradabile, în cadrul proiectului EPOC. Instalația include un digester anaerob de aproximativ 30 m³, 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 calorică de 20–25 MJ/m³ 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 H₂S 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 inginerască, 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 livrabililor 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 autoarei, în contextul global al realizărilor științifice semnificative și de actualitate din domeniul de specialitate, prin care candidata 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.

Ec. Dr. Ing. Luisa Izabel DUNGAN

Timișoara, 6 martie 2026

Abstract

The present habilitation thesis, *“RESEARCH IN THE FIELD OF POLLUTION, THE USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES, AND EDUCATION”*, synthesizes the research and academic activities carried out by the author in the field of mechanical engineering during the period 2008–2026, following the public defense in 2008 of the doctoral thesis entitled *“Contributions to the Study and Research of the Behavior of Flexicoil-Type Springs Used in CFR 060-EA Electric Locomotives of 5100 kW”*.

The thesis is structured into three main parts. The first part provides a synthesis of the author’s scientific, academic, and professional achievements. The second part presents in detail the author’s scientific results, while the third part outlines plans for career development and future evolution. The habilitation thesis concludes with the list of bibliographic references associated with the three parts.

In the first part of the habilitation thesis (Chapter 1), the main scientific, academic, and professional achievements obtained throughout the author’s entire period of activity are presented. The research carried out during these years can be grouped into three major fields:

- environmental pollution, particularly pollution generated by transportation systems;
- renewable energy resources;
- education.

The study of environmental pollution, especially pollution generated by transport systems, primarily results from research conducted within research projects that started in 2001 and have continued to the present. The second field, renewable energy, began to be developed in 2009 through the EPOC project, was further consolidated after the completion of the Master’s program in Renewable Energy Systems Engineering in 2013, and has continued to the present. The third field, education, started with the writing and implementation of the first European-funded project in 2010 and has continued to the present, representing one of the author’s main areas of interest. In addition to these fields, research activities have also been carried out in the following areas: economics and finance, IT, ergonomics, and marketing. The research results are presented in the form of scientific papers, a patent application, published books, and research contracts. From an academic perspective, the teaching and professional training activities conducted during this period are also presented. The professional prestige of the author is validated by the national and international impact of the published specialized books, contractual research results, and scientific publications. This prestige is further supported by membership in national and international professional organizations, roles as reviewer for national and international conferences and as editor, as well as collaborations with universities in Romania and abroad.

The second part (Chapter 2) presents the most important research results of the author. This part is structured into three subchapters, as follows.

Chapter 2.1 – Research on Environmental Pollution addresses aspects related to environmental quality and pollution.

Subchapter 2.1.1 presents research on monitoring CO₂ concentration in indoor environments, aimed at assessing indoor air quality and its impact on occupants’ health. In this context, an experimental CO₂ sensor (INO-SEN CO₂) was developed and tested within a spin-off project, and

its performance was compared with two commercial analyzers based on the NDIR principle: Sensors Europe AGM50 (considered the reference instrument) and Greisinger EBG-CO₂-1R.

Comparative measurements were carried out between 2021 and 2024 in several indoor locations at Politehnica University of Timișoara (laboratories and offices), using extensive datasets and hourly averages of CO₂ concentration. The measured values fell within ranges compatible with ASHRAE recommendations for indoor spaces, showing only minor differences between the instruments.

Statistical analysis of the results was performed in accordance with SR EN ISO/IEC 17043 and ISO 13528 standards, using proficiency testing methods such as the Cochran test, ANOVA (F-test), SAP, ABSV, Z-score, and En-score. The results indicated good data homogeneity, satisfactory repeatability, and small deviations from reference values. For all analyzed locations, Z-scores (<2) and En-scores (<1) confirmed satisfactory performance of the INO-SEN CO₂ sensor, comparable to that of the commercial analyzer.

Subchapter 2.1.2 presents research results on outdoor air pollution, conducted since 2008, with a focus on monitoring urban air quality in the city of Timișoara. The study addresses modern methods for assessing atmospheric pollution, including passive and active sampling, automated techniques, and optical analyzers used to determine the concentrations of major atmospheric pollutants (SO₂, NO_x, CO, O₃, PM₁₀, VOCs).

Experimental campaigns were carried out over more than 50 days in several representative locations (industrial areas, road intersections, central and residential zones), using a semi-mobile monitoring station calibrated in accordance with European standards. Data were collected continuously and analyzed as 30-minute and 24-hour averages to capture variations and pollution peaks.

The results indicate that, in most locations, pollutant concentrations were within the limits imposed by European legislation, with notable exceptions for nitrogen oxides (NO_x) in areas with intense road traffic and for volatile organic compounds (VOCs) near industrial zones. The analysis identifies road traffic and industrial activities as the main sources of urban pollution.

The general conclusion of the study is that, although air quality in Timișoara largely complies with current regulations, there are specific areas and episodes with exceedances of admissible limits, highlighting the need for stricter emission control, especially for NO_x and VOCs, as well as the use of mobile laboratories for detailed local investigations.

Subchapter 2.1.3 presents a coherent set of studies on the environmental impact of railway traffic, focusing on soil, air, and water pollution, as well as particulate emissions generated by rolling stock operation. Although railway transport is considered more environmentally friendly than other modes of transport, the study highlights its significant contribution to diffuse pollution through emissions of metallic particles, gaseous compounds (NO_x, SO_x, VOCs), and soil contamination with heavy metals.

Experimental research conducted in the Banat region, along railway main line no. 900, included in situ measurements of suspended particles generated by wear of braking and rolling systems, using aerosol spectrometers and laser photometers, as well as laboratory analyses of water, soil, and plant samples. The results indicated a predominance of particles rich in iron, copper, zinc, and other metals, originating mainly from brake pads, wheels, and rails, with variations depending on operating conditions and material characteristics.

Chemical analyses of soils collected from railway junction areas revealed the presence of heavy metals (Cr, Fe, Pb, Mn, Ni, Zn), generally at moderate concentrations, but with locally high values, especially in railway stations, indicating the direct influence of railway traffic. At the same time,

air quality studies showed relevant concentrations of NO_x, SO₂, ozone, and volatile organic compounds, correlated with both diesel locomotive activity and adjacent industrial sources.

The impact of diesel locomotive modernization on emission reduction is also analyzed by comparing old and modernized engines, demonstrating significant reductions in NO_x and CO emissions due to improved combustion processes and the introduction of electronic control. Finally, technical solutions for pollution mitigation are discussed, such as the use of exhaust gas after-treatment systems (SNCR, SCR, particulate filters), emphasizing the need for continued research for a comprehensive and integrated assessment of the environmental impact of railway transport.

Chapter 2.2 addresses aspects related to the research, development, and valorization of renewable energy resources, with a focus on biomass and biogas, through experimental laboratory and pilot-scale studies aimed at evaluating energy potential, conversion behavior, and technical solutions for increasing the efficiency of energy systems.

Subchapter 2.2.1 presents experimental research on the valorization of biomass as a renewable energy resource, structured into three complementary case studies. The first study focuses on the physico-chemical and thermal characterization of two types of plant biomass-Jerusalem artichoke and Romanian hemp-to evaluate their energy potential for combustion processes. Laboratory analyses revealed relatively low ash, sulfur, and chlorine contents, as well as high calorific values, indicating favorable combustion behavior and a reduced risk of equipment corrosion. Thermogravimetric analysis showed that chemical decomposition occurs between 200–500 °C, with differences between air and nitrogen atmospheres, the residual mass being below 5% in air and approximately 20% in an inert atmosphere. Jerusalem artichoke exhibited a higher flow temperature than hemp, suggesting superior thermal stability during combustion.

The second case study analyzes the combustion of several types of biomass in a pilot heating installation, evaluating energy performance and flue gas emissions. The results highlighted the influence of fuel type and moisture content on boiler efficiency, CO and NO_x emissions, and energy losses. The pilot installation demonstrated constructive and functional advantages, as well as limitations related to autonomy and high exhaust gas temperatures.

The third case study presents the development of an automatic complete biomass combustion installation, for which a patent application was submitted. The proposed system integrates an innovative superheater and multiple heat exchangers, ensuring increased energy efficiency, complete biomass combustion, reduced deposits, and automated operation. Overall, the research confirms the high potential of biomass as a renewable energy source and provides concrete technical solutions for improving the efficiency of combustion installations.

Subchapter 2.2.2 presents experimental research on the production and valorization of biogas as a renewable energy source, structured into three case studies conducted at pilot and laboratory scales. The first case study describes the development and operation of a patented pilot installation for biogas production from biodegradable municipal waste, within the EPOC project. The installation includes an anaerobic digester of approximately 30 m³, biogas filtration systems, and automatic control loops for temperature, pH, and pressure. Experiments conducted over periods of 70–75 days highlighted the significant influence of thermal regime and pH on the onset and evolution of the anaerobic fermentation process. The produced biogas had a methane content of 55–70 vol.%, a calorific value of 20–25 MJ/m³, and an energy potential comparable to conventional sources, confirming its feasibility for combustion and co-combustion processes.

The second case study analyzes biogas production from wastewater and mixtures of stabilized sludge and whey, using small-scale installations. The results showed that not all substrates are suitable for anaerobic fermentation, with the best performance obtained for wastewater from the brewing industry, which generated methane concentrations of up to 69% and higher biogas volumes. High ash and sulfur contents in some mixtures were identified as limiting factors for subsequent energy use, highlighting the importance of raw material selection and pretreatment.

The third case study, conducted at laboratory scale, investigates the anaerobic co-digestion of wastewater and animal manure, focusing on the influence of the C/N ratio, thermophilic temperature, and pH control. The results highlighted the high sensitivity of the process to pH variations, with inhibition of biogas production correlated with excessive pH increases. pH correction by acetic acid addition led to significant increases in biogas production and improved composition, with methane concentrations of up to 70% and H₂S levels below admissible thresholds for energy use.

Overall, the research confirms the high potential of biogas as a renewable energy resource, highlighting the critical role of operational parameters (temperature, pH, substrate composition) in optimizing anaerobic digestion processes and ensuring adequate biogas quality for energy applications.

Chapter 2.3 analyzes research carried out in the field of higher education, with a focus on:

- correlating engineering education with labor market requirements, in the context of transformations generated by globalization, digitalization, and technological progress;
- integrating digital technologies, gamification, and Agile approaches into the educational process, as well as the impact of face-to-face, online, and hybrid educational systems on students and pupils.

Research on aligning engineering education with labor market requirements was initiated and developed within European-funded projects (PRACTICOR, PRACTICOR EURO-REGIO, CONPRACTIS), with the main objective of increasing graduate employability through the integration of practical training, career counseling and guidance, and the use of online educational resources.

The results highlight the central role of practical training in reducing the gap between competencies acquired in academia and those required by employers, as well as the importance of developing social, entrepreneurial, and transferable skills among future engineers. Case studies show that the involvement of the economic environment in organizing internships, the existence of dedicated tutors, and the personalization of practical activities significantly contribute to increased student motivation and more efficient professional integration.

Quantitative analyses based on surveys conducted on a sample of over 300 respondents confirm students' positive perception of the usefulness of internships, study visits, and career counseling, as well as the need for specialized institutional structures to coordinate these activities. The results also emphasize the importance of multidisciplinary and international collaboration in education and research, as well as the need for a systemic and sustainable approach to professional training.

Overall, the research demonstrates that the coherent integration of practical training, counseling, and digital resources in higher education represents a key factor in developing students' professional and social competencies, facilitating their transition from academia to the labor market, and contributing to the increased competitiveness of higher education institutions.

The first study analyzed in the field of education, focused on integrating digital technology, gamification, and Agile approaches into the educational process (2018), highlights the role of internet resources and gamification in increasing learning efficiency among high school students,

considered “digital natives.” The use of the Kahoot! platform demonstrated a significant increase in the rate of correct answers, average scores, and reaction speed, confirming the effectiveness of integrating educational games, mobile applications, and social networks into teaching.

Another case study focuses on the implementation of Agile methodology, particularly Scrum, in engineering higher education through game-based activities and project-based learning. The results show that the Agile approach fosters iterative learning, collaboration, student accountability, and continuous improvement, leading to increased engagement, higher quality deliverables, and improved learning outcomes. Performance indicators (KPIs) highlight a constant positive evolution throughout the Sprints.

Studies dedicated to hybrid and online education, conducted in the context of the COVID-19 pandemic, show that first-year students prefer face-to-face activities for better understanding, socialization, and a sense of belonging, while online education is associated with flexibility and time savings, but also with difficulties in concentration and motivation. The hybrid approach is identified as an effective transitional solution, contributing to reducing university dropout rates and increasing motivation for learning.

Overall, the research confirms that the intelligent use of digital technologies, gamification, and Agile methodologies, combined with face-to-face activities, leads to a more efficient, adaptable, and student-centered educational process, capable of meeting the requirements of modern education.

Chapter 3 presents the author’s plans for career development and future evolution, within the global context of significant and up-to-date scientific achievements in the field, through which the candidate aims to further develop the capacity to coordinate research teams and to organize and manage teaching, explanation, and facilitation activities related to learning and research.

At the end of the thesis, the main bibliographic references underlying the elaboration of the habilitation thesis are presented.

Timișoara, 06th of March, 2026

Ec.Dr.Eng. Luisa Izabel DUNGAN

SECȚIUNEA I. REALIZĂRI ȘTIINȚIFICE, PROFESIONALE ȘI ACADEMICE

1.1 REALIZĂRI ȘTIINȚIFICE

1.1.1 Introducere

Activitatea de cercetare științifică a reprezentat o preocupare încă din timpul facultății (în timpul celei de a doua specializari), ceea ce m-a determinat să mă înscriu, după terminarea ciclului de licență, la concursul de admitere la studii universitare de doctorat. În noiembrie 1999 am fost admisă la doctorat cu frecvență în domeniul fundamental Științe Inginerești sub conducerea domnului prof. dr. ing. Lucian MĂDĂRAS. Activitatea de pregătire doctorală mi-am desfășurat-o în cadrul colectivului catedrei de Material Rulant de Cale Ferată.

În 25.02.2008 am susținut public teza de doctorat cu titlul ”Contribuții la studiul și cercetarea comportării arcurilor de tip flexicoil de la locomotiva electrică CFR 060-EA de 5100 kW”, iar prin Ordinul Ministrului Educației Naționale nr. 4887 din 25.07.2008 mi s-a conferit titlul de „Doctor” în Ramura de știință tehnică, specializarea Inginerie Mecanică și s-a eliberat diploma de doctor seria F Nr. 0002222.

În cadrul tezei am realizat un studiu privind cauzele uzurii exagerate a buzelor bandajelor roților conducătoare (1 și 6) ale locomotivei LE 060 EA la circulația prin curbe, uzuri care fac ca locomotiva să intre înainte de termen în depou pentru reparații planificate.

Cercetare științifică realizată în timp este o cercetare multidisciplinară, suprapunându-se cu activitatea didactică desfășurată.

Deoarece la noi în țară cercetările în domeniul vehiculelor feroviare sunt practic aproape inexistente, mi-am canalizat interesul și spre următoarele direcții de cercetare:

- conversia resurselor regenerabile disponibile în combustibili pentru transporturi și sector energetic;
- cercetarea experimentală în domeniul controlului poluării, cu precădere spre influența activității de transport asupra mediului;
- aplicații de inginerie mecanică cu diverse aplicații de software.

la care se mai pot adăuga cercetări în domeniul educației și economiei.

Direcțiile de cercetare au fost abordate atât în cadrul unor studii realizate în colaborare cu echipe de cercetare din țară sau străinătate cât și în cadrul unor proiecte de cercetare cu parteneri naționali sau internaționali.

Prima direcție de cercetare abordată a vizat **cercetarea experimentală în domeniul controlului poluării, cu precădere spre influența activității de transport asupra mediului.** Rezultatele cercetării au fost obținute în principal ca urmare a activităților derulate în cadrul unor proiecte de cercetare (Proiect nr. STVES - 2008/115266, Romanian Atmospheric Research 3D Observatory, MIS-ETC code-385, 84504/07.12.2010, Sustainable development for Banat region by means of education and scientific research&development in transboundary air quality,

HURO/1001/139/1.3.4, Contribution To Sustainable Development bY Assessing The Transboundary Air Pollution Upon The Cultural & Turistical Heritage in HU-RO Border, PN II 31-002, Reteaua romana de sisteme LIDAR – ROLINET, CEEEX 734/2008, TOP – Teledetecția optică în studiul integrat al poluării din stratul limită planetar urban, CEEEX 108/2008, EmSHIPs – Cercetări privind sistemele de control și evaluare a nivelului de emisii în transporturi navale).

Spre exemplu, în cadrul proiectului de cercetare EmSHIPs – Cercetări privind sistemele de control și evaluare a nivelului de emisii în transporturi navale s-au tratat următoarele aspecte:

- abordarea prin prisma teoriei sistemelor a unor probleme legate de optimizarea funcționării motoarelor termice de pe nave în vederea obținerii unor performanțe ridicate și de reducere a poluării mediului,
- realizarea de măsurători la diverse tipuri de motoare, în diferite regimuri de funcționare.

A doua direcție de cercetare abordată a vizat **resurse regenerabile de energie**

Energia regenerabilă reprezintă o opțiune strategică în securitatea aprovizionării cu energie. Prin folosirea surselor de energie regenerabile, se diminuează poluarea aerului și emisiile de gaze cu efect de seră. Biomasa reprezintă resursa energetică cea mai abundentă de pe planetă permițând obținerea de energie electrică și termică.

O altă modalitate de obținere a energiei regenerabile este reprezentată de digestia anaerobă a reziduurilor organice biodegradabile (produse, deșeuri și reziduuri din agricultură, silvicultură și industriile conexe, precum și deșeuri industriale și urbane). În această direcție, echipa de cercetare din care fac parte a dezvoltat și investigat o serie de modele matematice cu scopul de a descrie procesul de digestie anaerobă și, în același timp, de a înțelege fenomenele ce apar pe parcurs și parametrii ce influențează desfășurarea etapelor de digestie (tip de biomasă, temperatură, pH, etc.). Echipa a proiectat și realizat standuri la scară mică, dar și la scară mare în principal ca și rezultate realizate în urma implementării unor proiecte/granturi cum ar fi: nr. COLL /CT/ 2005/ 012566, GREENENERGY - Energy optimisation in European greenhouses, CT SES6-CT-020007, NETBIOCOF -Network of biomass cofiring, CEEEX 43/2005, Dezvoltarea de tehnologii curate de producere a energiei pe baza de carbune- TECEBAC; CEEEX 282/2008, OVAPED – Optimizarea valorificării potențialului energetic al deșeurilor pentru obținerea energiei curate în instalații industriale românești; PNCD II 22131/2009, EPOC - Energie pentru un oras curat.

Proiectului de cercetare PNCD II 22131/2009 - EPOC care a avut drept principal obiectiv proiectarea și realizarea unui stand la scară mare pentru obținerea de biogaz din deșeuri municipal. Grupul de cercetare din care am făcut parte a realizat proiectarea și brevetarea acestui stand și a coordonat realizarea și punerea acestuia în funcționare la SC COLTERM SA. Proiectul CEEEX 282/2008, OVAPED, a fost un alt proiect în cadrul căruia a fost dezvoltată o altă instalație pilot (la o scară mai mică) ce a fost brevetată.

Am contribuit (pentru terți) la scrierea și implementarea a două proiecte (INOvări și optimizări economice și funcționale în producția industrială de MATeriale pentru energie termică. „INO- MAT” Cod MySMIS 2014+: 119412 și Noi abordari INOvatoare in productia industrială de PELeti si BRİchet, PROGRAMUL OPERAȚIONAL COMPETITIVITATE 2014-2020), iar în cadrul celui de-al doilea s-a realizat o centrală termică pilot pentru care s-a depus o cerere de brevet (A00500/18.08.2022): Procedeu de obținere a agentului termic utilizând o centrală

automatizată cu ardere completă a biomasei (autori: Titus Slavici și Luisa Izabel Dungan).

De menționat este faptul că fiecare dintre aceste rezultate au stat la baza realizării a noi teze de doctorat: Petre Florinel Nenu (2023) - Contribuții la optimizarea procesului de fabricație a peleților/brichetelor și arhitecturii centralei termice pentru arderea acestora, Viorica CEBRUCEAN (2015) - Studiul procesului de absorbție a CO₂ din gazele de ardere, Mihail Reinhold WACHTER (2015) - Cercetări teoretice și experimentale privind metode de valorificare energetică a deșeurilor menajere, Adrian Țenchea, Gavrilă Trif-Tordai (2008) - Cercetări privind arderea combinată a biomasei cu cărbune, Adrian Eugen Cioablă (2009), Dumitru Cebucean (2010) - Cercetări privind captarea CO₂ rezultat din arderea combustibililor fosili sau neconvențional.

Echipamentele achiziționate în cadrul proiectelor/granturilor au fost utilizate pentru realizarea a noi teze de doctorat (noi domenii de cercetare): Mircea Adrian DUNGAN (2014) - Soluții constructive și tehnologice pentru optimizarea sistemelor de frânare ale materialului rulant, Delia-Gabriela CĂLINOIU (2012) - Cercetări privind influența aerosolilor asupra potențialului energetic solar prin investigarea transferului radiativ în atmosferă, Gheorghe – Cătălin NIȘULESCU (2012) - Cercetări aplicând spectrometria și termografia pentru determinarea concentrațiilor de SO₂ emise de centralele funcționând pe cărbune, Ramon Mihai BALOGH (2011)-Cercetari teoretice și experimentale privind reducerea emisiilor de NO_x. Aplicație la locomotiva diesel hidraulică LDH 125 modernizată, Ion VETREȘ (2011) - Studii și cercetări privind implementarea sistemului multicanal "Toli" pentru investigarea atmosferei joase, Gabriel APOSTOL (2010) - Studiul teoretic și experimental privind calitatea aerului în zone aeroportuare, Dan Simion STEPAN (2009)-Cercetări teoretice și experimentale privind optimizarea izolării fonice în transporturile feroviar.

A treia direcție de cercetare este conexă cu partea de educație, unde am fost implicată sub diferite aspecte de-a lungul întregii cariere universitare.

Primele cercetări au început odată cu scrierea și implementarea primului proiect cu fonduri europene pentru pregătirea studenților și elevilor pentru piața muncii (PRACTICOR 2010-2013).

Obiectivul general al proiectului Practicor a fost organizarea stagiilor de practică pentru a asigura studenților șanse mai mari de angajare după absolvire și consolidarea nivelului de formare, în concordanță cu realitatea socio-economică. Prin acest proiect s-au realizat chestionarele, focus grupuri și interviuri, scopul acestora a fost de a găsi cea mai bună metodă de realizare a pregătirii studenților pentru piața muncii.

Cercetarea a continuat în cadrul proiectelor PRACTICOR-EUROREGIO și CONPRACTIS 2015, când accentual s-a pus pe latura de consiliere și orientare în carieră. Deoarece proiectele CONPRACT 2018-2020 și CISI 2028-2021 s-au derulat în perioada de pandemie, cercetarea s-a îndreptat spre abandonul școlar și pe sistemele de învățământ hibrid și online.

În perioada de pandemie integrarea materialelor online și a resurselor educaționale digitale în procesul de predare a devenit o componentă indispensabilă a educației universitare moderne, fiecare cadru didactic a trebuit să-și realizeze materiale suport pentru platforma de e-Learning. Pornind de aici cercetarea s-a îndreptat spre modul cum platformele de e-learning, cursurile online, materialele multimedia, simulările virtuale și instrumentele digitale colaborative contribuie la creșterea accesibilității educației, la flexibilizarea procesului de învățare și la dezvoltarea competențelor digitale ale studenților.

1.1.2 Diseminarea rezultatelor cercetării

Rezultatele activității de cercetare au fost prezentate în cadrul unor manifestări științifice naționale și internaționale, prin articole susținute în cadrul unor conferințe și publicate în volumele acestora sau prin articole publicate în reviste. În tabelul 1. sunt prezentate sintetic rezultatele activității publicistice din perioada 2009-2026, iar în subcapitolele care urmează se prezintă detaliat aceste publicații.

Tabel 1. Publicații realizate în perioada 2009-2026

Articole și brevete de invenție	Total	Prim autor / Autor corespondent
1. Articole și publicații științifice indexate Web of Science - Thomson Reuters și SCOPUS	31	11
<i>a) Articole și publicații științifice indexate Web of Science</i>	<i>14 (2 în Q1 și 2 în Q2)</i>	<i>3 (1 în Q1 și 1 în Q2)</i>
- n ≤ 3	2	0
- n ≥ 4	12	3
<i>b) Articole și publicații științifice indexate (WoS și SCOPUS)</i>	17	8
2. Prezentarea/Diseminarea rezultatelor: prezență la manifestări științifice în calitate de autor/co-autor de lucrări, profesor invitat	35	6
3. Cerere de Brevet de invenție	1	1
4. Cărți publicate	10	4

1.1.2.1 Articole și publicații științifice indexate Web of Science - Thomson Reuters și SCOPUS

a) Articole și publicații științifice indexate Web of Science

1. Sabina Alina Potra, Nihan Tomris Küçün, Lavinia Maria Cernescu, **DUNGAN Luisa Izabel*** (AUTOR CORESPONDENT), *How best to capture the voice of the customer in new offer design? A Neuro Kano model*, Journal of Engineering Design, Volume 37, 2026 - Issue 1, Pages: 190-210, <https://www.tandfonline.com/toc/cjen20/37/1>, IF=3,4, **Q1**
2. Lavinia Maria Mihali, Sabina Potra, **DUNGAN Luisa Izabel*** (AUTOR CORESPONDENT), Romeo Negrea and Adrian Cioabla, *Key Factors of AS Performance in Emerging Central and Eastern European Countries: Evidence from Romania*, WOS:000831847700001, Sustainability, 2022, eISSN 2071-1050, <https://ideas.repec.org/a/gam/jsusta/v14y2022i14p8328-d857773.html>, IF=3,3, **Q2**
3. Remus-Daniel Ene, Nicolina Pop, Marioara Lapadat, **DUNGAN Luisa Izabel**, *Approximate closed-form solutions for the Maxwell-Bloch equations via the Optimal*

- Homotopy Asymptotic Method*, Mathematics, eISSN 2227-7390, Vol 10(21), 2022, <https://doi.org/10.3390/math10214118>, WOS:000883488300001, IF=2,952, Q1
4. Potra, Sabina ; Pugna, Adrian ; Pop Madalin; Negrea Romeo, **DUNGAN Luisa Izabel**, *Facing COVID-19 Challenges: 1st-Year Students' Experience with the Romanian Hybrid Higher Educational System*, INTERNATIONAL, WOS:000639181300001, JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PUBLIC HEALTH, eISSN 1660-4601, Vol. 8, issue 6, pag. 132-137, 2021, <https://doi.org/10.3390/ijerph18063058>, IF=4,614, Q1
 5. Nenu, Petre Florinel; **DUNGAN Luisa Izabel** *(AUTOR CORESPONDENT); Cioabla, Adrian Eugen; Rusu, Gerlinde; Bandur, Geza Nicolae; Dumitrel, Alina Gabriela; Pode, Vasile, *BIOMASS ANALYSIS FOR COMBUSTION APPLICATIONS - CASE STUDY SCENARIOS*, WOS: DOI:10.24193/subbchem.2018.3.01, WOS:000448339300001, STUDIA UNIVERSITATIS BABES-BOLYAI CHEMIA, ISSN 1224-7154, Vol. 65 (3) , pag. 7-20, 2018, <https://doi.org/10.24193/subbchem.2018.3.01>, IF=0,558, Q4,
 6. Mircea Adrian Dungan, Dumitru Tucu, **DUNGAN Luisa Izabel**, *Nanoparticles emissions from railway traffic. Analysis in Banat region*, WOS:000333697100120, 4th International Conference (NANOCON 2012), 23-25 octombrie, pag. 659-665, Brno, CZECH Republic, EU, 978-80-87294-32-1
 7. M.A. Dungan, **DUNGAN Luisa Izabel**, *Improvement the comfort of the passengers from a U.I.C. passenger car type B11 using basaltic fibers cloth like insulation material on ceiling*, WOS:000313926400028 , Journal of Environmental Protection and Ecology, ISSN 1311-5065, 2012, Vol.13 no.4, pag.2291-2301, IF=0,507, Q4,
 8. Dan Stepan, Ioana Ionel, **DUNGAN Luisa Izabel**, Ramon Balogh, *Interactions between infrastructure, vehicles and environmental for rail traffic*, WOS:000302843500014, Journal of Environmental Protection and Ecology, eISSN 1311-5065, Vol 13, No 1, pag. 104-112, 2012, IF=0,507, Q4,
 9. Dan Stepan, Ioana Ionel, Werner Stefanescu, **DUNGAN Luisa Izabel**, *Noise control in railway vehicles*, WOS:000306252600016, Journal of Environmental Protection and Ecology, ISSN 1311-5065, Vol 13, No 2, pag.561-570, 2012, IF=0,507, Q4,
 10. Ramon Balogh, Nicolae Lontis, Ioana Ionel, **DUNGAN Luisa Izabel**, *Comparison study of two diesel hydraulic locomotive engines regarding the environmental pollution*, WOS:000303274300029, Journal of Environmental Protection and Ecology, 2012, Vol 12, No4, pag.1840-1849, ISSN 1311-5065, IF=0,507, Q4
 11. Vetres, I; Ionel, I.; Popescu, F.; Nicolae, D; Talianu, C; **DUNGAN Luisa Izabel**, *LIDAR system implementation and development for novel romanian systems*, WOS:000281734800004, OPTOELECTRONICS AND ADVANCED MATERIALS-RAPID COMMUNICATIONS, eISSN 2065-3824 IF=0,556, Q4, Vol 4, pag. 1074-1077, 2010, IF=0,4, Q4,
 12. Balogh, Ramon-Mihai; Ionel, Ioana; Varga, Lucia Ana; **DUNGAN Luisa Izabel**, *CONTRIBUTION REGARDING THE IMPACT GENERATED BY THE ROMANIAN NATIONAL RAILWAY SISTEM ON AIR QUALITY*, WOS:000277598600008, Metalurgia Internațional, ISSN 1582-2214, Vol.15, pag 45-55, 2010, IF=0,134, Q4,
 13. F. POPESCU, I. IONEL, N. LONTIS, L. CALIN, **DUNGAN Luisa Izabel**, *AIR QUALITY MONITORING IN AN URBAN AGGLOMERATION*, * Paper presented at the "Optoelectronic Techniques for Environmental Monitoring" (OTEM2009), September 30–

October 2, 2009, Bucharest, Romania, Journal of Physics, ISSN 1221-146X, Vol. 56, 2011, Nos. 3–4, pag. 495–506, WOS:000291142400019, IF=1,5, Q3,

14. Ioana Ionel, S. Ionel, F. Popescu, G. Pădure, **DUNGAN Luisa Izabel**, D. BISORCA, *Method for determination of an emission factor for a surface source*, WOS:000262090700024, OPTOELECTRONICS AND ADVANCED MATERIALS-RAPID COMMUNICATIONS, eISSN 2065-3824, Vol 2, pag 851-854, 2009 IF=0,4, Q4,

b) *Articole și publicații științifice indexate (WoS-altele decât cele de la punctul a- și SCOPUS)*

1. **DUNGAN Luisa Izabel**; Ionel, I; Dungan, M; Iacobescu, F, *Research concerning thermal stress of bandages on block braking in case of braking stop*, ADVANCES IN BIOLOGY, BIOENGINEERING AND ENVIRONMENT, WOS:000300024800031, ISBN 978-960-474-261-5, 1162+, 2010, (WOS)
2. Ionel, I ; Ioan, P ; Dumitru, D ; Francisc, P ; Cebucean, V ; Trif-Tordai, G ; **DUNGAN Luisa Izabel**, *POST-COMBUSTION REMOVAL OF CARBON DIOXIDE FROM FLUE GASES*, Metalurgia Internațional, ISSN 1582-2214, Vol. 15, pag 40-46, 2010, WOS:000263374100007, IF=0,134, Q4, (WOS)
3. Nenu, PF; **DUNGAN Luisa Izabel** *(AUTOR CORESPONDENT); Cernescu, L; Slavici, T, *ENERGETIC AND ECONOMIC CONSIDERATIONS ON THERMAL REGIME EFFECTIVENESS IN A GREENHOUSE*, Proceedings Paper, ACTUAL TASKS ON AGRICULTURAL ENGINEERING, ISSN 1848-4425, Vol. 46, pag. 531-541, WOS:000506355900055, 2018 (WOS)
4. Munteanu V., Cernescu L.M, **DUNGAN Luisa Izabel**, *Exploring the roles of European funds in the life cycle of Romanian spin-offs*, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Peer-review under responsibility of SIM 2017 / 14th International Symposium in Management, Vol 238, Pag. 562-571, 2018 (SCOPUS)
5. Cernescu L.M, **DUNGAN Luisa Izabel**, Claudia BITEA (CIOBANU), *The analysis of the Romanian global competitiveness international ranking. The impact of the IEC Program*, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Peer-review under responsibility of SIM 2017 / 14th International Symposium in Management, Vol 238, Pag 517-526, 2018 (SCOPUS)
6. Simina Maris, Stefan Maris, **DUNGAN Luisa Izabel**, Titus SLAVICI, *Re-shaping education: role of internet resources in increasing the efficiency of educational process*, BRAIN-BROAD RESEARCH IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND NEUROSCIENCE, eISSN 2067-3957, Vol.9, issue 1, pag 132-137, 2018, WOS:000426964000013, IF=0, Q4, (WOS)
7. **DUNGAN Luisa Izabel**, Cioablă, A.E., Pode, V., *Small scale determinations for biogas production using anaerobic fermentation - 2L batch scenarios*, <https://doi.org/10.37358/RC.20.1.7836> , Revista de Chimie, 2020, vol 71 (WOS)
8. Popescu F, Vujic B, Cioabla Adrian Eugen, Djuric A, Trif Tordai G, Calinoiu D, **DUNGAN Luisa Izabel**, *USING SHERPA SCREENING TOOL FOR DESIGN AND ASSESSMENT OF LOCAL AND REGIONAL AIR QUALITY MANAGEMENT*, Journal of Physics: Conference Series , vol. 1781 (1), 012055, 2021, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1781/1/012055> (SCOPUS)
9. M Ivanovici, A E Cioabla, D Lelea, F Popescu, **DUNGAN Luisa Izabel** and L-V Ordodi, *Biogas production on lab-scale: utilization of wastewater from Hunedoara treatment plant*,

- DOI:10.1088/1742-6596/1781/1/012069, Journal of Physics: Conference Series, Vol 1781, 2021, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1781/1/012069> (SCOPUS)
10. **DUNGAN Luisa Izabel**; Bocii, LS and Dungan, MA, *ANALYSIS OF THE BEHAVIOR OF THE CONNECTION SYSTEM BETWEEN LOCOMOTIVE BODY AND THE BOGIE AT CFR 060-EA 5100KW LOCOMOTIVE*, WOS: 000889997300002, ACTA TECHNICA NAPOCENSIS SERIES-APPLIED MATHEMATICS MECHANICS AND ENGINEERING, pag. 303-314, 2022, Vol. 65, Issue III, Septembrie, 2022, <https://atna-mam.utcluj.ro/index.php/Acta/article/view/1864> (WOS)
 11. **DUNGAN Luisa Izabel** and Mădălin-Dorin Pop, *Blockchain-based Solutions for Smart Mobility Sustainability Assurance*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, ISSN 1757-899X, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1220/1/012057>, Vol. 1220, 2020 (SCOPUS)
 12. Mihaela POPA, Anca MOCAN, Sabina POTRA, **DUNGAN Luisa Izabel**, Andrei BORBOREAN, Marian MOCAN, *SPOT-WELDING POSTURE ANALYSIS USING CAPTIV T-SENS MOTIONS SENSORS*, ACTA TECHNICA NAPOCENSIS, Series: Applied Mathematics, Mechanics, and Engineering, Vol. 65, Issue III, Octombrie, 2022, Vol. 46, pag. 805-810, <https://atna-mam.utcluj.ro/index.php/Acta/article/view/1965> (WOS)
 13. CF Buciuman, S Potra, **DUNGAN Luisa Izabel** *(AUTOR CORESPONDENT), *Integrating Agile Methodologies and Gamification for Student Engagement and Success*, Proceedings of the 18th European Conference on Games Based Learning, pag 133-141, 2024 (SCOPUS)
 14. Madalina Ileana Zot, Ovidiu-Octavian Maran , Mihaela Popa, Francisc Popescu, **DUNGAN Luisa Izabel**, *Analysis of the Problems Related to Traffic and Road Infrastructure in the Area of the Timisoara Student Complex*, Recycling and Sustainable Development, Vol 17, pag 57-61, 2024 (SCOPUS)
 15. Lavinia Maria CERNESCU, **DUNGAN Luisa Izabel**, Ilie TAUCEAN, Andra DIACONESCU, Sabina POTRA, *INITIAL FACTORS' INFLUENCING THE ROMANIAN ACADEMIC SPIN-OFF'S LONG-TERM SURVIVAL*, ACTA TECHNICA NAPOCENSIS, Series: Applied Mathematics, Mechanics, and Engineering, Vol 67, No 3S, 2024, (WOS)
 16. Deian GYALUȘ, **DUNGAN Luisa Izabel**, Timotei Bogdan BACOȘ, Adrian Eugen CIOABLĂ, Mihaela POPA, *ACUSTIC COMFORT IN DIFFERENT THERMAL ENGINE VEHICLES – CASE STUDY FOR CITY SPEED LIMIT SCENARIO*, ACTA TECHNICA NAPOCENSIS, Series: Applied Mathematics, Mechanics, and Engineering, Vol 67, No 2 2024, (WOS)

1.1.2.2. Prezentarea/Diseminarea rezultatelor: prezență la manifestări științifice în calitate de autor/co-autor de lucrări, profesor invitat

1. Popescu Francisc, Ioana Ionel, Nicolae Lontis, Laurentiu Calin, **DUNGAN Luisa Izabel**, *Long term air quality monitoring in an urban agglomeration*, 3rd Workshop on Optoelectronic Techniques for Environmental Monitoring, OTEM 2009, Bucharest, 30 Sept - 2 Oct. 2009, Published by INOE, ISSN 2066-851, pp. 29 – 32, <https://otem.inoe.ro/2009/>
2. Ion Vetres, Ioana Ionel, Popescu Francisc, **DUNGAN Luisa Izabel**, *Air Pollution Analysis in Western Romania and Necessity of Complementar Vertical Resolved LIDAR Observations*, 3rd Workshop on Optoelectronic Techniques for Environmental Monitoring, OTEM 2009, Bucharest, 30 Sept - 2 Oct. 2009, Published by INOE, ISSN 2066-851, pp. 32 – 36, <https://otem.inoe.ro/2009/>

3. Ioana Ionel, Popescu Francisc, Vetres Ion, Nicolae Doina, Talianu Camelia, **DUNGAN Luisa Izabel**, *LIDAR. System implementation and development in Timisoara urban area*, 3rd Workshop on Optoelectronic Techniques for Environmental Monitoring, OTEM 2009, Bucharest, 30 Sept - 2 Oct. 2009, Published by INOE, ISSN 2066-851, 63 – 67, <https://otem.inoe.ro/2009/>
4. ADRIAN EUGEN CIOABLĂ, IOANA IONEL, **DUNGAN Luisa Izabel**, *REDUCTION OF CO₂ EMISSIONS BY USING BIOGAS AS A FUEL FOR SMALL SPARK IGNITION ENGINES*, PROCEEDINGS OF THE 4TH INTERNATIONAL WORKSHOP ON OPTOELECTRONIC TECHNIQUES FOR ENVIRONMENTAL MONITORING - OTEM 2010, CLUJ-NAPOCA, ISSN: 20066-8651, pag 76-81, 2010
5. I.Ionel, **DUNGAN Luisa Izabel**, L.Călin, F. Popescu, *Considerations on energy recovery from solid waste in Timișoara*, Scientific research and education in the air force, AFAES2010, pp680-683,
6. G. TRIF-TORDAI, I. IONEL, Popescu Francisc, **DUNGAN Luisa Izabel**, L. VARGA, *Waste Biomass & Coal Co-combustion in Stationary Fluidized Bed as promising RES based Technology*, 4th WSEAS International Conference on RENEWABLE ENERGY SOURCES (RES '10), Kantaoui, Sousse, Tunisia, May 3-6, 2010, ISBN: 978-960-474-187-8, <https://www.wseas.org/multimedia/books/2010/Tunisia/EPERES.pdf>
7. **DUNGAN Luisa Izabel**, Stepan D., Ionel Ioana, Dungan M., *Research on noise reduction using different insulation materials in building passenger cars*, International Workshop „Global and Regional Environmental Protection” -G.L.O.R.E.P, Timisoara, Romania, vol2, ISBN 978-606-554-212-9, Ed. Politehnica
8. G.Mocuta, I.Ionel, M.Tilincea, **DUNGAN Luisa Izabel**, *Engineering training support through practice*, International Symposium on Advanced engineering&applied management - 40 th Anniversary in Higher education, Hunedoara, 2010, <http://tfzr.rs/urbaneco/files/Proceedings%20UrbanEco%202011%20DVD.pdf>
9. **DUNGAN Luisa Izabel**, IOANA IONEL, ADRIAN – EUGEN CIOABLĂ, *URBAN TRANSPORT IN TIMISOARA AND CITY DEVELOPMENT*, The 1 st International Conference „Ecology of Urban Areas 2011”, Ecka-Zrejanin, Serbia, <http://tfzr.rs/urbaneco/index.php>
10. G.Mocuta, I.Ionel, Gunter Horcher, **DUNGAN Luisa Izabel**, Simina Fulga, *Practical training between necessity and facts. Practicor project presentation*, The 1 st International Conference „ECOLOGY OF URBAN AREAS 2011—, 30th September 2011, Ecka, Serbia, ISBN 978-86-7672-145-0, pp 480-483, <http://www.tfzr.uns.ac.rs/urbaneco/files/Proceedings%20UrbanEco%202011%20DVD.pdf>
11. Cioabla A.E., Ionel I., Popescu Francisc. Lontis N., **DUNGAN Luisa Izabel**, *WOOD BIOMASS' ANAEROBIC FERMENTATION, SOURCE FOR RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY*, Ist International Conference „ECOLOGY OF URBAN AREAS 2011—, 30th September 2011, Ecka, Serbia, ISBN 978-86-7672-145-0, <http://tfzr.rs/urbaneco/files/Proceedings%20UrbanEco%202011%20DVD.pdf>
12. I. Ionel, M. Pavlovic, Popescu Francisc, D. Lelea, S. Jankovic, A. Djuric, **DUNGAN Luisa Izabel**, A. Pavlovic, M. Nikolic, *TRANSBOUNDARY AIR QUALITY MONITORING ISSUES IN ROMANIAN AND SERBIAN BANAT REGION*, Ist International Conference „ECOLOGY OF URBAN AREAS 2011—, 30th September 2011, Ecka, Serbia, ISBN 978-86-7672-145-0, <http://tfzr.rs/urbaneco/files/Proceedings%20UrbanEco%202011%20DVD.pdf>

13. Ionel Ioana, **DUNGAN Luisa Izabel**, Vasilescu M., *Engineering capacities developed by practice during university studies*, Conference proceedings - Sustainable landscape planning and safe environment, BENA, Istanbul, Turkey, 21-24 june, ISBN 978-975-561-421-2, pag. 835-843, 2012,
14. I.Ionel, I. Vetres, **DUNGAN Luisa Izabel**, M.Lordos, B. Malan, *Air-Quality modelling of urban areas. Case study for a romanian city*, 1 st International Medical Conference, Environment and Public Health", MED ENV 2014, , 12-14 sept, ISBN: 978-606-8066-48-6, pag: 62-63, 2014, <http://medenv2014.xhost.ro/programme.html>
15. I.Ionel, **DUNGAN Luisa Izabel**, E. Mocuta, M.Vasilescu, *Results and perspectives for the outcome environmental based education & professional pathways*, 1 st International Medical Conference, Environment and Public Health", MED ENV 2014, 12-14 sept, ISBN: 978-606-8066-48-6, pag: 84-85, 2014, <http://medenv2014.xhost.ro/programme.html>
16. I.Vetres, R.Balogh, I.Ionel, D.Stepan, **DUNGAN Luisa Izabel**, *Comparative results concerning air quality in urban and periurban areas*, 1 st International Medical Conference, Environment and Public Health", MED ENV 2014, , 12-14 sept, ISBN: 978-606-8066-48-6, pag: 110-111, 2014, <http://medenv2014.xhost.ro/programme.html>
17. Ionel I, **DUNGAN Luisa Izabel**, Mocuta G, Mihai I, Vasilescu M, *Outcome based education&professional Pathways. Results and Perspectives*, Colloque FRancophone en Energie, Environnement, Economie et Thermodynamique, COFRET '14,Paris, France, 23-25 aprilie, ISSN: 2269-1901, pag. 1083-1100, 2014, <https://www.sft.asso.fr/document.php?pagendx=9783&p=act-2795>
18. Cernescu L, **DUNGAN Luisa Izabel**, *Spin-off. Theoretical Aproach Overview*, International Conference on Economic Sciences and Business Administration, vol 2(1), 2015, Volumul conferintei, Procedia of Economics and Business Administration ISSN: 2392-8174, ISSN-L: 2392-8166
19. **DUNGAN Luisa Izabel**, Cernescu L., Herman M, Popescu F, *Advising, an Indispensable Element in Training Students. Usefulness of POSDRU Grants*, International Conference on Education Technologies (EDUTE`16), Barcelona, Spania, Februarie 13-15, pag.54-61, 2016, <https://www.wseas.org/cms.action?id=11103>
20. Lavinia Cernescu, **DUNGAN Luisa Izabel**, *The role of spin-offs in the Romanian economy. The impact of the european funds*, International conference IMTED 2017, 19-20 mai, Timisoara, <https://www.timted.ro/programme-timted-2017/>
21. Cioabla A.E, Dumitrel G.A, Pana A.M, Popescu Francisc, Ieleanu D., Tenchea A., **DUNGAN Luisa Izabel**, *EXPERIMENTAL AND MODELING APPROACH IN TERMS OF BIOGAS PRODUCTION BY ANAEROBIC FERMENTATION OF DIFFERENT SUBSTRATES*, IX International Conference Industrial Engineering and Environmental Protection 2019 (IIZS 2019) October 3rd-4th, 2019, Zrenjanin, Serbia, http://www.tfzr.uns.ac.rs/iizs/conference_agenda.php
22. Petre Florinel NENU, **DUNGAN Luisa Izabel**, Adrian Eugen CIOABLA, *Experimental data in firing process for different types of biomass*, IX International Conference Industrial Engineering and Environmental Protection 2019 (IIZS 2019) October 3rd-4th, 2019, Zrenjanin, Serbia, http://www.tfzr.uns.ac.rs/iizs/conference_agenda.php
23. **DUNGAN Luisa Izabel**, Dungan M.A, Popescu Francisc, *RAIL TRANSPORT INFLUENCE ON THE ENVIRONMENT*, IX International Conference Industrial Engineering and

- Environmental Protection 2019 (IIZS 2019) October 3rd-4th, 2019, Zrenjanin, Serbia, http://www.tfzr.uns.ac.rs/iizs/conference_agenda.php
24. Adrian Eugen Cioablă, Gabriela-Alina Dumitrel, Ana Maria Pană, Valentin Ordodi, Dorin Lelea, Mădălina Ivanovici, Francisc Popescu, **DUNGAN Luisa Izabel**, *MATHEMATICAL MODELS APPLIED FOR EXPERIMENTS ON BIOGAS PRODUCTION AT SMALL SCALE*, X International Conference Industrial Engineering and Environmental Protection (IIZS 2020), Zrenjanin, 8-9th October 2020, ISBN 978-86-7672-340-9, http://www.tfzr.uns.ac.rs/iizs/conference_agenda.php
25. Clara-Beatrice Vilceanu, **DUNGAN Luisa Izabel**, Sorin Herban, Francisc Popescu, *USING THE LASER SCANNING FOR CONSERVATION OF CULTURAL HERITAGE BUILDINGS*, Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara - International Journal of Engineering Vol. 14, nr.3, 2021, http://www.tfzr.uns.ac.rs/iizs/conference_agenda.php
26. Alina Bălă, **DUNGAN Luisa Izabel**, Clara-Beatrice Vilceanu, Sorin Herban, *INFLUENCE OF CLIMATE CHANGE AND URBAN DEVELOPMENT ON GNSS MEASUREMENTS*, X International Conference Industrial Engineering and Environmental Protection (IIZS 2020), Zrenjanin, 8-9th October 2020, ISBN 978-86-7672-340-9, http://www.tfzr.uns.ac.rs/iizs/conference_agenda.php
27. **DUNGAN Luisa Izabel**, ADRIAN CIOABLĂ, MIRCEA ADRIAN DUNGAN, MARIANA NELA STEFANUT, FRANCISC POPESCU, *EFFECTS OF ENVIRONMENTAL POLLUTION DUE TO LAND TRANSPORT ACTIVITY*, XI International Conference Industrial Engineering and Environmental Protection 2021 (IIZS 2021), October 07-08, 2021, Zrenjanin, Serbia, http://www.tfzr.uns.ac.rs/iizs/conference_agenda.php
28. Patrick Stefanescu, **DUNGAN Luisa Izabel**, *THE COMPARATIVE ANALYSIS REGARDING THE URBAN TRANSPORT TIMISOARA – LISBON THROUGH THE FASHION OF LINEAR*, XI International Conference Industrial Engineering and Environmental Protection 2021 (IIZS 2021), October 07-08, 2021, Zrenjanin, Serbia, http://www.tfzr.uns.ac.rs/iizs/conference_agenda.php
29. Potra, Sabina ; Pugna, Adrian ; Pop Madalin; **DUNGAN Luisa Izabel**, *Romanian University hybrid education system: a grounded theory approach of 1ST year students experience*, INTED2021 proceedings, 10402-10406, 2021, <https://library.iated.org/view/POTRA2021ROM>
30. Potra, Sabina ; Pop Madalin; **DUNGAN Luisa Izabel**, *The Influence of University Experiences on Student Engagement during the COVID19 Hybrid Education System*, 13TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND NEW LEARNING TECHNOLOGIES, EDULEARN21, https://re.public.polimi.it/retrieve/e0c31c11-c06a-4599-e053-1705fe0aef77/EDULEARN21_1456_compressed.pdf
31. Alexandru Dumitru Antonie, Adrian Eugen Cioablă, **DUNGAN Luisa Izabel**, *AUTOMOTIVE ERGONOMIC, THERMAL ANALYSIS OF DIFFERENT DRIVING POSITIONS*, XII International Conference -Industrial Engineering and Environmental Protection (IIZS 2022), Zrenjanin, 6 – 7th , October 2022, http://www.tfzr.uns.ac.rs/iizs/conference_agenda.php
32. **DUNGAN Luisa Izabel**, MIRCEA ADRIAN DUNGAN, ADRIAN CIOABLĂ, UNA MACETA, S, *STUDY CONCERNING CONNECTING SYSTEM BETWEEN LOCOMOTIVE BODY AND THE BOGIE AT CFR 060-EA 5100KW LOCOMOTIVE*, ICAS 2022, 10 th INTERNATIONAL CONFERENCE OF APPLIED SCIENCE,

https://www.researchgate.net/publication/361073268_ICAS_2022_BOOK_OF_ABSTRACTS

33. Bacoș Timotei Bogdan, Cioablă Adrian Eugen, **DUNGAN Luisa Izabel**, Aleksandar Djuric, *PRELIMINARY RESULTS ON ENERGETIC POTENTIAL FOR DIFFERENT TYPES OF BIOMASS BASED MATERIALS*, XIII International Conference -Industrial Engineering and Environmental Protection (IIZS 2023) Zrenjanin, Serbia, October 5-6, 2023, <http://www.tfzr.uns.ac.rs/iizs/index.php>
34. Madalina Zot, Ovidiu Maran, Mihaela Popa, Francisc Popescu, **DUNGAN Luisa Izabel**, *WATERBORNE TRANSPORT SECTOR IMPACT ON EUROPE AIR QUALITY WITH SHERPA MODEL*, XIV International Conference on Industrial Engineering and Environmental Protection IIZS 2024 Technical Faculty "Mihajlo Pupin" Zrenjanin, October 3-4, 2024, Zrenjanin, Serbia, <https://scindeks.ceon.rs/Article.aspx?artid=1820-74802401057Z>
35. Madalina Zot, Ovidiu Maran, Mihaela Popa, Francisc Popescu, **DUNGAN Luisa Izabel**, *ASSESSMENT OF WATERBORNE TRANSPORT SECTOR IMPACT ON EUROPE AIR QUALITY WITH SHERPA MODEL*, XIV International Conference on Industrial Engineering and Environmental Protection IIZS 2024 Technical Faculty "Mihajlo Pupin" Zrenjanin, October 3-4, 2024, Zrenjanin, Serbia, <https://scindeks.ceon.rs/Article.aspx?artid=1820-74802401057Z>

1.1.2.3 Cerere de Brevet de invenție

1. Titus Slavici, **DUNGAN Luisa Izabel**, Procedeu de obținere a agentului termic utilizând o centrală automatizată cu arderea completă a biomasei, Cerere Brevet A00500, 18.08.2022, Titular TITUS INDUSTRIES SRL.

1.1.2.4 Cărți publicate

Cele 12 cărți publicate, la care se adaugă cele 8 îndrumare de aplicații, sunt rezultatul activității de cercetare și a celei didactice desfășurate în cei peste 20 de ani de activitate didactică și de cercetare.

Cărțile *Sisteme si Mijloace de Transport. Analiza principalelor componente (2003)*, *Instalatii de comanda si control a circulatiei feroviare (2014)*, *Exploatare comercială în transportul feroviar (2020)*, *Infrastructura de transport (2020)*, respectiv *MANAGEMENTUL PROIECTELOR și ABORDARI PRACTICE SI EXEMPLE IN MANAGEMENTUL PROIECTELOR (2025)* reprezintă un suport important pentru studenții și inginerii din domeniul ingineriei transporturilor.

Cărțile *3D Scanning and printing, CNC Programming, Modern IT Technologies și Entrepreneurship and management (2020)* reprezintă unul din rezultatele proiectului *Through knowledge to business and smart development of Banat -KNOW TO DEVELOP*, RORS 394. În cadrul acestui proiect au fost dezvoltate 4 cursuri pentru cadre didactice, dar și pentru studenți/elevi.

Cărțile *Ghid de bune practici pentru desfășurarea practicii tehnologice (2013)*, *PROJECT MANAGEMENT BASED ON EUROPEAN FUNDING: FROM THEORY TO PRACTICE (2017)*, *Management de proiect (2025)*, *De la VIZIUNE la IMPACT: Manualul expertului în accesarea fondurilor structurale și de coeziune pentru proiecte de succes (2025)* reprezintă rezultatul activității de scriere și implementare proiecte cu fonduri europene dedicate în special studenților.

Cele două cărți (aplicații): *Optimizări ale traseului educațional și ale formării profesionale (2020)*, respectiv *Counseling guide (2020)* reprezintă un suport important pentru studenți în ceea ce privește adaptarea lor în mediul universitar, dezvoltarea personală și pregătirea pentru piața muncii, ambele fiind rezultatul activității de scriere și implementare proiecte cu fonduri europene dedicate în special studenților.

În afara cărților editate, pe platforma Campus virtual (<https://cv.upt.ro>) a Universității Politehnica Timișoara se mai găsesc cărți în format electronic, care reprezintă suporturi de curs la unele dintre disciplinele predate, din care amintesc doar 3:

1. **DUNGAN Luisa Izabel**, Exploatare comercială, Ebook, 2020, Campus virtual UPT: <https://cv.upt.ro/course/view.php?id=3936>.
2. **DUNGAN Luisa Izabel**, Analize economice în transporturi, Ebook, 2022, Campus virtual UPT: <https://cv.upt.ro/course/view.php?id=2789>
3. **DUNGAN Luisa Izabel**, Infrastructura de transport, Ebook, 2017, Campus virtual UPT: <https://cv.upt.ro/course/view.php?id=3378>

1.1.3 Citări

Consider că multe dintre contribuțiile mele științifice, care se găsesc pe diferite platforme online, sunt relevante și au adus o valoare adăugată cunoașterii.

Majoritatea articolelor de referință sunt citate în diverse reviste de către cercetători atât din România, cât și din străinătate, așa cum se poate observa în imaginile următoare.

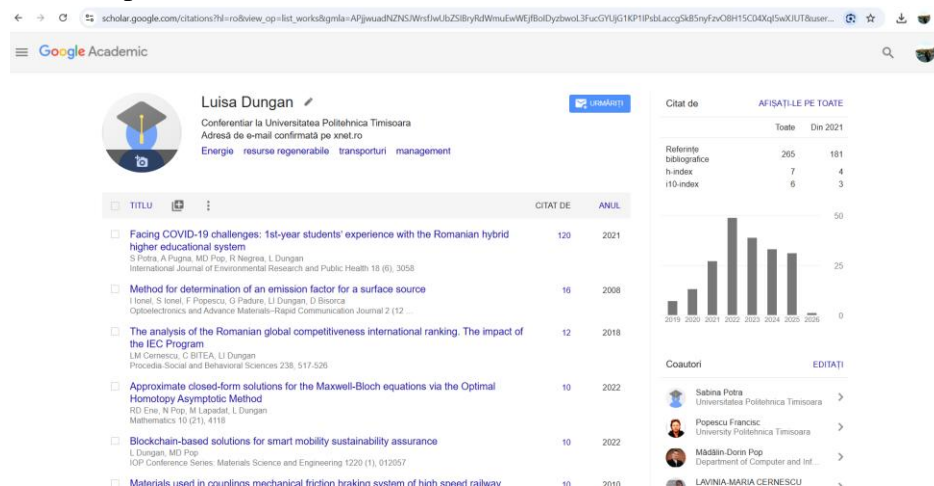
ORCID: 0000-0001-6114-492X

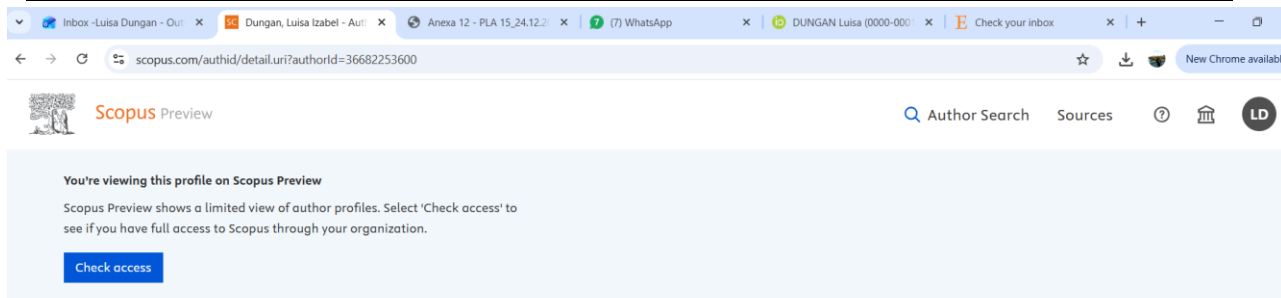
Web of Science Researcher ID: 401138

SCOPUS Author ID: 36682253600

Google Scholar ID: KG5YpUgAAAAJ, H-Index: 7, I-Index: 6

BrainMap UEFISCDI ID: U-1700-034W-6206





Dungan, Luisa Izabel

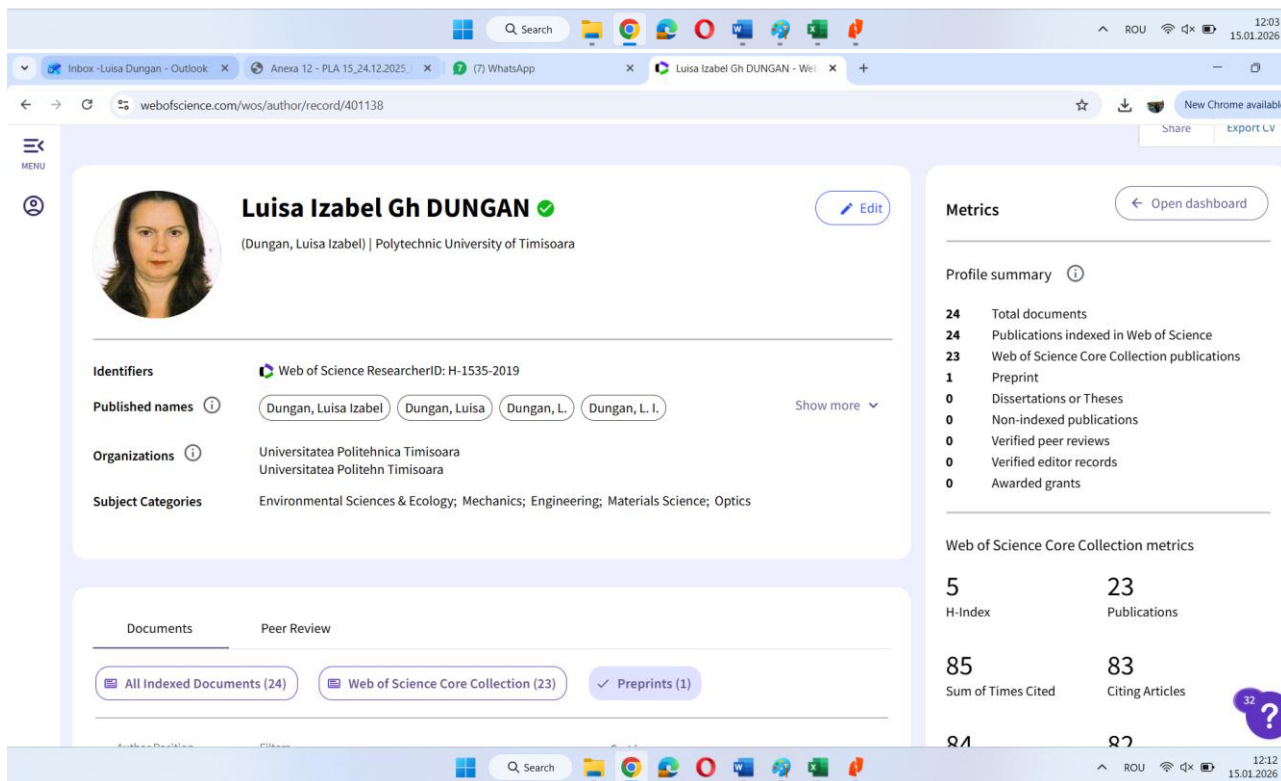
Universitatea Politehnica Timisoara, Timisoara • Scopus ID: 36682253600 • 0000-0001-6114-492X

94 Citations by 93 documents 20 Documents 5 h-index

Edit profile More

Documents (20) Impact Cited by (93) Preprints (0) Co-authors (37) Topics Awarded grants (0)

2 of 20 documents Limited access



1.1.4 Proiecte de cercetare

Cercetarea științifică desfășurată după încadrarea mea ca și titular (2000) s-a efectuat în cadrul a numeroase proiecte/granturi de cercetare sau proiecte realizate cu industria (cu companii naționale), proiecte naționale sau internaționale, la care am fost director de proiect sau membru în echipa proiectului. În tabelul 2 sunt prezentate sintetic proiectele de cercetare, respectiv cele cu industria, iar în subcapitolele următoare, este prezentată lista proiectelor în care am fost implicată. Cercetarea s-a efectuat în cadrul universității, la început în cadrul CENTRULUI DE CERCETARE PENTRU MASINI SI ECHIPAMENTE TERMICE, TRANSPORTURI SI COMBATEREA POLUARI,

<http://mettcp.mec.upt.ro/> , acreditat cu certificatul Nr.14/12.11.2006, apoi acreditat intern (2011), apoi în cadrul laboratorului LACIEDIN acreditat RENAR, apoi în cadrul ICER. Începând cu anul 2012-2013 am colaborat și cu Universitatea, respectiv fundația Ioan Slavici la scrierea și implementarea de proiecte cu fonduri europene.

Tabelul 2. Proiecte/granturi de cercetare și contracte cu industria realizate în perioada 2009-2025

Proiecte/granturi de cercetare și contracte cu industria	Nr.	Valoare totală (minimă) proiecte [Euro]
A. Proiecte/granturi de cercetare	30	5703308,59
<i>a1) Coordonator</i>	5	1061138,65
<i>a1.1) proiecte/granturi internaționale</i>	1	97579,65
<i>a1.2) proiecte/granturi naționale</i>	4	963559
<i>a2) Membru în echipa de cercetare</i>	25	4742170,94
<i>a2.1) proiecte/granturi internaționale</i>	7	1676973,94
<i>a2.2) proiecte/granturi naționale</i>	18	3065197
B. Proiecte cu industria	20	64665,2
<i>b1) Coordonator</i>	4	24877
<i>b1.1) proiecte internaționale</i>	0	0
<i>b1.2) proiecte naționale</i>	4	24877
<i>b2) Membru în echipa de proiect</i>	16	39798,2
<i>b2.1) proiecte internaționale</i>	0	0
<i>b2.2) proiecte naționale</i>	16	39798,2

1.1.4.1 Coordonator proiecte/granturi de cercetare

a1.1) Proiecte/granturi internaționale

1. *Through knowledge to business and smart development of Banat -KNOW TO DEVELOP*, RORS 394, Valoare UPT **95004** EURO, Perioada: **2019-2020**, (Dir. **DUNGAN Luisa Izabel (scriere și implementare)**), Popescu Francisc, Lavinia Mihali, Cioablă Adrian, Vilceanu Beatrice, Cosma Cristian, Ionel Muscalagiu, Tucu Dumitru etc)

a1.2) proiecte/granturi naționale

1. *Centru de învățare în științe inginerești-CISI*, ROSE 105/2018, Perioada: 2018-2021, Valoare EURO (Dir. **DUNGAN Luisa Izabel (scriere și implementare)**), Mugur Dragomir, Sabina Potra, Vida Mihaela, Vilceanu Beatrice, etc)
2. *Construiește-ți viitorul prin stagii de practică! – CONPrACT*, POCU/90/6.13/6.14/107330/2018, Perioada: **2019-2021**, Valoare UPT **179161** EURO (Dir. **DUNGAN Luisa Izabel (scriere și implementare)**), Vetreș Ion, Popescu Francisc, Lavinia Mihali, Vilceanu Beatrice, etc)
3. *Parteneriat dezvoltat pentru CONSilierea și PRACTIca Studenților în vederea creșterii angajabilității lor – CONPrACTIS*, POSDRU/189/2.1/G/156607/2015, Perioada: **2015**, Valoare UPT **118241** EURO (Dir. **DUNGAN Luisa Izabel (scriere și implementare)**), Vetreș Ion, Popescu Francisc, Lavinia Mihali, Ursu-Neamț Gabriel, etc)

4. *Formează-ti viitorul prin stagii de practica! – FormPract*, PEO, ID 310062, Perioada: 2024-2026, Valoare UPT **490338 EURO** (Dir. **DUNGAN Luisa Izabel (scriere și implementare)**, Popescu Francisc, Cioabla Adrian, Herban Sorin, Popa Mihaela, Dan Mircea Laurentiu, Albulescu Claudiu, etc).

1.1.4.2 Membru în echipa de cercetare

a2.1) Proiecte/granturi internaționale

1. *Digital U2 – Design yoUr fUTURE career in challenging times*, RORS00106/2025, Perioada: 2024-2026, Valoare UPT **336.054,60 Euro** (Dir. **Sabina POTRA**; Lavinia Maria ILOIE, **DUNGAN Luisa Izabel**, ALBULESCU Claudiu, etc).
2. *Academic Environmental Protection Studies on surface water quality in significant cross-border nature reservations Djerdap / Iron Gate national park and Carska Bara special nature reserve, with population awareness raising workshops -AEPS*, RORS462/2019, Perioada: **2019-2021**, Valoare UPT **272704 Euro** (Dir. **Ion Laza**; Popescu Francisc **DUNGAN Luisa Izabel**, Adrian Cioablă, etc).
3. *Automatic harvesting system for SRC nursiers-RodPicker*, FP7-SME-2012-315416/2012, Valoare UPT **263879 Euro** (Dir. **Ioana Ionel**; Popescu Francisc, **DUNGAN Luisa Izabel (scriere și implementare)**, Adrian Cioablă, Tucu Dumitru, etc).
4. *Contribution To Sustainable Development bY Assessing The Transboundary Air Pollution Upon The Cultural & Turistical Heritage in HU-RO Border*, HURO/1001/139/1.3.4/2011, Perioada: **2011-2013**, Valoare UPT **50.000 Euro** (Dir. **Ioana Ionel**; Popescu, F., Oprisa, P.D., **DUNGAN Luisa Izabel**, Trif, G., Lontis, N., Cebrucean, V., Calin, L., Vetres, I., Petru Negrea, Ungureanu, C., Cioabla, A., Brateanu, G., Lelea, D., Laza, I.,
5. *Promotion of short rotation coppice for district heating systems in Eastern Europe - BIO-HEAT*, IEE/09/890/SI2.558326/2010, Perioada: **2011-2013**, Valoarea UPT **115500 Euro**, (Dir. **Ioana Ionel**; Tucu D., Popescu Francisc, **DUNGAN Luisa Izabel**, V.Stoica, Trif-Tordai Gavrilă D. Lelea).
6. *Romanian Atmospheric Research 3D Observatory*, STVES - 2008/115266/2008, Perioada: **2008-2011**, Valoare UPT **374280 Euro** (Dir. **Ioana Ionel**; Popescu, F., **DUNGAN Luisa Izabel**, Calin, L., Cebrucean, V., Lontis, N., Trif, G., Cioabla, A., Vetres, I., Ionel, C., Marchis, I., Vasilescu, M., Gubencu, D.).
7. *Sustainable development for Banat region by means of education and scinetific research&development in transbondary air quality*, MIS-ETC code-385, 84504/07.12.2010/2010, Perioada: **2010-2012**, Valoare UPT **203162 Euro** (Dir. **Ioana Ionel**; Lelea D., Popescu F., **DUNGAN Luisa Izabel**, Lontis N., Padure G., Brateanu G., Trif G.).

a2.2) Proiecte/granturi naționale

1. *Resurse umane competitive pentru adaptarea la SNCDI în regiunea Vest - Îmbunătățirea nivelului de cunoștințe/competențe/aptitudini aferente sectoarelor economice/domeniilor identificate conform SNC și SNCDI ale angajaților*, POCU 464/3/12/127684/2019, Perioada **2020-2021**, Valoare UPT **148261 Euro** (Dir. **Nicolae CRAINIC**; **DUNGAN Luisa Izabel**, Dumitru Tucu, Vasile Ruset, Adrian Dume, ș.a.).
2. *Asigură-ți Viitorul prin Educație și Antreprenoriat – AVEA*, Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin Programul Operațional Capital Uman 2014-2020 Axa prioritară 6 - Educație și competențe Perioada **2019-2021**, POCU/379/6/21/6.7/6.9/6-10/123900/, Valoare UPT **1.626.435 Euro** (Dir. **Herban Sorin**; **DUNGAN Luisa Izabel (scrierea și implementarea proiectului)**,

Tulcan Aurel, Stanciu Loredana, Dumitrel Alina, Mățiu-Iovan Liliana, Grecea Carmen, Socalici Ana, Tămășilă Matei, Mușuroi Sorin, Dejica Daniel, Grecea Daniel ș.a.).

3. *Dezvoltarea unui accelerator de afaceri studențesc în cadrul societății antreprenoriale studențești din Universitatea Politehnica Timișoara (DAAS SAS-UPT), CNFIS-FDI_2018-0533, Perioada: 2018, Valoare UPT 28.365 Euro (Dir. Tulcan Aurel; Drăgan Florin, Tulcan Liliana, Turc Cristian, Dume Adrian, Cosma Cristian, Ștef Dorian, DUNGAN Luisa Izabel, Macarie Isabela, Nagy Gabriela, Birtea Adina).*

4. *Incubarea unei societăți antreprenoriale studențești în cadrul Universității Politehnica Timișoara, CNFIS-FDI-2017-0310/2017, Perioada: 2017, Valoare UPT 36667 Euro (Dir. Drăgan Florin, DUNGAN Luisa Izabel, Tulcan Aurel, Macarie Isabela, Nagy Gabriela, Birtea Adina, ș.a).*

5. *Activități destinate Prevenirii, Reducerii Abandonului universitar și creșterii rezultatelor educaționale pentru studenții Facultății de Mecanică din cadrul Universității Politehnica Timișoara, ROSE 61/SGU/NC/I/24.11.2017, Perioada: 2017-2020, Valoare UPT 29628 Euro (Dir. Mihaiela HERMAN, DUNGAN Luisa Izabel (scriere și implementare), Tulcan Liliana, Dan Stepan, Felicia Banciu, Macarie Isabela, Nagy Gabriela, Birtea Adina, ș.a).*

6. *ACTIV pe Piata Muncii: Abilitati si Competente Tehnice pentru Integrare si Valorificare pe Piata Muncii, POSDRU/125/5.1/5/125723, Perioada: 2014-2015, Valoare UPT 154349 Euro (Dir. BORDEAȘU Ilare, DUNGAN Luisa Izabel, Simona Filipaș, Macarie Isabela, Nagy Gabriela, Birtea Adina, ș.a)*

7. *Inginerie de Mentenanță pentru ELI-NP, POSDRU/156/1.2/G/142253, Perioada: 2014-2015, Valoare UPT 7220 Euro (Dir. Ioana IONEL, DUNGAN Luisa Izabel, Simona Filipaș, Dan Stepan)*

8. *Cresterea atractivitatii si performantei programelor de formare doctorale si postdoctorale pentru cercetatori in stiintele ingineresti – ATTRACTING, Perioada: 2014-2015, Valoare UPT 367613 EURO (Dir. Andreescu Gh, Ionel I, Susan Resiga R, Lelea D, Vasii R, Vaszilcin N, Bucos C, Mocuta G, Miclea F, Cretu V, Davidescu C, Dubina D, Peter F, Faur N, Grozescu I, Holban S, Pode R, Isar A, Kilyeni S, Lazau I, Marsavina L, Muntean N, Vasii R, Nafornta M, Preitl S, Serban V, Mitelea I, Ionel I, DUNGAN Luisa Izabel, ș.a)*

9. *Parteneriat regional si euro-regional pentru tranzitia spre piata muncii prin consiliere pentru cariera si stagii de practica la angajator - PRACTICOR ® EURO-REGIO, Perioada: 2014-2015, Valoare UPT 22721 EURO (Dir. Ioana IONEL, DUNGAN Luisa Izabel (scrierea proiectului), ș.a)*

10. *Novel Tool for Urban Air Quality Monitoring - AIRQ, PN II ID - JRP-2011-1 5 RO-FR 2012, Perioada: 2012-2014, Valoare UPT 149296 EURO (Dir. Ioana IONEL, DUNGAN Luisa Izabel, ș.a)*

11. *Retea Nationala de formare CONTinua a CadreLOR Didactice din Invatamantul Preuniversitar Profesional si Tehnic - CONCORD, POSDRU/87/1,3/S/613976, Perioada: 2011-2014, Valoare UPT 118802 EURO (Dir. Ioana IONEL, DUNGAN Luisa Izabel, ș.a)*

12. *Retea transnationala educationala privind orientarea si practica pentru cariera, corelate cu piata muncii, in societatea cunoasterii - PRACTICOR, POSDRU/90/2.1/S/48816, Perioada: 2010-2013, Valoare 395478 EURO (Dir. Ioana IONEL, DUNGAN Luisa Izabel (scrierea și implementarea proiectului), ș.a)*

13. *EPOC - Energie pentru un oras curat, PNCD II 22131/2009, Perioada: 2009-2011, Valoare UPT 164444 EURO (Dir. Ioana IONEL, DUNGAN Luisa Izabel, ș.a)*

14. Sisteme electrice optimizate energetic pentru transportul terestru utilizând baterii și superconductori - TRANS-SUPERCAP, PN II D2-1-018/21.09.07, Perioada: **2007-2009**, Valoare UPT **80000** EURO (Dir. **Dumitru IANCULUI, DUNGAN Luisa Izabel**, ș.a)
15. *EmSHIPs – Cercetări privind sistemele de control și evaluare a nivelului de emisii în transportul naval*, CEEEX 108/2008, Perioada: **2008-2011**, Valoare UPT **16222** EURO (Dir. **Ioana IONEL, Gelu Pădure, Luisa Izabel DUNGAN**, ș.a)
16. *TOP – Teledetecția optică în studiul integrat al poluării din stratul limită planetar urban*, CEEEX 734/2008, Perioada: **2008-2011**, Valoare UPT **77777** EURO (Dir. **Ioana IONEL, Popescu Francisc DUNGAN Luisa Izabel**, ș.a)
17. *OVAPED – Optimizarea valorificării potențialului energetic al deșeurilor pentru obținerea energiei curate în instalații industriale românești*, CEEEX 282/2008, Perioada: **2008-2011**, Valoare UPT **333311** EURO (Dir. **Ioana IONEL, DUNGAN Luisa Izabel, Popescu Francisc**, ș.a)
18. *Reteaua romana de sisteme LIDAR - ROLINET*, PN II 31-002/2008, Perioada: **2008-2010**, Valoare UPT **71112** EURO (Dir. **Ioana IONEL, DUNGAN Luisa Izabel**, ș.a)

1.1.4.3. Coordonator proiecte cu industria

b1.2) proiecte naționale

1. *Contract servicii dezvoltare experimentală*, BC.17./24.03.2023, Perioada 2023, Valoarea **10377** Euro, (Dir. **DUNGAN Luisa Izabel, Popescu Francisc, Mihali Lavinia, Ramon Balogh**), Beneficiar: SC NATTIVE-SENZ SRL
2. *Contract consultanță în domeniul inovării*, BC97/22.11.2022, Perioada 2022-2023, Valoarea **2644** Euro, (Dir. **DUNGAN Luisa Izabel, Mihali Lavinia**), Beneficiar: SC Titus SRL
3. *Organizarea de cursuri în cadrul Școlii de Vară "ZAPĂM ZOPPAS"*, CEP 57/11.07.2022 și Act Adițional nr. 1/15.07.2022, Perioada: **2022**, Valoare **11084** EURO (Dir. **DUNGAN Luisa Izabel, CRAINIC Nicolae, DUME Adrian, POP Cristian, MUTIU Mihai**), Beneficiar ZOPPAS Industries SRL
4. *Măsurători termotehnice reprezentative de emisii-la instalația de mixturi asfaltice și imisii în incinta unității (ALSET)*, BC101/2014, Perioada: **2014**, Valoare **816** EURO (Dir. **DUNGAN Luisa Izabel, Vetreș Ion, Ramon Balogh, etc**), Beneficiar: ALSET SRL

1.1.4.4. Membru în echipa de proiect cu industria

b2.2) proiecte naționale

1. *Contract servicii cercetare experimentală*, BC 09/06.03.2023, Perioada 2023, Valoarea **9877** Euro, (Dir. **Sabina POTRA, Luisa Izabel DUN DUNGAN Luisa Izabel GAN, Mihali Lavinia**), Beneficiar: SC NATTIVE-SENZ SRL
2. *Pollution measurement services*, 115/CCIAT/1/2011), Valoare **12422** EURO (Dir. **Ioana IONEL, DUNGAN Luisa Izabel, ș.a**), Beneficiar: CCIAT
3. *Cercetari privind concentratia de emisii solide si gazoase la cosul de evacuare al instalatiei de uscare*, CT 124/2010, Valoare **177** EURO (Dir. **Ionel Ioana, Popescu Francisc, DUNGAN Luisa Izabel, Lontis Nicolae**), Beneficiar: SC Tehnotab-RO SRL,
4. *Cercetari privind concentratia de emisii solide si gazoase la cosul de evacuare al uscatorului de nisip*, CT 113/2010, Valoare **1129** EURO (Dir. **Ionel Ioana, Popescu Francisc, DUNGAN Luisa Izabel, Lontis Nicolae**), Beneficiar: SC Ital-Kol SRL,

5. *Cercetari privind evaluarea nivelului de concentratii de noxe solide si gazoase la cele 2 cazane ale centralei termice*, CT 83/2010, Valoare **292** EURO (Dir. Ionel Ioana, Popescu Francisc, **DUNGAN Luisa Izabel**, Lontis Nicolae), Beneficiar: C BOS Automotive Products Romania SRL,
6. *Cercetări privind emisiile poluante de la cuptoarele unității racordate la un coș de fum*, CT 102/2010, Valoare **610** EURO (Dir. Ionel Ioana, Popescu Francisc, **DUNGAN Luisa Izabel**, Lontis Nicolae), Beneficiar: SC Agrom Ro SRL,
7. *Cercetari privind emisiile poluante colectate de evacuate din hala de productie*, CT 110/2010, Valoare **331** EURO (Dir. Ionel Ioana, Popescu Francisc, **DUNGAN Luisa Izabel**, Lontis Nicolae), Beneficiar: SC Agrom Ro SRL,
8. *Cercetare privind concentratiile de emisii de COV si pulberi la 5 cosuri cu exhaustare naturala*, CT 111/2010, Valoare **1184** EURO (Dir. Ionel Ioana, Popescu Francisc, **DUNGAN Luisa Izabel**, Lontis Nicolae), Beneficiar: SC Continental Automotive Products SRL,
9. *Cercetari privind emisii de pulberi la patru cosuri de evacuare*, CT 112/2010, Valoare **604** EURO (Dir. Ionel Ioana, Popescu Francisc, **DUNGAN Luisa Izabel**, Lontis Nicolae), Beneficiar: SC Berg Banat SRL,
10. *Cercetari privind concentrațiile de noxe solide și gazoase emise de CAF4 și CAF5*, CT 117/2010, Valoare **710** EURO (Dir. Ionel Ioana, Popescu Francisc, **DUNGAN Luisa Izabel**, Lontis Nicolae), Beneficiar: SC CET Hidrocarburi SA Arad,
11. *Evaluarea concentrațiilor de PM10 pe perioada a 7 zile in zone indicate de beneficiar*, CT 44/2010, Valoare **219** EURO (Dir. Ionel Ioana, Popescu Francisc, **DUNGAN Luisa Izabel**, Lontis Nicolae), Beneficiar: SC Continental Automotive Products SRL
12. *Masuratori termotehnice reprezentative de emisii - la instalatia de mixturi asfaltice - si emisii in incinta unitatii*, CT 57/2010, Valoare **714** EURO, Dir. Ionel Ioana, Popescu Francisc, **DUNGAN Luisa Izabel**, Lontis Nicolae), Beneficiar: SC Drumuri Municipale Timisoara SRL,
13. *Masuratori termotehnice reprezentative de emisii - la cazanul de apa fierbinte*, CT 78/2010, Valoare **357** EURO, Dir. Ionel Ioana, Popescu Francisc, **DUNGAN Luisa Izabel**, Lontis Nicolae), Beneficiar: SCCarpat Sticks SRL,
14. *Cercetari complexe privind determinarea emisiilor de COV conform HG 699/2003*, CT 133/2010, Valoare **213** EURO (Dir. Ionel Ioana, Popescu Francisc, **DUNGAN Luisa Izabel**, Lontis Nicolae), Beneficiar: SC Contitech Romania SRL
15. *Cercetari complexe privind determinarile determinarea emisiilor de poluanti gazosi si solizi*, CT 134/2010), Valoare **2077** EURO (Dir. Ionel Ioana, Popescu Francisc, **DUNGAN Luisa Izabel**, Lontis Nicolae), Beneficiar: SC Continental Automotive Product srl
16. *Masuratori si calcule termice pentru intosmirea bilantului termic la trei centrale termice de termoficare situate in orasul Sannicolaul Mare, functionand pe gaz natural de sonda, etc.*, CT 179/2008, Valoare **2664** EURO (Dir. Ionel Ioana, Popescu Francisc, **DUNGAN Luisa Izabel**, Lontis Nicolae), Beneficiar: SC GOSAN SRL.

1.2 Realizări academice

1.2.1 Activitatea didactică

Activitatea didactică am început-o în anul școlar 1992 (la terminarea primei specializări), prin efectuarea de ore de fizică, matematică și informatică, ca și profesor suplinitor, la Școla Generală 27 din Timișoara.

Preocuparea mea pentru activitatea educativă a existat încă din facultate (prima specializare), perioadă în care am urmat și absolvit cursurile modulului pedagogic. În anul 1999, la terminarea celei de a doua specializări, am devenit doctorand cu frecvență la Universitatea Politehnică Timișoara, Facultatea de Mecanică, Departamentul de Mecatronică, iar activitatea am desfășurat-o în catedra de Material rulant de cale ferată (contract de muncă 1349/01.12.1999). În primul an, pentru a aprofunda cunoștințele teoretice în domeniul de vehicule feroviare am participat la cursurile predate studenților, am realizat studiu individual și am desfășurat orele de aplicații. În următorul an am participat la cursurile specializării ISCF (Ingineria sistemelor de circulație feroviară) susținute de cadrele didactice asociate deoarece urma să desfășor activitatea practică cu studenții aferenți acestor cursuri (aplicații).

Activitatea didactică în cadrul Facultății de Mecanică am început-o în anul universitar 1999/2000 (ca și doctorand) prin efectuarea de ore de laborator/proiect la disciplinele:

- **Locomotive și automotoare cu motoare termice** (disciplină prevăzută în programa analitică a anului IV și V, specializarea MRCF, care apoi s-a transformat în VTF);
- **Cercetarea experimentală a vehiculelor feroviare** (disciplină prevăzută în programa analitică anul V de la specializarea MRCF/ VTF);
- **Transport feroviar** (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea Educație Tehnologică – cu cadre didactice din învățământul preuniversitar);

De-a lungul anilor am efectuat ore de predare, respectiv aplicații și la disciplinele:

- **Instalații de comandă și control a circulației feroviare** (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea ISCF/ ITT);
- **Infrastructura de transport** (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea ISCF/ ITT);
- **Mașini și instalații de manipulare a mărfurilor** (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea ISCF/ ITT);
- **Tehnica circulației** (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea ISCF/ ITT);
- **Construcția și exploatarea vagoanelor** (disciplină prevăzută în programa analitică a anului III, specializarea MRCF);
- **Tehnologia de fabricare și reparare a materialului rulant** (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea MRCF/ VTF);
- **Sisteme și mijloace de transport** (disciplină prevăzută în programa analitică la anul III, din domeniile Inginerie Mecanică și Ingineria transporturilor);
- **Exploatare comercială marfă și călători** (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea ISCF/ ITT);

- **Bazele activității stațiilor de cale ferată** (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea ISCF/ITT);
- **Aerodinamică** (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea SFM);
- **Tehnologia activității stațiilor de cale ferată** (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea ITT);
- **Tehnologia de fabricare și reparare a materialului rulant** (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea MRCF/ VTF).
- **Mașini și instalații de manipulare în terminale de transport** (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea ISCF/ ITT);
- **Locomotive și automotoare cu motoare termice I și II** (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea MRCF/ VTF);
- **Analiză economică în transporturi** (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea ITT);
- **Exploatarea sistemelor de transport** (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea ITT),
- **Planificarea rețelilor de transport** (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea ITT),
- **Proiectarea avansată a sistemelor de transport rutier I și II** (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea de master TATR).

În **octombrie 2001** am ocupat prin concurs postul de **asistent universitar** suplinitor (decizia nr. 652/112/C din 08.10.2001) la catedra de MRCF, din cadrul Facultății de Mecanică, iar din **01.10.2002** am devenit asistent titular (decizia nr. 524/112/C din 01.10.2002).

Începând cu anul **2001** am făcut parte din echipa de realizare și implementare a numeroase contracte de cercetare atât *naționale* (peste 20 din care amintesc: CEEEX 43/2005 cu titlul „Dezvoltarea de tehnologii curate de producere a energiei pe baza de carbune- TECEBAC”, PN II 31-002 cu titlul” Reteaua romana de sisteme LIDAR – ROLINET”, CEEEX 108/2008 cu titlul „EmSHIPS – Cercetări privind sistemele de control și evaluare a nivelului de emisii în transportul navale”, PN II, D2-1-018/21.09.07 cu titlul „Sisteme electrice optimizate energetic pentru transportul terestru utilizând baterii și superconductori - TRANS-SUPERCAP etc) cât și *internaționale* (peste 10 din care amintesc: CT/ 2005/ 012566 cu titlul: ”Energy optimisation in European greenhouses – GREENENERGY”, CT2006/SES6-CT-020007 cu titlul: ”Network of biomass cofiring-NETBIOCOF”, STVES - 2008/115266 cu titlul: ” Romanian Atmospheric Research 3D Observatory-RADO”, BC8/2011 cu titlul: ” Promotion of short rotation coppice for district heating systems in Eastern Europe - BIO-HEAT”, HURO/1001/139/1.3.4 cu titlul: „Contribution To Sustainable Development bY Assessing The Transboundary Air Pollution Upon The Cultural & Turistical Heritage in HU-RO Border” etc).

În **anul 2008** am susținut **teza de doctorat**, iar activitatea desfășurată în cadrul tezei de doctorat a completat pregătirea didactică prin aprofundarea cunoștințelor de măsurare, modelare și simulare numerică.

În **februarie 2009** am ocupat prin concurs postul de **șef de lucrări** (decizia nr.56/112/C din 12.02.2009) la departamentul MMUT, din cadrul Facultății de Mecanică, unde am predat cursuri și am condus activități practice la următoarele discipline:

- *Tehnologia de fabricare și reparare a materialului rulant* (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea MRCF/ VTF).

- *Tehnologia activității stațiilor de cale ferată* (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea ISCF/ ITT);
- *Mașini și instalații de manipulare în terminale de transport* (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea ISCF/ ITT);
- *Locomotive și automotoare cu motoare termice II* (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea MRCF/ VTF).

Începând cu anul universitar **2010/2011** am **preluat disciplina de Infrastructura de transport** (2 ore curs + 1,5 ore laborator), prevăzută în programa analitică a studenților din anul III, domeniul Ingineria Transporturilor. Am pregătit acest curs și în engleză, iar în anul 2016 am avut primul student Erasmus.

În **septembrie 2020** am ocupat prin concurs postul de **conferențiar** (decizia nr.1616/112/C din 18.09.2020) la departamentul MMUT, din cadrul Facultății de Mecanică, unde am predat cursuri și am condus activități practice la următoarele discipline:

- *INFRASTRUCTURA DE TRANSPORT* (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea ITT);
- *EXPLOATARE COMERCIALĂ* (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea ITT);
- *INSTALAȚII DE COMANDĂ ȘI CONTROL A CIRCULAȚIEI* (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea ITT).

În septembrie 2021 am preluat și disciplina:

- **Analiză economică în transporturi** (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea ITT).

În septembrie 2025 am preluat și disciplinele:

- **Planificarea rețelelor de transport** (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea ITT),
- **Proiectarea avansată a sistemelor de transport rutier I și II** (disciplină prevăzută în programa analitică de la specializarea de master TATR).

Legat de **partea aplicativă de laborator** am actualizat conținutul unor lucrări de laborator existente, am realizat lucrări de laborator noi și standuri noi de laborator, respectiv laboratoare noi.

Lucrările de laborator aferente disciplinelor *Tehnologia activității stațiilor de cale ferată și Instalații de comandă, control și tehnica circulației* se realizează în prezent în cadrul **laboratorului LAMT** situat în clădirea facultății din bulevardul M.Viteazu, nr. 1. Diorama din acest laborator a fost proiectată și realizată în perioada 2012-2014 de colectivul din care fac parte, printr-un proiect câștigat la nivel de UPT, dar și din fonduri proprii. Cu acel prilej, pe lângă vechile lucrări de laborator, au fost introduse altele noi, în acord cu specificul specializării ITT în a cărui plan de învățământ au fost incluse. În viitor doresc să continui această dioramă și pentru transportul rutier, reușind astfel să realizez o serie de aplicații practice pentru transportul multimodal.

De asemenea, în anul universitar 2020, am amenajat complet **laboratorul de aplicații software** (sala M301), cu 20 de stații de lucru performante (PC), proiector și ecran electric (proiect POSDRU 156607, POCU 107330), soft VCAD și CONCEPT DRAW, iar în 2025 calculatoarele au fost înlocuite prin proiectul PEO 310062, în care se desfășoară activitățile practice aferente disciplinelor *de la licență și de la master*.

Tot în 2020 am amenajat un **laborator** complet nou de **Scanare și printare 3D** (sala N307) cu fonduri din programul de cooperare transfrontalieră România-Serbia, fiind complet echipat cu stații de lucru performante (10 PC), 3 imprimante 3 D precum și cu două scanere 3D (unul fix și altul mobil), iar în 2025, prin proiectul Smart_UPT (ADR) am dotat cu o imprimanta 3D cu 5 fire. Sala a fost dotată tot prin acest proiect cu mobilier nou, imprimantă multifuncțională, ecran și videoprojector și a fost renovată și dotată cu aer condiționat prin proiectul POCU 123900. Pentru acest laborator am realizat și tipărit un material didactic în 3 limbi (engleza, română și sârbă). În 2025, printr-o colaborare, s-a dotat sala cu un simulator pentru simularea conducerii în diferite situații și cu senzori CAPTIV. În acest laborator se vor desfășura în special aplicații practice cu studenții din anii terminali, dar și de la master.

Prin proiectul ROSE 105 s-a finalizat și **laboratorul Transportul și Mediul**, în cadrul departamentului MMUT, dotat cu echipamente necesare lucrărilor practice (laborator și cercetare):

- Sonometru;
- Instrument pentru diagnostic funcționare autovehicule,
- Gazoanalizoare,
- Instrument investigare PM-uri,
- Analizoare sol,
- Analizoare apă.

În ceea ce privește **practica studenților**, în perioada **2000-prezent** am participat la coordonarea practicii tehnologice a studenților din anul III ai Facultății de Mecanică, specializările coordonate de colectivul din care fac parte, practică efectuată la diverse unități din județul Timiș și Arad, dar și la Depoul Palace din Constanța, respectiv CAROMET în Caransebeș (începând cu anul 2000), dar și la practicii de domeniu (anul II ITT), respectiv practica de cercetare la master (an II SFM).

Realizând cât de importantă este activitatea practică în mediul economic pentru viitorii absolvenți, din 2010 am depus și am implementat granturi (POSDRU: 2010-PRACTICOR, 2014-PRACTICOR EUROREGIO, 2015-CONPRACTIS și POCU: 2018-CONPRACT, 2019-AVEA, respectiv PEO 2023-FormPract – proiect în implementare) care dau posibilitatea studenților din anul II, III și master din universitatea noastră să facă practica la potențialii angajatori. Prin aceste granturi s-a urmărit și dezvoltarea de abilități și competențe transversale fără de care absolvenții noștri nu se pot descurca pe piața muncii.

De-a lungul timpului, observând că studenții vin la facultate cu un bagaj de cunoștințe tehnice redus, dar cu dorința de a deveni ingineri, dar și antreprenori, împreună cu colegii, am depus și implementat granturi și pentru cadrele didactice, astfel încât acestea să fie pregătite pentru a îndruma viitorii ingineri/antreprenori (POSDRU în 2011-CONCORD, POCU 2019-AVEA, IPA 2019-KNOW TO DEVELOP).

Pe lângă implementarea acestor proiecte, în anul 2019 am înființat un **program postuniversitar** de Antreprenoriat de care au beneficiat 81 de cadre didactice, în 2020 am acreditat ANC un **curs de perfecționare pentru studenți**: Designer pagini web, în 2022 un alt curs: Competențe antreprenoriale, iar în 2025 două cursuri (studii superioare): Manager proiect și Expert accesare fonduri structurale și de coeziune, la care au participat peste 100 persoane.

În anul 2017 s-a primit finanțare pentru proiectul CNFIS-FDI-2017-0310” *Incubarea unei societăți antreprenoriale studențești în cadrul Universității Politehnica Timișoara*”, având ca obiectiv general: asigurarea unui cadru adecvat pentru dezvoltarea unor afaceri de către studenții și absolvenții

universității. În cadrul acestui proiect am organizat mai multe evenimente dedicate antreprenoriatului în cadrul UPT și am amenajat **un spațiu în Facultatea de Mecanică (M307)**, dotat cu mobilier și tehnică de calcul și de videoconferințe dedicat studenților pentru dezvoltarea de startup-uri. Acest proiect a fost continuat în 2018, reușindu-se amenajarea a încă unui spațiu în facultatea de Mecanică.

Tot pentru a veni în întâmpinarea dorințelor studenților, dar și pentru a putea implementa cu succes proiectele de cercetare, **am absolvit în 2014** și specializarea Contabilitate informatică și de gestiune, având ca temă de licență scrierea unui proiect de tip POSDRU adresat studenților și tot de atunci am pregătit un **curs facultativ** de Manager de proiect pentru studenții din anul III de la specializarea Ingineria transportului și a traficului prin care am încercat să îi ajut să dobândească competențe antreprenoriale.

Prin proiectul POCU (AVEA), s-au introdus în planul de învățământ **cursuri facultative** în domeniul antreprenoriatului (în anul III, sem II, cursul de Bazele Antreprenoriatului, iar în anul IV, ambele semestre, la alegere, alte cursuri dedicate antreprenoriatului: Antreprenoriat creativ, Antreprenoriat digital, Antreprenoriat inovativ și Eco-antreprenoriat).

În anul 2018 s-a primit finanțare pentru proiectul *Centru de învățare în științe inginerești-CISI*, ROSE 105/2018, având ca obiectiv general asigurarea unui cadru adecvat pentru pregătirea studenților din primul an pentru scăderea ratei de abandon și adaptarea acestora la mediul universitar.

În decursul experienței mele în domeniul didactic, am fost implicată în **activități de tutoriat** cu studenții (de la anul I la anul IV/V licență). Această implicare m-a adus în fața unei varietăți de probleme, fiecare cu propriul grad de dificultate. În aceste interacțiuni, am avut oportunitatea să înțeleg mai profund nevoile și potențialul fiecărui student, reușind să dezvoltăm împreună modalități de comunicare și colaborare care să fie benefice atât pentru ei, cât și pentru mine în calitate de profesor. Astfel, am reușit să stabilim relații armonioase și să creăm un mediu propice pentru învățare și dezvoltare academică.

Totodată, în toți acești ani, am coordonat grupuri de studenți la **cercuri științifice și concursuri profesionale** cu dorința de a le deschide mintea spre cunoaștere și de a-i convinge că, prin muncă și seriozitate, viitorul lor va fi armonios și că vor avea multe oportunități de angajare dacă vor reuși să asimileze corect informațiile transmise de profesori la activitățile de aplicații sau curs. Astfel, prin colaborarea cu colegii din colectivul departamentului, m-am implicat în îndrumarea unor grupuri de studenți la cercuri științifice în perioada 2013-2024 având posibilitatea să prezinte rezultatele în cadrul unor workshopuri sau conferințe.

În condițiile în care misiunea unei instituții de învățământ superior este formarea profesională a viitorilor specialiști, una dintre preocupările mele constante a vizat perfecționarea continuă a activităților didactice desfășurate cu studenții de la Facultatea de Mecanică. Din 2001 și până în prezent am fost permanent preocupată de **ridicarea nivelului științific și actualizarea materiilor** predate studenților în conformitate cu ultimele realizări pe plan național și internațional, de expunerea acestora într-o manieră modernă și accesibilă studenților, folosind tehnici și metode moderne de predare corelate cu prezentarea unor studii de caz.

Pentru creșterea calității procesului educațional, în 2020 am realizat și **o platformă e-Learning** atât pentru elevi/studenți, cât și pentru cadrele didactice din mediul preuniversitar (www.mytes.upt.ro, prin proiectul RORS394). Pe această platformă se desfășoară 41 de cursuri, workshop-uri, traininguri necesare studenților sau cadrelor didactice care nu sunt membri ai comunității UPT și nu pot beneficia de platforma oficială a UPT (6 noi cursuri au fost adăugate în 2025).

O altă parte importantă a activității didactice derulate în facultate o reprezintă **coordonarea studenților în elaborarea proiectelor de diplomă și lucrărilor de disertație**. Încă din anul 2000 am coordonat studenți, la început în cotutelă, ajungând să coordonez până la 25 de studenți pe an. Din cele peste 100 de lucrări de licență și disertație, voi menționa în continuare doar o parte dintre ele.

Tabelul 3. Lucrări de licență și disertație conduse

Nr. Crt.	Nume student	Titlul lucrării	Anul
1	CIBI Dorin	Proiectarea restructurării activității stației CF Simeria în condițiile creșterii traficului de călători și marfă cu 15% față de realizările anului 2003	2003
2	OPRESCU Sabina	Proiectarea restructurării activității stației Piatra Olt	2006
3	JURCHEESCU Nicoleta	Managementul procesului de transport feroviar din perspectiva relației cu clienții	2007
4	MEGAN Jane	Proiectarea restructurării activității stației CFR Craiova în condițiile creșterii traficului de marfă cu 2 trenuri față de situația actuală	2007
5	MEHR Claudia	Studiu de soluție pentru o instalație provizorie care să funcționeze pe perioada executării lucrărilor de reparații capitale la instalația CED existentă în stațiile mici	2007
6	PELA Ioan Cristian	Calculul și construcția sistemului de suspensie de la locomotiva 060-EA de 5100 kW	2007
7	PETRUSEL Marius Aurelian	Considerații privind sistemul de legătură dintre cutie și boghiuri	2007
8	BALOGH Ramon Mihai	Proiectarea restructurării activității stației CF Lugoj în condițiile închiderii circulației pe secția Timisoara Nord-Remetea Mare-Recas-Lugoj	2008
9	LINUL Emanoil	Proiectarea graficului de circulație pe secția Simeria-Sibot în condițiile creșterii capacității cu 10% față de graficul de circulație actual	2008
10	DRAGOI Catalin Gheorghe	Analiza activității aeroportului internațional "Traian Vuia" Timisoara în perspectiva dezvoltării sale ca terminal intermodal regional	2009
11	NENU Emil-Ionut	Studiul posibilității de primire la transport a unui pod rulant	2009
12	BALOGH Ramon Mihai	Cercetări experimentale privind nivelul poluării fonice și chimice la locomotivele LDH 1250 CP și LDH 1000 kW	2009
13	PETRESCU Florian Constantin	Implementarea sistemului de semnalizare TMV pentru instalația CE a stației CF Craiova	2010
14	HAMZA Marian	Calculul capacității secției Timisoara Est-Radna în cazul închiderii secției Timisoara-Arad	2011

15	Timotei Lazar	ANALIZA EXPLOATARII RETELEI FERROVIARE DE TRANSPORT DIN ROMANIA	2013
16	BOLOVAN Mihai	Analiza privind situatia infrastructurii RATT si perspective	2017
19	TUDOR Nicolae Darius	ÎNFIINȚAREA UNEI FIRME DE TRANSPORT PRIN ACCESAREA DE FONDURI EUROPENE	2018
20	ȘAMOTĂ Cătălin	Înființarea unui service auto prin accesarea de fonduri europene	2019
21	GRECU Florin	Studiu privind influenta transportului feroviar asupra mediului	2019
22	TRUSCA Emil Adrian	Studiu de caz. Planificarea transportului in baza unui nou contract	2019
23	MITROI Ionela Petra (SIMESCU)	Studiul privind alinierea României la directivele europene pentru transportul feroviar de călători	2019
24	ION Izabela	Accidente si incidente feroviare	2020
25	VECLIUC Ionut	PROIECTAREA SI REALIZAREA 3D A UNEI MACHETE DE VEHICUL	2021
26	POPESCU Ionut Valentin	Analiza transportului cu tramvaiul în orașul Timișoara și perspective de dezvoltare	2021
27	Ioan Traian ROMANU	Imbunatatirea calitativa si cantitativa a transportului feroviar de marfa in statia CURTICI	2021
28	CASOINIC Raul Viorel	Diminuarea efectelor externe negative ale traficului urban – poluarea chimică	2022
29	TICU Cristian	ANALIZA TEHNICO ECONOMICĂ ÎN VEDEREA OPTIMIZĂRII ACTIVITĂȚII UNEI UNITĂȚI DE TIP SERVICE ȘI STAȚIE ITP	2022
30	TECLEANU Iulian	ANALIZA TEHNICO ECONOMICĂ ÎN VEDEREA OPTIMIZĂRII ACTIVITĂȚII DE TRANSPORT ÎN COMPANIA DRAEXLMAIER	2022
31	Ianculovici Răzvan	Analiza oportunității de eficientizare a activității stației ITP la Dunca Expediții SA	2023
32	Sbrenza Bogdan	Prelucrarea imaginilor preluate cu drona pentru lucrări de infrastructura	2023
33	Iachim Ion	Evaluarea posturii conducatorilor auto utilizând senzori de miscare	2024
34	Becheru Vivian- Nicolae	EVALUAREA CALITĂȚII SPAȚIILOR PUBLICE SELECTATE DIN CENTRUL MUNICIPIULUI TIMISOARA	2024
35	Măran Ovidiu- Octavian	Impactul creșterii numărului de vehicule proprii asupra traficului în zona Complex Studentesc	2024
36	VIDA Denis Pedro	UTILIZAREA SHERPA ÎN EVALUAREA IMPACTULUI SECTORULUI EUROPEAN DE TRANSPORT RUTIER ASUPRA CALITĂȚII AERULUI	2025

37	OLARU Raul Adrian	DETERMINAREA CONSUMULUI DE COMBUSTIBIL A UNEI LOCOMOTIVE DIESEL ELECTRICE DE 2100 CP TIP 060-DA PE RUTA JIMBOLIA-TIMIȘOARA ȘI ANALIZA CONSUMULUI	2025
38	Sbrenta Bogdan	PRELUCRAREA IMAGINILOR PRELUATE CU DRONA PENTRU LUCRĂRI DE INFRASTRUCTURĂ	2025
39	JUC Daniel Cristian	Analiza privind calitatea serviciilor întreprinderilor feroviare din Arad	2025
40	MARGĂU Daniel Cristian	Managementul deșeurilor în cadrul reviziei de vagoane din Municipiul ARAD	2025
41	MOȚICA Florin	Mecanica turnusurilor și a graficelor de circulație a trenurilor	2025
42	ȚÎȘCA Liviu-Mircea	VIITORUL SECTORULUI EUROPEAN DE TRANSPORT: IDENTIFICAREA TENDINȚELOR CHEIE PRIVIND TRANSPORTUL. CONCEPTE DE VIITOR	2025

O preocupare constantă a fost aceea de a căuta mereu teme noi, de a purta discuții cu reprezentanți din mediul economic, astfel încât lucrările de finalizare a studiilor să fie valoroase, iar rezultatele obținute să poată fi prezentate sub forma unor lucrări științifice. Permanent am încurajat studenții să participe la simpozioane studențești, să participe la internship-uri, workshop-uri și traininguri, respectiv să aplice pentru mobilități Erasmuss sau Work and Travel prin care să dobândească competențe necesare în piața muncii.

Începând cu anul 2010 am oferit sprijin și îndrumare pentru cercetare la un număr de 4 doctoranzi aflați în stagiul de pregătire la doctorat sub coordonarea prof.univ.dr.ing. Ioana Ionel, prof.univ.dr.ing. Titus Slavici și prof.univ.dr.ing. Dumitru Țucu, sunt membru în comisia de îndrumare la doi doctoranzi din UPT (coordonatori Lelea Dorin, respectiv Cioabla Adrian) și 3 din afara UPT (unul de la UPB și 2 de la UMFT) și am participat ca și specialist în comisia de îndrumare a unui doctorand aflat sub îndrumarea prof.univ.dr.ing. Marian Mocan.

Din anul 2020 am participat și în comisia de evaluare ca și referent a doi doctoranzi de la Universitatea din București, Facultatea de Transporturi.

De altfel, activitatea de cercetare a doctoranzilor cu care am lucrat s-a desfășurat pe direcții apropiate sau chiar strâns legate de domeniile mele de expertiză, tematicile vizând probleme de poluare a mediului (chimic și fonc).

Începând cu anul 2011 am organizat și coordonat mai multe concursuri studențești: *SESIUNEA DE COMUNICĂRI ȘTIINȚIFICE STUDENȚEȘTI* (prin proiecte/granturi), respectiv *Sesiunea de comunicări științifice pentru tineret – SC_IT_XX* (prin colectivul ITT). Aceste concursuri s-au adresat, cu precădere, studenților din anul 3 și 4 de studii de licență și a celor de masterat, unde studenții și-au putut etala cunoștințele dobândite în facultate și afla noutăți din domeniul pentru care se pregătesc ca și viitori ingineri.

1.2.2 Formare profesională

În toată perioada, din 1999 și până în prezent, am fost conștientă de faptul că formarea profesională trebuie să fie continuă, fiind necesară acumularea de noi cunoștințe din domeniul de preocupări didactice și de cercetare. Astfel am participat la o serie de cursuri, după cum urmează:

- **2005**, Short course in Combustion, finanțat de DAAD, Universitatea Tehnică din Belgrad (diploma);
- **2011**, Cursul de perfecționare *Manager de proiect/Certificat de absolvire Seria G nr. 00091292*, prin care am dobândit competențe și abilități privind asigurarea respectării prevederilor contractului proiectului; conducerea implementării proiectului; identificarea și analizarea riscurilor și precizarea acțiunilor de control al riscurilor; orientarea muncii echipelor și indivizilor pentru realizarea obiectivelor organizaționale; asigurarea resurselor operaționale pentru proiect;
- **2011**, modul formare in managementul universitar „*Servicii și suport pentru studenți*” organizat de Unitatea Executiva pentru Finanțarea Învățământului Superior, a Cercetării, Dezvoltării și Inovării, MECTS, România (Management universitar in lucrul cu studenții);
- **2011**, modul formare in managementul universitar „*Managementul activităților terțiale*” organizat de Unitatea Executiva pentru Finanțarea Învățământului Superior, a Cercetării, Dezvoltării și Inovării, MECTS, România (Management universitar);
- în perioada martie – noiembrie **2012** am făcut parte din grupul țintă al proiectului POSDRU/87/1.3/S/60891: „*Școala universitară de formare inițială și continuă a personalului didactic și a trainerilor din domeniul specializărilor tehnice și ingineresti (DidaTec)*”, al cărui scop științific a fost instruirea cadrelor didactice în blended-learning, tehnologii educaționale moderne și utilizarea TIC în procesul didactic. Cursurile de formare desfășurate în această perioadă mi-au permis familiarizarea cu mediul educațional on-line al UPT (Campusul Virtual). Folosirea acestor tehnici mi-au permis transformarea materialelor didactice din format fizic în format electronic, pe Campusul Virtual, cu posibilități extinse de utilizare și evaluare interactivă;
- **2014**, cursurile școlii de toamnă „*Atmospheric Remote Sensing*” în cadrul proiectului RADO
- **2015**, cursul de specializare *Evaluator de competențe*, (Certificat Seria N, nr. 00084349) organizat de Asociația Institutul pentru politici sociale, București, sectorul 3, unde am dezvoltat competențe privind elaborarea instrumentelor de evaluare, consilierea candidaților pentru procesul de evaluare, organizarea procesului de evaluare, efectuarea evaluării și luarea deciziei privind competențele candidatului;
- **2015**, cursul de specializare *Formator*, (Certificat Seria I, nr. 00319961) organizat de Fundația Ioan Slavici, unde am dezvoltat competențe privind pregătirea programului/Stagiului de formare, pregătirea formării practice; realizarea activităților de formare; evaluarea participanților la formare; evaluarea programului/Stagiului de formare
- **2019**, Cursul de Profesionalizare a Managementului Universitar: Proiect: „*Dezvoltarea capacității Ministerului Educației Naționale de monitorizare și prognoză a evoluției învățământului superior în raport cu piața muncii*”, respectiv „*Îmbunătățirea capacității sistemului de management în educație prin dezvoltarea competențelor managerilor din învățământul superior, respectiv creșterea capacității de consiliere și orientare*”

profesională”, organizat sub egida Ministerului Educației Naționale în parteneriat cu Academia Română;

- **2020**, cursul *Portable XRF Spectrometry Analyzer*, organizat prin proiectul INTERREG IPA cu acronimul AEPS (RORS 462);
- **2022**, modul formare organizat la al *9th international workshop Transformative Communities of Open Education*,
- **2025, modulul Leadership, stil comportamental, cultura organizatională.**

Totodată am participat și la diverse workshopuri organizate în cadrul Săptămânii internaționale (ERASMUS) unde am avut posibilitatea de a întâlni cadre didactice din diverse țări, de a realiza noi acorduri Erasmus, de a promova universitatea și de a dobândi noi competențe în ceea ce privește universitatea antreprenorială, microcredite, învățământ dual universitar etc.

În perioada 2016-2025 am participat, în calitate de coorganizator, la o serie de workshop-uri realizate în parteneriat cu diverse companii. În cadrul acestor workshop-uri am ținut prelegeri și am audiat prezentările specialiștilor din companii referitoare la noutățile din domeniul lor de preocupări.

1.2.3 Activitatea în comunitatea academică

Activitatea științifică și didactică a candidatei s-a desfășurat sub auspiciile apartenenței la colectivul catedrei de MRCF, al departamentului și comunității academice din care aceasta face parte, având la bază scara valorilor, transparenței, comunicării și asumării răspunderilor alocate, nu doar prin prisma postului ocupat la un moment dat, ci și prin participarea activă la activități complementare în comunitatea academică.

Astfel, m-am implicat în elaborarea orarului pentru anul III, IV și V licență (MRCF, ISCF, apoi VTF și ITT) și Sisteme feroviare moderne master în perioada 2000-2010, precum și în procesul de admitere la Facultatea de Mecanică (2000-prezent).

Totodată, am participat la elaborarea documentației de autoevaluare periodică în vederea evaluării programelor de studii de către ARACIS începând cu anul 2003 și până în prezent, urmând să mă implic din nou ori de câte ori se va desfășura acest tip de activitate, astfel:

- specializarea ISCF: 2003;
- specializarea MRCF: 2005;
- specializarea VTF (Responsabil program): 2011;
- specializarea ITT (membru board): 2008, 2012, 2018 și 2024;
- specializarea SFM (membru board): 2022;
- specializarea TATR (Responsabil program din 2024): 2022.

Pe lângă faptul că am participat în comisiile de presusținere a tezelor de doctorat sau am îndrumat studenți la lucrările de licență respectiv master, m-am implicat și în organizarea unor vizite de studiu ale studenților la diverse firme din țară, respectiv alte universități, din care amintesc câteva:

- Terminal Curtici și stația CF Curtici (în fiecare an începând cu 2019);
- 26-27.05.2021, firma HELLA (online);
- Linia Oravița-Anina (în fiecare an începând cu 2010);
- 21-22.10.2022, firma H.ESSERS Oradea,

- 2024-2025 (Coca Cola, HELLA, Vitesco, Mahle, Duqueine, showroomuri auto, ITP-uri, service-uri auto, etc).

Pe lângă observarea și învățarea de noi metode moderne de predare, am profitat de diferitele ocazii pentru a efectua cercetări științifice, stagii de perfecționare, documentare și predare, extinzând colaborarea cu profesori și cercetători din țară și străinătate printre care îi pot menționa: Simina Fulga de la Fraunhofer Germania, sau profesor Pavlovic Milan și Bogdana Vujic de la Universitatea din Novi Sad, Facultatea tehnică din Zrejanin, Serbia, Milan Trumic, de la University of Belgrade din Serbia, Tehnical Faculty din Bor, Serbia Prof.univ.dr.ing. Mihaela Popa de la Universitatea Politehnica București, Prof.univ.dr.ing. Liviu Sevastian BOCÎI de la Universitatea "Aurel Vlaicu" din Arad, Paula Sfarloaga de la INCEMC Timișoara, Nicolae Doina și Talianu Camelia de la INOE Măgurele. Astfel, am participat până în momentul de față la câteva mobilități adresate cadrelor didactice, în cadrul programului European Erasmus+ desfășurat prin intermediul Biroului de Relații Internaționale al Universității Politehnica Timișoara, după cum urmează:

-2022 (15-21.05.2022) am fost invitată să particip la formare la University of Business, Engineering and Management din Banja Luka, Bosnia and Hertzegovina;

- 2023 (01-05.05.2023) am fost invitată să particip la formare la University of Business, Engineering and Management din Banja Luka, Bosnia and Hertzegovina.

- 2023 (11.09.2023 - 15.09.2023) am fost invitată să predau cursul "Nanoparticules emissions from railways traffic", la University of Belgrade din Serbia, Tehnical Faculty din Bor, Serbia, dar și să particip la vizite în laboratoare, discuții cu privire la curricule, oportunități de colaborare ulterioară;

-2023 (15-19.05.2023) am participat la activitățile din Săptămâna internațională organizată de Universitatea VIDZME de Științe Aplicate din VALMIERA,

-2023 (26.11.2023 – 02.12.2023) am participat la activitățile din Săptămâna internațională organizată de St Polten University of Applied Science. Tot în această perioadă a avut loc și școala "BIP – Rail technology and mobility 2023" la care au participat și 6 studenți de la masterele coordonate de colectivul ITT;

-2024 (8-12.04.2024) am fost invitată să predau cursul "Railway traffic emissions" la University of Belgrade din Serbia, Tehnical Faculty din Bor, Serbia,

- 2024 (30.09-05.10.2024) am fost invitată să predau cursul "Railway traffic emissions" la Technical Faculty "Mihajlo Pupin" Zrenjanin. Datorită faptului că în perioada de mobilitate a avut loc conferința internațională (XIV International Conference on Industrial Engineering and Environmental Protection IIZS 2024 Technical Faculty "Mihajlo Pupin" Zrenjanin, October 3-4, 2024, Zrenjanin, Serbia) am participat împreună cu colegii cu două lucrări științifice.

-2025 (19-23.05.2025) am fost invitată să predau cursul "Railway traffic emissions" la University of Belgrade din Serbia, Tehnical Faculty din Bor, Serbia,

-2025 (06-10.10.2025) am fost invitată să predau cursul "Railway traffic emissions" la la Technical Faculty "Mihajlo Pupin" Zrenjanin.

1.2.4 Funcții și responsabilități

Din 2016 sunt membru al Comisiei pentru Evaluarea și Asigurarea Calității în cadrul Departamentului de Mașini Termice, Utilaje și Transporturi.

Din 2018 până în prezent sunt membru al board-ului domeniului de Inginerie Mecanică și a programelor de studii de master Sisteme feroviare modern (SFM), președinte al board-ului programului de studii de licență Vehicule de transport feroviar (VTF). Din anul 2024 sunt președinte al board-ului domeniului de licență Ingineria transporturilor și al a programului de studii de master Tehnici avansate în transportul rutier (TATR).

În prezent sunt membru în consiliul departamentului din care fac parte, în consiliul Facultății de Mecanică și președinte al comisiei Asigurarea calității, respectiv membru în Senatul Universității Politehnica Timișoara și Secretar General al Senatului UPT. Din data de 09.05.2024 sunt prodecan al facultății de Mecanică.

1.3 Realizări profesionale

1.3.1 Prestigiul profesional

Activitatea profesională și științifică desfășurată poate fi evaluată prin impactul pe care rezultatele cercetării contractuale și lucrările științifice publicate îl au pe plan național și internațional. Lucrările științifice publicate se regăsesc pe site-uri de specialitate și în baze de date internaționale, cum ar fi: Web of Science, Scopus, Googler Scholar, Copernicus etc.

Prestigiul profesional în cadrul cercetării contractuale poate fi validat și prin aportul adus la scrierea și implementarea unui proiect de tip SPIN-OFF (INO-SEN-Tehnologie INOvativa de realizare a SENzorilor pentru gaze de sera, cod SMIS 156350, POC-A.1-A.1.2.1- C- 2022 pentru SC INOSENZ SRL), care a dus la realizarea, testarea și valorificarea unui sensor de CO₂, rezultate care urmează a fi făcute publice.

Prestigiul profesional poate fi validat și prin aportul adus la realizarea unei centrale termice pilot pentru care s-a depus o cerere de brevet A00500/18.08.2022 (Procedeu de obținere a agentului termic utilizând o centrală automatizată cu arderea completă a biomasei) ca urmare a colaborării cu SC TITUS Industries SRL (scriere și implementare proiect cu fonduri europene).

Prestigiul profesional poate fi validat și prin calitatea de membru al comitetului de organizare, în cadrul Universității Politehnica Timișoara,

- **workshop-uri și conferințe:**

- French-Romanian Colloquium Energy-Environment Economy and Thermodynamics - COFRET 2006, June 15-17, 2006 - conferință;
- Workshop RADO 2009: Improving the project infrastructure, perspectives of the current national environment network, <http://spectroscopy.phys.uaic.ro/Meetings-and-Field-Campaigns.html> ;
- The 35th Annual Congress of the American Romanian Academy of Arts and Sciences (ARA), “Science and Art in the Informatics’ Era”, July 6 - 11, 2011, <https://www.americanromanianacademy.org/congresses>;
- International Workshop „Global and Regional Environmental Protection” organized by Polytechnic University of and B.EN.A., 26-28 November 2010, Timisoara/Romania, <http://benatim2010.mec.upt.ro/>,
- THE HUMBOLDT-KOLLEG: KNOWLEDGE, CULTURE, SCIENCE THE FUNDAMENT OF QUALITY OF LIFE IN SOCIETY, 23-28.11.2010, <http://avhkolleg2010tim.mec.upt.ro/index.html>;
- OTEM 2013: 6th Workshop on Optoelectronic Techniques for Environmental Monitoring, 11-13 June 2013, <http://otem.inoe.ro/2013/committees/committees.html>,

- EAEC-MVT2022: the 17th European Automotive Congress, Timișoara, 26-28 octombrie 2022 (comitet organizare, cochairman, organizare expoziție).

sesiuni științifice studentești:

- SC_IT din 2010-prezent;

evenimente:

- POLI KIDS 2022, 2023, 2024,2025
- Zilele Mecanicii (Porți deschise): MEC DAYS 2022, 2023, 2024, 2025
- Târg de Crăciun 2023, 2024, 2025
- Noaptea tinerilor cercetători 2023, 2024, 2025,

școli de vară:

- ”Zapăm Zoppas în 2022, unde 3 echipe de studenți au realizat 3 teme propuse de SC Zoppas SRL (3 proiecte concrete, inclusiv proiectare), din care două au fost și implementate în cadrul firmei) în baza unui contract de cercetare cu SC Zoppas SRL.

Prestigiul profesional poate fi validat și prin calitatea de recenzor (Journal of Agricultural Science and Technology A, Journal of Education, Society and Behavioural Science), respectiv editor (International Journal of Transportation Engineering and Technology).

Prestigiul profesional poate fi validat și prin calitatea de președinte sau membru în comisii de concursuri didactice (asistent, șef lucrări), respectiv ca membru în comisii de evaluare (licență, master, formare continuă).

Participarea în calitate de referent științific în cadrul unor comisii de evaluare și susținere a tezei de doctorat își aduce semnificativ aportul la prestigiul meu profesional. Am participat în calitate de referent științific la două teze de doctorat la Universitatea Politehnica București (în 2022 pentru dl Stere și dl Șerban).

Prestigiul profesional poate fi validat și prin acordurile de colaborare Erasmus încheiate cu Munzur University (Turcia), University of Banya Luka (Bosnia și Herțegovina) și University of Zilina (Slovacia).

Inclusiv calitatea de membru în consiliul executiv al inohub UPT (<https://inohub.upt.ro/structura/executiv/>), își aduce semnificativ aportul la prestigiul meu profesional. Prin aportul meu la implementarea proiectelor FDI, prin care s-au realizat bazele Antreprenoriatului în universitate și implicit în Facultatea de Mecanică, astăzi toți doritorii din cadrul universității își pot dezvolta competențe antreprenoriale și pot să își deschidă propria firmă.

1.3.2 Membru al unor organizații profesionale

Activitatea desfășurată în domeniu și experiența acumulată a făcut posibilă cooptarea în organizații profesionale naționale și internaționale, după cum urmează:

-Membru al Asociației Balkan Environmental Association, B.E.N.A <http://www.gen.teithe.gr/~bena/benahome.html> (din 2005 până în 2014). În calitate de membru am participat la workshopuri și conferințe, atât în calitate de participant, cât și în calitate de organizator),

-Membru al Asociației generale a inginerilor din România, <http://www.agir.ro/en/index.php> (din 2010). În calitate de membru am participat la conferințele organizate sub egida AGIR, în special la ”Săptămâna calității”, atât în calitate de participant cât și în calitate de expozant, susținere de lucrări demonstrative, prezentări de proiecte, spre exemplu, în 2014 cu workshopul demonstrativ ”Calitatea aerului în Timișoara - Măsurători și Modelare” în cadrul laboratorului LACIEDIN unde eram membru.

-Membru al Asociației Inginerilor Feroviari din România, <http://www.aifr.ro>,

-Membru al Asociației Naționale a Femeilor cu Diplomă Universitară din România, ANFUR (din 2010),

-Membru al Societății Inginerilor de Automobile din România, SIAR, <https://siar.ro/> (din 2017). În calitate de membru, am participat la conferințele organizate, dar și la organizarea acestora în Timișoara.

-Membru în ASOCIAȚIA UNIVERSITARĂ DE INGINERIA FABRICAȚIEI, www.auif.utcluj.ro (din 2020),

-Membru al Asociației de sudură din România (din 2022),

-Membru al Comunității ALUMNI din UPT (1992-prezent).

1.3.3 Recenzor conferințe naționale și internaționale

Activitatea de cercetare efectuată și participarea la conferințe naționale și internaționale, respectiv publicarea rezultatelor în proceedings și reviste au condus la creșterea vizibilității mele ca cercetător. În acest sens am fost cooptat ca membru în comitetul științific sau ca recenzor al unor conferințe internaționale:

-Recenzor pentru Journal of Agricultural Science and Technology A, respectiv Journal of Education, Society and Behavioural Science),

-Editor la International Journal of Transportation Engineering and Technology, dar și naționale, respective locale:

-Organizator, recenzor și membru în comisia de susținere de lucrări științifice: Zilele tehnice studențești–ZTS”, Timișoara, 2009 și 2010,

-Organizator, recenzor și membru în comisia de susținere de lucrări științifice studențești: PRACTICOR (2011-2013), CONPRACTIS (2015), CONPRACT (2019-2020), FormPract (2024-2026).

1.3.4 Organizare de workshopuri și conferințe

Pentru creșterea vizibilității activității de cercetare am participat la organizarea de workshopuri și conferințe, dintre care:

-2006, iunie, Timișoara, conferința COFRET06, French-Romanian Colloquium Energy-Environment Economy and Thermodynamics

-2006, iunie, Timișoara, workshopul NETBIOCOF

-2007, Timișoara, Workshop "Transport si logistica"

-2009, Timișoara, Workshop RADO 2009: Improving the project infrastructure, perspectives of the current national environment network, <http://spectroscopy.phys.uaic.ro/Meetings-and-Field-Campaigns.html>

-2010, noiembrie, Timișoara, International Workshop „Global and Regional Environmental Protection”, <http://benatim2010.mec.upt.ro/>

-2010, noiembrie, Timișoara, THE HUMBOLDT-KOLLEG: KNOWLEDGE, CULTURE, SCIENCE THE FUNDAMENT OF QUALITY OF LIFE IN SOCIETY, <http://avhkolleg2010tim.mec.upt.ro/index.html>

-2011, mai, Timisoara, Masa rotunda PRACTICOR

-2011, iunie, Timisoara, Workshop RO-HU

2011, iulie, Timisoara, Conferinta ARA35, The 35th Annual Congress of the American Romanian Academy of Arts and Sciences (ARA), “Science and Art in the Informatics’ Era”, <https://www.americanromanianacademy.org/congresses>

- 2011, noiembrie, Timișoara, workshop BANATAIR
- 2011, noiembrie, Timișoara, workshop BIO-HEAT
- 2011, octombrie, Timișoara, Simpozion PRACTICOR
- 2013, Timișoara, Conferința BENA

-2013, iunie, Timișoara, 6th Workshop on Optoelectronic Techniques for Environmental Monitoring, <http://otem.inoe.ro/2013/committees/committees.html>

- 2022, noiembrie, Timișoara, conferința EAEC-MVT2022.

Ca o concluzie finală, se poate remarca faptul că ” Capacitatea individual a candidatului de a coordona echipe de cercetare, de a organiza și gestiona activități didactice, de explicare și facilitare a învățării și cercetării” rezultă din toate cele expuse mai sus. Prin participarea în echipe de scriere și implementare proiecte și în echipele de îndrumare a doctoranzilor s-a dezvoltat în timp capacitatea de a coordona echipe de cercetare, iar abilitatea de a planifica, organiza și gestiona activități didactice rezultă din cursurile predate până la acest moment, din materialele didactice elaborate și din îndrumarea studenților la elaborarea lucrărilor de finalizare a studiilor (licență și master)

2. REALIZĂRI ȘTIINȚIFICE ALE AUTORULUI

Cercetările în domeniul transportului feroviar au început în cadrul colectivului de Material rulant (MR) condus de domnul prof.univ.dr.ing. Hoancă (continuatorul activității începute de dl profesor Ioan Zăgănescu, fondatorul specializării în domeniul Materialului rulant în România). Pe lângă preocupările privind studiul elementelor componente ale materialului rulant, în colectivul MR erau preocupări intense privind găsirea de noi metode pentru eficientizarea funcționării vehiculelor de transport feroviar. Începând cu anul 2005 aceste cercetări s-au extins și în domeniul transportului rutier. Majoritatea cercetărilor s-au efectuat în cadrul unor contracte cu industria sau a unor granturi de cercetare, a căror rezultate au fost prezentate în cadrul unor conferințe sau publicate în reviste.

Teza mea de doctorat intitulată „Contribuții la studiul și cercetarea comportării arcurilor de tip flexicoil de la locomotiva electrică CFR 060-EA de 5100 kW” reprezintă o continuare a cercetărilor efectuate de echipa coordonată de domnul profesor Hoancă, alături de domnul prof.univ.dr.ing. Mircea Corneliu Dungan. Rezultatele cercetărilor ulterioare au fost publicate în volumele unor conferințe (proceedings) sau în reviste.

Cercetările realizate până în prezent au avut ca domenii de studiu aspecte legate de poluarea mediului și a celor produse de domeniul feroviar, surse regenerabile de energie și aplicații ale acestora, precum și cercetări în domeniul educației.

2.1. CERCETĂRI PRIVIND POLUAREA MEDIULUI ÎNCONJURĂTOR

2.1.1 Cercetări privind studiul poluării în spații închise

Cum în ultima perioadă se pune accent pe creșterea calității vieții oamenilor am început studii privind calitatea aerului în spații închise, deoarece aceasta este extrem de importantă pentru sănătatea și bunăstarea noastră [1]. Monitorizarea calității aerului în spațiile închise poate fi realizată cu ajutorul senzorilor specializați sau a testelor de laborator pentru a detecta nivelurile de poluanți și a lua măsuri corective corespunzătoare [2, 3]. ASHRAE recomandă ca nivelurile de CO₂ din interior să nu depășească concentrația exterioară cu mai mult de aproximativ 600 ppm [4].

În perioada 2021-2024 am contribuit esențial la scrierea și implementarea unui proiect de tip SPINN-OFF în care s-a realizat un senzor de CO₂. Acest senzor a fost testat (contract BC9/2023), iar rezultatele sunt prezentate în continuare (urmeză a fi publicate într-o revistă din circuitul ISI).

În vederea realizării încercărilor de competență a senzorilor, încercări inter-echipamente, au fost utilizate 3 echipamente: Sensors Europe GmbH - AGM50, Greisinger EBG-CO₂-1R și Nattive-Senz INO-SEN CO₂ (experimental). Primul echipament a fost considerat de referință, datorită precizie de măsurare, iar al doilea ca referință de comparare cu senzorul experimental INO-SEN. Principiul de măsurare a concentrației de CO₂ în aerul ambiental este NDIR (Non-Dispersive Infra-Red detection) [5].

a1) Sensors Europe GmbH, AGM50

Analizorul AGM50 este dezvoltat de Sensors Inc., companie fondată în 1969 de Universitatea din Michigan și a devenit un lider inovator în furnizarea de instrumente de analiză a gazelor. De peste 50 de ani, Sensors a dezvoltat un portofoliu larg de produse pentru a măsura

poluanții gazoși și solizi, sub auspiciile multor factori de reglementare, având sediul și unitatea de producție din Europa la Erkrath, Germania.

Principalele caracteristici ale instrumentului sunt:

Principiul NDIR (dual beam) - aspirat

Semnal de ieșire liniarizat

Influența temperaturii asupra măsurării, compensată

Influența presiunii asupra măsurării, compensată

Raport semnal-zgomot îmbunătățit

Stabilitate îmbunătățită pe termen lung

Eroare liniară $\leq 1\%$ din FS (FS = scara completă a domeniului de măsurare)

Limita inferioară de detecție: $\leq 0,5\%$ FS

Interval de compensare a temperaturii: $0^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$

Eroare de temperatură: $\leq \pm 1\%$ FS per 10K

Interval de compensare a presiunii: 800 – 1200 mbar

Eroare de presiune: $\leq \pm 0,2\%$ FS per 10 mbar

a2) Greisinger EBG-CO2-1R

Ca centru de competență pentru dispozitive de măsurare, indicatoare și controlere, precum și senzori de temperatură, Greisinger reunește 37 de ani de cunoștințe ale specialiștilor cu experiență la locația Regenstauf, Germania.

Analizorul EBG-CO2-1R a fost special conceput ca o variantă eficientă economic raportat la analizoarele de referință, dedicat măsurării concentrațiilor de CO₂ în sere, sisteme de ventilație și spații interioare.

Principalele caracteristici ale instrumentului sunt:

Principiul NDIR - difuziv

Domeniul de măsură: 0 – 2000 ppm CO₂

Precizia de măsurare: ± 50 ppm $\pm 2\%$ din domeniul de măsurare

Dependența de temperatură: 2 ppm CO₂ / $^{\circ}\text{C}$

Ieșire semnal: EASYBus

a3) Nattive-Senz, INO-SEN CO₂

Compania Nattive-Senz a dezvoltat senzorul INO-SEN CO₂, pe principiul detecției concentrației de CO₂ cu termopilă cu filtru NDIR de 4.26 μm cu trecere în bandă îngustă, și ieșire a semnalului digitală cu conexiune USB. Datorită faptului că senzorul este unul experimental, caracteristicile tehnice utilizate atât în măsurătorile comparative cât și în analiza statistică a rezultatelor obținute au fost unele medii, extrase din literatura pentru echipamente similare.

Tabelul 2. LCAQ-uri disponibile comercial pentru poluanții primari ai aerului, CO₂. [6]

Produs exemplu	Producător	Toleranța de măsurare/Repetabilitate	Domeniu de măsurare
GC0028/CM-40301	The SprintIR -6S	± 70 ppm $\pm 5\%$ citire	0 – 5%
AW6404	AWAIR	± 75 ppm (400 la 6000 ppm)	0~400 ppm
B-530	ELT SENSOR	± 30 ppm $\pm 3\%$ citire	0~50,000 ppm

FBT0002100	Footbot (Airboxlab)	±1 ppm (400 la 6000 ppm)	400~6000 ppm
8096-AP	AirMentor Pro	±5 ppm	400~2000 ppm
Yocto-CO2	Yoctopuce	±30 ppm ±55%	0~10,000 ppm
NWS01-EU	Netatmo	±5 % (1000 la 5000 ppm)	0~5000 ppm
CozIR-LP2	GSS	±30 ppm ±3% citire	0~5000 ppm
K-30	CO2Meter	±30 ppm ±3% citire	0~5000 ppm
D-400	ELT SENSOR	±30 ppm ±3% citire	0~2000 ppm
GC-0015	MinIR	±70 ppm ±5% citire	0 – 5%
ELT T110	ELT SENSOR	±50 ppm ±3% citire	400~2000 ppm
MT-100	ELT SENSOR	±70 ppm ±3% citire	0~1000 ppm
S-300	ELT SENSOR	±30 ppm ±3% citire	0~2000 ppm
T6713	Telaire	±3% ±10% citire	0~5000 ppm
T6615	Telaire	±3% ±10% citire	0~50,000 ppm
MG811	Winsen	±75 ppm	350~10000 ppm
TGS4161	FIGARO	±20% la 1000 ppm	350~10000 ppm
MH-Z16 NDIR CO ₂	Winsen	±50 ppm ±5% citire	0~5000 ppm
MH-Z19	Winsen	±50 ppm ±5% citire	0~5000 ppm

Astfel, principalele caracteristici estimate și luate în considerare sunt:

- Principiul: termopilă cu filtru NDIR - difuziv
- Domeniul de măsură: 0 – 2000 ppm CO₂
- Precizia de măsurare: ± 50 ppm ± 2 % din domeniul de măsurare.

Metoda analitică utilizată în analiza statistică a datelor măsurate în exercițiile de competență a echipamentelor

Noțiunea de test de competență – „proficiency testing” – este definită în SR EN ISO/CEI 17043:2010 - Evaluarea conformității. Cerințe generale pentru încercările de competență [7], standard care specifică cerințe generale pentru dezvoltarea și realizarea schemelor de încercări de competență, cerințe ce pot fi utilizate ca bază pentru intercompararea unor încercări specifice oricărui domenii de aplicare. Scopul efectuării încercărilor inter-echipamente este dat de nevoia de a verifica performanța analizorului Nattive-Senz, INO-SEN CO₂ în raport cu celelalte două analizoare operate și de a verifica acuratețea rezultatelor.

Pentru analiza rezultatelor obținute în urma încercărilor inter-echipamente s-au utilizat în principal metodele descrise în ISO 13528 [8]. În cazul prezentului exercițiu s-au utilizat mai multe teste statistice, printre care, testul Cochran, adecvarea modelului prin testul Fisher (testul F – metodologie ANOVA), dispersia reproductibilității, dispersia între probe, testul SAP de verificare a preciziei analitice, testul ABSV de verificare a acceptării variației între probe, scorul Z și scorul En, testul Grubb.

Repetabilitatea experimentelor s-a verificat cu ajutorul testului Cochran, prin estimarea erorii experimentale și a dispersiei variabilei dependente. Cu ajutorul dispersiei reproductibilității s-a calculat dispersia de estimare a coeficienților de regresie (repetabilitatea experimentelor). În acest scop s-a aplicat testul Cochran, conform căruia se consideră suficient numărul experimentelor repetate la satisfacerea condiției:

$$G_{calc} < G_{tabel} \quad \text{unde criteriul Cochran:} \quad G = \frac{D^2_{max}}{\sum D^2_i} \quad (1)$$

unde D_{max} – cea mai mare diferență între încercări duplicate,

D_i – diferență între fiecare pereche de încercări duplicate.

În cazul exercițiului de față pentru realizarea încercărilor duplicate s-au ales 10 valori identice obținute de analizorul de referință Sensors Europe AGM50, considerate etalon și valorile corespondente obținute de Greisinger EBG-CO2-1R și Nattive-Senz INO-SEN CO2, rezultând astfel un $G_{crit} = 0.602$.

Verificarea adecvării modelului are loc cu ajutorul testului Fischer ("testul-F"). Se consideră adecvat polinomul determinat, dacă pentru variabilele de testare prin procedura analiza de varianță ANOVA mai multe teste sunt trecute. În acest exercițiu s-a aplicat tehnica ANOVA datorită design-ului cercetării și pentru că ANOVA include în calculul erorilor statistice și eroarea setului de comparații (lucru imposibil în testul „t”). Tehnica analitică astfel folosită este corespunzătoare integral analizei ANOVA unifactorială.

Astfel, pentru fiecare set de înregistrări obținut în cadrul fiecăruia din cele 3 exerciții de intercomparări, în MS Excel, s-au calculat:

-variația analitică:

$$s^2_{an} = MS_{within} \quad (2)$$

-variația între probe:

$$s^2_{an} = \frac{MS_{between} - MS_{within}}{2} \quad (3)$$

unde:

$$MS_{between} = \frac{SS_{between}}{J-1}, \quad MS_{within} = \frac{SS_{within}}{(N-J)}, \quad MS_{total} = \frac{SS_{total}}{N-1} \quad (4)$$

J – număr grupuri / echipamente utilizate în încercări duplicate

N – număr total de încercări efectuate

testul pentru precizia analitică (testul SAP - Sufficient Analytical Precision):

$$\sigma = \chi \cdot CV \quad \text{cu care se calculează valoarea criteriului} \quad SAP = \frac{s_{an}}{\sigma}$$

$CV = 2^{(1-0.5 \cdot \log C)}$ – coeficient de variație inter-echipamente iar C este factorul de putere al concentrației măsurate (ex. 1 ppm = 10^{-6} deci $C = -6$)

$$\chi = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - y_i)}{n} \quad (5)$$

x_i, y_i – valorile individuale duplicate obținute de fiecare laborator în cele n încercări.

-testul variației între probe (testul ABSV - Acceptable Between Sample Variance):

$$\sigma^2_{all} = (0.3 \cdot \sigma)^2 \quad (6)$$

valoarea critică de comparat se calculează cu relația:

$$c = F_1 \cdot \sigma^2_{all} + F_2 \cdot \sigma^2_{all} \quad (7)$$

Factorii F1 și F2 sunt dependenți de numărul de încercări duplicate realizate fiind definiți în bibliografie, în cazul exercițiului nostru F1 = 1.88 iar F2 = 1.01. Valoarea σ^2_{sam} trebuie să fie mai mică decât c pentru ca testul să fie trecut.

Pentru ușurarea efortului analitic se calculează ecuațiile:

$$eq1 = \frac{(\sum y_{ij})^2}{N}, \quad eq2 = \sum y_{ij}^2, \quad eq3 = \sum \frac{T_{Aj}^2}{N_{Aj}} \quad (8)$$

unde y_{ij} – concentrația obținută în urma fiecărei încercări individuale;

T_{Aj} , N_{Aj} – suma rezultatelor respectiv numărul de încercări pentru fiecare analizor în parte astfel:

$$SS_{total} = eq2 - eq1, \quad SS_{between} = eq3 - eq1, \quad SS_{within} = eq2 - eq3 \quad (9)$$

$$F = \frac{MS_{between}}{MS_{within}} \quad (10)$$

Abaterea standard a valorii de referință serf se calculează utilizând limitele intervalului în care etalonul este certificat:

$$s_{ref} = \frac{(a_+ - a_-)^2}{12} \quad (11)$$

unde a_+ este valoarea concentrației plus incertitudinea iar a_- este valoarea concentrației etalonului minus incertitudinea asociată acestuia.

Abaterea standard în cazul fiecărui laborator s-a calculat cu relația:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (12)$$

unde x - valori individuale și \bar{x} - media valorilor individuale

scorul „z” este raportul dintre diferența valorii medii x_{mas} a unui analizor individual față de valoarea de referință X_{ref} și abaterea standard a valorii de referință s_{ref} .

$$z = \frac{x_{mas} - X_{ref}}{s_{ref}} \quad (13)$$

Dacă $|z| \leq 2$ performanța analizorului este satisfăcătoare, dacă $|z| \leq 3$ performanța analizorului este discutabilă, iar dacă $|z| > 3$ performanța analizorului este nesatisfăcătoare.

scorul „En” reprezintă raportul dintre diferența valorii medii x_{mas} a unui laborator individual față de valoarea de referință X_{ref} și radicalul sumei dintre incertitudinea standard extinsă a analizorului individual la pătrat U^2_x și incertitudinea standard extinsă a valorii de referință la pătrat U^2_{X} .

$$E_n = \frac{x_{mas} - X_{ref}}{\sqrt{U^2_x + U^2_X}} \quad (14)$$

Măsurători comparative

S-au realizat 3 seturi de măsurători (minim 60 măsurători/locație) comparative a concentrației de CO₂ în aerul interior (pe o perioadă de 3, respectiv 4 zile consecutive), în locații diferite din cadrul UPT (patru spații distincte: laboratoare și cabinet didactic), utilizând echipamentele descrise anterior. S-a luat pentru fiecare senzor media orară a măsurătorilor. Analizorul Sensors Europe AGM50 fiind considerat de referință datorită preciziei de măsurare superioară. În continuare sunt prezentate rezultatele obținute, sub formă grafică, precum și imagini cu amplasarea echipamentelor de măsurare a CO₂ pentru două din cele patru locații.

Măsurători comparative Lab.N113

Figura 1 prezintă modul de amplasare a celor 3 echipamente de măsurare a CO₂, în laboratorul de cercetare N113 din Facultatea de Mecanică, Universitatea Politehnica Timișoara.



Figura 1. Amplasare echipamente în Lab. N113

Specificațiile tehnice privind măsurătorile efectuate sunt:

Suprafață laborator: 32 m²

Grad ocupare pe durata măsurătorilor: 2 persoane

Perioada: 7 – 10 august 2023

Frecvență înregistrare date: 1 citire / 5 minute

Prelucrare date: valori medii orare

Total valori medii orare înregistrate: 77/ instrument, total 231 valori medii orare

Valorile medii zilnice obținute sunt prezentate în Tabelul 4 și figura 2 iar valorile medii orare în figura 3.

Tabelul 4. Valori medii zilnice, CO₂, Lab. N113, în ppm

	AGM50 ppm	EBG-CO2-1R ppm	INO-SEN CO2 Ppm
7.08.2023	479.13	489.88	500.63
8.08.2023	474.67	485.25	495.29
9.08.2023	466.63	479.58	487.29
10.08.2023	467.31	467.31	477.38

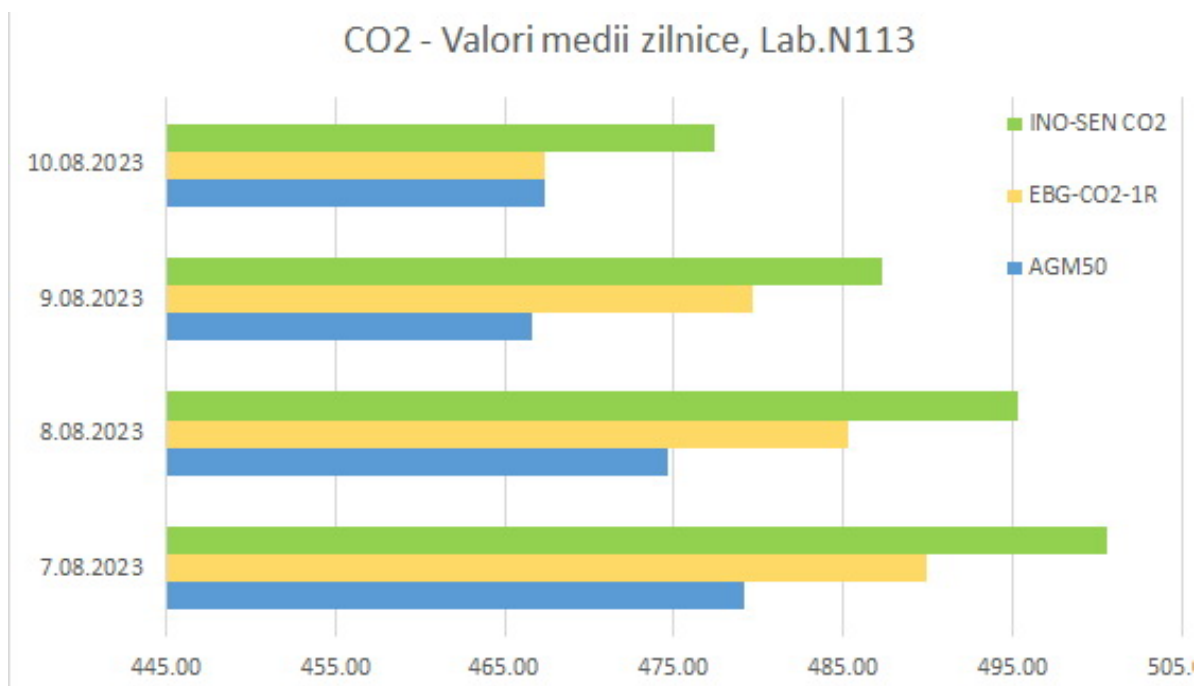


Figura 2. Valori medii zilnice (24h), CO₂, Lab.N113

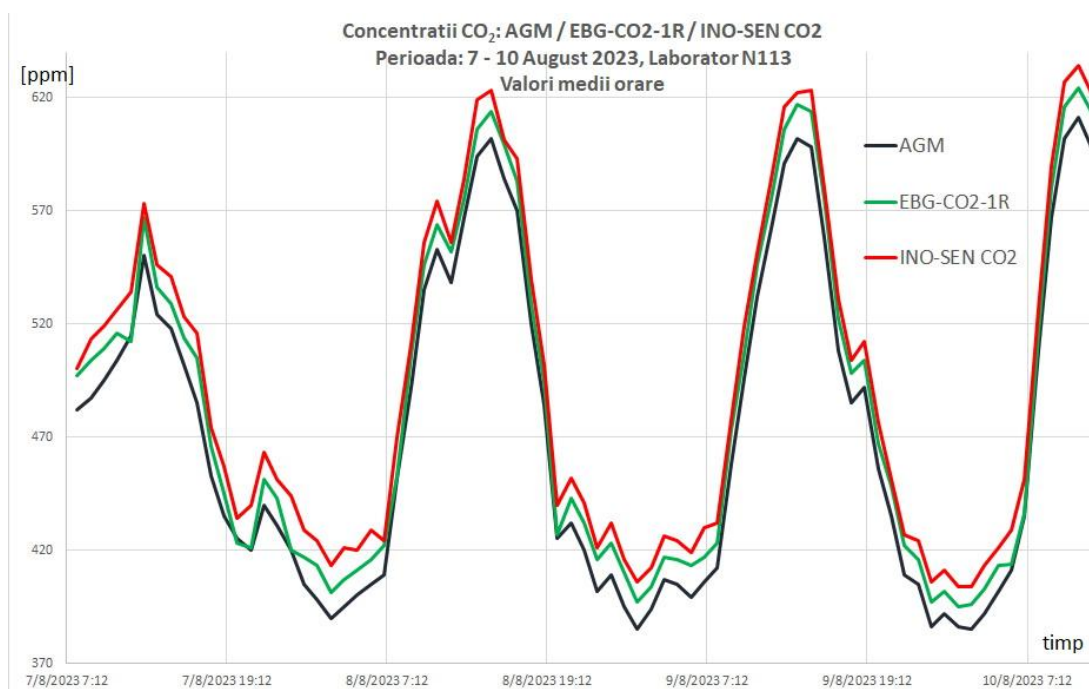


Figura 3. Valori medii orare, CO₂, Lab.N113

Rezultate analizei statistice a rezultatelor obținute în urma măsurătorilor comparative a concentrației de CO₂, între cele 3 analizoare, din perioada 7 – 10.08.2023, din Laboratorul N113 sunt prezentate în tablele 6 - 8.

Tabelul 6. Selecție 10 valori etalon ale AGM50, din setul total de 924 valori și compararea cu valorile măsurate de EBG-CO2-1R și INO-SEN CO2. Locație: Laborator N113

	CO ₂ etalon 550	CO ₂ ppm] 545	CO ₂ [ppm] 557
Proba:	AGM50 etalon	EBG-CO2- 1R	INO-SEN CO2
	CO ₂ etalon	CO ₂ ppm]	CO ₂ [ppm]
1	550	545	557
2	550	555	561
3	550	554	542
4	550	553	557
5	550	548	559
6	550	554	544
7	550	547	556
8	550	554	548
9	550	548	558
10	550	557	551
Media	550.00	551.5	553.3
u [ppm]	5	50	50

Tabelul 7. Analiza statistică a omogenității datelor. Exercițiul din Laboratorul N113

Testul Cochran	Variatia analitica	Variatia intre probe	SAP (test for Sufficient Analytical Precision)	ABSV (test for Acceptable Between Sample Variance)	Deviatia standard EBG- CO2-1R	Deviatia standard INO- SEN CO2
C	san2	ssam2	san/σ	σ2all	σ2UPT	σ2LIM
0.176904	30.3667	258.1167	0.2114	519.84	4.09	6.63
ok, G<Gcrit			ok, san<0.5σ	ok, σ2all<c		

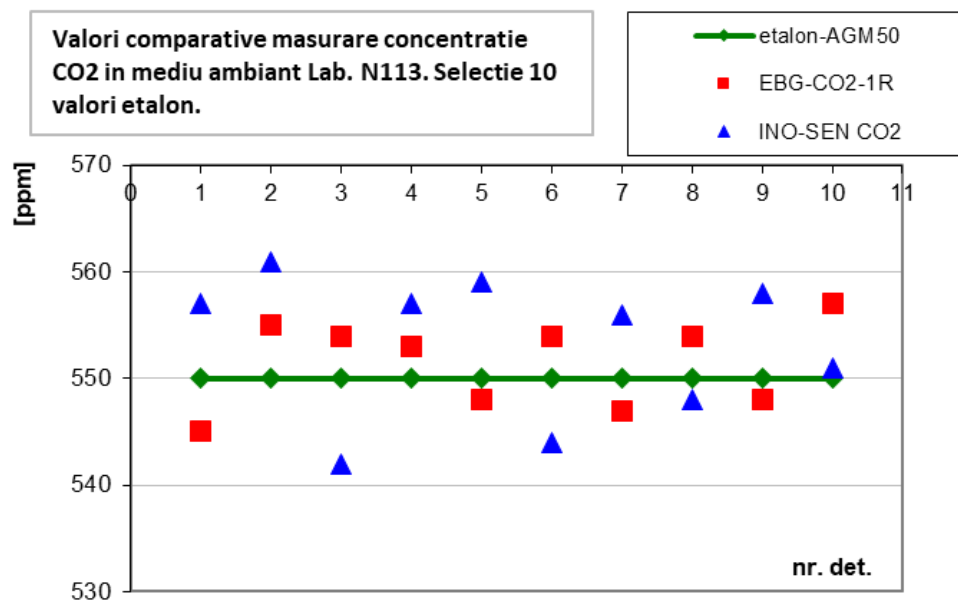


Figura 7. Valori comparative măsurare concentrație CO₂ în mediu ambiant Lab. N113. Selectie 10 valori etalon

Tabelul 8. Analiza statistică a omogenității datelor. Exercițiul din Laboratorul N113

Scorul	"z"	
EBG-CO2-1R	0.180	$z < 2$, performanta analizorului e satisfăcătoare
INO-SEN CO2	0.396	$z < 2$, performanta analizorului e satisfăcătoare
Scorul	"En"	
EBG-CO2-1R	0.202	$En < 1$, performanta analizorului e satisfăcătoare
INO-SEN CO2	0.445	$En < 1$, performanta analizorului e satisfăcătoare

Măsurători comparative birou M302

Figura 4 prezintă modul de amplasare a celor 3 echipamente de măsurare a CO₂, în biroul cadrelor didactice și doctoranzi, M302 din Facultatea de Mecanică, Universitatea Politehnica Timișoara.



Figura 4. Amplasare echipamente în Birou M302

Specificații tehnice privind măsurătorile efectuate:

Suprafață birou M302: 25 m²

Grad ocupare pe durata măsurătorilor: 4 persoane

Perioada: 15 – 17 August 2023

Frecvență înregistrare date: 1 citire / 5 minute

Prelucrare date: valori medii orare

Total valori medii orare înregistrate: 57/ instrument, total 171 valori medii orare

Valorile medii zilnice obținute sunt prezentate în Tabelul 5 și figura 5, iar valorile medii orare în figura 6.

Tabelul 5. Valori medii zilnice, CO₂, Birou M302, în ppm

	AGM50 ppm	EBG-CO2-1R ppm	INO-SEN CO2 ppm
15.08.2023	657.67	675.07	679.33
16.08.2023	625.83	647.25	650.13
17.08.2023	644.06	664.94	671.78

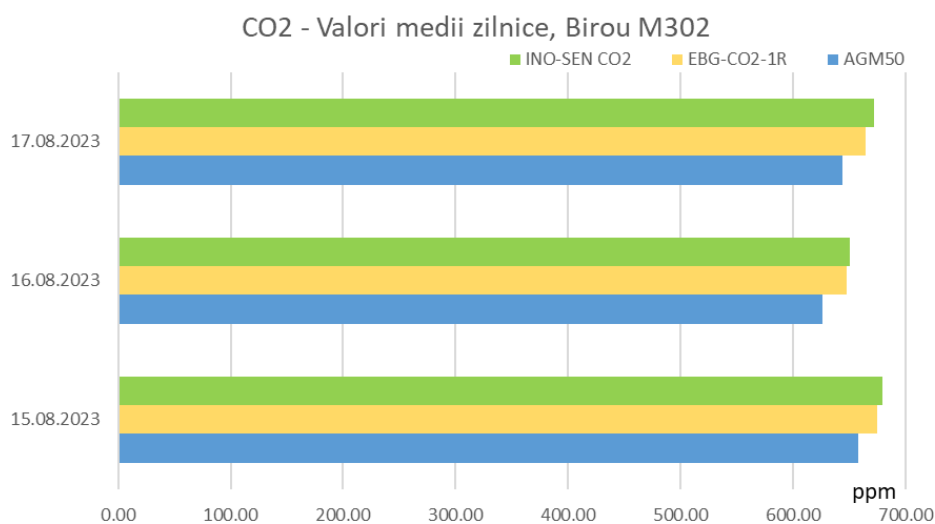


Figura 5. Valori medii zilnice (24h), CO₂, Birou M302

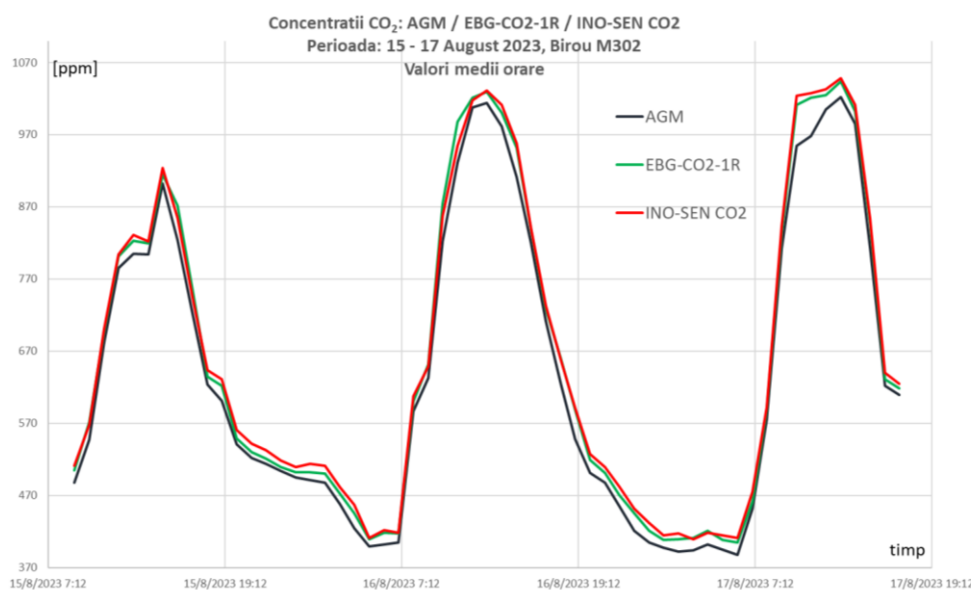


Figura 6. Valori medii orare, CO₂, Birou M302

Rezultate analizei statistice a rezultatelor obținute în urma măsurătorilor comparative a concentrației de CO₂, între cele 3 analizoare, din perioada 15 – 17.08.2023, din **Biroul M302** sunt prezentate în tabelele 9, 10 și 11.

Tabelul 9. Selecție 10 valori etalon ale AGM50, din setul total de 684 valori și compararea cu valorile măsurate de EBG-CO₂-1R și INO-SEN CO₂. Locație: Birou M302

	CO ₂ etalon 550	CO ₂ [ppm] 545	CO ₂ [ppm] 557
Proba:	AGM50 - etalon	EBG-CO ₂ -1R	INO-SEN CO ₂
	CO ₂ etalon	CO ₂ [ppm]	CO ₂ [ppm]
1	690	702	711
2	690	684	692
3	690	695	688
4	690	699	708
5	690	705	698
6	690	695	687
7	690	697	685
8	690	688	697
9	690	698	695
10	690	695	686
Media	690.00	695.8	694.7
u [ppm]	5	50	50

Tabelul 10. Analiza statistică a omogenității datelor. Exercițiul din Biroul M302

Testul Cochran	Variatia analitica	Variatia intre probe	SAP (test for Sufficient Analytical Precision)	ABSV (test for Acceptable Between Sample Variance)	Deviatia standard EBG-CO ₂ -1R	Deviatia standard INO-SEN CO ₂
C	san2	ssam2	san/σ	σ _{2all}	σ _{2UPT}	σ _{2LIM}
0.2048364	60.0944	510.8028	0.3324	416.16	6.16	9.07
ok, G<Gcrit			ok, san<0.5σ	ok, σ _{2all} <c		

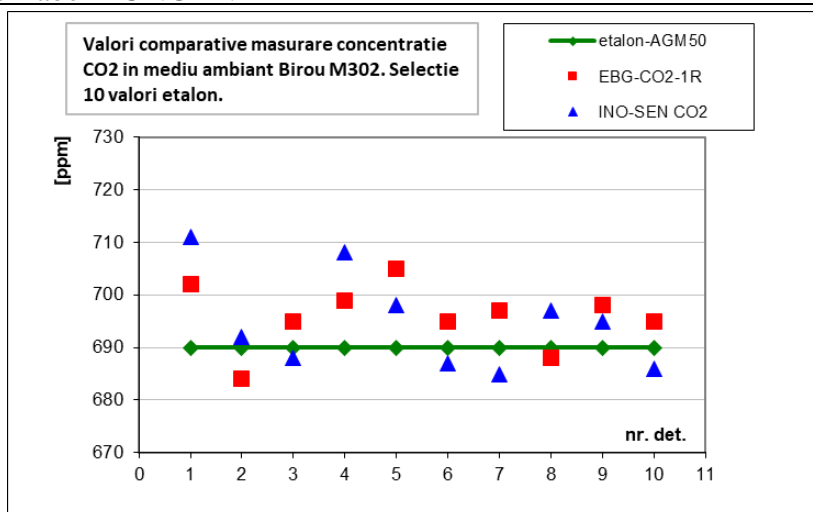


Figura 8 - Valori comparative măsurare concentrație CO₂ in mediu ambient Birou M302. Selecție 10 valori etalon

Tabelul 11. Analiza statistică a omogenității datelor. Exercițiul din Biroul M302

Scorul	"z"	
EBG-CO2-1R	0.696	$z < 2$, performanța analizorului e satisfăcătoare
INO-SEN CO2	0.564	$z < 2$, performanța analizorului e satisfăcătoare
Scorul	"En"	
EBG-CO2-1R	0.782	$En < 1$, performanța analizorului e satisfăcătoare
INO-SEN CO2	0.634	$En < 1$, performanța analizorului e satisfăcătoare

Concluzia generală care a rezultat din finalizarea analizei măsurătorilor efectuate a fost că senzorul INO-SEN CO2 SAW este adecvat pentru aplicațiile de măsurare a CO₂ în interior și ar trebui dezvoltat pentru uz comercial.

2.1.2. Cercetări privind studiul poluării în spații deschise

Cercetările privind poluarea în spații deschise începute în 2008 le-am continuat împreună cu colegii din echipa de cercetare, iar rezultatele obținute au fost diseminate în cadrul unor conferințe internaționale sau au fost publicate în reviste indexate ISI sau BDI. De asemenea, studiile pe această direcție au fost abordate și în cadrul proiectelor de cercetare conduse în calitate de director sau membru în echipă.

Există multe modalități de măsurare a poluării aerului, atât prin metode chimice și fizice simple, cât și prin tehnici electronice mai sofisticate, pe lângă posibilitățile de modelare, conform unor programe special adaptate, în funcție de factorii de emisie și inventarul poluanților, pentru condiții meteorologice reale sau probabile [10-12]. Metodele pasive de eșantionare oferă o analiză fiabilă și rentabilă a calității aerului, care oferă o bună indicație a concentrațiilor medii de poluare pe o perioadă de săptămâni sau luni. Prelevatoarele pasive sunt așa-numite, deoarece dispozitivul nu implică nicio pompă. În schimb, fluxul de aer este controlat de un proces fizic, cum ar fi difuzia.

Metodele active de eșantionare utilizează metode fizice sau chimice pentru colectarea aerului poluat, iar analiza este efectuată ulterior în laborator. De obicei, un volum cunoscut de aer este pompat printr-un colector (cum ar fi un filtru sau o soluție chimică) pentru o perioadă cunoscută de timp. Colectorul este ulterior scos pentru analiză. Metodele automate produc măsurători de înaltă rezoluție ale concentrațiilor orare de poluanți sau mai bine, într-un singur punct. Poluanții analizați

includ ozonul, oxizii de azot, dioxidul de sulf, monoxidul de carbon și particulele. Probele sunt analizate folosind o varietate de metode, inclusiv spectroscopie.

Proba, odată analizată, este descărcată în timp real, oferind informații foarte precise. Analizoarele optice la distanță, cu cale lungă, utilizează tehnici spectroscopice, fac măsurători în timp real ale concentrațiilor unei game de poluanți.

Transportul este o parte foarte importantă și necesară a societății moderne, dar unele dintre efectele sale secundare au fost, de asemenea, recunoscute. Din punctul de vedere al protecției mediului, un impact negativ semnificativ al transporturilor este poluarea aerului.

Particulele în suspensie irespirabile (RSP) sau PM10 și poluanții gazoși, cum ar fi oxizii de azot, sunt cunoscuți ca având efecte dăunătoare asupra sănătății umane, iar relația dintre poluanții atmosferici și sănătate a fost studiată pe scară largă - o creștere a concentrației medii anuale de PM10 crește numărul de internări în spital respirator și rata mortalității [13]. Există, de asemenea, o asociere între concentrația de dioxid de azot (NO₂) și internările în spital asociate cu bolile cardiovasculare. Cu toate acestea, mulți autori au realizat cercetări în domeniu, în special pentru regiunea balcanică [14, 15, 16].

Multe orașe au înființat stații fixe de monitorizare a calității aerului pentru a monitoriza calitatea aerului în mod continuu și pentru a măsura concentrațiile poluanților majori în locațiile rutiere și urbane. Multe orașe și țări au stabilit, de asemenea, obiective pe termen scurt și lung privind calitatea aerului pentru niveluri acceptabile, alerte și limită de concentrație a poluanților.

Combustia unui litru de combustibili fosili produce aproximativ 100 de grame de monoxid de carbon (CO), 20 de grame de compuși organici volatili (compuși organici volatili nemetanici (COV_{nm})), 30 de grame de oxizi de azot (NO_x), 2,5 kilograme de dioxid de carbon (CO₂) și multe alte substanțe nocive. Toate aceste substanțe conduc la un anumit grad de poluare a aerului, fie prin impact direct asupra sănătății, fie prin impact global, cauzând, de exemplu, efecte de seră și încălzire globală [10, 11].

Următorul studiu de caz prezintă rezultatul campaniilor de măsurare a calității aerului din Municipiul Timișoara [9].

Orașul Timișoara este unul dintre cele mai dezvoltate din România, renumit pentru istoria sa și progresul rapid într-o locație modernă, dar tradițională, a dezvoltării umane [17].

Rezultatele prezentate în continuare sunt obținute în urma unei serii de peste 50 de zile de campanii de monitorizare a calității aerului în orașul Timișoara, realizate în situri special selectate, pentru care au apărut îngrijorări și plângeri locale: intersecții, efectele principalelor surse poluante ale orașului și măsurarea contribuției acestora la situația generală a calității aerului. Stația de monitorizare semimobilă a funcționat pentru o perioadă de 3 ani, începând din 2006 și terminând în 2008, în episoade de 7-10 zile. Măsurarea calității aerului este încă mai puțin experimentată în țările din Europa de Est.

Autorii au efectuat experimente on-line în mediul urban, folosind metode de măsurare, în conformitate cu legislația națională și europeană (măsurarea sursei punctiforme), dar și tehnici de cale deschisă controlate de la distanță. Valorile măsurate pot fi analizate ca valori științifice pentru perioadele de monitorizare, pe locațiile specifice, și pot fi utilizate științific pentru a trezi alerta și interesul comunității locale și pentru a informa populația. Rețeaua națională de monitorizare AQM pentru Timișoara este responsabilă de monitorizarea generală și, în prezent, este formată din mai multe stații de lucru staționare pentru întregul oraș. Dezavantajul de a fi fixe determină faptul că acestea se măsoară numai în zona locală și numai dacă toate sunt funcționale în întregul oraș, ar putea determina o valoare medie atestată. Dacă un anumit episod sau un loc special prezintă motive

de îngrijorare, numai un laborator mobil, specializat și atestat, ar putea efectua astfel de măsurători relevante ale datelor, on-line.

Poluanții atmosferici și parametrii meteorologici au fost mășurați continuu pe parcursul episoadelor și stocați ca valori medii de 1/2 h și 24 h. Valoarea medie de 1/2h a fost preferată valorii medii reglementate de 1h pentru a surprinde vârfurile înalte de poluare, pentru o mai bună identificare a surselor și a influențelor poluării. În România controlul gazelor de ardere și analiza calității aerului nu au o abordare tradițională și în prezent eforturile sunt notabile, direct din partea ministerului și autorităților stațiunii, agențiilor, dar și laboratoarelor, institutelor și unităților industriale independente. Echipamentele de monitorizare a gazelor de ardere la surse sunt scumpe și disponibile doar în unele centrale electrice majore sau principali poluatori, controlul emisiilor poluante la domiciliu realizându-se în prezent, pe baza unui program regulat, aprobat individual de agențiile de mediu, prin măsurători directe o dată pe an în cel mai bun caz.

În raportul anual pe 2008 al Registrului Național al Automobilelor (RAR) s-a arătat că parcul auto românesc era format în proporție de 54% din vehicule non-euro, 11% sunt conforme Euro II și doar 35% din totalul vehiculelor rutiere înmatriculate în România respectă reglementările Euro III și IV, deci aspecte privind poluarea directă a traficului, inclusiv cu alți poluanți, pe lângă cele clasice [18-20]. Standardele de emisie și de calitate a aerului sunt în conformitate cu normele UE care îndeplinesc aceste limite și, în multe cazuri, în discordanță cu posibilitățile financiare disponibile în țară.

Campania prezentată de monitorizare a calității aerului a fost realizată în anul 2008 în mai multe locații din Timișoara, fiecare campanie durând aproximativ 7 zile. Figura 9 reprezintă locațiile stației (punctelor) de monitorizare în toate punctele de pe raza orașului Timișoara, unde s-au realizat măsurători în anul 2008.



Figura 9. Localizarea campaniilor de monitorizare a calității aerului în Timișoara, 2008.

1 – Muzeul Satului, 2 – Divizia 9 Cavalerie, 3 – Parcare mall-ului, 4 – Parcul Botanic, 5 – Electromotor, 6 – Kuntz, 7 – Cet Sud [9].

În timpul campaniei au fost măsurate dioxidul de sulf SO_2 (cu principiul fluorescenței aparatului Horiba APSA370), oxizii de azot NO_x (cu principiul chemiluminescenței aparatului Horiba APNA370), monoxidul de carbon CO (cu aparatul Horiba APMA370 modulat în flux încrucișat), metanul, hidrocarbura nemetică și hidrocarbura totală (cu aparatul Horiba APHA370 – principiul ionizării în flacără), ozonul O_3 (cu APOA350 Horiba) și PM_{10} (aparatul gravimetric LSV3). În același timp, a fost stabilită structura traficului și înregistrați parametrii meteorologici (viteza și direcția vântului, temperatura și umiditatea aerului). Toate echipamentele sunt calibrate la începutul campaniilor cu gaze speciale de calibrare furnizate de NIST și conform specificațiilor stricte de control al calității EN ISO/CEN 17025:2005. O excepție a fost ozonul APOA350 care nu a fost calibrat din cauza unei defecțiuni a generatorului de calibrare O_3 , atestată în timpul campaniei de monitorizare.

În figura 10 este prezentată schema conceptuală a stației de monitorizare a calității aerului. Toate instrumentele sunt programate să măsoare continuu concentrația poluanților din aer, iar semnalul de ieșire este colectat și înregistrat de o placă PC de achiziție a datelor. Toate instrumentele sunt calibrate cu gaze etalonice, trasabile până la stație. Stația de monitorizare este dotată cu o stație verificată metrologic, iar valorile pentru viteza și direcția vântului, temperatura aerului, presiunea și umiditatea sunt măsurate și înregistrate continuu.

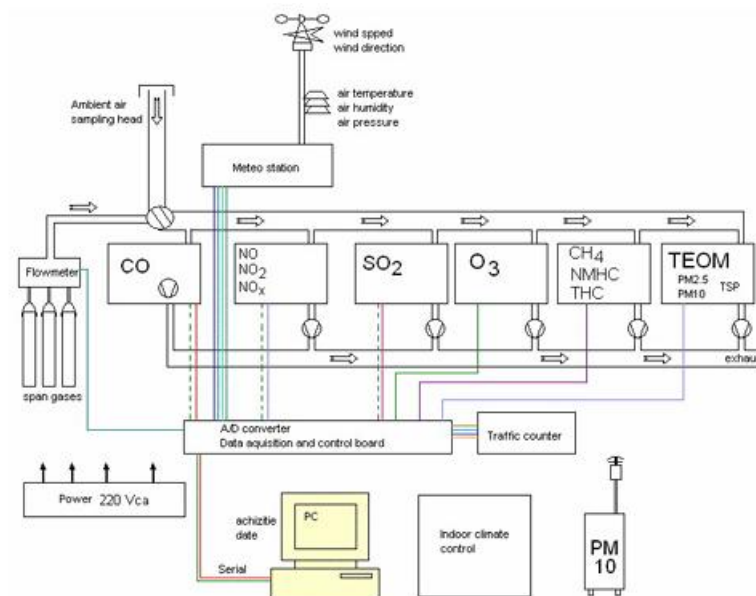


Figura 10. Schema conceptuală a stației de monitorizare a calității aerului [9]

Concentrația în aer a poluanților atmosferici semnificativi este reglementată prin directive europene, directive implementate în legislația românească. Valorile limită (în raport cu presiunea normală și $20\text{ }^\circ\text{C}$) pentru concentrația poluanților măsurați sunt:

- pentru SO_2 limita este de $350\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valoarea medie pe oră) și este reglementată de Directiva 1999/30/CE;
- pentru NO_x , limita este de $200\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valoarea medie pe oră) și este reglementată de Directiva 1999/30/CE;
- pentru CO limita este de $10\text{ mg}/\text{m}^3$ (valoarea medie de 8 ore) și este reglementată de Directiva 2000/69/CE;
- pentru O_3 limita este de $120\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valoarea medie de 8 ore) și este reglementată de Directiva 2002/3/CE;

Directiva UE pentru CH₄, COV (NMHC) și THC era în curs de elaborare, numai concentrațiile de benzen din aer erau limitate în Directiva 2000/69/CE, iar valoarea limită anuală este de 5 μg / m³.

În figurile 11 și 12 sunt prezentate valorile medii orare înregistrate pentru amplasarea Muzeului Satului. Muzeul Satului este situat în partea de nord-est a Timișoarei, înconjurat în partea de est de o pădure întinsă și în partea de vest de cea mai mare zonă industrială a orașului. Este departe de drumurile principale ale orașului. Valorile înregistrate pentru NO_x, O₃, SO₂ și CO se situează sub valoarea limită reglementată de legislația europeană. Valorile pentru COV (figura 12) prezintă vârfuri ridicate chiar și în timpul nopții, astfel încât se poate concluziona că sursa COV este industria din apropiere, unde activitatea este continuă, deoarece traficul este redus în timpul nopții, comparativ cu ziua.

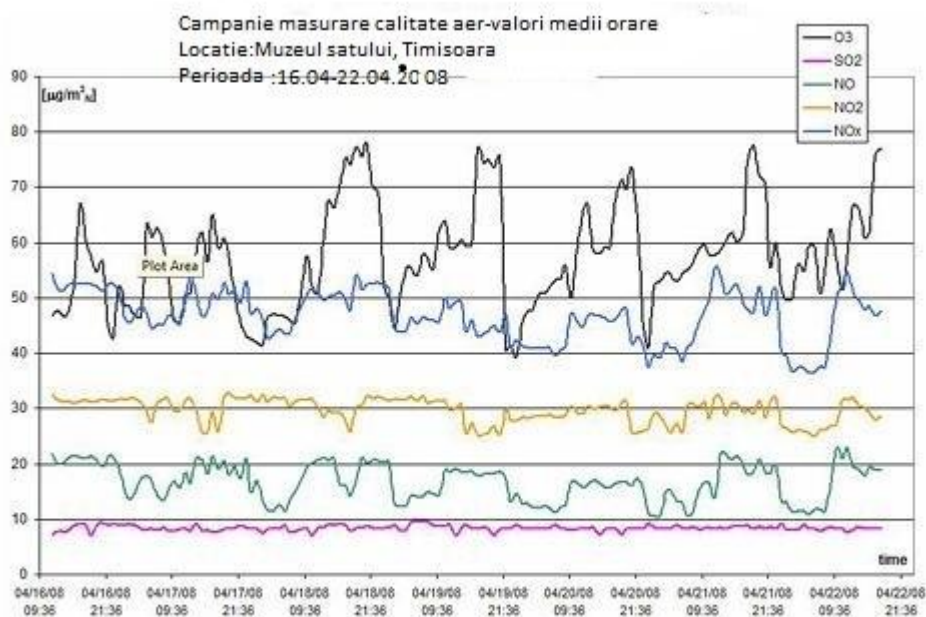


Figura 11. Valori măsurate în Muzeul Satului, Timișoara 2008 (O₃, SO₂, NO, NO₂ și NO_x) [9]

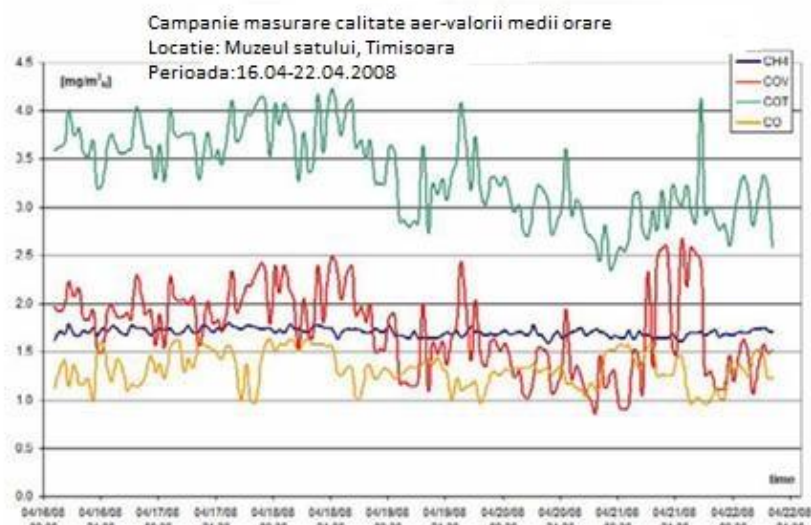


Figura 12. Valori măsurate în Muzeul Satului, Timișoara 2008 (CH₄, COV, COT și CO) [9]

În figurile 13 și 14 sunt prezentate valorile medii (orare) înregistrate pentru amplasarea Parcului Botanic. Parcul Botanic este situat în centrul orașului și este înconjurat de drumurile principale ale orașului. Nu există industrie în apropiere. Valorile înregistrate pentru toți poluanții atmosferici măsurați sunt sub limita admisibilă. COV sunt aproape de zero, fiind generați numai de gazele de eșapament ale automobilelor sau de sistemele locale individuale de încălzire a locuințelor, iar valorile CH₄ sunt luate în considerare în contextul global.

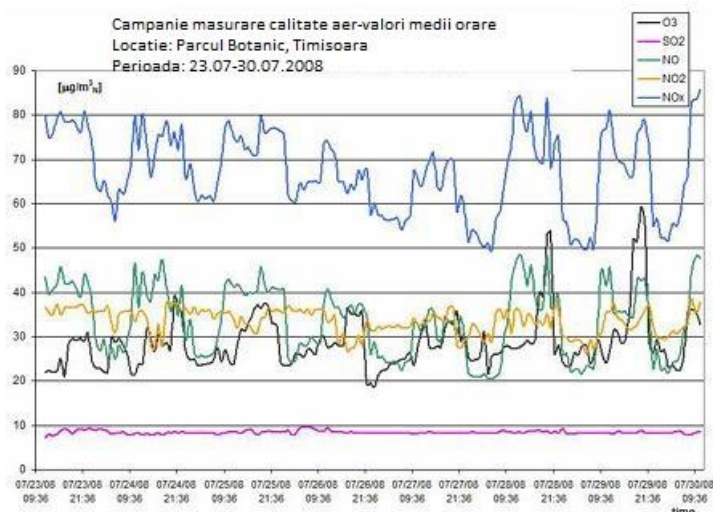


Figura 13. Valori măsurate în Parcul Botanic, Timișoara 2008 (O₃, SO₂, NO, NO₂ și NO_x)[9]

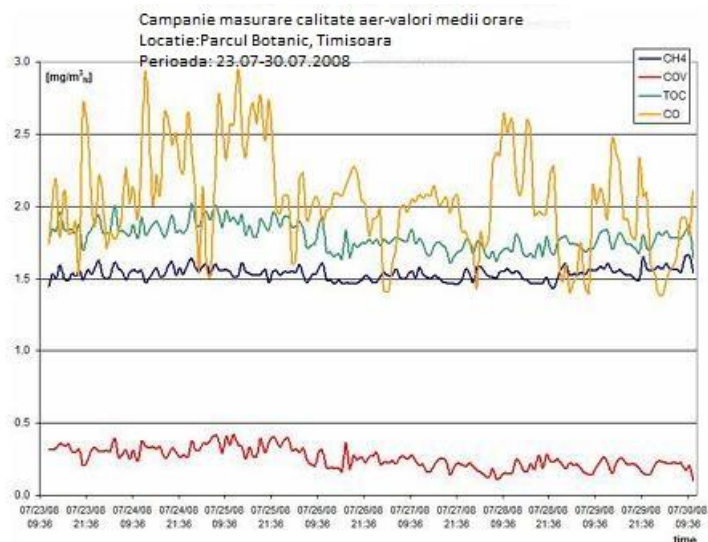


Figura 14. Valori măsurate în Parcul Botanic, Timișoara 2008 (CH₄, COV, COT și CO)[9]

Strada Divizia 9 Cavalerie este situată în zona de nord a orașului și este o stradă importantă cu relevanță națională, practic tot traficul rutier (inclusiv camioanele grele) din zonele de sud-est ale României către Europa de Vest trece prin această stradă. Toate valorile înregistrate sunt ridicate, dar numai concentrațiile de NO₂ depășesc limita permisă. Concentrațiile COV sunt, de asemenea, ridicate și nu variabile de-a lungul timpului, astfel încât zona industrială Nord-Est este sursa poluării cu COV.

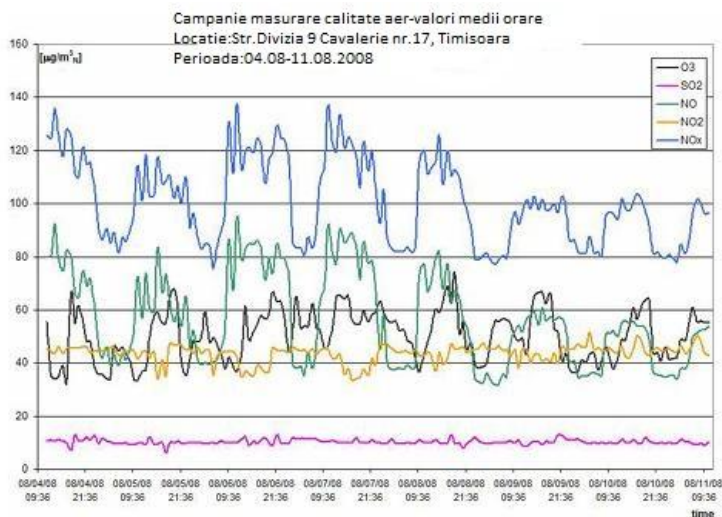


Figura 15. Valori măsurate la Str. Divizia 9 Cavalerie, Timisoara 2008 (O_3 , SO_2 , NO , NO_2 și NO_x) [9]

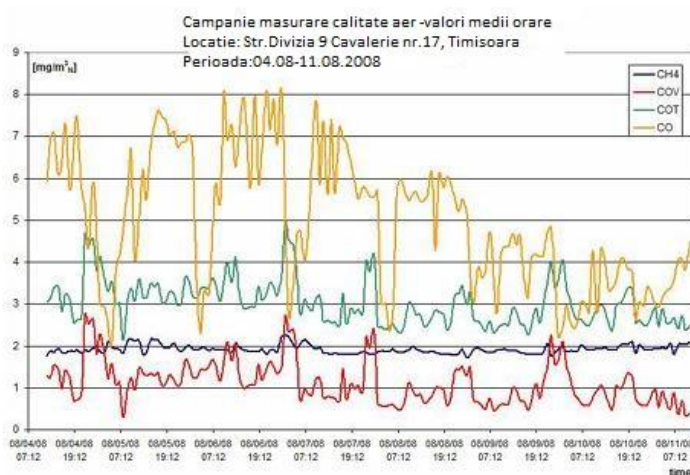


Figura 16. Valori măsurate la Str. Divizia 9 Cavalerie, Timisoara 2008 (CH_4 , COV , COT și CO) [9]

Parcarea mall-ului este o locație centrală, cu o mulțime de pietoni care o traversează. Toate valorile înregistrate sunt sub limitele reglementate, pentru toți poluanții. În ciuda valorilor diferite, tendința de evoluție este comparabilă pentru toate speciile, atestând astfel că perioadele de răspuns și înregistrare pentru campanii au fost selectate corect.

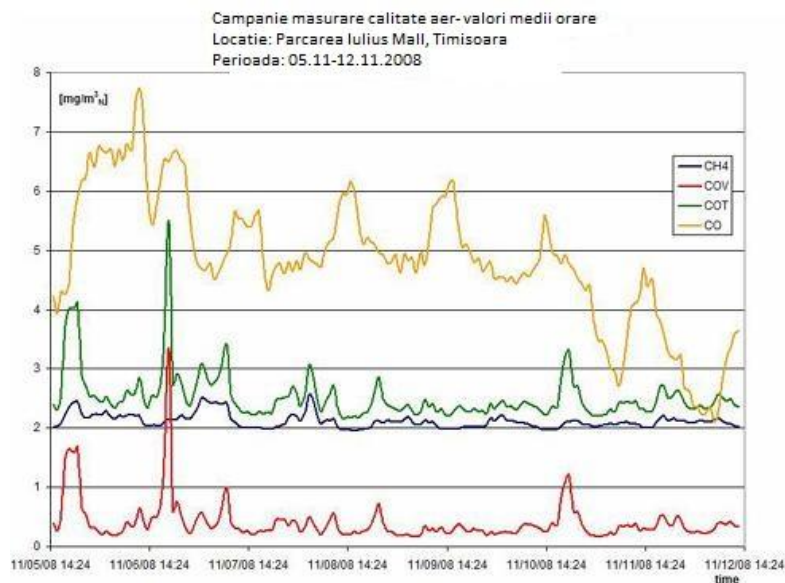


Figura 17. Valori măsurate în parcare mall-ului, Timisoara 2008 (O_3 , SO_2 , NO , NO_2 și NO_x) [9]

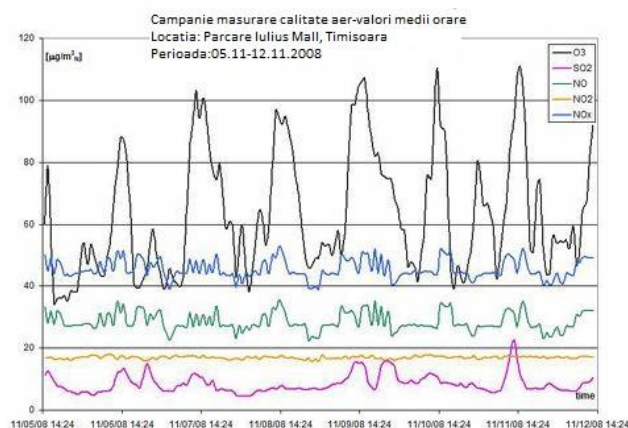


Figura 18. Valori masurate in parcare mall-ului, Timisoara 2008 (CH_4 , COV , COT și CO) [9]

Valorile medii înregistrate pentru toți poluanții sunt prezentate în figurile 19 și 20, pentru locația CET SUD. CET SUD este o centrală termică de ardere a cărbunelui; în perioada monitorizată a fost oprită pentru revizii tehnice, astfel se pot explica valorile reduse ale SO_2 . Chiar și așa, valorile înregistrate pentru NO_x sunt peste limită, cu mai multe vârfuri, cauzate probabil de mașinile industriale grele, alimentate cu benzină.

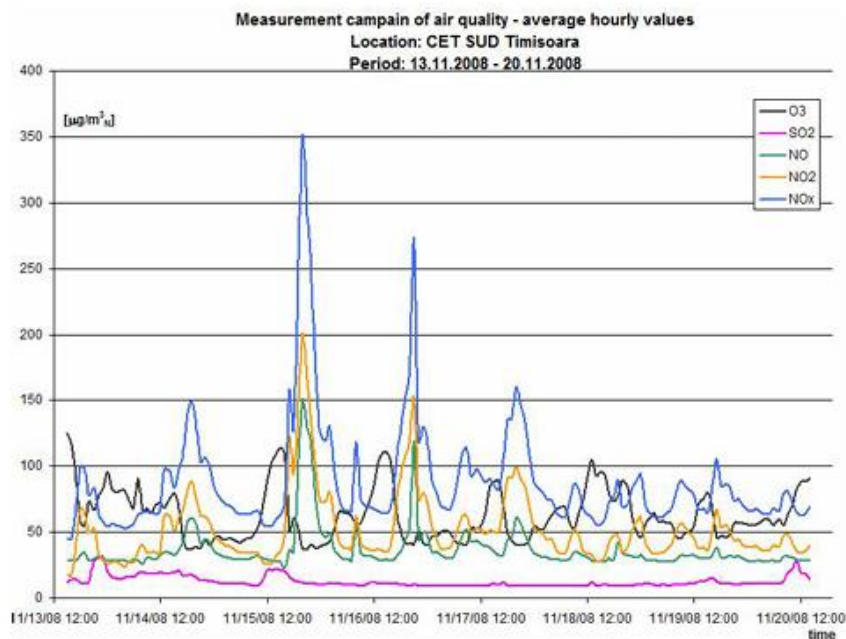


Figura 19. Valori măsurate în zona CET SUD, Timișoara 2008 (O_3 , SO_2 , NO , NO_2 și NO_x) [9]

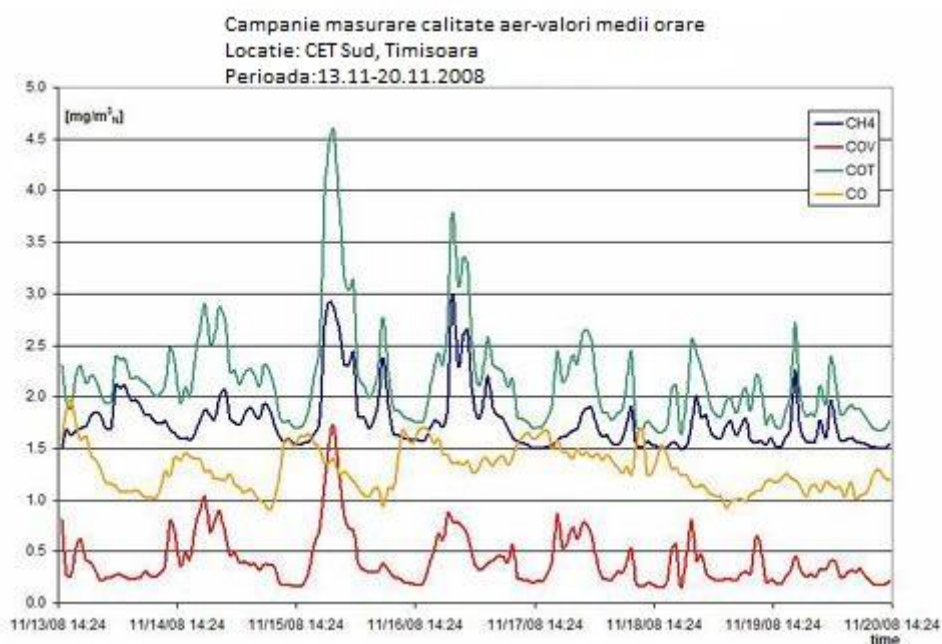


Figura 20. Valori măsurate în zona CET SUD, Timișoara 2008 (CH_4 , COV , COT și CO) [9]

Din rezultatele prezentate anterior se pot trage următoarele concluzii principale:

- Pentru toate episoadele, valorile înregistrate pentru ozonul O_3 trebuie interpretate cu precauție sau ignorate din cauza unei defecțiuni a generatorului de calibrare a gazului O_3 . Analizorul de ozon nu a fost calibrat corespunzător;
- În locația Muzeul Satului (aproape de o zonă industrială) valorile înregistrate pentru NMHC (COV) sunt foarte mari, în jur de $2 - 3 \text{ [mg/m}^3\text{]}$, iar cele mai mari valori înregistrate apar mai ales în timpul nopții. Această observație este valabilă pentru toate locațiile din Nord-Est care înconjoară Parcul Industrial, unul dintre cele mai importante din Timișoara care cuprinde o industrie petrochimică majoră;

- În Parcul Botanic (zona centrală) se poate observa cu ușurință influența traficului rutier urban din zonă, dar valorile înregistrate nu depășesc valorile limită reglementate. O concluzie similară ar putea fi trasă și pentru Divizia 9 Strada Cavalerie, unde traficul rutier este, de asemenea, cauza dominantă a poluării aerului;

- Pentru campania Electromotor (zona industrială din oraș) toate valorile înregistrate depășesc valorile reglementate, în special pentru NO_x și CO. Cauza pentru această depășire este și traficul rutier, deoarece locația este aproape de o intrare foarte importantă în oraș, cu opriri lungi la semafoare și adesea blocaje;

- Pentru amplasamentul centralei Cet Sud valorile sunt scăzute (cu excepția NO_x) în principal pentru că centrala nu a fost pornită. În general, pentru orașul Timișoara se poate concluziona că reglementările privind calitatea aerului sunt îndeplinite, cu unele excepții pentru concentrațiile de NO_x din apropierea drumurilor orașului. O cauză a acestei situații este considerată faptul că Timișoara este străbătută de două drumuri europene majore, E70 și E671 și nu avea, până la momentul anchetei, niciun inel de drumuri urbane. Valori mai mari pentru COV (CNMV) au fost înregistrate doar în locațiile din jurul zonei Industriale Nord-Est a Timișoarei.

Un control strict al autorităților statului trebuie să impună controlul emisiilor de COV la surse, în zonă, direct la sursele emițătoare.

2.1.3. Cercetări în domeniul poluării datorate traficului feroviar [21, 22, 23]

În acest subcapitol se vor prezenta rezultate cu privire la cercetările realizate în ceea ce privește influența traficului feroviar asupra mediului, cu relevanță asupra solului, a emisiilor poluante rezultate din activitatea de exploatare a materialului rulant, precum și poluarea fonică produsă de elemente specifice traficului feroviar.

Transportul în general reprezintă o adevărată provocare, deoarece societatea încearcă să asigure creșterea nivelului de trai al oamenilor și un viitor mai sigur din punct de vedere ecologic.

Rețelele de transport sunt una dintre cheile progresului. Impactul transportului asupra mediului constă în eroziunea solului, contaminarea solului și, frecvent, în contaminarea aerului, a apei și a solului. Utilizarea de materiale toxice în industria transporturilor poate determina contaminarea solului și unele variații ale vegetației naturale. Scurgerile neintenționate de combustibil și ulei de la autovehicule sunt adesea spălate pe marginea drumurilor și pătrund în sol. Există multe substanțe chimice utilizate pentru întreținerea căilor ferate, care reprezintă o cale certificată de contaminare a solului. De obicei, în apropierea căilor ferate, a porturilor și aeroporturilor se găsesc concentrații mari de materiale periculoase și metale grele [24].

Dezvoltarea industrială a produs o creștere a problemelor de mediu legate de contaminarea cu metale grele. Această problemă este accentuată de industrializare, urbanizare, utilizarea în agricultură a unor cantități mari de îngrășăminte și pesticide și, de asemenea, de impactul uman. Zwolak et al. [25] au susținut faptul că, categoriile generale de emisii implicate de activitățile umane sunt:

- Emisiile provenite din surse legate de transportul vehiculelor și de combustibili, descrise ca emisii liniare;

- Procesele, cum ar fi arderea de energie cu ajutorul unor purtători de energie și procesele industriale, cum ar fi evacuarea de substanțe în aer prin intermediul diferiților emițători, sunt considerate surse de emisii punctiforme;

- Emisiile legate de încălzirea locuințelor din sectorul municipal și casnic, prezentate ca emisii de suprafață.

Acumularea globală a metalelor în sol și în legume este o sursă importantă de interferență cu lanțul alimentar. În acest sens, fluctuația metalelor grele în sol, absorbția acestora de către plante, expunerea omului la metale grele prin consumul diferitelor componente alimentare considerate contaminate și posibila lor toxicitate creează probleme în prezent.

Cultivarea culturilor de legume în apropierea instalațiilor industriale și a drumurilor intens circulante, precum și expunerea generală a diferitelor tipuri de culturi la sursele municipale de poluare și la apele reziduale agricole pot determina creșterea conținutului de anumite elemente.

Acest lucru poate duce la un echilibru neechilibrat al elementelor globale și poate afecta interacțiunea generală a acestora cu alte ingrediente alimentare [26, 27]. Există multe metode de extracție a metalelor din sol: extracția secvențială, digestia în apă regală [28], digestia cu ultrasunete și cu microunde, cenușarea uscată și există multe metode de analiză care este cuplată cu plasmă inductivă (ICP-OES), spectrometria de absorbție atomică (AAS) [29] etc.

Transportul feroviar este un pilon fundamental al infrastructurii moderne, jucând un rol esențial în mobilitatea populației și în transportul de mărfuri la nivel global. De-a lungul istoriei, dezvoltarea căilor ferate a adus beneficii semnificative economiilor naționale, facilitând comerțul, industrializarea și conectarea între regiuni îndepărtate. Cu toate acestea, odată cu creșterea volumului de trafic feroviar, au apărut și problemele asociate cu poluarea generată de acest sistem de transport.

Emisiile de gaze cu efect de seră și poluanții atmosferici proveniți din locomotivele diesel și din alte vehicule feroviare reprezintă o amenințare semnificativă pentru calitatea aerului și pentru mediul înconjurător.

Transportul feroviar, deși este considerat adesea o opțiune mai ecologică în comparație cu transportul rutier sau aerian, totuși generează emisii de gaze cu efect de seră și alte poluanți care contribuie la încălzirea globală și la deteriorarea calității aerului. Emisiile de dioxid de carbon (CO_2) și oxizi de azot (NO_x) provenite de la locomotivele diesel și alte vehicule feroviare sunt responsabile pentru o parte semnificativă din poluarea atmosferică.

Poluarea fonică reprezintă o altă problemă asociată cu transportul feroviar. Zgomotul generat de trenuri în mișcare poate perturba viața sălbatică și poate afecta calitatea vieții locuitorilor din zonele traversate de căile ferate. Excesul de zgomot poate duce la stres, tulburări de somn și alte efecte negative asupra sănătății umane și a mediului înconjurător.

În plus, transportul feroviar poate contribui și la poluarea aerului prin emisiile de particule fine și alte substanțe toxice. Locomotivele diesel eliberează particule în suspensie și alte substanțe nocive în aer prin procesul de ardere a combustibilului, afectând calitatea aerului și sănătatea umană. Aceste particule pot pătrunde adânc în plămâni și pot cauza afecțiuni respiratorii, cum ar fi astmul și bronșita, precum și alte probleme de sănătate mai grave.

Motivul pentru care este crucial să abordăm aceste probleme este dublu. În primul rând, există o nevoie imperioasă de a proteja mediul înconjurător și de a conserva resursele naturale pentru generațiile viitoare. Schimbările climatice și degradarea mediului au efecte devastatoare asupra ecosistemelor și biodiversității și pot pune în pericol chiar și viața umană. Prin urmare, este vital să reducem emisiile de gaze cu efect de seră și să limităm poluarea aerului pentru a atenua impactul schimbărilor climatice și pentru a proteja mediul înconjurător.

De fapt, sectorul transporturilor poate fi considerat o sursă importantă de poluare difuză a mediului. Până în prezent, diferite studii s-au axat în general pe poluarea cauzată de traficul rutier, dar există puține informații în ceea ce privește căile ferate. Cu toate acestea, exploatarea căilor ferate este asociată în prezent cu influența diferitelor substanțe anorganice și organice cu un nivel ridicat de impact asupra mediului (Figura 21) [30].

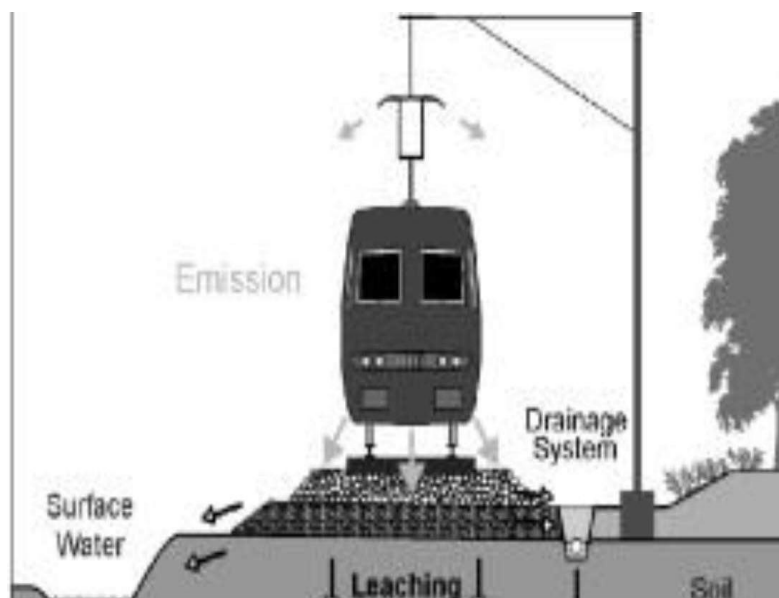


Fig. 21. Distribuția spațială a substanțelor emise de exploatarea feroviară obișnuită și influența lor asupra mediului [30]

De asemenea, conform [31], există relativ puține studii care abordează emisiile de particule provenite din transportul feroviar, probabil deoarece impactul asupra calității aerului este considerat a fi redus. Studiile realizate până în prezent se referă, în general, la emisiile provenite de la motoarele diesel sau la calitatea aerului din vagoane, însă în cazul trenurilor electrice particulele provin în principal din uzura șinelor, a sistemelor de frânare, a roților și a pantografului. Frecarea dintre roți și șină provoacă pierderi de material metalic de pe suprafețe, însă rămâne o întrebare deschisă ce fracțiune din aceste pierderi se transformă în particule aflate în suspensie în aer. În plus, uzura determină dispersia materialelor valoroase în natură, sub formă de **apă poluată** sau **particule aflate în suspensie în aer**, care pot afecta **ecosistemele și sănătatea umană** [32]. În acest context, este de interes studiul emisiilor de particule generate de căile ferate. Numeroase studii au raportat concentrații ridicate de particule în stațiile subterane și în metrouri. Există puține studii care raportează nivelurile de particule în mediile feroviare de la suprafață și nu există studii care să raporteze factori de emisie sau variabilitatea emisiilor în funcție de modul de conducere.

Abordarea problemelor legate de poluarea transportului feroviar necesită o acțiune colectivă și coordonată la nivel local, național și internațional. Este important ca guvernele, organizațiile internaționale, sectorul privat și societatea civilă să colaboreze pentru a dezvolta și implementa politici și strategii eficiente de reducere a emisiilor și poluării. În plus, este crucial să investim în cercetare și dezvoltare pentru a identifica tehnologii mai curate și mai sustenabile pentru transportul feroviar și pentru a promova inovarea în acest domeniu.

2.1.3.1. Poluarea mediului datorată transportul feroviar (apă, sol și plante)

Primul studiu de caz a fost realizat ca o particularizare pentru România și prezintă o sinteză a rezultatelor testelor de teren și a rezultatelor cuprinzătoare ale studiilor de laborator privind concentrația și distribuția dimensională a nanoparticulelor generate de materialul rulant feroviar, respectiv influența acestora asupra mediului în regiunea Banat, traversată de ruta principală nr. 900 și cea adiacentă [21].

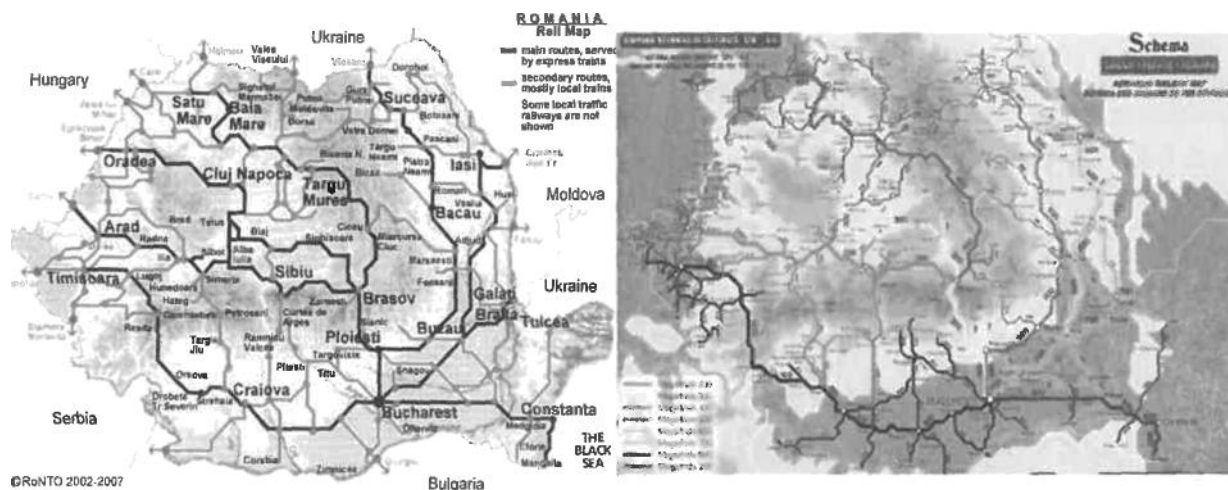
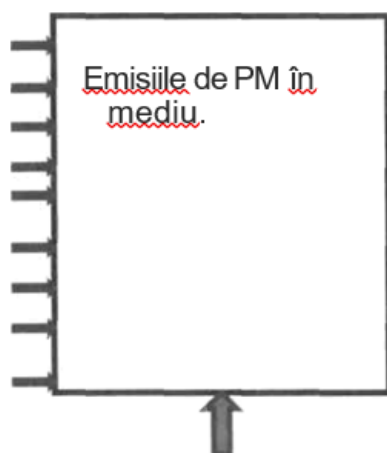


Figura 22. Hărți ale traficului feroviar românesc și ale principalelor rute [21]

Ca metodă de cercetare, am propus un model de tip black-box, așa cum este prezentat în figura 23 [33].

Factori de influență

1. Proprietățile trenului (tonaj, mod de deplasare, frâne etc.)
2. Infrastructura și terasamentul căii ferate (curbura căii ferate, pantă, grindă)
3. Tipul de tracțiune (diesel, electrică)
4. Condiții meteorologice (temperatură, presiune, umiditate)



Functii obiective

1. Stabilirea corelației dintre concentrația crescută de particule nocive în suspensie și curbura căii ferate
2. Reducerea concentrației de particule nocive în suspensie emise în mediul înconjurător

Re-suspendarea în atmosferă a particulelor depuse la sol din cauza curenților de aer

Figura 23 [33]. Modelul de tip "cutie neagră" pentru emisiile de particule în suspensie

S-a investigat numărul și distribuția dimensională a particulelor de uzură în suspensie din aer provenite dintr-un tren InterRegio în circulație. S-a montat pe tren un set de două dispozitive diferite de măsurare a particulelor, care au colectat particule dintr-un punct de prelevare situat la 145 mm

distanță de garniturile de frecare. În timpul frânării, trenul a fost foarte expus la particulele generate de garniturile de frecare. Au fost luate în considerare diverse condiții reale de exploatare, cum ar fi frânarea trenului la intrarea în curbă.

Instrumentul principal a fost un spectrometru de aerosoli GRIMM 1.109. Acest instrument a măsurat particulele din aer cu diametrul de 0,25-32 pm în 31 de intervale de mărime și la concentrații de la 1 la 2×10^6 particule. Instrumentul a înregistrat concentrațiile numerice cu o rezoluție temporală de 6 secunde.

Al doilea instrument a fost un fotometru DustTrak 8520, care a raportat concentrația masică sub formă de mg m^{-3} . Acesta este un fotometru cu laser și măsoară concentrația de particule care corespunde aproximativ fracțiunilor de dimensiuni respirabile ($AD=4$ pm). Astfel, a înregistrat în principal particule cu diametrul de 0,1-10 pm.

Pentru analizele de laborator, au fost selectate probe de apă stătătoare, sol și plante din stația CF Remetea Mare și din patru sectoare de cale ferată cu raze de curbură diferite situate de-a lungul magistralei 900 (București-Timișoara), așa cum sunt prezentate în tabelul următor.

Tabel 12. Eșantioane recoltate în diferite sectoare feroviare

Sectoare selectate de pe magistrala 900, între Timișoara Nord și Lugoj	Eșantioane selectate		
	Apă	Sol	Plante
Stația Remetea Mare	X	X	X
Km 540+345-540+715 R=950 m; H=80 m		X	X
Km 550+136-550+512 R=870 m; H=115 m	X	X	X
Km 554-r690-555+130 R=1850 m; H=60 m	X	X	X
Km 562+627-562+839 R=1500 m; H=60 m		X	X

Aceste probe au fost colectate între 1 iunie 2012 și 1 iulie 2012 la un interval regulat de o săptămână.

Dispozitivul GRIMM a fost, de asemenea, utilizat pentru a colecta particule pe filtre.

Ponderea percentilă comparativă a fiecărui element reprezintă raportul dintre ponderea aceluia element și ponderea însumată a tuturor elementelor detectate în ambele filtre. Compoziția elementară a acestor particule este prezentată în tabelul 13.

Tabel 13. Ponderile percentilice comparative ale elementelor detectate în filtre (toate valorile sunt exprimate în procente)

	Rulați	Fe	Cu	Zn	Ca	Mg	Al	Sb	Na	Ni	Mn	Ba	Cr
Punctul de prelevare a probelor	1	62.8	10	4.2	2.8	2	1.5	1.2	0.3	7	0.5	2.4	0.6

Punctul de prelevare a probelor	2	63.2	10.1	4.3	3.2	3.5	1.3	2.4	0.2	3.3	0.4	0.7	0.5
Punctul de prelevare a probelor	3	64	9.3	3.6	4	3.2	3.5	2.1	1	1	0.7	0.6	0.4
Punctul de prelevare a probelor	4	63.1	9.6	3.7	4.7	3	2.3	2.6	1.1	0.4	0.3	0.3	0.3

Compozițiile elementare ale acestor particule sunt prezentate în tabelul 14.

Tabel 14. Ponderile comparative ale percentilelor elementelor detectate în filtrele determinate prin metoda ICP- MS; toate valorile sunt exprimate în procente [21]

	Rulați	Fe	Cu	Zn	Ca	Mg	Al	Sb	Na	Ni	Mn	Ba	Cr
Plăcuță de frână	1	65	10.1	4.4	2.9	2.2	1.8	1.4	0.5	7.1	0.6	2.6	0.8
Global	1	60.2	9.7	3.9	5	4	5.7	1.8	3.2	1.1	0.6	0.2	1.2
Plăcuță de frână	2	66.2	10.7	4.5	3.5	3.7	1.6	2.8	0.5	3.6	0.7	0.8	0.6
Global	2	63.9	7.4	3.1	5.3	4.8	5.3	2.3	3.4	0.6	0.7	0.3	0.6
Plăcuță de frână	3	65.8	9.5	3.8	4.2	3.4	3.7	2.4	1.2	1.3	0.7	0.8	0.5
Global	3	62.8	8.5	3.3	5.4	4.1	6	2.6	2.2	1	0.7	0.3	0.7
Plăcuță de frână	4	64.7	9.9	3.9	4.9	4	2.6	2.9	1.6	0.7	0.7	0.4	0.7
Global	4	59	8.1	3	6	4.9	6	2.6	3.7	0.5	0.7	0.2	0.5

ICP-MS - spectrometria de masă cu plasmă cuplată inductiv - sunt tehnici puternice pentru analiza urmelor de elemente.

Aceste diferențe între cele două rapoarte pot fi explicate prin următoarele ipoteze:

- compoziția diferită a materialelor pentru: roți, șine, garnituri de frecare și discuri de frână;
- condiții de exploatare: trafic feroviar redus, viteză redusă (max. 80 km/h), greutatea unității de tren și raportul de frânare (raportul dintre forța de frânare și masa vehiculului);
- condiții climatice.

Pentru cei care doresc să facă o predicție cu privire la nivelul de poluare a mediului, în special Agenția Națională pentru Protecția Mediului, aceste valori trebuie luate în considerare.

Al doilea studiu de caz a fost un studiu experimental privind concentrația și distribuția dimensională a particulelor în suspensie (PM10), concentrația substanțelor acidifiante (în principal SO_x și NO_x) și a substanțelor care conduc la epuizarea stratului de ozon, generate de traficul feroviar în zone specifice – regiunea Banat – traversate de magistrala feroviară nr. 900 și liniile adiacente [22].

Pentru determinarea compoziției particulelor colectate au fost utilizate două (2) instrumente distincte, după cum urmează:

– Primul instrument a fost un spectrometru de aerosoli GRIMM 1.109. Acest instrument a măsurat particule aflate în suspensie în aer cu diametre cuprinse între 0,25–32 μm , în 31 de intervale de dimensiune, și la concentrații de la 1 până la 2×10^6 particule. Instrumentul a înregistrat concentrațiile numerice cu o rezoluție temporală de 6 secunde.

– Al doilea instrument a fost un DustTrak 8520, un fotometru care a raportat concentrația masică în mg/m^3 . Acesta este un fotometru cu laser și măsoară concentrația particulelor corespunzătoare aproximativ fracțiunilor respirabile ($AD = 4 \mu\text{m}$). Astfel, a înregistrat în principal particule cu diametre în intervalul 0,1–10 μm .

Pentru determinarea concentrației substanțelor acidifiante (în principal SO_x și NO_x) și a substanțelor care conduc la epuizarea ozonului generate de activitatea feroviară, a fost utilizat analizorul multi-gaz cu traiectorie deschisă SANOVA, desemnat ca metodă echivalentă: EQOA–0400–137 pentru măsurarea ozonului, EQSA–0400–138 pentru măsurarea SO_2 și EQNA–0400–139 pentru măsurarea dioxidului de azot, conform definițiilor din CFR 40, Partea 53.

Concentrația substanțelor acidifiante (în principal SO_x și NO_x) și a substanțelor care conduc la epuizarea stratului de ozon generate de calea ferată, măsurate cu instrumentul SANOVA, este prezentată în graficele din figurile 24 și 25.

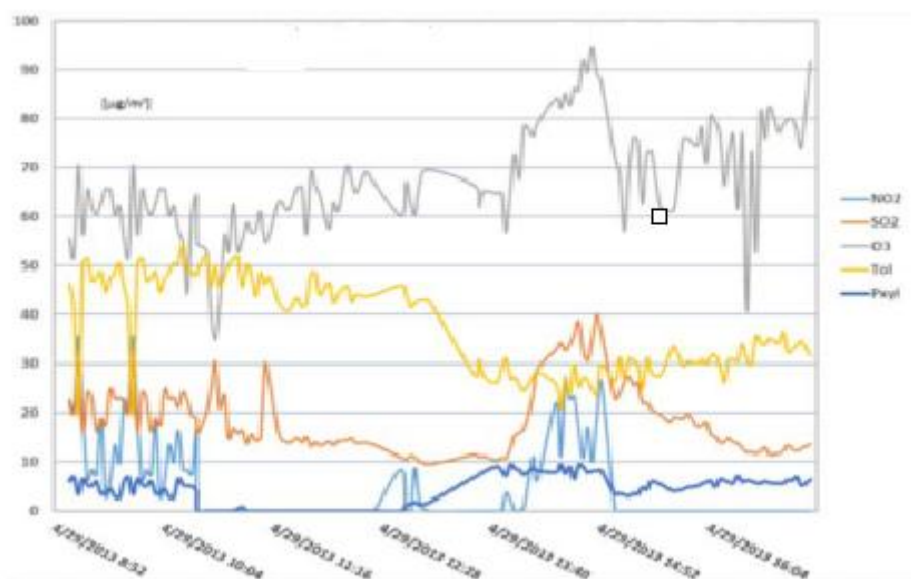


Figura 24. Măsurători în stația CF din Timișoara din 29.04.2013 (NO_x , SO_2 , O_3 , Toluen și p-xilen)

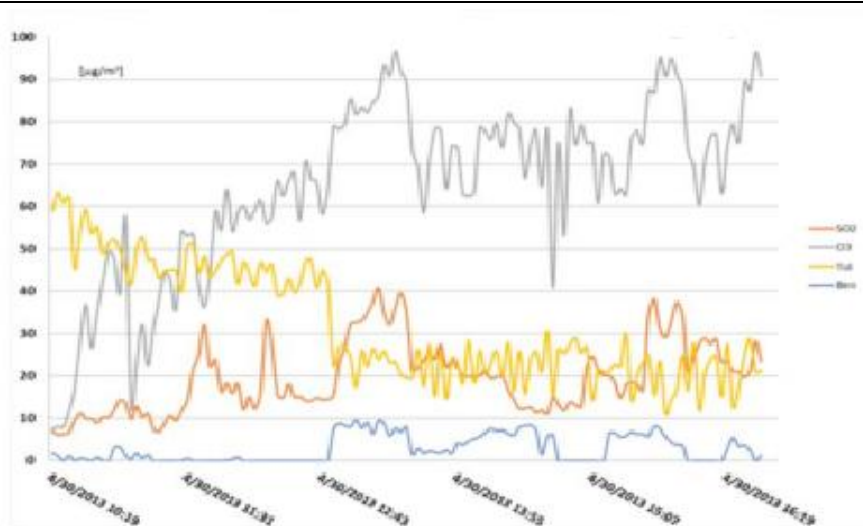


Figura 25. Măsurători în stația CF din Timișoara din 30.04.2013 (SO₂, O₃, Toluen și Benzen)

După cum se poate observa din figura 24 și figura 25, O₃ înregistrează valori ridicate, datorită cantității de radiație solară în zilele însorite. De asemenea, se poate observa în Figura 5 existența unei corelații între O₃, benzen, p-xilen și toluen: atunci când p-xilenul sau benzenul au valori ridicate, concentrația de ozon crește, iar cea de toluen scade. Acest comportament se datorează reactivității ridicate a COV (compuși organici volatili).

În ambele zile, toluenul prezintă valori ridicate și o anumită evoluție caracteristică, ceea ce reprezintă o problemă reală, deoarece acest tip de poluare este foarte periculos pentru mediu, dar mai ales pentru populație. Toți compușii COV sunt carcinogeni.

După inspectarea zonei din vecinătatea punctului de măsurare, s-a observat existența, în imediata apropiere, a unei stații de distribuție a gazelor (GPL). După cum se știe, GPL-ul este o sursă de toluen și benzen.

Valorile SO₂ se datorează activității locomotivelor cu motor diesel și a automotoarelor diesel, care operează în stație.

Concluzie:

Echipamentele dedicate pentru măsurarea poluării sunt indispensabile în prezent, în condițiile în care sursele de poluare devin din ce în ce mai diverse.

Prin observarea rezultatelor testelor de teren și a vecinătății locației de măsurare, se pot face presupuneri privind sursele de poluare a aerului, însă sunt necesare informații suplimentare. De aceea, acest studiu de cercetare va fi completat cu măsurători suplimentare, precum și cu un studiu de dispersie, pentru a determina exact zona de influență.

Al treilea studiu de caz a fost realizat în anul 2017 pe un alt traseu (Timișoara – Lugoj, prin stația CF Timișoara Sud), când au fost realizate determinări pe soluri prelevate în diferite puncte de joncțiune cu calea ferată pentru a se obține mai multe date legate de poluarea solului datorată traficului feroviar [23].

Probele de sol au fost recoltate din stația CF Timișoara Sud (Figura 26), din stația comercială Semenice (Figura 27), de-a lungul secțiunilor de joncțiune de pe strada Primaverii din Chișoda și Giroc (Figura 28). Aceste probe au fost colectate în perioada 09-12 octombrie 2017.



Figura 26. Stația de cale ferată Timișoara Sud



Figura 27. Haltă comercială CF Semenice



Figura 28. Strada Primaverii și secțiuni de joncțiune: Chisoda (Calea Chisodei), Chisoda (str. Nicolae Firu), Giroc (Calea Timișoarei)

Au fost prelevate probe de pe suprafața solurilor. Solurile au fost măcinate, uscate și cântărite. Apoi, s-a folosit digestia acidă totală a probelor, în dispozitive cu recipiente închise, folosind încălzirea cu microunde cu control al temperaturii pentru determinarea AAS a metalelor. S-a preparat digestia totală a 0,5 g de soluri (cu o precizie de $\pm 0,0002$ g la greutate) cu 8 ml de acid azotic 67%, 5 ml de acid clorhidric 37%, 1 ml de acid fluorhidric și 5 ml de acid boric H_3BO_3 5%. Procesul a fost realizat în aparatul Milestone Ethos echipat cu software-ul easyCONTROL și cu un rotor segmentat de înaltă presiune HPR1000/10S și cu un senzor intern de temperatură. Programul de microunde a fost realizat în două etape (tabelul 17).

Tabelul 16. Prezentarea eșantioanelor

Exemplu	Parametru			
	Umiditate (%)	Greutate (g)	Volum (ml)	Grad de diluție
Solul 1	0.80	0.5210	25	1:20
Solul 2	1.30	0.5243	25	1:20
Solul 3	4.56	0.5207	25	1:20
Solul 4	8.15	0.5179	25	1:20
Solul 5	2.00	0.5198	25	1:20
Solul 6	2.93	0.5154	25	1:20

Tabelul 17. Program cu microunde

Pasul	Parametru		
	Timp (min)	Senzor T1 (°C)	Putere (W)
1	15	200	1200
2	15	200	1200

Probele de sol au fost prelevate după cum urmează:

Solul 1 din Calea Timișoarei

Solul 2 din str. Primaverii

Solul 3 din stația CF Semenici

Solul 4 din Calea Chișodei

Solul 5 din stația CF Timișoara Sud

Solul 6 din str. Nicolae Firu

După digestie, toate probele au fost aduse cantitativ la 25 ml. În cazul analizelor AAS, s-a efectuat o diluție de 1:20 pentru fiecare probă. Analizele AAS au fost efectuate cu ajutorul aparatului novAA 400G echipat cu un cuptor de grafit Analytik Jena și prevăzut cu softul WinAAS 3.17.0 pentru evaluarea, controlul și afișarea rezultatelor și Cookbook pentru toate elementele. Curbele de calibrare au fost trasate folosind soluții standard de metale în căutare (tabelul 18). Au fost urmărite metale grele precum Cr, Fe, Pb, Mn, Ni, Co, Hg, Cd, Zn.

Tabelul 18. Curba de calibrare pentru metale grele

Exemplu	Parametru			
	Curba de calibrare	Coeficientul relativ R	Gama liniară (μg/L)	λ (nm)
Cr	$y = 0.011925 + 0.01439 x$	0.9912	0-22	357.9
Fe	$y = 0.142372 + 1.547592 x$	0.9842	0-1100	302.1
Pb	$y = 0.003424 + 0.002982 x$	0.9974	0-32.6	283.3
Mn	$y = 0.007635 + 0.050342 x$	0.9962	0-4.62	279.5

Ni	$y = 0.008684 + 0.004832 x$	0.9974	0-34.6	232.0
Co	$y = 0.007448 + 0.008841 x$	0.9974	0-23.8	240.7
Hg	$y = 0.000384 + 0.000095 x$	0.9123	0-26.4	253.7
Cd	$y = 0.01477 + 0.095479 x$	0.9989	0-2	228.8
Zn	$y = 0.042549 + 0.045728 x$	0.9912	0-8.8	213.9

Concentrația de metale grele din soluri a fost exprimată în $\mu\text{g/g}$ de sol în greutate uscată (ppm), astfel încât procesul de moarte este foarte important. Solurile au fost uscate, iar umiditatea a fost determinată prin metoda gravimetrică (105°C). Pentru uniformizarea și compararea rezultatelor, după digestia chimică, probele au fost transferate în sticle marcate de 25 mL și completate cu apă ultrapură (laborator Barnstead Aparat EASYpureRoDi) la 25 ml. Pentru analizele AAS, 1 ml de analit (fiecare soluție) a fost diluat de 20 de ori cu HNO_3 05% (ISO 15586 2003(E)).

Toate probele au fost injectate în trei exemplare. Valorile indicate de aparat au fost înmulțite cu gradul de diluție (20) și au fost raportate la 1 g de material uscat. Rezultatele au fost prezentate în tabelul 19 (unde SD a reprezentat abaterea standard). Solul a fost prelevat din stratul superficial în toate punctele menționate (adâncimea cuprinsă între 0 - 10 cm).

Tabelul 19. Concentrația de metale grele în soluri

Exemplu	Parametru			
	Cr \pm SD ($\mu\text{g/g}$)	Fe \pm SD ($\mu\text{g/g}$)	Pb \pm SD ($\mu\text{g/g}$)	Mn \pm SD ($\mu\text{g/g}$)
Sol 1	13.1 \pm 3.9	7216.9 \pm 0.8	14.4 \pm 3.3	181.8 \pm 1.2
Sol 2	9.4 \pm 1.6	9584.2 \pm 1.2	20.1 \pm 1.6	210.7 \pm 1.1
Solul 3	48.6 \pm 0.1	16401.0 \pm 0.8	27.8 \pm 0.6	234.8 \pm 1.9
Solul 4	21.7 \pm 4.3	11469.4 \pm 1.1	12.4 \pm 1.2	136.7 \pm 1.6
Solul 5	30.2 \pm 7.3	15438.6 \pm 6.8	40.8 \pm 1.2	219.9 \pm 1.9
Solul 6	16.7 \pm 7.1	12097.4 \pm 0.2	19.8 \pm 0.3	253.3 \pm 5.0

Tabelul 19 (continuare). Concentrația de metale grele în soluri

Exemplu	Parametru			
	Ni \pm SD ($\mu\text{g/g}$)	Co \pm SD ($\mu\text{g/g}$)	Cd \pm SD ($\mu\text{g/g}$)	Zn \pm SD ($\mu\text{g/g}$)
Solul 1	2.1 \pm 0.1	2.04 \pm 0.3	abs.	180.81 \pm 2.5

Solul 2	9.4±0.2	2.84±0.2	abs.	117.20±5.0
Solul 3	49.1±0.3	4.17±0.0	0.1±0.0	281.64±3.2
Solul 4	28.1±0.3	2.63±0.2	abs.	427.69±7.1
Solul 5	33.3±0.4	3.18±0.2	0.03±0.0	241.05±3.4
Solul 6	1.5±0.0	2.71±0.1	abs.	110.21±1.1

Din analiza probelor se poate observa că, în general, există cantități mici de metale grele în zonele luate în considerare, dar trebuie făcute investigații suplimentare pentru a determina sursele exacte de contaminare în zonele respective și pentru a lua decizii bune pentru eliminarea/diminuarea acestora.

În cadrul studiului s-a prezentat o metodă rapidă de digestie acidă cu microunde a solului și o metodă foarte potrivită de analiză a metalelor: spectrometria de absorbție atomică cu cuptor de grafit (GF-AAS) pentru determinarea metalelor grele din soluri. Rezultatele înregistrate au arătat prezența Cr, Fe, Pb, Mn, Ni, Co, Cd și Zn în diferite soluri, în jurul Timișoarei. Hydrargyrum nu a fost găsit în probe. Cadmiul a fost găsit în solul 3 și solul 5 (0,1; 0,03 μg/g), iar concentrația totală de Cr a variat între 9-49 μg/g. Cantități mari de Zn (110-427 μg/g) și Mn (130-250 μg/g) au fost găsite în toate solurile. Concentrația de Pb a variat între 12,4-40,8 μg/g, iar concentrația de Ni a variat între 1,5-49 μg/g. Solul 5 din gara Timișoara Sud are cea mai mare concentrație de Pb.

Din cauza lipsei de date esențiale privind emisiile de nanoparticule nocive în atmosferă, devine clar că, în prezent, nu se poate realiza o evaluare completă a impactului asupra mediului. Evaluarea poluării cu particule și/sau materiale compozite în zonele critice ale căii ferate este un proces complex și laborios, care implică diferite metode, experiențe și întinde multe resurse.

Aplicațiile practice determină utilizarea unor metode speciale având ca obiectiv principal optimizarea. Astfel de metode moderne implică, în același timp, atât utilizarea de elemente neconvenționale, cât și utilizarea aplicării moderne a metodelor statistice.

O parte importantă este aplicarea colectării de eșantioane din zonele critice printr-o distribuție optimizată statistic, astfel încât numărul de eșantioane să fie minim și relevanța să fie maximă. Având în vedere cele de mai sus, se consideră că cercetarea actuală aduce o valoare adăugată prin continuarea cercetării științifice privind influența transportului pe calea ferată cu toate implicațiile sale asupra poluării mediului.

2.1.3.2. Poluarea mediului datorată vehiculelor feroviare motoare (aer)

Primul studiu de caz prezintă o comparație a performanțelor a două locomotive, una de ediție mai veche iar cea de-a doua de ediție mai recentă cu caracteristici îmbunătățite [34].

Din punct de vedere ecologic, principala preocupare a transportatorilor feroviari și a constructorilor de vehicule feroviare este de a determina nivelul de poluare și de a reduce poluarea chimică a locomotivelor și automotoarelor echipate cu motor diesel. Astfel, procesul de modernizare a locomotivei hidraulice diesel, adică schimbarea motorului Sulzer, vechi de peste 50 de ani ca și concept, a fost necesară (înlocuirea cu un motor Caterpillar 3508 B) pentru a se încadra în evoluția tehnicii și a normelor de poluare.

Locomotiva diesel hidraulică de 920 kW (Figura 29) este o locomotivă de transport feroviar mijlociu și un produs al tehnologiei românești [36]. Energia mecanică produsă de motorul diesel este transformată în energie cinetică în transmisia turbo hidraulică în faza primară și din nou în energie mecanică în faza secundară. Elementele utilizate sunt 2 convertizoare de cuplu de tip

Fottinger. Transmisia turbo hidraulică este asimilată în acest caz cu o cutie de viteze cu un număr infinit de trepte [35].

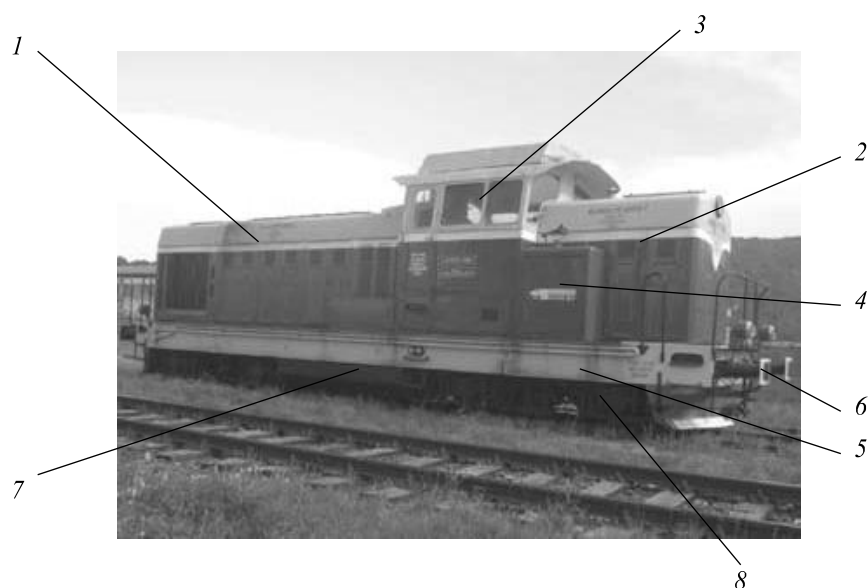


Figura 29. Componentele locomotivei LDH 125 de 920 kW [36]: 1 - capotă mare pentru locomotiva motorului diesel 6 SA 28 B; 2 - capotă joasă pentru locomotive, cu sistemul de încălzire a agregatelor trenului tractat; 3 - cabină de locomotivă cu cele două tablouri de comandă; 4 - compresor; 5 - traversa longitudinală care susține partea superioară a locomotivei și legătura cu aparatul de rulare; 6 – aparate de ciocnire și legare; 7 - rezervorul principal al locomotivei; 8 – aparatul de rulare al locomotivei (boghiul locomotivei)

Locomotiva diesel hidraulică de 1000 kW (Figura 30) este o locomotivă de transport pe cale ferată medie produsă în România în colaborare cu firme specializate în motorizarea vehiculelor feroviare (Caterpillar) [36].

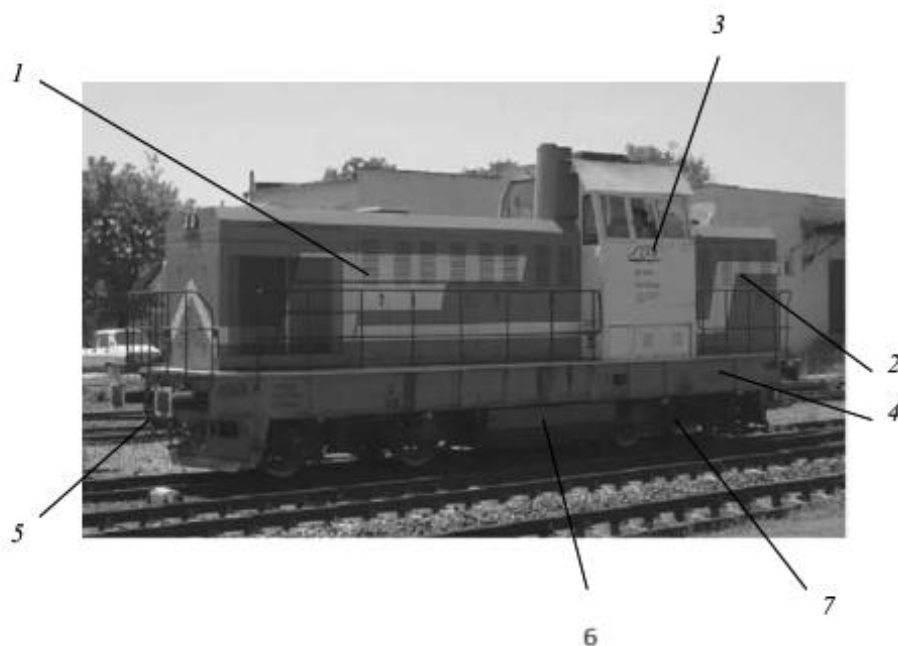


Figura 30. Componentele locomotivei LDH 125 de 1000 kW [36]: 1 - capotă mare pentru locomotiva cu motor diesel Caterpillar 3508 B; 2 - capotă mică pentru locomotiva în care este dispus generatorul de încălzire a trenului; 3 - cabina locomotivei în care se află două panouri de comandă;

4 – traversa longitudinală; 5 – aparatul de ciocnire și legare; 6 - rezervorului principal al locomotivei; 7 - boghiul locomotivei

De-a lungul anilor, locomotiva diesel hidraulică de 920 kW a fost supusă mai multor modernizări. În prima etapă, modernizarea a fost orientată față de condițiile de lucru în echipă ale personalului de întreținere și au fost aduse îmbunătățiri la echipamentele din interiorul cabinei. S-au făcut următoarele modernizări:

Interiorul cabinei a fost reamenajat și schimbat în proporție de până la 90 %, fiind de asemenea dotat cu echipamente de protecție, diagnosticare și semnalizare, precum și cu un controler de tracțiune cu program adaptiv.

Agregatul cu abur (utilizat pentru încălzirea trenului) a fost înlocuit cu un generator pentru încălzirea electrică a trenurilor de călători, de obicei un generator electric monofazat sincronizat de tip diesel BF06M Deutz 1015 HP 1015 HP.

Fiind cel mai important pas, care duce la schimbarea totală a locomotivei, atât la interior cât și la exterior (Fig. 27), modernizarea presupune mai multe etape.

Înlocuirea motorului Sulzer 6 SA 28 B cu un motor Caterpillar 3508 B, care are performanțe mai bune în ceea ce privește consumul, emisiile și fiabilitatea în exploatare, a fost cea mai importantă. De asemenea, transmisia hidraulică TH 2 a fost schimbată pentru a fi adaptată la noua viteză (100 km/h). Au fost instalate compresoare fără lubrifiere cu pistoane acoperite cu teflon, antrenate hidrostatic. Sistemul hidrostatic a fost introdus și cu o instalație de înlocuire modernă, livrată de compania BEHR - Germania. Montarea controlerului și controlul frânelor locomotivei diesel și a frânelor trenului au devenit o modernizare standard. De asemenea, au fost montate blocuri montate pentru controlul automat al frânelor și blocuri de control al frânelor pentru frânarea directă. A fost introdusă instalația electrică la 24 V. În cele din urmă a fost instalată construcția unei noi suspensii de cabină mai rigide și au fost montate capote ale unui nou sistem modular.

Modificările din interiorul cabinei șoferului, prin reproiectarea cabinetului de conducere a stației și a cabinetului de auto- mație în concordanță cu noile echipamente, au oferit un confort mai bun, a fost realizată instalarea geamurilor laterale cu produse de la AEROFINA - București, precum și instalarea ștergătoarelor de geamuri cu acționare electrică pentru acționare și a fost instalată instalația de aer condiționat, frigider și scaune ergonomice.

Pentru măsurarea emisiilor de poluanți provenite din arderea alternativă a motorului a fost utilizată o metodă chimică (analizorul de gaze TESTO 350 M / XL). Speciile pe care analizorul le poate măsura sunt: SO₂, CO, O₂, NO₂, NO și NO_x. În plus, acesta indică unii parametri termodinamici foarte importanți, cum ar fi excesul de aer, temperatura, presiunea, viteza gazelor, concentrația de CO₂, etc.

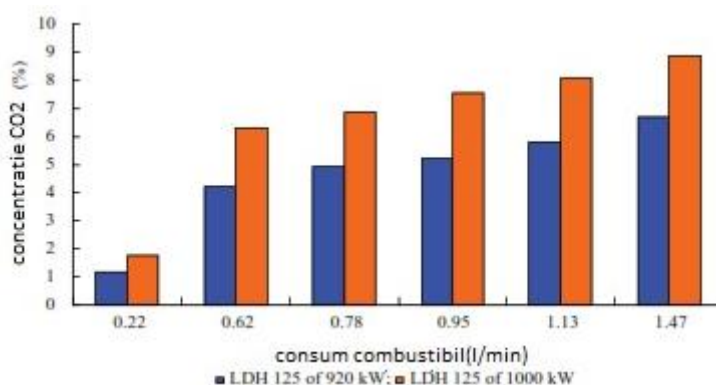
Pentru a evidenția emisiile celor două locomotive, acestea au fost supuse unui test static prin încărcarea fiecărui motor în cinci trepte de încărcare; datele rezultate au fost reprezentate grafic, în diagrame pentru cei mai importanți poluanți și parametri în funcție de consumul de combustibil.

Tabelul 20. Valorile experimentale pentru emisiile evacuate de locomotiva LDH 125 echipată cu motor de 920 kW

No	Viteza (rpm)	Consum combustibil (kg/ min)	Gas temp. (°C)	O ₂ (%)	CO (ppm)	CO ₂ (%)	NO (ppm)	NO _x (ppm)	SO ₂ (ppm)	λ_{air}	Ambi- ent temp. (°C)	O ₂ ref. (%)
1	380	0.20	133.2	19.40	131	1.17	105	110	0	13.15	25.1	3.0
2	420	0.55	203.6	15.25	91	4.22	505	530	0	3.65	26.0	3.0
3	460	0.70	250.8	14.26	101	4.94	643	675	0	3.12	26.4	3.0
4	480	0.85	283.8	13.89	128	5.21	684	719	0	2.96	26.8	3.0
5	510	1.01	313.3	13.08	174	5.81	754	791	0	2.65	27.0	3.0
6	560	1.31	364.8	11.85	304	6.71	815	856	0	2.30	27.2	3.0

Tabelul 21. Valorile experimentale pentru emisiile evacuate de locomotiva LDH 125 echipată cu motor de 1000 kW

No	Viteza (rpm)	Consum combustibil (kg/ min)	Gas temp. (°C)	O ₂ (%)	CO (ppm)	CO ₂ (%)	NO (ppm)	NO _x (ppm)	SO ₂ (ppm)	λ_{air}	Ambi- ent temp. (°C)	O ₂ ref. (%)
1	600	0.12	139	18.61	119	1.75	391	410	0	8.78	25	3.0
2	850	0.31	243	12.38	132	6.32	1166	1224	0	2.44	27	3.0
3	950	0.60	275	11.63	139	6.87	1179	1238	0	2.24	28	3.0
4	1030	0.75	319	10.65	169	7.59	1123	1179	0	2.03	27	3.0
5	1104	0.88	354	9.97	265	8.09	985	1039	0	1.90	27	3.0
6	1180	1.01	398	8.77	320	8.91	943	1011	0	1.84	27	3.0

Figura 31. Emisiile de CO₂ pentru cele două locomotive în funcție de consumul de combustibil

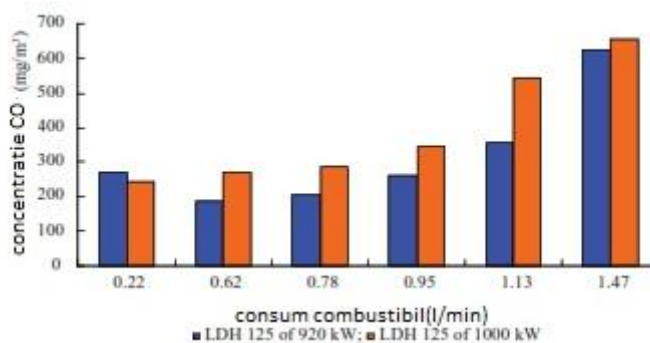


Figura 32. Concentrația de CO pentru cele două locomotive în funcție de consumul de combustibil

Comparând rezultatele obținute pentru ambele motoare ale locomotivelor, rezultă că tendințele de variație a emisiilor de gaze de ardere sunt similare.

Se constată că emisiile de CO₂ cresc în funcție de consumul de combustibil (ceea ce este normal), deoarece mai mult combustibil înseamnă mai mult carbon care trebuie oxidat. Ceea ce trebuie menționat în mod special se referă la studiul de caz nr. 2: emisiile sunt întotdeauna mai mari în comparație cu cele de bază (studiul de caz 1), dar și turația motorului (rpm) este importantă în cel de-al doilea caz. Emisiile de CO au o variație similară, cu excepția primei etape de încărcare în cazul studiului 1, în care concentrația scade și apoi crește odată cu creșterea turației motorului și a consumului de combustibil. Explicația scăderii în prima etapă este că motorul la ralanti funcționează cu $\lambda > 1$, iar în etapa 1 se apropie de 1, iar din etapa 3 λ este mai mic de 1. În studiul de caz 2, variația crește în fiecare etapă de încărcare datorită unei injecții mai bune și a unei mai bune reglări a λ la turația de ralanti.

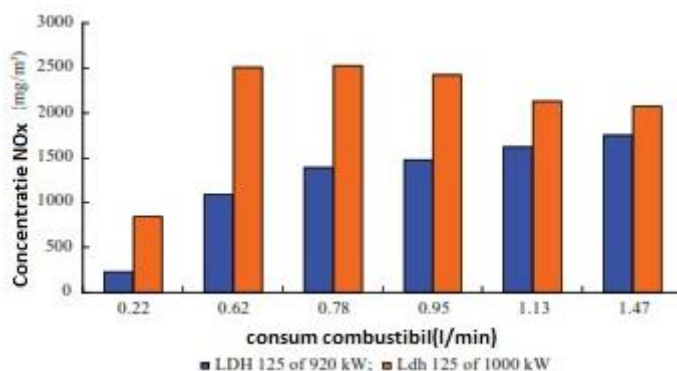


Figura 33. Emisiile de NO_x pentru două locomotive în funcție de consumul de combustibil

Variația NO și NO_x este similară ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$) și depinde de consumul de combustibil și de concentrația acestuia, care este în scădere în studiul de caz 2. Se oferă o explicație prin formarea mecanismului termic în funcție de temperatură și de raportul consum de combustibil/aer². O notă importantă este că, în cazul locomotivei hidraulice diesel de 1000 kW, emisiile nocive (NO_x) scad după atingerea turației corespunzătoare la 1020 rpm, iar în cazul locomotivelor hidraulice diesel de 920 kW continuă să crească odată cu rotația turației motorului. Cu toate acestea, valorile obținute în cazul studiului de caz numărul 1 sunt mult mai reduse (chiar și cu 57% în prima treaptă de încărcare), în primele trepte de încărcare, și cresc permanent în următoarele. Diferența a devenit mai

mică (până la 17% în ultimele etape de încărcare), deoarece modernizarea motorului determină o formare mai redusă de NO_x .

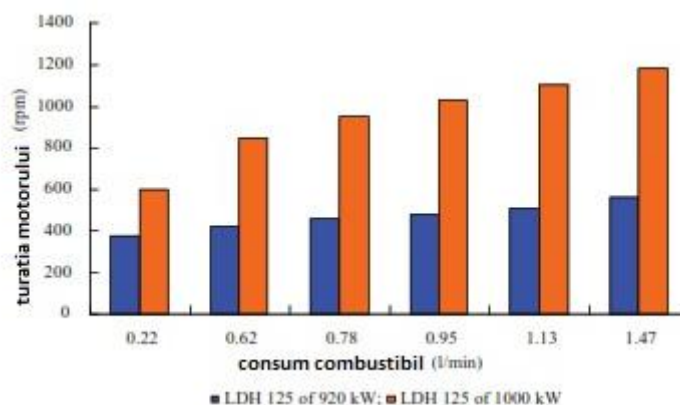


Figura 34. Turația motorului funcție de consumul de combustibil

În ceea ce privește temperatura gazelor, variațiile celor două motoare sunt apropiate, dar valorile pentru turația motorului (rpm) sunt foarte diferite. Atât turația motorului (rpm), cât și temperatura gazelor depind de consumul de combustibil, o putere mai mare înseamnă și valori mai mari.

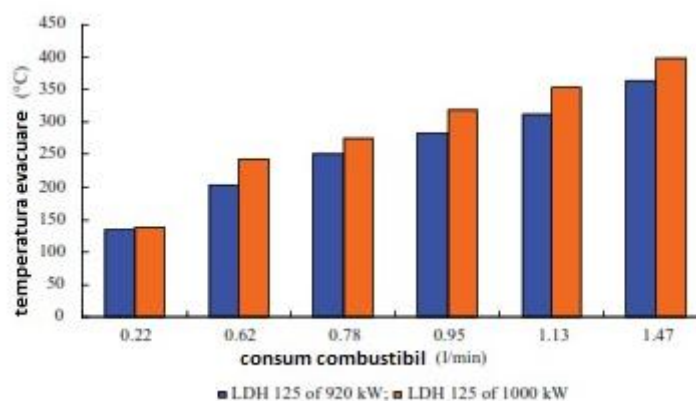


Figura 35. Temperatura gazelor de evacuare în funcție de consumul de combustibil

Totuși, trebuie menționat că, în cazul numărul 1, viteza de rotație este mult mai limitată de influența consumului de combustibil. O explicație ar putea fi intervalul de turație, mecanismul de injecție, tipul injectorului, presiunea de injecție, iar un alt aspect important este că, la motorul vechi, reglarea injecției se face printr-un mecanism mecanic, iar la motorul nou, aceasta se face electronic de către ECU (unitatea de control a motorului).

SOLUȚII PENTRU LIMITAREA EMISIILOR DE POLUANȚI

Cea mai simplă și ieftină soluție de reducere a emisiilor de poluanți, pe distanțe lungi, este de a utiliza transportul combinat (pe distanțe lungi se utilizează transportul feroviar, iar pe distanțe mici – de la stația CF la destinație, respectiv de la expeditor la stația CF- să se utilizeze transportul rutier) [37].

Metodele de reducere a concentrațiilor de poluanți solizi și gazoși sunt împărțite în metode active, care vizează să acționeze la sursă prin optimizarea arderii. Metodele pasive vizează retenția și/sau oxidarea. Categoria metodelor pasive se referă la post-tratarea gazelor arse, precum și la filtrele de particule care se montează și la catalizatorii de oxidare [37]. Selectarea celei mai potrivite metode de post-tratare depinde de analiza compoziției particulelor și de concentrația de poluanți din gazele combustibile. Se știe că filtrele de particule sunt foarte eficiente în neutralizarea fracțiunii insolubile a particulelor, iar filtrele sunt utilizate în cazul catalizatorilor de oxidare pentru neutralizarea fracțiunii solubile [29].

Recent, metodele pasive de tratament (post-tratament) sunt mai active. Gazele de ardere sunt supuse unor reacții catalitice, pentru a reduce speciile de NOx. Sistemele se numesc reducere pasivă a NOx. Reducerea NOx prin metode active este o operațiune dificilă, necesitând schimbări semnificative în combustie. În reducerea NOx, este necesar să se ia în considerare minimum trei compromisuri [39]:

- reducerea concentrației de NOx în raport cu consumul de combustibil;
- compromisul reducerii NOx, în comparație cu raportul CO₂/CO;
- compromisul reducerii concentrației de NOx în raport cu emisiile de particule.

Stadiul actual al metodelor pasive constă în controlul prin intermediul filtrelor de particule instalate în sistemul de evacuare. Cele mai frecvente dispozitive sunt filtre ceramice. Acestea sunt capabile să capteze 80% din particulele din gazele arse. Alte metode de control al cantității de particule se realizează prin regenerare catalitică. De asemenea, sistemul de post-combustie a gazelor de eșapament este cunoscut ca sistem activ. În acest caz, o cantitate mică de combustibil este injectată în gazele de eșapament, furnizând astfel agentul de reducere a catalizatorului necesar. Retenția filtrului NOx aplică un nou procedeu de eliminare a emisiilor de NOx din gazele de eșapament, cunoscut sub numele de catalizator selectiv (SCR). Reducerea NOx poate fi realizată și cu plasmă, de asemenea, în cazul unui conținut mai mare de sulf în combustibil, deoarece acesta reprezintă un dezavantaj major în utilizarea tratamentului catalitic în această situație.

Reducerea selectivă necatalitică (SNCR) are loc într-o fereastră de temperatură cuprinsă între 850 și 1000°C. În ceea ce privește procesul de reducere, această fereastră este relativ îngustă [40].

Concluzii:

Nivelul gazelor poluante, în special al NOx, corespunde standardelor de emisie din etapa a II-a, dar în ceea ce privește noua legislație pentru motoarele diesel mari care utilizează combustibili fosili, care trebuie aplicată până în 2014, concentrația de NOx trebuie să scadă sub 7,4 g/kWh, iar concentrația de CO sub 3,5 g/kWh [38]. Astfel, în viitor pot fi adoptate două soluții principale:

(A) Tehnica de reducere selectivă necatalitică (SNCR) este o posibilitate, dar necesită o cunoaștere aprofundată a funcționării motorului în vederea reducerii NOx. Este adesea utilă și, prin urmare, este necesar să se monteze un sistem de reducere SNCR numai după efectuarea unor studii preliminare privind măsurătorile de temperatură în zonele de gaze de ardere afectate de procesul de injecție și efectuate la diferite sarcini termice ale echipamentului [39]. Poziția sistemului de injecție poate fi adoptată, în cele mai multe cazuri, pentru a fi împărțită în mai multe zone de control, deoarece reactivul trebuie injectat, dacă este posibil, cât mai aproape de regiunea în care are loc combustia pentru a obține o reducere maximă. Tehnica SNCR poate fi aplicată folosind diferiți reactivi și în diferite stări fizice de agregare, cum ar fi amoniacul gazos, soluția lichidă de amoniac, ureea în granule solide. Totalul, chiar dacă reacțiile sunt extrem de rapide (de ordinul a 0,1 s), este dependent de starea fizică a reactivului injectat. Un reactiv lichid sau solid necesită un timp suplimentar care să permită vaporizarea sau sublimarea emisiei.

În toate cazurile, proiectarea sistemului de injecție are o mare importanță deoarece: (1) generează caracteristici ale produsului injectat și ale gazelor de ardere care trebuie reduse; (2) sistemul trebuie să reziste la nivelurile de temperatură și (3) sistemul nu trebuie să încetinească performanța tehnică a motorului primar [17, 41] dacă acesta este răcit.

(B) Reducerea catalitică selectivă (SCR) este cea mai eficientă metodă de post-tratare. pentru reducerea NO_x [42]. În tehnologia SCR, oxizii de azot sunt transformați de către un catalizator în azot N₂ și apă H₂O [43]. Pentru ca reacțiile de conversie să aibă loc, este necesar un gaz reducător, care este de obicei o soluție de uree (32,5%) și apă de înaltă puritate (apă distilată), cunoscută sub numele de AdBlue. Cu toate acestea, sunt cunoscute și alte soluții, cum ar fi amoniacul anhidru sau amoniacul apos, care sunt pulverizate în fluxul de fum sau de gaze de eșapament și care, prin absorbție, constituie catalizatorul [44].

Problema aplicării sistemului pe vehicule apare din cauza faptului că agenții reducători sunt depozitați într-un rezervor separat, iar sistemul trebuie injectat cu o injecție puternică în sistemul de evacuare.

2.2. CERCETĂRI PRIVIND RESURSELE REGENERABILE DE ENERGIE

În acest subcapitol se vor prezenta rezultate cu privire la cercetările realizate în ceea ce privește resursele regenerabile de energie și posibilitățile de utilizare ale acestora (biomasă și biogaz).

Contextul socio-economic mondial impune o creștere economică în sensul obținerii de căldură, electricitate și biocombustibili, dar obiectivul principal de distribuție sigură a energiei trebuie să se suprapună cu cel de dezvoltare durabilă a societății, care reprezintă o componentă esențială a Directivei 2009/28/CE privind energia regenerabilă. Durabilitatea energetică este recunoscută ca fiind un factor decisiv în atingerea unei dezvoltări durabile la scară globală a oricărei țări [48-50].

La nivel global există o cerere urgentă de bioenergie, iar sursele de energie regenerabilă sunt suficiente pentru că oferă potențial pentru toate nevoile energetice la nivel mondial necesare în secolul următor [51-52]. Materialele reziduale obținute din silvicultură, agricultură și deșeuri organice (de exemplu, deșeurile solide municipale) ar fi suficiente pentru a asigura între 50 și 150 EJ/an, iar diferența poate fi obținută din culturi energetice, creșterea excesivă a pădurilor și optimizarea productivității agricole [53]. Tufisul cu rotație scurtă (SRC) poate fi un factor de reducere a dependenței energetice a unei țări și a GES și poate contribui ca o pârgie la dezvoltarea regională durabilă, în special în zonele rurale, unde este nevoie de noi locuri de muncă și de crearea unei economii durabile pentru a atrage populația tânără [54].

În afară de energia solară și eoliană, bioenergia reprezintă una dintre cele mai utilizate tehnologii de energie regenerabilă [55], iar la nivel global principala preocupare este obținerea independenței față de combustibilii fosili, identificând în același timp sursele potențiale și creșterea utilizării pe scară largă a "mixului de combustibili".

Conceptul de "bioenergie" (energie din biomasă), inclus în termenul de "energie verde" (energie regenerabilă), descrie o soluție alternativă, ecologică, în afara formei clasice de utilizare a surselor bazate pe carbon. În cazul în care biomasa este utilizată direct pentru producerea de căldură și/sau energie, fiind doar un combustibil (sau o sursă de energie), energia generată din aceasta se numește bioenergie [56,57]. "Raportul dintre masa de substanță organică față de o anumită unitate de suprafață și de timp" [58], așa cum poate fi definită biomasa, care include toată materia organică

produsă prin procesele metabolice ale organismelor vii în formă chimică, constituie de fapt resursa cu cel mai mare potențial de utilizare pentru om. Biomasa este, în esență, ansamblul materiei organice non-fosile, care include: lemnul, reziduurile animale, uleiurile și reziduurile vegetale provenite din silvicultură, agricultură și industrie, dar și cerealele și fructele din care se poate produce etanol. Rezervele de biomasă sunt în special reziduurile de lemn, reziduuri agricole, deșeuri municipale și culturi energetice [59, 60].

De asemenea, biomasa poate fi utilizată pentru producerea de produse biochimice sau biomateriale [61-63]. Este una dintre cele mai promițătoare surse de energie regenerabilă datorită proprietăților sale atractive, cum ar fi costul de producție scăzut, emisiile reduse, capacitatea de stocare și disponibilitatea pe tot parcursul anului din diferite surse [64-67]. Este singura sursă de energie regenerabilă care poate fi transformată în combustibili solizi, lichizi sau gazoși [68, 69].

Principalele forme de capitalizare a biomasei sunt:

- Arderea directă pentru producerea de energie termică;
- Arderea prin piroliză cu producerea de gaz de sinteză ($\text{CO} + \text{H}_2$);
- Fermentare cu producerea de biogaz (CH_4) sau bioetanol ($\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$);
- Conversia chimică a uleiurilor vegetale prin tratare alcoolică și obținerea de esteri (de exemplu, biodiesel și glicerol);
- Descompunerea enzimatică cu producția de etanol sau biodiesel [58].

Procesul de digestie anaerobă (fermentare) a fost identificat ca o tehnologie cu consum redus de energie pentru recuperarea eficientă a apelor uzate (cu sau fără substrat organic) sub formă de biogaz [3–5]. Digestia anaerobă reprezintă o tehnologie promițătoare aplicată pentru tratarea diferitelor tipuri de deșeuri organice și pentru reducerea biodegradabilității acestora, concomitent cu recuperarea bioenergiei [6,7].

Prin digestia anaerobă, carbonul organic este convertit prin reacții redox în starea sa cea mai oxidată (CO_2) și în starea sa cea mai redusă (CH_4) [8]. Este un proces complex, alcătuit din mai multe etape: hidroliză, acidificare, sinteză de acetat și metanogeneză [9].

Hidroliza este considerată etapa care determină viteza procesului și poate fi controlată prin ajustarea corespunzătoare a dimensiunii particulelor substratului organic, temperaturii, pH-ului, omogenității etc. [10]. Bacteriile de acidificare transformă apoi materialul organic solubil în acizi organici, dioxid de carbon și hidrogen în timpul etapei de acidificare.

Acizii organici sunt descompuși în acid acetic/esteri și acid formic/esteri, care sunt transformați în metan de către microorganismele metanogene [11]. În plus, digestatul, adică efluentul rezultat în urma procesului anaerob, poate fi reutilizat în agricultură ca nutrient pentru plante, datorită conținutului ridicat de N, P și K, împreună cu substanțe humice [12].

Acest proces complex, desfășurat în mai multe etape, poate avea succes numai în prezența consorțiilor bacteriene adecvate, a controlului temperaturii și al pH-ului, precum și a unei materii organice capabile să producă cantități semnificative de metan.

Fermentația anaerobă poate avea loc în mediu mezofil sau termofil. Comparativ cu regimul de temperatură mezofil, procesul termofil prezintă avantajul unei producții mai mari de metan și al

unui timp de retenție mai redus, însă are dezavantajul acumulării substanțelor inhibitoare, care pot duce la oprirea procesului de metanogeneză [13].

Substratul utilizat în digestia anaerobă reprezintă, de asemenea, un factor determinant al performanței procesului. De regulă, pentru îmbunătățirea randamentului de producere a metanului, se utilizează **co-digestia anaerobă** a unui **substrat principal de bază** (de exemplu, gunoi de grajd, ape uzate, nămol de epurare etc.), amestecat cu un **substrat secundar** (de exemplu, reziduuri agricole, deșeuri alimentare sau reziduuri de siloz). Acest amestec este introdus în reactorul de digestie, cu sau fără **inocul** (bacterii) [14].

Astfel, se poate considera că biomasa are un rol important în producția de energie [59], în special în țările în curs de dezvoltare [69].

Aplicații posibile pentru biomasa se regăsesc și în metode de ardere sau co-incinerare pentru obținere de energie prin procese de co-generare sau tri-generare [82].

Regatul Unit de exemplu, sprijină, de asemenea, în mod activ combinarea energiei termice și electrice cu acest obiectiv pentru a obține o reducere cu 60 % a emisiilor de dioxid de carbon până în 2050. Rentabilitatea poate fi, de asemenea, sporită de diversificarea produselor (încălzire, răcire și generarea energiei electrice) oferite de unitate, care promovează pătrunderea tehnologiei în piață. Pentru acoperire pot fi utilizate diferite sisteme cerințele de răcire și putere folosind căldură de la arderea biomasei. Prin urmare, primul pas în a proiectarea sistemului de trei generații trebuie să fie determinarea celei mai bune configurații în ceea ce privește integrarea termodinamică a tuturor dispozitivelor și optimizarea eficienței energetice globale. Prin combinarea căldurii și puterii, care stimulează randamentul producerii energiei termice din an medie 45 % până la 90 %, sau prin canalizare directă surplus de căldură din alte surse în rețea, termoficarea permite recuperarea căldurii reziduale și utilizate pentru a satisface cerințele existente de căldură. Utilizarea surplusul de căldură previne, de asemenea, energia primară suplimentară. O rețea inteligentă de schimb de energie (așteptată în Viziunea UE până în 2030), permițând resurse optime alocare între energia multiplă cu emisii scăzute de carbon surse care alimentează în sistem și diverse cerințele de temperatură ale clienților, precum și complet soluții energetice neutre din carbon prin regionale, rețelele integrate (prevăzute până în 2050) sunt depinzând practic și de strategia UE și viziune pentru DHC și aplicațiile acestora [82].

În prezent, utilizarea biomasei produce aproximativ 5% din consumul total de energie la nivel european, iar în țări precum Finlanda, Suedia și Austria asigură peste 15-20%. În România, producția de energie electrică în anul 2016 s-a realizat la un nivel de aproximativ 42,38% din surse regenerabile de energie, iar restul prin combustibili fosili, conform datelor existente oferite de Autoritatea Națională de Reglementare în domeniul Energiei (ANRE) din monitorizarea pieței de energie electrică.

Conform documentului prezentat, din totalul surselor de energie regenerabilă, partea hidroelectrică a asigurat 28,86% din totalul energiei electrice produse, urmată de instalațiile eoliene (10,13%), solare (2,60%) și biomasa (0,75%) [69].

Până în 2020, studiul ENERO recomandă încălzirea locală și cogenerarea prin utilizarea biomasei lemnoase, a paielor și a biogazului obținut prin digestia anaerobă a reziduurilor organice ca fiind principalele tehnologii eficiente pentru România, iar biomasa (inclusiv biocombustibilii utilizați pentru transport) va fi principalul contributor la cota de SRE (surse regenerabile de energie) cu peste 65% din cantitatea totală [83].

Atât în prezent, cât și ca estimare pentru anul 2020, principala contribuție a biomasei în țara noastră este reprezentată de lemn și reziduuri agricole, utilizate pentru încălzirea sobelor rurale tradiționale, ceea ce reprezintă aproximativ 40% din populația activă [83].

Utilizarea biomasei în procesele de ardere prezintă încă probleme tehnice din cauza dificultății de a modela comportamentul de combustie din cauza numărului mare de tipuri de biomasă cu compoziții chimice diferite, care pot varia semnificativ.

Biomasa prezintă anumite dezavantaje ca și combustibil solid: conținut ridicat de apă și oxigen, natură hidrofilă, valoare calorică scăzută, densitate aparentă și densitate energetică ridicată, precum și probleme legate de transport, depozitare și utilizare. Costurile de transport sunt, în general, ridicate, ceea ce poate afecta viabilitatea economică a procesului [84].

Pentru a depăși parțial aceste probleme, biomasa poate fi pretratată și transformată în produse precum peleți și brichete. Prin acest tip de procesare se poate obține un produs omogen și solid cu densitate mare, având astfel o îmbunătățire în ceea ce privește calitatea biomasei și reducerea lanțului de aprovizionare [85, 86].

Cunoașterea caracteristicilor fizice și chimice ale produselor utilizate este foarte importantă pentru a înțelege mai bine comportamentul combustibilului ars în vederea unei mai bune consolidări a viabilității lanțului de aprovizionare cu biomasă. Procesul de obținere a peletilor / brichetelor este îmbunătățit pentru a putea fi utilizat pentru capitalizarea reziduurilor agroindustriale [87].

Este cunoscut faptul că materia primă are o mare influență asupra calităților peletilor și brichetelor. În cazul biomasei forestiere, frunzele au o putere calorică superioară fracțiunilor lemnoase [88,89], dar prezintă și un conținut ridicat de cenușă, ceea ce implică mai multe probleme industriale, cum ar fi uzura abrazivă în cazanele/coacele de ardere.

2.2.1. Cercetări privind resursele regenerabile de energie – Biomasă [45-47]

Primul studiu de caz a constatat în analiza unor materiale de tip biomasă (topinambur și cânepă românească) în vederea determinării caracteristicilor fizico-chimice ale acestora și a potențialului lor de utilizare în procesele de ardere.

Este cunoscut faptul că materia primă are o mare influență asupra calităților peletilor și brichetelor. Au fost efectuate atât analize fizico-chimice, cât și analize termice pentru a determina mai bine potențialele aplicații ale materialelor studiate în procesele de ardere. Tabelele următoare vor sublinia rezultatele obținute pentru determinările de laborator.

Tabelul 22. Rezultate experimentale (partea 1)

Nr. crt.	MATERIAL	Conținutul de umiditate [%]	Conținutul de cenușă (db) [%]	Calorific brut valoare (db) [J/g]	Calorific net valoare (db) [J/g]
1	Cânepă RO	15,5	2,87	19334	17940
2	Topinambur	11,3	5,94	18277	16903
3	Tărâțe de grâu	9,7	5,54	19034	17520
4	Orz pe două rânduri	10,7	2,22	18354	16763

Tabelul 22. Rezultate experimentale (partea 2)

Nr. crt.	MATERIAL	Conținutul de carbon (db) [%]	Conținutul de hidrogen (db) [%]	Conținutul de azot (db) [%]	Conținutul de materii volatile (db) [%]
1	Câneapă RO	48,3	5,4	0,45	79,1
2	Topinambur	45,6	5,59	1,46	74,3
3	Tărâțe de grâu	41,3	6,2	2,06	78,4
4	Orz pe două rânduri	40,1	6,5	1,38	82,4

Tabelul 22. Rezultate experimentale (partea 3)

Nr. crt.	MATERIAL	Conținutul de sulf (db) [%]	Conținutul de clor (db) [%]	Conținut de oxigen (db) [%]
1	Câneapă RO	0.008	0.001	43.0
2	Topinambur	0.117	0.258	41.0
3	Tărâțe de grâu	0.014	0.004	42.0
4	Orz pe două rânduri	0.014	0.009	43.0

Tabelul 22. Rezultate experimentale (partea 4)

Nr. crt.	MATERIAL	Micșorare temperatura [° C]	Deformare temperatura [° C]	Hemisferă temperatura [° C]	Fluidizare temperatura [° C]
1	Câneapă RO	960	1240	1300	1320
2	Topinambur	610	1280	1490	>1540
3	Tărâțe de grâu	640	670	730	740
4	Orz pe două rânduri	830	1120	1300	1350

Se poate observa din tabelul 22 că conținutul de cenușă al celor două materiale studiate este relativ scăzut, ceea ce reprezintă un bun indicator al utilizării combustiei datorită faptului că există cantități reduse de materiale reziduale după proces.

Din tabelele 22 reiese că există niveluri scăzute de sulf și clor, ceea ce pentru procesele de ardere indică un potențial scăzut de degradare a cuptorului care utilizează drept combustibil unul dintre materialele studiate. Din tabelele se poate stabili că topinamburul are o temperatură de curgere mai mare decât cânepa, ceea ce face ca primul material să fie mult mai potrivit din punct de vedere al comportamentului în timpul procesului de ardere. Prin comparație cu celelalte două materiale, se poate observa că temperatura de curgere a acestuia se situează în același interval cu cea a orzului pe două rânduri.

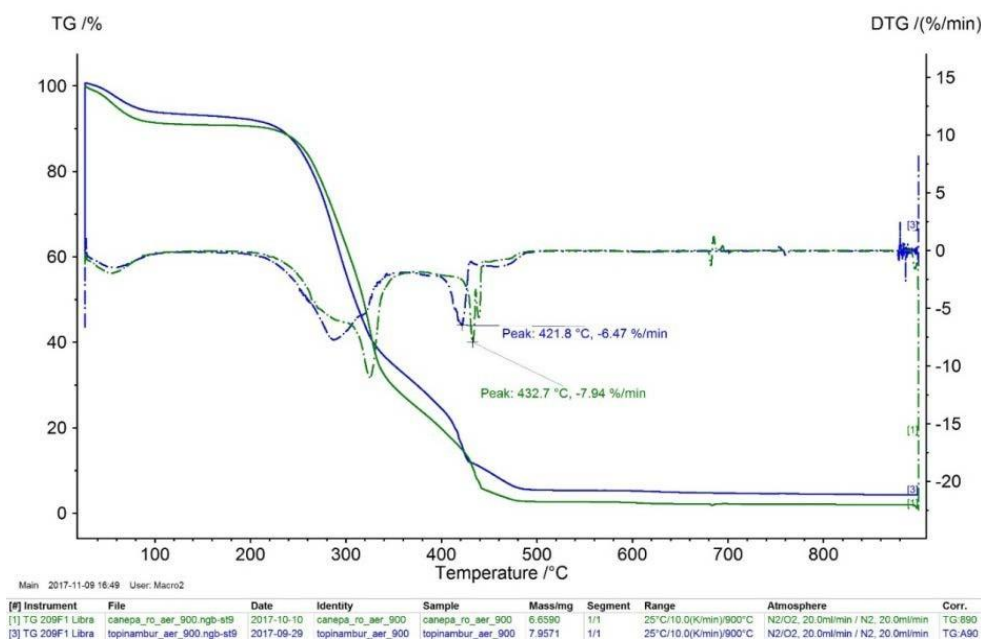


Figura 38. Curbele TG ale topinamburului și ale cânepii în aer

Curbele TG prezintă două etape de degradare, prima de la 25 la 200 °C, asociată cu pierderea de apă, iar cea de-a doua de la 200 la 500 °C, asociată cu descompunerea termică a probelor.

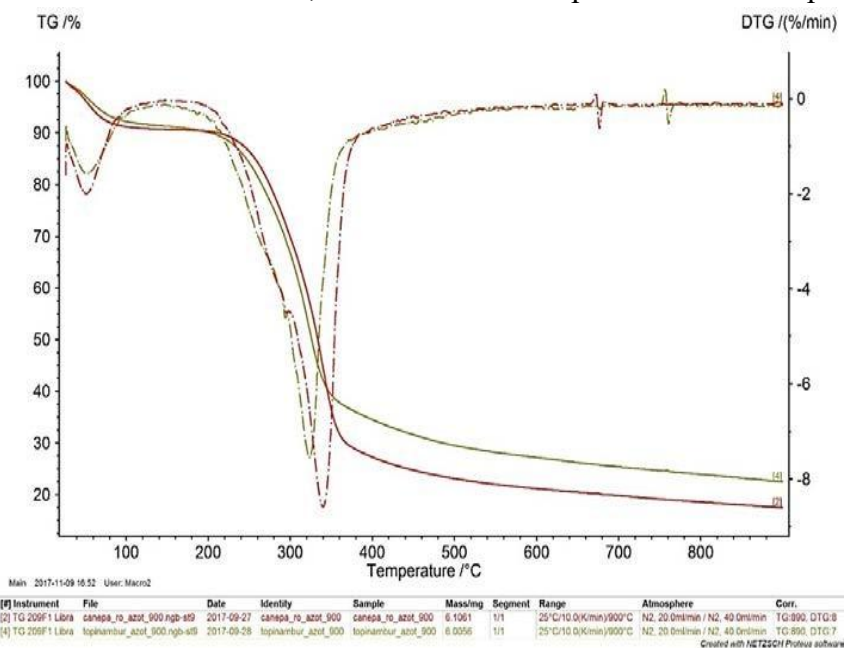


Figura 39. Curbele TG pentru topinambur și cânepă sub azot

Pierderea de masă pentru prima etapă de degradare este de sub 10% (aer sau azot), iar pentru a doua etapă de degradare este de sub 90% pentru probele în aer și de aproximativ 60% pentru probele în azot. Masa reziduală este sub 5% pentru proba în aer și de aproximativ 20% pentru probele sub azot.

Comportamentul de descompunere termică în aer și în azot este similar pentru probele studiate. Datorită reacției complexe care are loc în aer, ambele probe prezintă în jurul valorii de 425

°C o altă etapă de degradare (figura 38), etapă care lipsește din analiza înregistrată în azot (figura 39).

Tabelul 23 prezintă caracteristicile generale determinate în timpul analizei termogravimetrice.

Tabelul 23. Analiza termogravimetrică

Material	Inflexiune		Pierdere de masă (%)		Masa reziduală (%)
	Primul pas	Al doilea pas	25-200°C	200-500°C	
Topinambur (aer)	59.1	288.6	7.87	86.67	4.28%
Topinambur (azot)	52.5	323.5	9.87	60.60	22.50
Câneapă (aer)	55.4	325.1	9.40	87.87	0.81
Câneapă (azot)	51.0	340.2	9.68	67.17	17.49

Prima pierdere de masă nu este influențată de mediul în care se efectuează analiza (azot sau aer), astfel încât valorile temperaturilor sunt cuprinse între 50 și 60 °C, acesta fiind un proces fizic (deshidratare).

A doua etapă este descompunerea chimică a probelor și, în acest caz, temperaturile sunt mai scăzute în mediu de aer decât în azot. Există o diferență de 20 °C între temperaturile de inflexiune ale proceselor de descompunere. De asemenea, pierdere de masă este cu 20 % mai mare pentru a doua etapă de descompunere în aer, comparativ cu cea în mediu de azot.

Masa reziduală are o valoare mai mică pentru analiza care a fost efectuată în aer, mai puțin de 5%. În atmosferă de azot, masa reziduală este în jur de 20%; diferența constă în faptul că în atmosferă de azot carbonul se descompune sub formă de negru de fum.

Concluzii

Din analiza chimică efectuată asupra celor două materiale studiate, se poate considera că ambele au un potențial energetic relativ ridicat și pot fi utilizate în continuare în procesele de ardere.

Elementele potențial corozive din interiorul materialelor studiate sunt în cantități reduse și nu prezintă riscuri pentru camera de ardere în ceea ce privește deteriorarea pe termen lung.

Topinambur prezintă o temperatură de curgere mai ridicată, ceea ce face mai dificilă lichefierea și, din acest punct de vedere, cânepa este mai ușor de evaluat și de abordat în raport cu proprietățile sale de încălzire.

Topinamburul și cânepa sunt materii prime valoroase care pot fi utilizate în procesele de ardere. Aceste materiale au fost supuse unor analize fizice, chimice și termice pentru a determina potențialele aplicații în procesele de ardere.

Din analiza termogravimetrică se poate concluziona că descompunerea chimică are loc între 200 și 500°C. În aer, procesele de descompunere au reacții complexe, care au loc în două etape. S-a constatat că masa reziduală este sub 5% în aer și în jur de 20% în atmosferă de azot.

Al doilea studiu de caz prezintă o aplicație la scară mică privind studiul potențialului mai multor tipuri de biomasă, prin arderea acestora pe o instalație pilot.

Figurile 40 [46] și, respectiv, 41 prezintă instalația pilot utilizată.

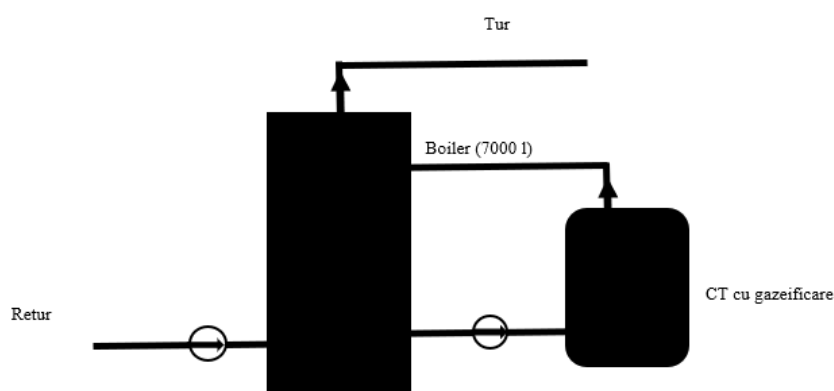


Figura 40. Sistemul de încălzire [46]

Sistemul de încălzire pilot este compus dintr-un cazan de încălzire experimental, un cazan pentru acumularea apei calde și o pompă pentru circulația apei calde. Cazanul este cu circulație naturală, cu alimentare manuală cu combustibil într-o bancă care îi conferă o autonomie de la 1:30 la 2:30 ore, în funcție de material.



Figura 41. Vedere frontală a CT cu gazeificare

Măsurătorile au fost efectuate în noiembrie 2018, la o temperatură a aerului de 18 C, iar sonda a fost plasată în coșul de fum la 4 m1 de la ieșirea din instalația de ardere.

Tabelul 24. Măsurătorile gazelor de ardere la cazanul CT

Nu		T [°C]	O ₂ [%]	CO [ppm]	NOx [ppm]	Pierdere [%]	Eficiență [%]
1	Porumb cu aport de aer	133	18,3	972	91	26,2	73,8
2	Porumb	128	17,8	1884	47	21,3	78,7
3	Măcinătură de lemn udă	110	19,8	1573	37	46,2	53,8
4	Măcinătură de lemn uscată	181	7,5	1905	267	8,5	91,5
5	Stejar uscat	175	13,5	268	114	13,8	86,2
6	Brad uscat	166	6,1	1159	135	7,2	92,8
7	Câneapă	152	15,5	1522	120	15,8	84,2

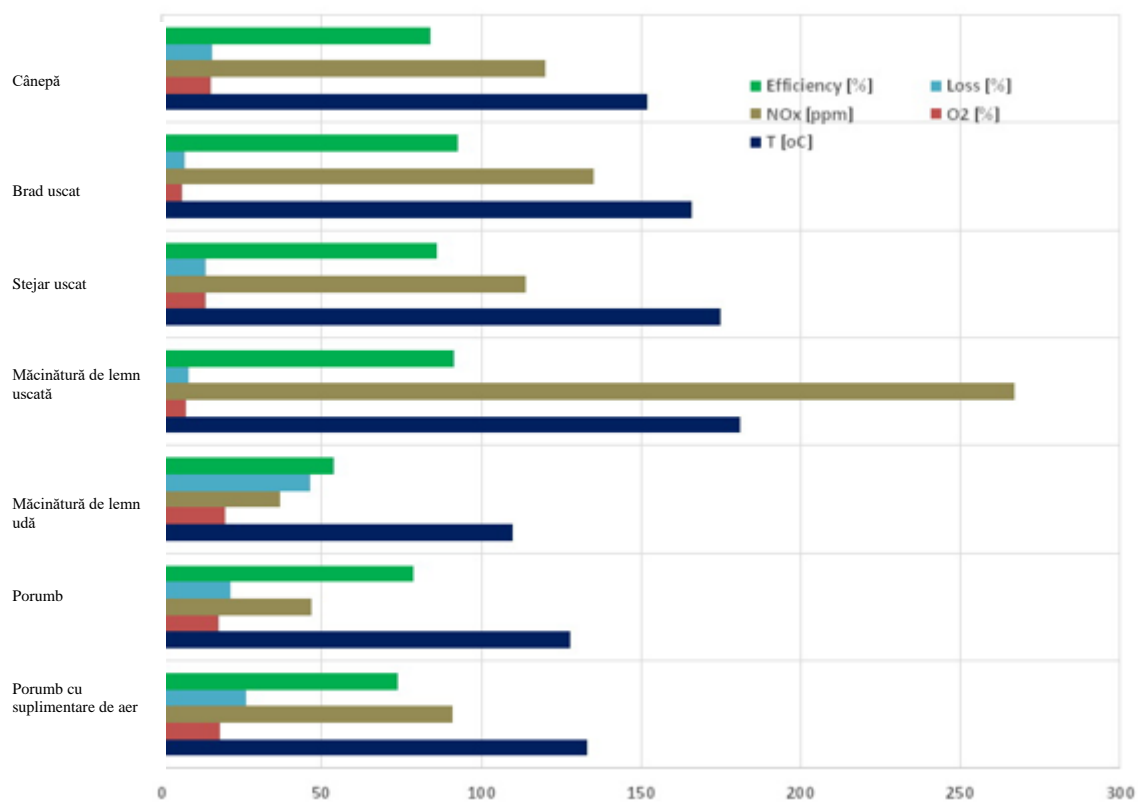


Figura 42 a. Măsurătorile gazelor de ardere la cazanul CT

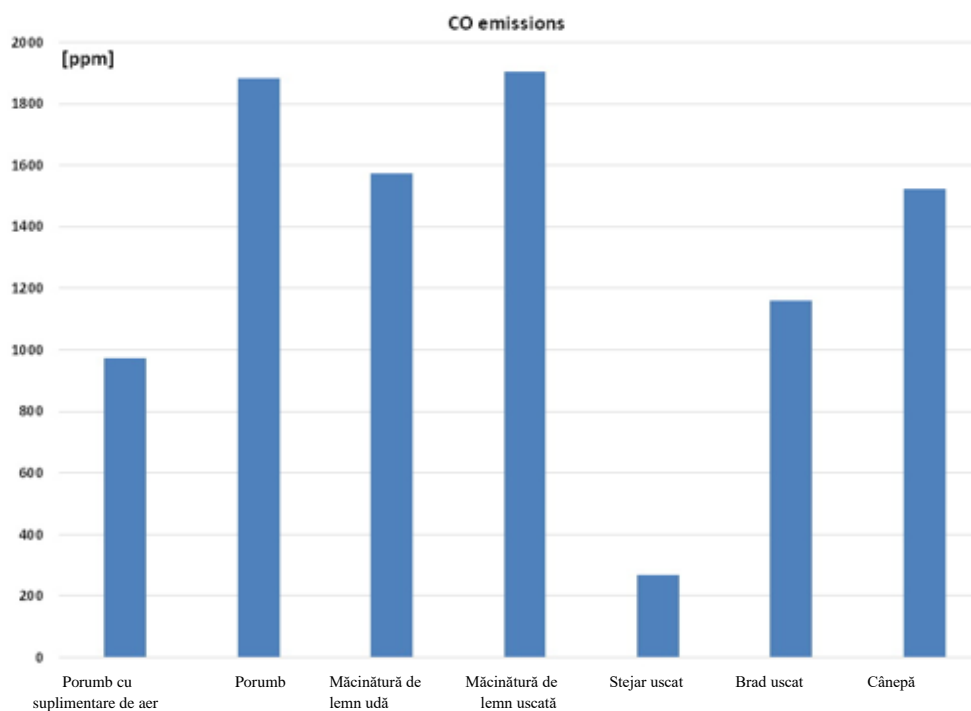


Figura 42 b. Măsurătorile gazelor de ardere la cazanul CT - emisiile de CO

CONCLUZIE

Biomasa lemnoasă reprezintă un material combustibil regenerabil din două cauze principale: lemnul este un material regenerabil, ca produs al fotosintezei și al creșterii anuale, iar reziduurile de lemn sunt produse inerente ale fluxurilor de prelucrare a lemnului.

Din rezultatele obținute în urma arderii diferitelor feluri de biomasă au rezultat avantajele și dezavantajele instalației pilot.

Avantajele acestei instalații:

- soluție constructivă simplă,
- nu are depuneri pe focar, chiar și atunci când se folosește energie de salcie cu coajă, datorită poziției celor două schimbătoare apa/gazele de ardere eliminate după focar,
- nu necesită ventilație forțată, circulația se realizează în mod natural.

Dezavantajele acestei plante:

- autonomie redusă,
- la dimensiunea mare a focarului, circulația naturală nu se mai realizează și este necesară o circulație forțată,
- temperaturi ridicate ale fumului.

Din cauza temperaturii ridicate din coș, instalația va fi îmbunătățită, iar în coș va fi montat un schimbător de căldură (supraîncălzitor) pentru a evita punctul de rouă.

Al treilea studiu de caz prezintă instalația pe care a fost realizată partea experimentală de ardere a celor două materii prime analizate la primul studiu de caz.

Instalația a fost dezvoltată de autori, apoi s-a depus o cerere de brevet la OSIM, în anul 2023.

Cererea de brevet are denumirea „**Procesul pentru obținerea agentului termic folosind o instalație automată cu ardere completă a biomasei**”.

Prezenta invenție folosește o instalație automată cu ardere completă a biomasei pentru obținerea agentului de încălzire, echipată cu un supraîncălzitor care mărește eficiența instalației prin reducerea temperaturii gazului de ardere și mărește separarea cenușii zburătoare de biomasă metodă (figura 43).



Figura 43. Centrala termică pilot (fără automatizare)

Eficiența sistemului este determinată de temperatura ridicată din focar, de turbionarea gazelor de ardere în prima cale a amestecului aer-gaz care produce post-arzătorul și de amplasarea primului schimbător de căldură hidraulic la sfârșitul primului schimbător de căldură hidraulic Determinat de un al doilea schimbător de căldură și supraîncălzitor pe calea gazelor de ardere și a gazelor arse 2.

Mai mult, invenția este un supraîncălzitor având un element tubular închis situat în exteriorul sistemului și având aceeași secțiune transversală ca și sistemul și cu diametru egal în interior.

Invenția oferă următoarele avantaje:

- arderea completă a biomasei,
- automatizarea alimentării, aprinderii, controlului arderii și stingerii,
- supraîncălzitor cu formă specială, recuperarea căldurii gazelor arse prin secțiunea de curgere a gazelor arse,
- construcție modulară care permite demontarea și curățarea cu ușurință,
- fără depuneri de gudron pe niciun element al centralei electrice.

Schema de principiu a instalației este prezentată mai jos.

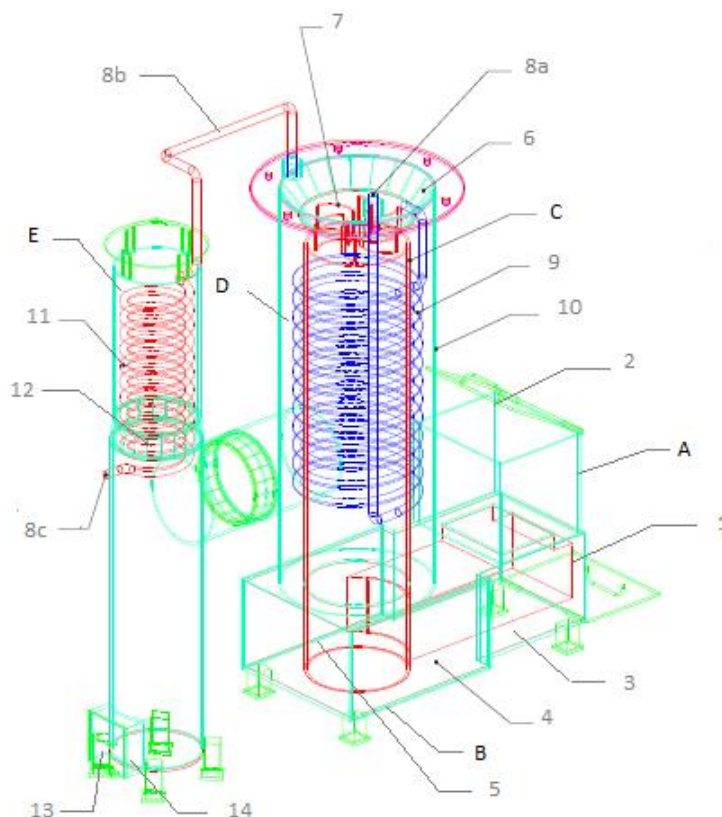


Figura 44. Ansamblu centrală termică 3D

Legendă:

A – zona de alimentare, B – focar, C – Primul drum al gazelor de ardere, D – Al doilea drum al gazelor de ardere, E – Al treilea drum al gazelor de ardere, 1 – ușa de curățare focar, 2 – ușa de alimentare central, 3 – cenușar, 4 – deflector, 5 – izolare inferioară, 6 – schimbator de căldură 1, 7 – aripioare, 8a- racord alimentare (RETUR), 8b – racord ecavuare apă caldă, 8c – racord consumator (TUR), 9 - schimbator de căldură 2, 10 – manta, 11 - schimbator de căldură 3 (supraîncălzitor), 12 - element cu formă special, 13 – ușa evacuare cenușă zburătoare, 14 – colector.

Conform invenției, această metodă asigură atât realizarea de centrale termice cât și o metodă de obținere și utilizare a energiei termice printr-o ardere mult mai eficientă a combustibililor solizi și a biomasei în scopul încălzirii spațiilor rezidențiale, comerciale și de producție, vile, sere/solarii, camere control animale.

2.2.2. Cercetări privind resursele regenerabile de energie – Biogaz [90-92]

Primul studiu de caz a fost obținerea de biogaz într-o instalație pilot [90].

În acest sens, în perioada anilor 2010 - 2012 am făcut parte din echipa de implementare a proiectului „Energie pentru orașe curate” (abreviat EPOC) în cadrul proiectului Parteneriatul PN. Acest proiect consta în realizarea unei instalații pilot de cercetare pentru producerea de biogaz din deșeuri municipale, care a fost brevetată cu următoarele date: Număr brevet - RO125718 B1, Denumire - Instalație de producere biogaz din deșeuri municipale biodegradabile. În acest context am lucrat împreună cu echipa de realizare a proiectului, fiind implicată ca și responsabil tehnic și financiar la realizarea tuturor rapoartelor de cercetare și a unei părți din etapele de realizare a determinărilor experimentale. Informațiile de mai jos se regăsesc atât în rapoartele tehnice realizate în cadrul proiectului și în lucrări științifice publicate.

Diagrama de configurare a instalației pilot este prezentată mai jos împreună cu componentele sale.

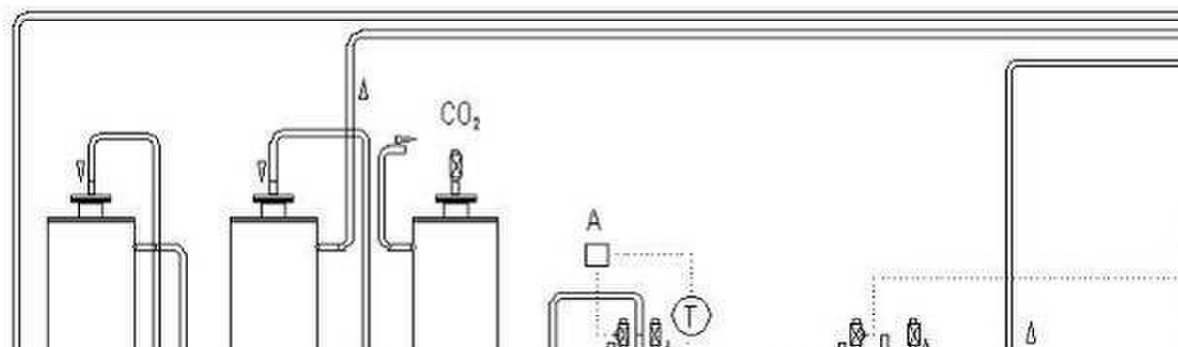


Figura 45. Schema tehnologică a instalației pilot

Legendă: 1 - Reactor fermentație, 2- Vas stocare biogaz purificat, 3 – Vas recirculare soluție, 4 – Vas corecție pH, 5 – Filtru H₂S, 6 - Filtru CO₂, 7 -Vas eliminare CO₂, 8 – Vas tampon CO₂, 9 – Supapă hidraulică, A Bucla reglare/control temperatură eliminare CO₂; cuprinde controller de temperatură racordat la termocuplul imersată în vas și acționează electroventil abur; B Bucla reglare/control temperatură reactor; cuprinde controller, termocuplul imersata în reactor și acționează electroventil abur; C Bucla reglare /control pH; cuprinde controller pH, electrod imersat pe traseul reactor - vas recirculare și acționează electroventil de la reactor și vas agent corecție pH; D Bucla control presiune în reactor; cuprinde controller și senzor de presiune și acționează electroventil eliminare biogaz; E Bucla control presiune în vasul de stocare biogaz purificat; cuprinde controller și senzor de presiune și acționează electroventil eliminare biogaz spre consumator.

Din punct de vedere al designului, instalația este dotată cu două rezervoare mari (aproximativ 30 m³), unul care servește drept digester anaerob și celălalt rezervor tampon pentru stocarea biogazului produs, pentru utilizare ulterioară în procesul de ardere.

Această instalație a fost realizată fizic în incinta COLTERM SA (partener în proiect) așa cum se vede din figurile următoare [90, 93].



Figura 46. Vedere din față a instalației

Detaliile structurii instalației pilot pentru producția de biogaz pot fi văzute în două figuri: rezervor de fermentație anaerobă, rezervor tampon pentru depozitarea biogazului produs (figura 47) sau cameră de ardere pentru procese.



Figura 47. Vedere centrală a sistemului de filtrare și control

Sunt prezentate detalii despre secțiunea de filtrare a biogazului produs și panoul de control al instalației pilot (figura 47).

Pentru realizarea testelor privind producerea de biogaz s-au utilizat diverse amestecuri de materiale, ponderea majoră constând din legume și fructe deteriorate obținute de la METRO Timișoara, respectiv deșeuri solide municipale cu concentrații moderate până la diverse materiale biodegradabile.

Încărcările de material testate au fost efectuate pe o perioadă de aproximativ 70 până la 75 de zile. Proporția materialelor care nu pot fi utilizate în procesul de fermentație anaerobă a fost, de asemenea, redusă, deoarece nu se poate efectua screening-ul detaliat în cadrul compoziției generale.

Regimul selectat din punct de vedere al temperaturii de lucru oferă un regim combinat (mezofil și criogenic).

Pe toată perioada experimentului s-au monitorizat parametrii de influență (temperatura, valoarea pH-ului), evoluția concentrației de metan și dioxid de carbon din compoziția biogazului produs și cantitatea obținută în timp.

Pentru analiza gazelor obținute și determinarea calitatii gazelor de ardere s-au folosit următoarele tipuri de analizoare de gaze: Analizorul TESTO 350XL (figura 49), care este dotat cu următoarele celule:

- Celulă chimică de oxigen 0-25%;
- Celulă chimică CO 0-10000 ppm cu modul de diluție 1:40;
- Celulă cu infraroșii de CO₂ 0-50%;
- Celulă chimică NO 0-3000 ppm;
- Celulă chimică SO₂ 0-5000 ppm;
- H₂S 0-300 ppm;

Debit probă de gaz 0,8 l/min;

Memorie care poate reține 250000 de citiri;

Analizorul este dotat cu o mini-imprimantă cu hârtie termică.



Figura 48. Analizorul TESTO 350XL

Pentru analiza gazului obținut s-a folosit analizorul Delta 1600 S IV:



Figura 49. Analizorul Delta 1600 S IV:

1 – port conectare imprimantă externă, 2 – acumulator, 3 – afișaj, 4 – sistem de operare prin deplasare cu săgeți în meniul de control, 5 – comutator on – off, 6 – filtru captare picături apă, 7 – conexiune la sonda de prelevare gaz, 8 – conexiune la PC, 9 – buton iluminare afișaj

Acest analizor poate măsura metanul și dioxidul de carbon în proporții de până la 100% din volum. Opțional, analizorul poate măsura conținutul de CO până la 10%, O₂ până la 25% și NO până la 5000 ppm.

Au fost monitorizate constant pH-ul, temperatura, cantitatea și calitatea biogazului produs și au fost efectuate teste de ardere la sfârșitul perioadei de producție de biogaz pentru a determina potențialul de utilizare a acestuia.

Corecția pH-ului a fost efectuată numai la începutul procesului folosind o suspensie de var stins, iar valorile pH-ului obținute au fost în intervalul neutru (6,5–7,5) până la sfârșitul fermentației anaerobe.

Biogazul produs are următoarele date generale prezentate în tabelul 24.

Tabel 24. Specificații pentru biogazul produs

Metan	55 – 70 % conc. Volumică
Dioxid de carbon	30 + 45 % conc. Volumică
Hidrogen sulfurat	200 + 4000 ppm
Conținut energetic (putere calorică superioară)	20 + 25 MJ / mc

Valoarea puterii calorice a biogazului este astfel de aproximativ 6 kWh / m³.

Biogazul care conține 1 m³ N produce energie echivalentă cu 0,5 litri de ulei la ardere și, prin urmare, poate fi considerat o sursă neutră care eliberează 1,6 kg de CO₂.

Pentru Municipiul Timișoara, valorificarea energiei din deșeurile municipale ar putea reprezenta o soluție tehnologică pentru dezvoltarea economică și socială pe termen lung.

Colectarea și transportul deșeurilor pot fi efectuate de operatorii locali de sănătate, iar instalațiile de incinerare pot fi instalate și exploatate în cadrul centralelor termoelectrice (centrala de la sud de Timișoara).

Deoarece am fost implicată doar într-o parte a proiectului pe partea de determinare, se va prezenta doar unul din experimentele realizate, pentru șarjă de deșeu municipal biodegradabil de vară, cu conținut relativ ridicat de elemente anorganice.

Următoarea diagramă arată variația temperaturii și pH-ului în timpul unui lot de material.

Compoziția exactă a lotului a fost dificil de determinat deoarece materialele folosite erau un amestec de reziduuri organice și anorganice [80-81].

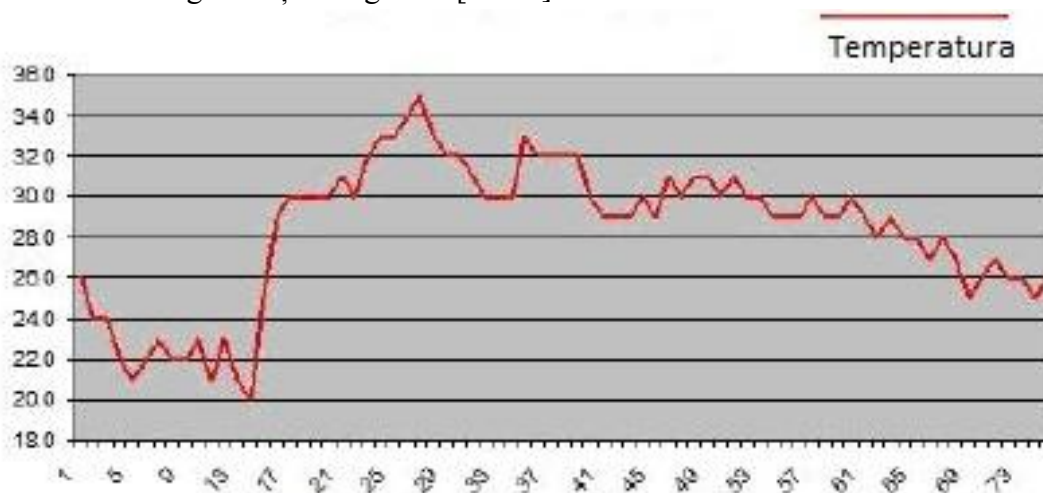


Figura 50. Variația temperaturii

Profilul de temperatură arată o regiune cu două domenii (psihrofilă și mezofilă) variind între 20 °C și 35 °C. Aceasta înseamnă un comportament relativ diferit în funcție de suspensia utilizată

în lot. Datorită temperaturilor scăzute din prima perioadă, procesul din rezervorul de fermentație a fost relativ lent, iar producția de biogaz a început după aproximativ 25–30 de zile.

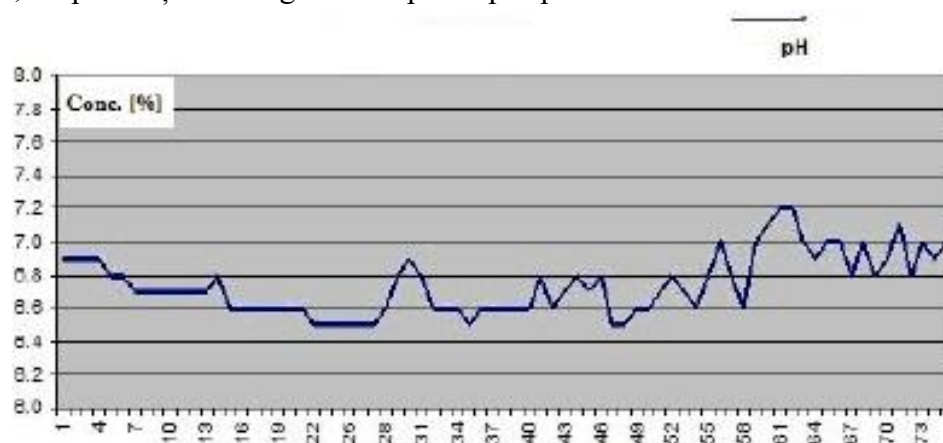


Figura 51. Variație pH

Influența generală a temperaturii asupra valorii pH-ului este foarte scăzută și se poate observa că variațiile de timp sunt mici; valorile generale se situează între 6,4 și 7,2, domeniu care se potrivește producției de biogaz în cantități relativ mari.

În figura de mai jos se prezintă variația de timp a metanului și a dioxidului de carbon de-a lungul procesului de producere a biogazului având în vedere faptul că procesul a început după circa 25-30 de zile.

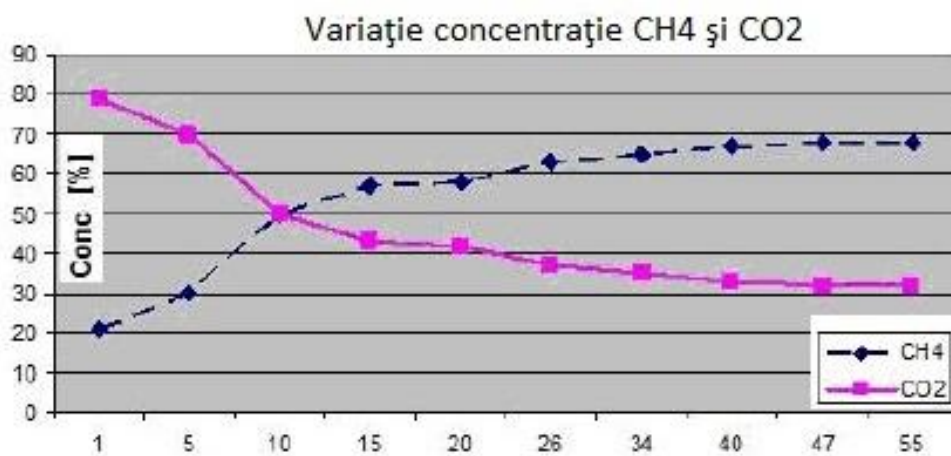


Figura 52. Variație concentrație metan și dioxid de carbon

Având în vedere regimul de temperatură și timpul necesar începerii procesului, concentrația inițială de CH₄ în biogazul produs a fost de aproximativ 21% vol, iar concentrația relativă a fost de 78% CO₂.

Figura mai arată că după aproximativ 10 zile de proces, concentrațiile de CH₄ și CO₂ sunt de aproximativ 50%, iar valoarea maximă a metanului se apropie de valoarea de 68% la sfârșitul reactorului de fermentație.

Este un bun indicator al disponibilității reactoarelor de fermentație pentru biogazul produs prin ardere sau co-incinerare.

Concluzii:

Ca observație generală, se poate spune ca testele au determinat disponibilitatea reală a biogazului produs pentru procese de ardere sau co-combustie și au dat rezultate bune în ceea ce privește compoziția generală a gazelor de ardere.

Biogazul produs este sub influența, (ii) temperaturii externe sezoniere care afectează procesul de fermentație anaerobă și (iii) influența pH-ului, care este necesar pentru ajustarea pe toată durata procesului, adică frecvența. Corecția depinde de evoluția temporală de la faza acidă la faza metanogenă.

Al doilea studiu de caz îl reprezintă obținerea de biogaz din apele uzate [91].

Problema valorificării surselor nefolosite ce au potențial ridicat de producere a biogazului a fost o temă de interes, iar unul din topicurile abordate a fost utilizarea apelor uzate cu potențial de fermentare anaerobă.



Figura 53. Stand de testare la scară redusă: 1 – baie termostată, 2 – PET cu un volum total de 2 L, 3 – dopurile sticlelor de plastic, 4 – orificiul furtunului pentru introducerea seringii, 5 – record, 6 – recipient pentru depozitarea biogazului

Diagrama de mai sus arată starea de determinare a potențialului amestecurilor de apă uzată și substanță uscată solidă din diverse surse [91].

De menționat este faptul că baia termostată 1 are multiple locuri pentru încălzirea materialelor folosite pentru procesul de fermentație anaerobă (temperatura este controlată cu ajutorul unui termocuplu și poate fi verificată cu ajutorul unui termometru introdus în baie). Fiecare din cele 6 PET-uri sunt umplute până la aproximativ 75% cu diverse materiale folosite pentru determinări, apoi sunt închise cu dopuri. Aceste dopuri au fost modificate pentru a permite atât prelevarea de probe pentru verificarea pH-ului, omogenizarea cu ajutorul seringilor de plastic, cât și transferul de gaz din sticle în sacii de gaz. De asemenea, din cauza sensibilității la lumină a bacteriilor anaerobe, sticlele au fost acoperite cu folie de aluminiu. Biogazul obținut din fiecare PET este colectat într-un recipient cu ajutorul unui furtun de diametru mic.

Materialele folosite (din cele 6 PET-uri) au fost analizate conform standardelor Europene existente pentru analiza biomaselor și sunt prezentate mai jos.

Tabel 26. Determinări materiale analizate (parte 1)

Nr. crt.	MATERIAL	Umiditate higroscopică [%]	Conținut cenușă [%]	Putere calorică medie [MJ/kg]
1.	DBZ5 (digestat, dejecții vacă și 5% zer vacă)	13	25	14.2
2.	DBZ10 (digestat, dejecții vacă și 10% zer vacă)	14.3	25.1	14
3.	UEN5Z5(apă uzată uzina epurare, 5% nămol stabilizat punct epurare, 5% zer vacă)	5.8	38.1	14.8
4.	UEN4Z5(apă uzată uzina epurare, 4% nămol stabilizat punct epurare, 5% zer vacă)	5.9	38	14.7
5.	FBN5Z5(apă uzată fabrica bere, 5% nămol stabilizat punct epurare, 5% zer vacă)	5.4	28	17
6.	FBN4Z5 (apă uzată fabrica bere, 5% nămol stabilizat punct epurare, 5% zer vacă)	5.5	28.2	17.5

Tabel 26. Determinări materiale analizate (parte 2)

Nr. crt.	MATERIAL	Conținut Carbon [%]	Conținut Sulf [%]	Volatile (bază uscată) [%]
1.	DBZ5 (digestat, dejecții vacă și 5% zer vacă)	29.5	0.5	43
2.	DBZ10 (digestat, dejecții vacă și 10% zer vacă)	29	0.6	48.5
3.	UEN5Z5(apă uzată uzina epurare, 5% nămol stabilizat punct epurare, 5% zer vacă)	33.7	5.2	38.6
4.	UEN4Z5(apă uzată uzina epurare, 4% nămol stabilizat punct epurare, 5% zer vacă)	33	4.8	38.2
5.	FBN5Z5(apă uzată fabrica bere, 5% nămol stabilizat punct epurare, 5% zer vacă)	36.1	3.9	40.6
6.	FBN4Z5 (apă uzată fabrica bere, 5% nămol stabilizat punct epurare, 5% zer vacă)	36	4	40.4

Din tabelul de mai sus, se poate observa că conținutul ridicat de cenușă face ca acest material să nu fie adecvat pentru procesul de ardere ca unic combustibil, în timp ce puterea calorică este relativ mare și potențialul energetic al lotului selectat este bun.

Ultimele trei loturi au avut un conținut ridicat de sulf, indicând o potențială problemă în camera de ardere în timpul procesului de ardere, pH-ul suspensiei a fost corectat cu soluție 20% NH₃ și regimul de temperatură a fost menținut în intervalul de 36°C. - 37°C.

Experimentul a durat 45 de zile cu măsurători continue.

Modificarea pH-ului în timp este prezentată mai jos.

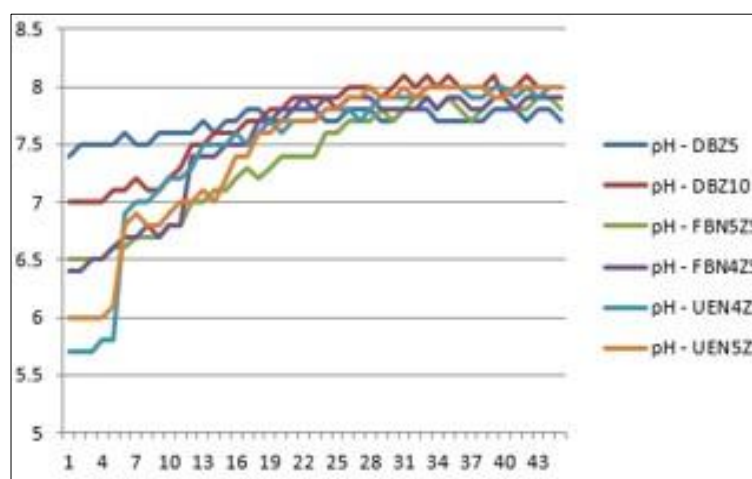


Figura 54. Valorile a pH-ului

Valorile inițiale ale pH-ului în timpul procesului au fost relativ ridicate, în jur de 5,7–6, ceea ce indică faptul că capacitatea de tamponare a loturilor de material testat a minimizat operațiunile de corecție generale.

Valoarea finală a pH-ului la sfârșitul procesului este de 7,5-8, ceea ce este potrivit pentru condiții de fermentație anaerobă.

Pentru analiza gazelor a fost utilizat analizorul de gaz DELTA 1600 S IV. Acest lucru permite determinarea compoziției metanului și dioxidului de carbon până la 100% în volum.

Toate cele șase loturi au produs biogaz și compoziția finală măsurată a fost următoarea:

- pentru lotul DBZ5 – CH₄ conc. = 57%, CO₂ conc. = 41% ,
- pentru lotul DBZ10 – CH₄ conc. = 53%, CO₂ conc. = 42% ,
- pentru lotul FBN5Z5 – CH₄ conc. = 68%, CO₂ conc. = 27% ,
- pentru lotul FBN4Z5 – CH₄ conc. = 69%, CO₂ conc. = 30% .

Din păcate, celelalte două loturi (UEN5Z5 și UEN4Z5) nu au produs biogaz și s-au dovedit a fi nepotrivite pentru procesul de fermentație anaerobă în timpul testării inițiale.

Cantitatea de gaz produsă a fost de aproximativ 9,5 litri pentru DBZ5, 11 litri pentru DBZ10, 8 litri pentru FBN5Z5 și 3,5 litri pentru lotul FBN4Z5.

Concluzia experimentului este că, cel puțin în scenariul prezentat, cele mai potrivite materiale sunt apele uzate de la o fabrică de bere, 5% nămol stabilizat de la o stație de epurare, 5% zer de vacă și s-a dovedit a fi un lot care conține apă. Se pare că apele uzate ale fabricii de bere s-au dovedit a fi un substrat mai fiabil decât apele uzate de la stația de epurare, datorită compoziției sale generale și bacteriilor pe care le conține.

Al treilea studiu de caz, la scară de laborator, a fost un experiment cu apele uzate dintr-un punct de lucru din județul Hunedoara [92]. Producția de biogaz prin co-digestie anaerobă a fost realizată într-o instalație la scară de laborator.

Această instalație este alcătuită dintr-un reactor din oțel inoxidabil de 5 litri cu control automat al temperaturii și amestecarea suspensiei, așa cum se arată în figura de mai jos.



Figura 55. Prezentarea general a instalației de laborator: 1-agitator cu două lame; 2- sursa de încălzire; 3 – ieșire de biogaz; 4 - ieșire eșantion; 5 – afișaj pentru controlul temperaturii și al amestecării

Odată ce biogazul este produs, acesta este colectat într-o pungă de probă de gaz în partea de sus a reactorului (ieșire de biogaz - punctul 3).

În plus față de producția de biogaz, a fost proiectată o altă ieșire (punctul 4) pentru a preleva materialul prim obținut din co-digestia anaerobă pentru analize ulterioare.

În acest caz, cantități mici de suspensie au fost colectate periodic cu o seringă pe tot parcursul experimentului pentru a măsura pH-ul.

Compoziția biogazului a fost analizată utilizând un analizor portabil de biogaz (analizor de gaz Biogas 5000 fabricat de Geotech).

În plus, standardele europene (EN 15104, EN15148) au fost utilizate pentru a caracteriza fiecare tip de materie primă pentru a determina unele dintre componentele cheie, cum ar fi carbonul, hidrogenul, azotul și conținutul de substanțe volatile (pe bază uscată) descrise în Tabelul 24. Deoarece raportul C/N este unul dintre principalii factori care influențează producția de biogaz prin procesele de digestie anaerobă, conținutul de carbon sau azot poate fi de interes deosebit.

Valoarea optimă a raportului C/N descrisă în literatură este între 20 și 30, ceea ce este optim pentru producerea de biogaz.

Tabel 27. Proprietățile fizice și chimice ale materiei prime implicate în proces, evaluate în funcție de conținutul total de C, H și N și conținutul de materie volatile

Substrat	Conținut Carbon [%]	Conținut Hidrogen [%]	Conținut Azot [%]	Materii volatile [%]
Boabe porumb	40.35	6.5	1.29	85.5
Apă uzată jud Hunedoara (punct epurare)	24.1	3.65	3.359	41.63
Dejecții animaliere (vacă)	38.3	5.2	2.59	60.2

Pentru acest proces a fost selectată o regiune termofilă, astfel încât temperatura de funcționare a fost de aproximativ 44–45 °C. În plus, suspensia a trebuit să fie amestecată constant pe tot parcursul procesului. Acest proces a durat 24 de zile.

Deoarece pH-ul este un parametru important care influențează comportamentul întregului proces, măsurătorile de pH au fost efectuate în anumite zile și monitorizate cu atenție. Ajustarea pH-ului a fost făcută prin adăugarea unei cantități mici de acid acetic glacial în reactor.

Pentru a evalua eficiența procesului de co-digestie anaerobă, cantitatea de biogaz și principalii compuși gazoși (CH_4 , CO_2 și H_2S) din biogaz au fost examinate pe toată perioada de funcționare a procesului.

Modificarea pH-ului suspensiei analizate este prezentată în figura de mai jos.

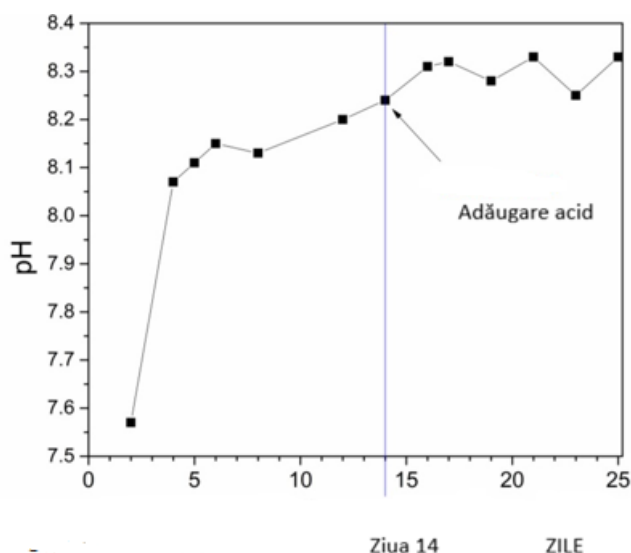


Figura 56. Variație pH

Tendința producției de biogaz poate fi strâns corelată cu fluctuațiile pH-ului prezentate în figura de mai sus.

După numai 3 zile de proces, s-a observat o creștere semnificativă a valorii pH-ului, iar în a 4-a zi, valoarea pH-ului a ajuns la 8,07.

În următoarele 4 zile, pH-ul a rămas aproximativ constant la aproximativ 8,13.

După a 8-a zi, când cantitatea de biogaz a început să scadă, pH-ul îngrășământului a început să crească din nou și a ajuns la o valoare de 8,24 în a 14-a zi.

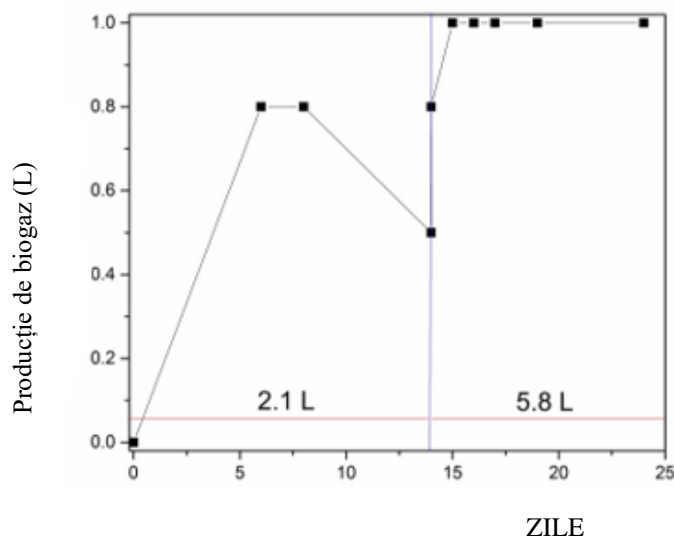


Figura 57. Cantitatea de biogaz colectat în anumite zile în timpul procesului de co-digestie anaerobă

Luând în considerare atât fluctuațiile pH-ului, cât și ale biogazului, inhibarea producției de biogaz poate fi explicată prin creșterea pH-ului.

Din acest motiv, s-au adăugat 10 ml de acid acetic în suspensie în a 14-a zi pentru a controla creșterea pH-ului amestecului de materie primă.

Acest lucru a crescut semnificativ producția de biogaz în aceeași zi.

După ziua 14, cantitatea de biogaz produsă a continuat să crească, iar în următoarele 3 zile, producția de biogaz a fost de aproximativ 1 L pe zi și apoi a scăzut ușor.

S-au produs încă 2 litri de biogaz, 1 L în ziua 19 și în final 1 L după 5 zile (ziua 24), indicând o încetinire a procesului de co-digestie anaerobă.

În plus, a putut fi observată o regiune de platou între zilele 14 și 24 în ceea ce privește valorile pH-ului (Figura 58). Aceasta sugerează că adăugarea de acid a condus la stabilizarea pH-ului suspensiei.

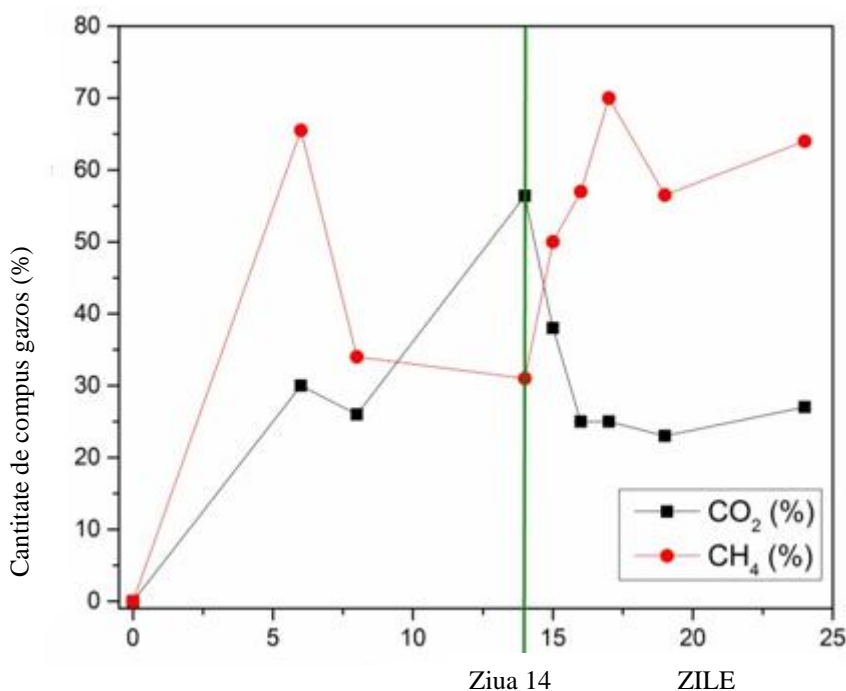


Figura 58. Variația concentrației de CH₄ și respectiv CO₂ în timp

Calitatea biogazului este un alt factor foarte important pentru evaluarea eficienței procesului de co-digestie anaerobă și a posibilității de a utiliza în continuare biogazul obținut ca sursă de energie.

Diagrama de mai sus prezintă modificări ale CH₄ și CO₂, care sunt principalele componente ale biogazului.

Similar cu variația cantității de biogaz, raportul CH₄ în primele 14 zile a atins valoarea maximă (aproximativ 65%) în a 6-a zi și apoi a început să scadă sub 30%.

Mai mult, conținutul de CO₂ a scăzut odată cu creșterea conținutului de CH₄.

Creșterea CO₂ în ziua 14 face și mai clar faptul că procesul a fost inhibat, ceea ce este deja evident din cifrele anterioare prezentate.

După adăugarea acidului în suspensia reactorului, compoziția biogazului a fost îmbunătățită și proporția de CH₄ a fost menținută peste 50% și a atins cea mai mare valoare (aproximativ 70%) în a 17-a zi. În plus, emisiile de CO₂ au fost menținute sub 30%.

Cantitatea totală de biogaz produsă după 24 de zile de co-digestie anaerobă este de 7,9 litri, din care 52,9% CH₄, 32,4% CO₂, iar concentrația H₂S este de 820 ppm.

Concluzie:

Proporțiile de CH₄ și H₂S corespund compozițiilor tipice de biogaz descrise în literatură.

Cu toate acestea, sunt necesare cercetări suplimentare pentru a identifica alți compuși de biogaz care reprezintă aproximativ 14% din volumul total de biogaz.

Concentrația de H₂S (820 ppm) este sub limita H₂S de 1000 ppm necesară pentru utilizarea biogazului ca sursă de energie pentru utilizarea în procesele de încălzire specifice termice.

Conform cercetărilor efectuate, se pare că procesul este foarte sensibil la fluctuațiile pH-ului și a necesitat adăugarea de acid acetic în suspensie.

După controlul pH-ului, producția de biogaz a fost îmbunătățită semnificativ și concentrația de CH₄ a crescut.

Mai mult, cantitatea de H₂S a fost mai mică de 0,1% din totalul biogazului.

2.3. CERCETARE ÎN EDUCAȚIE [94-104]

A treia direcție de cercetare este conexasă cu partea de educație, unde am fost implicată sub diferite aspecte de-a lungul întregii cariere universitare.

În cele ce urmează voi prezenta succint principalele realizări conexe cu partea de publicații în acest domeniu aflat într-o continuă dezvoltare.

Primele cercetări au început ca urmare a implementării proiectelor cu fonduri europene pentru pregătirea studenților pentru piața muncii (PRACTICOR 2010-2013, PRACTICOR EURO-REGIO 2014-2015, CONPRACTIS 2015).

În contextul transformărilor accelerate ale pieței muncii, determinate de globalizare, digitalizare și progres tehnologic, sistemul de învățământ superior este nevoit să își adapteze permanent strategiile educaționale pentru a asigura formarea unor absolvenți competitivi, flexibili și capabili să răspundă cerințelor reale ale angajatorilor [105, 106]. Dincolo de acumularea cunoștințelor teoretice specifice domeniului de studiu, integrarea cu succes a studenților pe piața muncii presupune dezvoltarea competențelor practice, a abilităților transferabile și a capacității de învățare continuă. În acest cadru, practica de specialitate, consilierea și orientarea în carieră, precum și utilizarea materialelor online în procesul didactic reprezintă piloni esențiali ai pregătirii profesionale a studenților.

Practica de specialitate constituie un element fundamental al educației universitare aplicate, facilitând legătura dintre cunoștințele teoretice dobândite în mediul academic și realitățile concrete ale mediului socio-economic. Implicarea studenților în activități practice desfășurate în cadrul organizațiilor și instituțiilor partenere contribuie la dezvoltarea competențelor profesionale, la înțelegerea culturii organizaționale și la familiarizarea cu cerințele specifice ale pieței muncii. Studiile de specialitate arată că experiența practică acumulată în timpul studiilor universitare reduce semnificativ decalajul dintre competențele cerute de angajatori și cele dezvoltate prin programele de studiu [107, 108, 109].

Complementar activităților practice, consilierea și orientarea în carieră joacă un rol strategic în sprijinirea studenților în procesul de autocunoaștere, luare a deciziilor profesionale și planificare a traseului ocupațional. Prin activități structurate de consiliere, studenții își pot identifica interesele, aptitudinile și valorile personale, pot explora alternative ocupaționale și pot dezvolta competențe de gestionare a carierei pe termen lung, esențiale într-un mediu profesional caracterizat de mobilitate și schimbare continuă [110].

În același timp, integrarea materialelor online și a resurselor educaționale digitale în procesul de predare a devenit o componentă indispensabilă a educației universitare moderne. Platformele de e-learning, cursurile online, materialele multimedia, simulările virtuale și instrumentele digitale colaborative contribuie la creșterea accesibilității educației, la flexibilizarea procesului de învățare și la dezvoltarea competențelor digitale ale studenților [111]. Utilizarea materialelor online sprijină învățarea autonomă, permite actualizarea rapidă a conținuturilor și facilitează adaptarea metodelor didactice la stiluri diverse de învățare. Totodată, competențele digitale dobândite de studenți sunt strâns corelate cu cerințele actuale ale pieței muncii, unde utilizarea tehnologiilor informaționale reprezintă o condiție esențială pentru angajabilitate [112].

Prin urmare, integrarea coerentă a practicii de specialitate, a serviciilor de consiliere și orientare în carieră și a resurselor educaționale online contribuie semnificativ la facilitarea tranziției de la mediul academic la cel profesional, la creșterea gradului de angajabilitate a absolvenților și la dezvoltarea unor cariere sustenabile. În acest context, prezenta lucrare își propune să evedențieze

rolul acestor componente ca factori-cheie în pregătirea eficientă a studenților pentru integrarea pe piața muncii.

Primul studiu de caz s-a realizat în urma implementării primului proiect de practică scris și implementat [94-98]. Proiectul PRACTICOR a avut ca scop realizarea unor rețele transnaționale privind orientarea educațională, consilierea în carieră și practica, corelate cu piața muncii în societatea cunoașterii. Demararea acestui proiect a pornit de la necesitatea formării abilităților sociale în profesia de inginer. Dezvoltarea abilităților sociale și integrarea acestora în mediul de muncă reprezintă o necesitate, datorită multiplelor efecte ale acestora, orientate clar spre productivitate și succes.

Obiectivul general al proiectului Practicor a fost organizarea stagiilor de practică pentru a asigura studenților șanse mai mari de angajare după absolvire și consolidarea nivelului de formare, în concordanță cu realitatea socio-economică.

Studiul de caz evidențiază rezultatele obținute prin următoarele direcții de acțiune:

- consolidarea și stimularea motivației studenților implicați într-un program de consiliere și orientare profesională;
- dezvoltarea unui program eficient pentru sprijinirea studenților în organizarea stagiilor de practică;
- diseminarea adecvată a informațiilor privind stagiile de practică în rândul studenților;
- elaborarea de materiale de suport pentru activitățile de consiliere și practică;
- dezvoltarea competențelor studenților în utilizarea tehnicilor de căutare a unui loc de muncă adecvat, în concordanță cu formarea dobândită;
- dezvoltarea competențelor antreprenoriale;
- oferirea unor modele de succes pentru tânăra generație, ca reper de bază și perspectivă viitoare de realizare profesională.

Un viitor inginer, căruia membrii grupului în care va activa îi vor atribui un rol major și care, prin relațiile interpersonale, îndeplinește un rol clar în structura resurselor umane, trebuie format prin învățământ superior dublat de activitate practică, dobândind ca trăsături principale atributele prezentate în [113-115]:

- experiență cognitivă;
- abilități de comunicare;
- capacitate de judecată și de înțelegere a mesajului transmis;
- capacitate de decizie, creativitate în gândire și acțiune;
- disponibilitate pentru cunoaștere;
- disponibilitate pentru cooperare și comunicare interpersonală în cadrul grupului;
- încredere în sine și în ceilalți;
- atitudine de depășire a obstacolelor în vederea atingerii scopului propus;
- stil flexibil de abordare a sarcinilor și de interacțiune cu partenerii pentru atingerea obiectivului comun al grupului;
- onestitate, responsabilitate și empatie în relațiile interpersonale;
- nevoie de cunoaștere, afecțiune și valorizare socială;
- capacitate de relaționare, dezvoltare, acceptare și integrare în grupul de muncă;
- satisfacție față de participare și succesul individual și de grup;
- competențe și abilități interpersonale.

Aceasta reprezintă, în fapt, o succesiune de factori a căror interacțiune și capacitate de relaționare conturează sfera competenței sociale a unui individ responsabil.

Educația în lumea științei are un scop principal: formarea cercetătorilor la un nivel de înțelegere a domeniului lor de specializare care să permită diseminarea cu succes a rezultatelor în reviste internaționale de prestigiu. Succesul nu depinde exclusiv de volumul literaturii studiate, ci mai ales de relațiile de colaborare stabilite și de eforturile concertate, desfășurate într-un cadru etic, capabile să conducă la publicarea cu succes a rezultatelor într-o revistă cotate. Colaborarea practică multidisciplinară internațională – subiectul acestei scurte analize – reprezintă o soluție pentru succesul în publicarea științifică, prin introducerea unor noi modalități de depășire a obstacolelor etice și prin reevaluarea și reajustarea constantă a colaborării, ceea ce permite competitivitatea globală și avansul științei [116].

Așa cum se arată în [117], întrucât autoevaluarea este adesea contestată din cauza subiectivității, preocuparea principală a acestui articol este studierea fiabilității autoevaluării competențelor absolvenților învățământului superior, printr-o abordare diferită. Scopul este de a răspunde întrebării: „în ce măsură autoevaluarea competențelor absolvenților este fiabilă”, dacă o astfel de fiabilitate există.

Pe lângă competența profesională, care este imperativă pentru progres și performanță, se impune ca fiecare tânăr student cu profil de inginerie, indiferent de specializare, să fie pregătit pentru a interveni prompt în abordarea problemelor relevante ale realității economice și sociale, având efecte pozitive în ceea ce privește atingerea performanței profesionale și sociale. Majoritatea activităților ingineresti presupun munca în echipă. Pentru o bună dezvoltare în profesia de inginer, este necesară cultivarea abilităților sociale care să faciliteze interacțiunile de grup, în cadrul unei echipe de lucru sau al unei organizații cu scop productiv, care trebuie să integreze viitorul inginer. Dezvoltarea competenței sociale este o necesitate, având impact asupra vieții private a individului, asupra relațiilor acestuia cu cei apropiați și chiar asupra rezultatelor sale profesionale.

Pregătirea inițială ancorată în cerințele pieței muncii presupune următorii pași:

1. „**A spune**” – prezentare didactică a informațiilor și cunoștințelor;
2. „**A arăta**” – demonstrarea comportamentelor și reacțiilor posibile;
3. „**A face**” – exersarea competențelor în cadrul practicii;
4. „**Transferul**” – aplicarea competențelor în sarcini reale de producție;
5. „**Feedback**” – autoevaluare și evaluare de către tutori și colegi;
6. „**Învățare între egali**” – sprijin reciproc în dezvoltarea competențelor.

În acest spirit, au fost încheiate contracte cu mai multe companii importante pentru a găzdui studenți în cadrul stagiilor de practică. Astfel, reprezentanți ai mediului de afaceri și companii care intenționează să angajeze absolvenții noștri s-au implicat activ și direct în sistemul de formare, respectiv în sistemul educațional, având în vedere că aceștia vor deveni viitorii angajatori ai tinerilor ingineri. Se așteaptă, în acest context, dezvoltarea calității și a numeroase alte competențe și caracteristici ale tinerei generații.

Din punctul de vedere al evaluării studenților, gradul mediu de dobândire a competențelor definite este satisfăcător. În ceea ce privește comparația dintre studenții care și-au realizat proiectele în colaborare cu companii locale și cei care au colaborat cu companii internaționale, se poate concluziona că comportamentul celor două grupuri este similar. Diferențele majore apar în evaluarea competențelor legate de comunicarea într-o limbă străină, de lucrul într-un context internațional și de disponibilitatea pentru mobilitate.

Proiectul PRACTICOR a asigurat cele mai bune condiții de aplicare și implementare a Legii Practicii pentru elevi și studenți, atât din sistemul național de învățământ (licență), cât și prin

modalități practice de sprijinire a acestora. Proiectul nu doar că a facilitat îndeplinirea tuturor cerințelor legale și aplicarea acestora, dar a oferit și un cadru de susținere financiară, tehnică și inovatoare care, odată creat, va continua să funcționeze în acest sens.

Studentii au avut oportunitatea de a stabili contacte profesionale cu companii și potențiali angajatori care activează pe piață în domeniile prioritare de pregătire și de a urma stagii de practică aplicate, bazate pe probleme reale legate de nevoile economice și tehnice ale companiilor, precum și ale comunității aflate în proces de dezvoltare durabilă. Figura 59 prezintă principalele domenii ale activităților de practică și internship.

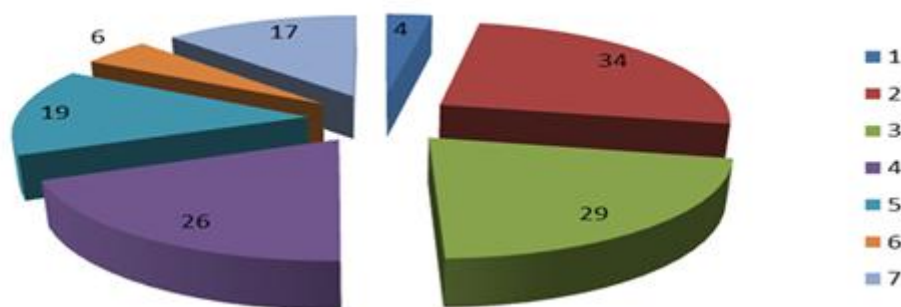


Figura 59. Abordarea tematică a activităților de practică, așa cum au fost realizate de studenți în cadrul derulării proiectului PRACTICOR: 1-Management, 2-Mentenanță, 3-Procese tehnologice, 4-Cercetare și dezvoltare, 5-Optimizare procese, 6-Calitatea proceselor și aspectele ecologice, 7-Surse regenerabile, energie, calitate și sisteme

Pentru a elabora o strategie viitoare, a corecta deficiențele și a evita blocajele în dezvoltarea activităților, a fost inițiat un sondaj public online. Rezultatele și interpretările acestuia sunt prezentate în cele ce urmează. Numărul total de răspunsuri analizate a cuprins peste 300 de respondenți.

S-a dorit să se afle ce este mai important pentru respondenți: să aibă un loc de muncă în domeniul lor de pregătire profesională sau să câștige mulți bani, indiferent de domeniul de angajare. O majoritate de 93,59% a răspuns că ar prefera să obțină un loc de muncă în domeniul lor profesional, și nu doar un job care să le asigure un venit substanțial.

S-a dorit, de asemenea, să se investigheze dacă respondenții consideră utile vizitele de studiu în cadrul companiilor. O mare majoritate, 96,61%, a răspuns că aceste vizite sunt într-adevăr utile, în timp ce 3,39% le-au considerat lipsite de utilitate.

Mai departe, respondenții au fost întrebați dacă consideră necesar să aibă un tutore care să îi ghideze pe parcursul stagiului de practică. 95,76% dintre respondenți au răspuns că este foarte important să aibă un tutore, doar 4,24% considerând că acest lucru nu este necesar.

Întrebarea următoare a vizat modul în care sunt organizate stagiile de practică. De exemplu, s-a dorit testarea perspectivei respondenților asupra necesității ca stagiile să fie organizate fie într-un post de muncă personalizat, fie în cadrul mai multor posturi pentru fiecare intern:

- 74,57% dintre respondenți au preferat ideea unui post de muncă personalizat,
- 24,14% au preferat ideea locurilor de muncă itinerante,
- 1,29% au răspuns că ar prefera altă opțiune, fără a oferi detalii suplimentare.

Am dorit, de asemenea, să cunoaștem opinia respondenților despre importanța acordată de universitate activității de practică, importanță reflectată prin numărul de credite asociate acestei activități în cadrul curricula. Majoritatea respondenților, 57,69%, au răspuns că nu consideră că

activitatea de practică ar trebui să primească mai multe credite, în timp ce 42,31% au considerat că această activitate trebuie să fie recompensată cu mai multe credite.

Întrebarea următoare a vizat modul în care sunt organizate stagiile de practică. Am dorit să testăm perspectiva respondenților cu privire la necesitatea ca stagiile să fie organizate fie într-un post de muncă personalizat, fie în mai multe posturi pentru fiecare intern. 74,57% dintre respondenți au preferat ideea unui post de muncă personalizat, în timp ce 24,14% au preferat ideea locurilor de muncă itinerante. 1,29% au declarat că ar prefera altă opțiune.

Când li s-a cerut să precizeze cât timp ar trebui să acorde fiecare tutore fiecărui student, 56,71% dintre respondenți au răspuns că 2-3 ore ar fi suficiente. 23,38% au considerat că fiecare tutore ar trebui să acorde 4-5 ore, în timp ce 19,91% au considerat că 1 oră pe zi este suficientă.

În ceea ce privește relația cu tutorii, 65,13% dintre respondenți au spus că preferă să își construiască această relație pe parcursul stagiului de practică, 23,03% au afirmat că ar prefera să o construiască înainte de practică, iar 11,8% au spus că ar prefera să o construiască după încheierea stagiului de practică.

Un alt aspect tehnic pe care l-am considerat necesar a fi abordat a fost raportarea activităților desfășurate în timpul stagiilor de practică. Am întrebat respondenții cum consideră că ar trebui realizată această raportare. Răspunsurile oferite de respondenți sunt aproape egal împărțite între cele trei categorii propuse de specialiștii care au creat chestionarul: 40,53% dintre respondenți au spus că documentele ar trebui prezentate comisiei de evaluare sub forma unui dosar care să cuprindă toate documentele, 30,40% au argumentat că acestea ar trebui furnizate ca documente electronice, iar 29,07% dintre respondenți consideră că acestea ar trebui încărcate pe un portal specializat.

Un alt element de interes a fost cine ar trebui să propună teme/domeniile stagiului de practică. În această privință, o mare majoritate de 59,05% dintre respondenți au răspuns că temele ar trebui propuse de un echipaj format din profesor, tutore și student. 13,79% au spus că tema ar trebui propusă doar de student, 9,48% au considerat că tema ar trebui propusă de profesor împreună cu tutorele, în timp ce 9,48% au considerat că tema ar trebui propusă doar de tutore. 8,19% dintre respondenți au considerat că tema ar trebui propusă de profesor în cadrul universității.

În ceea ce privește implicarea profesorilor din cadrul universității, 87,01% dintre respondenți au considerat că stagiile de practică ar trebui tratate ca orice altă disciplină din cadrul curricula, în timp ce 12,99% dintre respondenți au considerat că stagiile de practică ar trebui tratate distinct.

De asemenea, s-a dorit testarea interesului respondenților față de activități conexe care ar putea fi legate de stagiile de practică. În afară de stagii de practică, respondenții au arătat un interes ridicat pentru lucrări experimentale împreună cu profesorii (23,31%), activități de cercetare în cadrul proiectelor sau acordurilor de cercetare (19,55%), învățare între colegi cu alte universități (18,23%) și școli de vară (14,10%). Un alt 0,56% dintre respondenți au bifat opțiunea „Altele”, fără a dezvolta subiectul.

De asemenea, s-a dorit să se afle dacă respondenții consideră importantă crearea unor structuri specializate în cadrul facultăților, responsabile cu coordonarea și monitorizarea stagiilor de practică. O mare majoritate de 92,17% dintre respondenți au considerat că ar fi foarte util să existe astfel de structuri, la care să se adreseze atunci când se confruntă cu o problemă sau un dilemă. 7,83% nu au considerat acest lucru necesar.

În final, s-a dorit să se afle care ar trebui să fie scopul acestor birouri de practică/consiliere. Răspunsurile au fost din nou foarte eterogene:

- 19,79% dintre respondenți au considerat că aceste structuri ar trebui să fie responsabile cu dezvoltarea și aplicarea acordului de practică atât la nivel local, cât și național;

- 19,31% au considerat că ar trebui să se ocupe cu consilierea studenților în alegerea unei oportunități de practică;
- 18,64% au considerat că aceste structuri ar trebui să crească conștientizarea oportunităților de practică pentru studenți;
- 18,24% au considerat că ar trebui să fie responsabile cu crearea unei baze de date cu oportunități de practică;
- 13,98% au considerat că aceste structuri ar trebui să se ocupe de atragerea de fonduri prin proiecte și acorduri pentru a oferi mai multe oportunități de practică studenților;
- 9,85% au considerat că aceste structuri ar trebui să se ocupe de formarea tutorilor.

Discutii si Concluzii:

Practica reprezintă un element esențial și fundamental pentru succesul profesional al tinerilor ingineri și constituie o necesitate reală, care trebuie organizată și susținută corespunzător. Fără existența unei rețele specializate (la nivel național și internațional), șansele de a reduce timpul necesar pentru alegerea celei mai potrivite oportunități de dezvoltare, în domenii specifice vitale pentru societate, sunt limitate. Cerințele mediului economic trebuie să primească un răspuns adecvat. Profesia se realizează pe deplin numai prin îmbinarea practicii cu teoria.

Sprrijinul unei educații de calitate începe încă din grădiniță, însă competențele cadrelor didactice, în special ale celor din învățământul preuniversitar, trebuie dezvoltate și susținute, mai ales în cazul celor implicați în domenii tehnice, având în vedere faptul că acestea trebuie să stimuleze interesul elevilor pentru carierele ingineresti.

Rezultatele demonstrează că strategiile marilor universități sunt puternic orientate către formarea practică, toate instituțiile de învățământ superior fiind conștiente de necesitatea și obligația acestui demers, determinate și de poziționarea României în ierarhiile universitare, în contextul unui procent ridicat al șomajului în rândul tinerilor sub 25 de ani (aproximativ 25%), valoare mai mare decât media europeană.

Capacitatea managerială a cadrelor didactice trebuie să fie mai bine orientată și dedicată procesului educațional.

Instituțiile și companiile sunt deschise să sprijine formarea practică a studenților, însă, în multe situații, promisiunile și cele mai bune intenții nu sunt însoțite și de un sprijin financiar adecvat.

Practica și, în general, o bună formare profesională necesită susținere financiară, care nu poate fi redusă dacă sistemul nu este bine organizat (de exemplu, lipsa rețelelor de tutori, a spațiilor de cazare accesibile pentru tineri, a facilităților reale de transport, precum reduceri eficiente etc.).

Ideea conform căreia, atunci când există voință și acces la resurse financiare (prin efortul echipei de management), un proiect poate fi transformat într-un succes, conduce în final la obținerea unui rezultat optim pentru universitate, comunitatea economică și societate în ansamblul său.

Crearea unei rețele funcționale de lucru (unități economice, instituții de învățământ), constituită legal, și aplicarea unui model funcțional verificat reprezintă elemente care pot genera progresul de care România are nevoie în prezent.

Metodele și procedurile de lucru, rețeaua creată pe baza experienței acumulate, precum și sprijinul asigurat prin spații dedicate și materiale de bază (portal interactiv de lucru, săli și rețele multifuncționale pentru orientare vocațională), alături de personalul de specialitate (tutori, experți și echipa de management, echipe de sprijin din parteneriate solide) desemnat pentru susținerea carierei tinerilor, sunt absolut necesare.

Consolidarea unei echipe capabile să sprijine dezvoltarea oamenilor (din punct de vedere educațional și al formării capacităților practice, în domenii de importanță majoră pentru societate) nu este ușoară, nici simplă și nici ieftină, însă, în final, merită pe deplin.

Al doilea studiu de caz a constat într-o analiză a importanței **activităților de consiliere** în pregătirea studenților pentru piața muncii [99]. Studiul s-a desfășurat în cadrul proiectului Conpractis (2015). Consilierea și orientarea în carieră sunt importante pentru studenți în vederea dobândirii abilităților și competențelor relevante pentru un loc de muncă și a atitudinii corecte față de muncă, a simțului responsabilității, a dobândirii de experiență practică la locul de muncă, a capacității de a rezolva probleme noi și de a înțelege contextul în care trebuie luate măsuri; capacitatea de a se adapta la orice condiții de muncă, furnizarea de "competențe afective" relevante, abilități sociale adecvate. Multe studii și statistici europene evidențiază relația de dependență dintre economia bunăstării și nivelul de educație, dar, în același timp, atrag atenția asupra pericolului "risipirii" uneia dintre cele mai valoroase resurse - resursele umane.

Corespondența dintre calitatea formării profesionale, pe de o parte, și cerințele pieței muncii, pe de altă parte, este esențială într-o economie bazată pe cunoaștere.

Cercetările arată că rata șomajului în rândul tinerilor poate provoca sechele permanente, cum ar fi o creștere a riscului de a fi șomer în viitor, niveluri scăzute ale veniturilor viitoare, pierderea capitalului uman, transmiterea sărăciei de la o generație la alta sau o motivație mai mică.

Unul dintre motivele identificate este lipsa de experiență pentru a se prezenta la interviu, cu condiția ca studentul nu are experiența unui alt loc de muncă, dar nici-și valorifică și o prezintă într-un mod convingător puterile și abilitățile deținute atunci când participă la interviu.

În scopul asigurării sustenabilității proiectului prin reluarea, extinderea intervențiilor care și-au dovedit utilitatea, sau a altor proiecte, fie prin resurse alternative la nivel instituțional, am optat pentru o structurare a informațiilor într-un format standard, care va permite apoi integrarea lor în diverse forme de cereri de finanțare sau va sprijini direct elaborarea planurilor operaționale ale instituțiilor de educație. Structura-cadru a proiectelor de extindere a fost realizată în cadrul unor ateliere cu participarea celor mai implicați experți în implementare.

Recomandările sunt reprezentate în conformitate cu structura de mai jos:

- Obiective și scop general cu indicatori măsurabili;
- Care sunt definite pentru problema identificată la nivelul grupului țintă;
- Pentru care au fost generate posibilele soluții propuse, bazate pe cele pilotate și validate prin procesul de implementare a proiectului;
- Activități structurate și rezultate ale acestor categorii rezultate efectiv definite împreună cu resursele necesare pentru punerea în aplicare a activităților.

Ca și **concluzie generală**, ar trebui să păstrăm la fiecare proiect cursul de consiliere în patru etape iar ca elemente complementare inovatoare:

- Ciclu de viață cu sesiune pentru membrii companiilor împreună cu personalul universității.
- Definirea unei unități distincte de PBL, pentru o problemă reală, cu conceperea și implementarea efectivă (REALĂ) a proiectului.

Înțelegând cât este de important ca profesorii să introducă în activitatea didactică resurse de internet, în 2018 s-a realizat **al treilea studiu de caz** privind rolul resurselor de internet în creșterea eficienței procesului educațional, cu accent pe elevii de liceu [100]. Autorii evidențiază faptul că tinerii din România sunt „nativi digitali”, obișnuiți cu multitasking, viteza de acces la informație și utilizarea rețelelor sociale. Problema principală este contrastul dintre stilul de învățare al elevilor și

sistemul clasic de educație, bazat pe acumularea de cunoștințe abstracte. Soluția propusă constă în integrarea resurselor online (cursuri, aplicații, rețele sociale, jocuri educaționale) în procesul didactic.

O adevărată provocare a fost introducerea gamificării la ore. Problema de rezolvat era lipsa de interes a elevilor pentru memorarea unor lucruri simple – cele mai frecvent utilizate puteri ale numerelor reale. Pentru a aborda această problemă, s-a folosit platforma Kahoot!. Această platformă [113], care este gratuită, ne-a permis să creăm un chestionar online, cu următoarele restricții:

- chestionarul conține întrebări de tip alegere multiplă,
- fiecare întrebare are cel puțin 2 și cel mult 4 răspunsuri posibile, dintre care cel puțin unul trebuie marcat ca răspuns corect, și un timp fix de rezolvare (care poate fi setat până la 2 minute),
- pentru a participa, atât profesorul cât și elevii trebuie să folosească internetul (profesorul se conectează în contul său, iar elevii introduc codul furnizat de profesor pentru a accesa jocul),
- în timpul jocului, întrebările sunt afișate pe ecran, iar elevii trebuie să apese butonul corespunzător răspunsului corect. De la un joc la altul, există opțiunea de a amesteca ordinea întrebărilor și a răspunsurilor, precum și opțiuni de a recompensa cel mai rapid răspuns și seriile de răspunsuri corecte.

S-a dovedit că „jocul” despre „puterile numerelor reale” a trebuit să fie jucat (cu opțiunile de amestecare activate) doar de 4 ori pentru a obține rezultatele dorite – memorarea celor mai des utilizate puteri ale numerelor reale. Rezultatele sunt prezentate în tabelul 28. Trebuie remarcat faptul că numărul mediu de puncte a crescut, ceea ce indică faptul că elevii-jucători au dat răspunsuri corecte și timpul lor de reacție s-a îmbunătățit.

Tabelul 28. Rezultatele din jocul Kahoot!

JOC	RĂSPUNSURI CORECTE	PUNCTAJ MEDIU
1	62,22%	8503
2	56,52%	5738
3	77,78%	10536
4	86,67%	12034

Exemplele de bune practici includ:

- Utilizarea aplicațiilor educaționale pe telefon pentru matematică și fizică,
- Crearea de grupuri Facebook închise pentru schimb de materiale și teme,
- Gamificarea lecțiilor prin platforma Kahoot!, care a dus la creșterea motivației și a rezultatelor.
- Folosirea chat-ului Messenger pentru coeziunea grupului și comunicare rapidă.

Studiul de caz arată că, atunci când tehnologia este integrată inteligent și ghidată de profesori, eficiența învățării curente, elevii își dezvoltă abilități de gândire critică, comunicare și colaborare. Resursele ICT reprezintă atât o provocare, cât și o oportunitate. Folosite corect, ele pot face școala mai atractivă și mai relevantă pentru tinerii secolului XXI.

Al patrulea studiu de caz [101] a fost realizat împreună cu colegii de la Facultatea de Management în Producție și Transport, Universitatea Politehnica din Timișoara și tratează o abordare utilizată de autori pentru a încorpora gamificarea în exercițiile de instruire pentru studenți, utilizând Scrum, o metodologie Agile.

Datorită aplicării cu succes a metodologiilor Agile în gestionarea echipelor și proiectelor de dezvoltare de software, cercetătorii au recunoscut potențialul de adaptare a acestora la contextul educațional [119,120]. Inițial, El-Abbasy și colegii (2010) [121] a propus un cadru pentru aplicarea metodelor agile în învățământul informatic. El a creat o analogie între dezvoltarea de software și procesul educațional. Ulterior, s-a descoperit că metodologiile agile erau la fel de eficiente în predarea altor materii, cum ar fi matematica [122]. Având în vedere că fiecare elev are abilități și stiluri de învățare diferite, nu toți elevii dintr-o clasă vor fi capabili să înțeleagă concepte în același ritm sau folosind metode identice. Având în vedere această diversitate, profesorii trebuie să fie conștienți de aceste nevoi variate de învățare și să fie pregătiți să își adapteze abordarea în consecință, mai degrabă decât să urmeze rigid un plan prestabilit [123]. Transpunerea valorilor Agile în clasă implică alinierea principiilor Agile la dinamica și cerințele unui mediu educațional.

Mai multe studii au demonstrat eficacitatea implementării metodologiilor Agile și în cadrul cursurilor online, după cum se prezintă în [120]. Rezultatele au arătat că integrarea strategiilor Agile în cadrul învățării bazate pe proiecte a facilitat coordonarea eficientă a echipei și gestionarea proiectelor. Prin această abordare, instructorul și-a asumat responsabilitățile de supervisor și facilitator, asistând studenții în timp ce lucrau la proiect și ghidându-i printr-un proces de învățare iterativ care le-a îmbunătățit rezultatele învățării în timp.

Materialul se concentrează pe Scrum, o metodologie Agile utilizată pe scară largă în prezent, și explorează aplicațiile sale potențiale în educația bazată pe jocuri. Importanța examinării acestui subiect constă în avantajele reciproce pe care le oferă atât studenților, cât și profesorilor. Atunci când Scrum este pus în aplicare, se poate obține un feedback regulat, ceea ce permite o adaptare continuă între studenți și profesori. Gradul de dedicare al studenților și flexibilitatea sau agilitatea educatorilor au ambele un impact asupra procesului de învățare continuă. În plus, articolul investighează modul în care activitățile bazate pe jocuri ar putea fi utilizate pentru a încorpora concepte legate de dezvoltarea produselor, inclusiv procesele Agile și Scrum. Conceptele de dezvoltare Agile încurajează abilitățile de rezolvare a problemelor și de colaborare ale studenților, în plus față de sprijinirea metodelor lor de învățare și de lucru. Formatul adaptabil al activităților de curs a permis studenților o mai mare autonomie și șansa de a obține un feedback continuu cu privire la progresul lor.

Rezultatele au arătat că integrarea strategiilor Agile în cadrul învățării bazate pe proiecte a facilitat coordonarea eficientă a echipei și gestionarea proiectelor. Prin această abordare, instructorul și-a asumat responsabilitățile de supervisor și facilitator, asistând studenții în timp ce lucrau la proiect și ghidându-i printr-un proces de învățare iterativ care le-a îmbunătățit rezultatele învățării în timp.

Direcțiile în care Agile poate influența procesul de învățare sunt descrise mai jos, și anume:

1. **Învățarea iterativă și incrementală:** agile promovează un mediu în care studenții învață și progresează în pași mici. În loc să se concentreze pe planuri pe termen lung sau pe un curriculum rigid, o abordare educațională agile încurajează îmbunătățirea continuă și buclele de feedback.
2. **Flexibilitate și adaptabilitate:** profesorii își pot ajusta strategiile și conținutul, pe baza feedback-ului elevilor și a tendințelor emergente. Acest lucru permite crearea unor experiențe de învățare personalizate care să sprijine nevoile și interesele fiecărui elev.
3. **Învățarea colaborativă:** într-un cadru educațional agil, elevii lucrează împreună la proiecte, rezolvând probleme și împărțind cunoștințe. Învățarea colaborativă stimulează comunicarea, gândirea critică și colaborarea între elevi. În special în sistemul educațional românesc, lucrul în

echipă și abilitățile de lucru colaborativ nu sunt susținute în mod adecvat pe parcursul activităților de învățare, iar o abordare agilă poate ajuta la minimizarea acestei deficiențe.

4. Responsabilizarea elevilor: agile responsabilizează elevii oferindu-le mai multă autonomie și proprietate asupra procesului lor de învățare. Elevii contribuie prin stabilirea obiectivelor, planificarea activităților de învățare și monitorizarea progreselor lor.

5. Feedback continuu și îmbunătățire: agile încurajează o cultură a feedback-ului continuu și a îmbunătățirii în care profesorii și elevii oferă feedback regulat, modelând în mod colaborativ experiența educațională.

6. Instrumente și tehnici agile: Agile oferă o varietate de instrumente și tehnici care pot fi adaptate la educație. De exemplu, panourile Kanban sau Scrum pot fi utilizate pentru vizualizarea și gestionarea sarcinilor de învățare, pot fi organizate sesiuni retrospective pentru a reflecta asupra experiențelor de învățare și pentru a aduce îmbunătățiri.

7. Învățarea din eșecuri: educația agilă urmărește să încurajeze o mentalitate de creștere prin acceptarea greșelilor ca oportunități de învățare și îmbunătățire. Elevii sunt încurajați să experimenteze și să învețe din experiențele lor, promovând reziliența și o atitudine pozitivă față de provocări.

Prin adoptarea principiilor și practicilor agile în educație, profesorii și studenții pot crea un mediu de învățare mai dinamic, adaptabil și centrat pe student.

Atunci când se măsoară impactul practicilor Agile în educație, pot fi utilizați mai mulți indicatori-cheie de performanță (KPI) pentru a evalua eficacitatea și succesul implementării. O listă de KPI utilizați pentru a măsura impactul Agile asupra educației este prezentată în continuare:

1. *Implicarea studenților*: măsoară nivelul de implicare a studenților prin monitorizarea ratelor de prezență, a participării la discuțiile și activitățile din clasă și a ratelor de finalizare a temelor. O participare mai ridicată indică faptul că practicile Agile încurajează participarea activă a studenților la procesul de învățare.

2. *Rezultatele învățării*: acest KPI evaluează măsura în care studenții ating obiectivele de învățare dorite și dobândesc cunoștințele și competențele necesare. Acesta poate fi măsurat prin teste, examene, proiecte și alte evaluări care evaluează înțelegerea și aplicarea de către studenți a conceptelor predate.

3. *Satisfacția studenților*: efectuați sondaje sau colectați feedback de la studenți pentru a evalua satisfacția acestora cu privire la metodele de predare Agile.

4. *Gestionarea timpului*: evaluează capacitatea elevilor de a-și gestiona eficient timpul prin compararea capacității acestora de a respecta termenele limită și de a finaliza sarcinile în termenele stabilite.

5. *Colaborarea și munca în echipă*: evaluează măsura în care practicile agile promovează colaborarea, munca în echipă și comunicarea între studenți. Aceasta poate fi evaluată prin observații, autoevaluări sau feedback din partea studenților.

6. *Adaptabilitate*: monitorizează capacitatea studenților de a se adapta la schimbări și de a-și ajusta abordarea de învățare pe baza feedback-ului și a evoluției cerințelor. KPI-ul poate fi calculat ca un raport între numărul de ajustări ale sarcinilor pe care echipa de studenți le-a realizat în timpul unei perioade predefinite și numărul total de ajustări necesare pentru intervalul respectiv.

7. *Îmbunătățirea continuă*: măsoară numărul și impactul îmbunătățirilor aduse curriculumului, metodologiilor de predare și materialelor de învățare ca urmare a adoptării practicilor agile. Aceasta ar putea include încorporarea feedback-ului studenților, îmbunătățiri ale resurselor de învățare sau modificări ale tehnicilor de instruire.

8. *Inovare și creativitate*: evaluează capacitatea elevilor de a gândi creativ, de a genera soluții inovatoare și de a aplica abilități de gândire critică. KPI măsoară capacitatea studenților de a aborda problemele din perspective diferite și de a propune idei noi [124].

Este important de reținut că KPI trebuie să fie adaptați la obiectivele specifice și la contextul instituției sau programului de învățământ. Selectarea KPI-urilor ar trebui să se alinieze cu obiectivele cursului, colectarea datelor ar trebui să fie efectuată în mod consecvent, iar informațiile ar trebui să fie utilizate pentru a lua decizii în cunoștință de cauză și pentru a îmbunătăți implementarea practicilor agile în educație.

Scopul principal al acestei cercetări a fost de a explora și descrie implementarea unei abordări agile folosind activități de tip joc pentru studenții din anul IV de la Facultatea de Management în Producție și Transport din cadrul Universității Politehnica din Timișoara.

Metodologia agilă utilizată a fost Scrum, o tehnică de gestionare a proiectelor care a ghidat studenții prin etapele de planificare, execuție și revizuire a unui proiect de producție. Pentru a respecta programa școlară, studenții ar trebui să asimileze concepte legate de planificare, alocarea resurselor, estimări, atribuirea sarcinilor, modele de fabricație, productivitate și rezolvarea problemelor. Figura 60 prezintă principiile agile aplicate atunci când se utilizează agile pentru cursurile de inginerie.

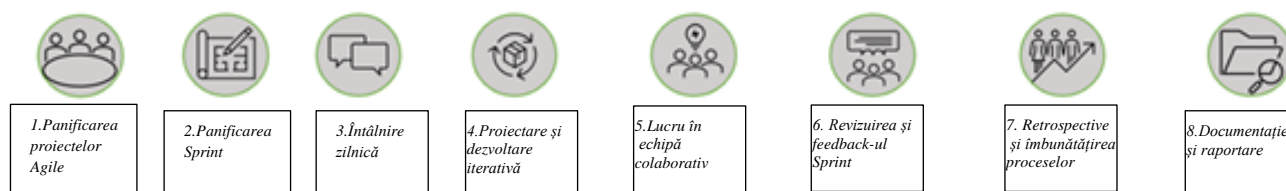


Figura 60. Principiile Agile integrate în cursurile de inginerie

Fiecare dintre etapele din figura 60 promovează mentalitatea iterativă și colaborativă Scrum, permițând studenților să își dezvolte proiectele de inginerie în mod eficient și eficace, după cum urmează:

1. Planificarea proiectelor Agile:

- Identificați proiectul sau problema de inginerie la care studenții vor lucra pe parcursul semestrului;
- Împărțiți proiectul în sarcini sau repere mai mici care pot fi finalizate în iterații mai scurte (Sprint-uri) și prioritizați sarcinile în funcție de importanța și dependența lor;

2. Planificarea Sprint:

- La începutul fiecărui Sprint, colaborați cu elevii pentru a stabili obiective pentru durata Sprint-ului (de exemplu, o săptămână).
- Atribuiți sarcini studenților pe baza competențelor și intereselor acestora, ținând cont de cerințele proiectului;
- Discutați și estimați efortul necesar pentru fiecare sarcină folosind puncte de poveste sau alte tehnici de estimare;

3. Întâlnire zilnică (Daily Stand-Up):

- Organizați întâlniri zilnice scurte în care fiecare elev își prezintă pe scurt progresul, provocările cu care s-a confruntat și planurile pentru ziua respectivă;
- Încurajați elevii să comunice orice obstacole sau probleme pe care le întâmpină și să colaboreze pentru a găsi soluții;

4. Proiectare și dezvoltare iterativă:

- Încurajați studenții să aplice procese iterative de proiectare și dezvoltare, cum ar fi practicile Agile Engineering sau prototiparea rapidă;
 - Împărțiți sarcinile de inginerie mai mari în sarcini secundare mai mici care pot fi finalizate în cadrul unui Sprint;
 - Revizuirea și evaluarea periodică a progresului și a calității proiectului;
5. *Lucru în echipă colaborativ:*
- Repartizați studenții în echipe de proiect, promovând colaborarea, comunicarea și responsabilitățile comune;
 - Încurajați întâlnirile periodice ale echipei pentru a discuta progresele, a face schimb de idei și a coordona eforturile;
6. *Revizuirea și feedback-ul Sprint:*
- La sfârșitul fiecărui sprint, efectuați o evaluare în care studenții își prezintă progresul și rezultatele;
 - Oferiți feedback cu privire la munca lor, subliniind punctele forte și domeniile care necesită îmbunătățiri;
7. *Retrospective și îmbunătățirea proceselor:*
- Efectuați retrospective la sfârșitul fiecărui Sprint pentru a reflecta asupra proceselor de inginerie, muncii în echipă și rezultatelor proiectului;
 - Discutați despre ceea ce a funcționat bine, despre provocările întâmpinate și identificați domeniile care pot fi îmbunătățite;
8. *Documentație și raportare:*
- Încurajați elevii să păstreze documentația și rapoartele de progres, care să reflecte deciziile, provocările și soluțiile lor de proiectare;
 - Utilizați instrumente de gestionare a proiectelor sau sisteme de control al versiunilor pentru a urmări și gestiona artefactele proiectului;

Pentru proiectul de producție agilă, elevilor li s-a cerut să dezvolte un proiect de bancă de energie solară, implementat în Autodesk Thinkercad, pe o perioadă de șapte săptămâni. Valorile agile și scenariile privind energia regenerabilă au fost abordate folosind "Agile Penny Game" și jocul "Siemens Energy Island". Aceasta a fost o modalitate atractivă și educativă de a afla mai multe despre energia regenerabilă și tehnologiile durabile utilizate în producție. Aspectele importante ale proiectului au fost activitățile de tip joc pe care au trebuit să le desfășoare și faptul că întreaga activitate a fost dezvoltată pe baza principiilor agile. În conformitate cu principiile agile, proiectul a fost dezvoltat iterativ, în Sprint-uri de câte o săptămână fiecare. Prima săptămână a fost alocată activităților de învățare despre agile și energia regenerabilă. Înainte de începerea primului Sprint, profesorul a explicat obiectivele de învățare și modul în care agile poate contribui la sprijinirea realizării acestor obiective [125]. Pentru studenți, acesta a fost primul contact cu metodologiile agile, în special cu Scrum. Pentru a facilita înțelegerea conceptelor principale ale Agile și Scrum, studenții au jucat "Agile Penny Game". "Agile Penny Game" este un joc agile foarte popular și este utilizat în general pentru a învăța echipele agile, impactul volumului mare de muncă asupra productivității și importanța autoorganizării. Pentru a juca jocul, studenții au folosit o tablă virtuală Miro, precum cea din figura 61.

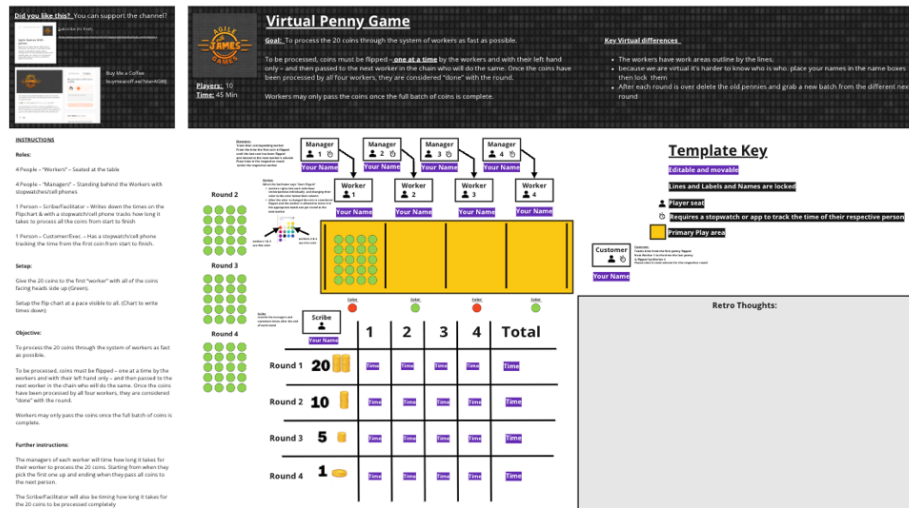


Figura 61. Placa Virtual Agile Penny Game Miro

Studentii au fost organizați în echipe de patru membri, iar unul dintre membri a primit rolul de Scrum Master. Profesorul a jucat rolul de proprietar al produsului. Ea și-a asumat mai multe responsabilități în cadrul agile, inclusiv definirea obiectivelor de învățare, specificarea produselor livrabile și evaluarea rezultatelor educaționale. Profesorul a fost responsabil pentru elaborarea listei de sarcini din cadrul proiectului. Aceste sarcini, denumite și povești ale utilizatorului, au fost utilizate pentru a organiza caracteristicile băncii de energie solară într-un Product Backlog. Din cauza restricțiilor de planificare, fiecare Sprint a început cu o reuniune de planificare și a inclus două reuniuni zilnice în fiecare săptămână. Pentru a facilita reflecția la sfârșitul fiecărui Sprint, au fost utilizate panouri Miro. În plus, profesorul a furnizat feedback și a oferit sugestii pentru îmbunătățirea procesului general de învățare

Pentru a avea o abordare de tip joc atunci când învață mai multe despre contextul sectorului energiei regenerabile, elevii au jucat "Jocul Siemens Energy Island". Elevilor li s-a părut ușor să înțeleagă diferitele moduri de producere a energiei, precum și avantajele și dezavantajele acestora. Li s-a reamintit că jocul era menit să îi ajute să genereze idei pentru a-și dezvolta proiectul de bancă solară. De asemenea, s-a explicat modul în care panourile solare captează lumina soarelui și o transformă în energie electrică.

Toate caracteristicile băncii de energie solară au fost organizate în Product Backlog, servind ca o listă cuprinzătoare de cerințe, îmbunătățiri și remedieri de erori pentru proiect. Elementele din Product Backlog sunt de obicei descrise ca povești ale utilizatorului, care surprind perspectiva utilizatorului și funcționalitatea dorită. Fiecărui element din portofoliu i se atribuie o estimare, adesea folosind puncte de poveste, pentru a indica complexitatea sa relativă sau efortul necesar. În figura 62 sunt prezentate câteva exemple de sarcini din Product Backlog.

PRODUCT BACKLOG						
User Story ID	User Story	Estimate (size)	Priority	Sprint	Task owner	Estimated effort
US001	As a user I need to be able to recharge wireless compatible electrical devices	Medium	5	2	Student 1	7
US002	A a user I need to be able to recharge the power bank with solar energy	Large	4	4	Student 2	21
US003	As a user I want to have a light and portable power bank	Medium	4	2	Student 3	13
US004	As a user I want to have a LED to report battery level	Small			Student 4	3
US005	As a user I want to have a USB port to connect other electronic devices	Small			Student 5	3

Figura 62. Exemplu de bancă de energie solară Product Backlog

Fiecare Sprint a început cu o întâlnire de planificare a Sprintului, în timpul căreia studenții au stabilit volumul de muncă pe care doreau să îl finalizeze în cadrul Sprintului. Sarcinile educaționale alese au fost convertite într-un Sprint Backlog. Înainte de primul Sprint, profesorul Product Owner a instruit elevii cu privire la modul de estimare a activității în timpul unui Sprint. Inițial, elevii au avut dificultăți în estimarea corectă a sarcinilor, dar acest proces de autoreglare le-a permis să își îmbunătățească treptat capacitatea de a finaliza toate activitățile de învățare din Sprint Backlog după unul sau două Sprint-uri. Pentru estimarea sarcinilor, elevii au utilizat jocul Planning Poker Game [126] cu un set de cărți virtuale

În timpul fiecărui Sprint de o săptămână, studenții au desfășurat două întâlniri zilnice. Decizia de a avea doar două astfel de întâlniri și nu în fiecare zi a fost luată de comun acord între studenți și profesorul Product Owner. Toată lumea a fost de acord că nu era fezabil să aibă o întâlnire în fiecare zi, deoarece studenții aveau alte subiecte de abordat în același timp. Figura 63 prezintă o tablă bazată pe un model Miro pe care studenții au folosit-o pentru a organiza întâlnirile retrospective la sfârșitul fiecărui Sprint.

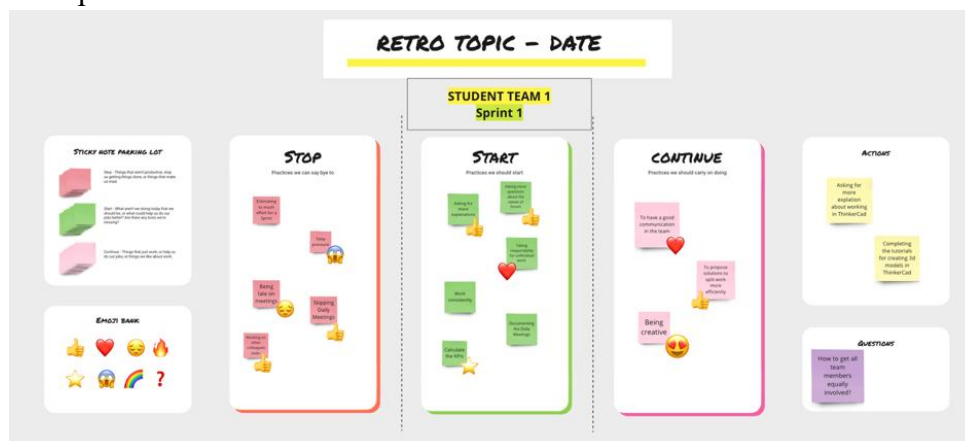


Figura 63. Tablă de ședință Miro Retrospective pentru echipa de studenți

Activitățile descrise în lucrare sunt menite să ofere o imagine de ansamblu a experienței de aplicare a metodelor agile la un curs de inginerie și să ofere o perspectivă a utilizării activităților de tip joc pentru a oferi o experiență de învățare mai atractivă pentru studenți. În urma observațiilor profesorilor și a feedback-ului primit de la studenți, utilizarea unor jocuri precum "Planning Poker", "Energy Island" sau "Penny Game" le-a permis acestora să participe la activități și să adopte mai ușor conceptele. Este important de menționat că echilibrul dintre distracție și educație în jocurile serioase poate fi destul de subiectiv și că profesorul este responsabil de găsirea abordării potrivite pentru îndeplinirea obiectivelor de învățare ale cursului. Au existat diferențe destul de semnificative

între percepțiile echipelor cu privire la munca pe care au simțit că o pot finaliza în timpul unui Sprint. Șase din opt echipe au eșuat în primul Sprint din cauza lipsei de înțelegere a faptului că agile se bazează pe o abordare incrementală și că fiecare Sprint este relevant.

Pentru studenți, estimarea volumului de muncă și organizarea abordării lor pentru fiecare Sprint au reprezentat cel mai mare obstacol. În primele două Sprint-uri, studentul Scrum Master s-a străduit să facă echipa să respecte principiile metodologiei Scrum. Trebuia să li se reamintească în mod constant că conceptul de "Done" pentru o sarcină înseamnă că proiectul la care lucrau nu era doar un exercițiu teoretic pentru a învăța agile, ci avea și scopul de a dezvolta un posibil produs viabil într-un proiect practic în Autodesk Thinkercad. Pentru a oferi o scurtă prezentare generală a abordării agile și pentru a rezuma performanța generală și implicarea studenților, au fost utilizați următorii KPI:

1. Rata medie de finalizare a sarcinilor (%): măsoară procentul mediu de sarcini finalizate de toate echipele de studenți în cadrul fiecărui Sprint;
2. Calitatea medie a produselor livrate (1-5): utilizată pentru a evalua prototipurile pentru fiecare Sprint și produsul final (banca de energie solară). Evaluată pe o scară de la 1 (slabă) la 5 (excelentă);
3. Rata medie de participare la ședințe (%): utilizată pentru a măsura prezența medie la ședințele de pregătire zilnică, planificare Sprint și retrospectivă de către toate echipele de studenți din cadrul fiecărui Sprint;
4. Rata medie de încorporare a feedback-ului (%): utilizată pentru a măsura capacitatea de a încorpora feedback-ul din revizuirile Sprint și de a îmbunătăți iterațiile ulterioare pentru toate echipele de studenți din cadrul fiecărui Sprint;
5. Scorul mediu de colaborare în echipă (1-5): utilizat pentru a măsura nivelul mediu de lucru în echipă și de comunicare în cadrul echipelor, evaluat pe o scară de la 1 (slab) la 5 (excelent) pentru fiecare Sprint;
6. Rezultatele medii ale învățării (scoruri chestionare %): măsurarea procentului mediu de înțelegere a conceptelor agile și a principiilor energiei regenerabile, măsurat prin chestionare pentru studenții înscriși la curs în cadrul fiecărui Sprint.

Tabelul 29 oferă o reprezentare numerică clară a performanței și implicării studenților pe parcursul celor șapte săptămâni, arătând modul în care munca studenților a evoluat pe parcursul celor șapte Sprint-uri

Tabelul 29. KPI utilizați pentru a măsura performanța elevilor în timpul proiectului Agile

Sprint	Rata medie de finalizare a sarcinilor (%)	Calitatea medie a livrabilelor (1-5)	Rata medie de participare la reuniuni (%)	Rata medie de încorporare a feedback-ului (%)	Scorul mediu de colaborare în echipă (1-5)	Rezultatele medii ale învățării (Scoruri Quiz %)
1	50	2.5	40	-	4	50
2	60	3	60	65	5	64
3	70	3.5	85	70	5	70
4	75	4	85	85	4	78
5	80	4	90	92	5	84
6	80	4.5	100	90	4.5	88
7	95	4.5	100	100	5	95

Pentru primul Sprint, rata medie de finalizare a sarcinilor a fost de numai 50%, deoarece studenții s-au obișnuit cu principiile agile și nu au realizat în prima fază importanța participării la reuniuni și a muncii constante. Calitatea medie a livrabilelor începe la 2,5, ceea ce arată că este loc de îmbunătățiri. Rata medie de încorporare a feedback-ului nu a putut fi calculată în primul Sprint, deoarece studenții au primit feedback doar la sfârșitul fiecărui Sprint. Pe măsură ce studenții și-au înțeles mai bine rolurile, rata medie de participare la reuniuni și scorul mediu de colaborare în echipă au crescut, ceea ce s-a reflectat atât în calitatea sarcinilor pe care le-au îndeplinit în fiecare Sprint, cât și în rezultatele învățării, ajungând la 95% la sfârșitul Sprintului 7. Creșterea constantă a rezultatelor învățării (scorurile Quiz) indică o bună înțelegere și aplicare a conceptelor predate.

Concluzii

Metodele agile se bazează foarte mult pe colaborare, lucru în echipă, flexibilitate și participare. Acesta a fost unul dintre principalele motive pentru care echipele de studenți cu un bun echilibru între abilitățile de gândire creativă, comunicare și organizare au avut rezultate mai bune decât cele cu lacune în ceea ce privește lucrul în echipă. A fost o provocare faptul că la sfârșitul fiecărui Sprint au trebuit să reflecteze asupra participării lor în timpul Sprintului, dar și să ofere un feedback consistent cu privire la activitatea celorlalți membri ai echipei. Un alt aspect important de menționat este faptul că echipele studențești au fost create aleatoriu, iar studenții au trebuit să lucreze cu colegi cu care nu mai lucraseră până atunci. Se poate concluziona că abordarea agile a fost asimilată mai ușor de echipele cu competențe transversale bine dezvoltate, decât de echipele cu bune cunoștințe tehnice. Ținând cont de faptul că proiectul a fost dezvoltat folosind Scrum, activitățile de tip joc pe care le-au desfășurat studenții au presupus multă capacitate de decizie, adaptabilitate și spirit de lucru în echipă. Pe baza feedback-ului studenților, s-a observat că integrarea jocurilor în experiența lor de învățare a avut un impact pozitiv. Ei au exprimat faptul că această abordare a făcut ca conceptele învățate să fie mai tangibile și mai accesibile. Cu toate acestea, unii studenți s-au confruntat cu provocări inițiale din cauza timpului limitat de care au avut nevoie pentru a învăța Agile și Scrum, ceea ce i-a făcut să se simtă puțin copleșiți, dar această abordare iterativă a asigurat că parcursul proiectului a rămas aliniat la nevoile și preferințele publicului țintă.

În plus, abordarea agilă bazată pe jocuri a pus accentul pe adaptabilitate și receptivitate. Alegerea acestei abordări pentru cursul de fabricație asistată de calculator a permis desfășurarea de retrospective regulate și bucle de feedback și încorporarea de noi concepte educaționale sau progrese tehnologice de la un Sprint la altul.

Cu toate acestea, chiar dacă metodologiile agile oferă numeroase beneficii, este important să recunoaștem că există și unele limitări și provocări asociate cu punerea în aplicare a unei abordări agile în educație. Pot exista unele limitări în ceea ce privește disponibilitatea anumitor resurse și programe de învățământ. Metodologiile agile necesită adesea o investiție semnificativă de timp și efort, iar educatorii se pot confrunta cu provocări în ceea ce privește formarea, accesul la tehnologie sau disponibilitatea sistemelor de sprijin. Pentru a îmbunătăți experiențele viitoare în utilizarea jocurilor serioase pentru cursurile de inginerie, vor fi luate în considerare anumite aspecte pentru a îmbunătăți măsurarea productivității și sustenabilității studenților în dezvoltarea proiectelor de producție. Aceste considerații vizează îmbunătățirea rezultatelor generale ale învățării și evaluarea muncii studenților. Cu toate acestea, trebuie reamintit faptul că, de exemplu, în producție, abilitățile de lucru în echipă și construirea unor relații de lucru puternice cu colegii sunt extrem de importante, iar metodele de predare inovatoare nu mai sunt opționale, ci mai degrabă o necesitate pentru dezvoltarea competențelor profesionale ale studenților. Cursurile de inginerie sunt în continuare esențiale pentru dezvoltarea unei educații tehnice.

Al cincilea studiu de caz, în domeniul educational, a fost legat de beneficiile față în față, provocările online și utilitatea abordării hibride [103]. Tehnica interviului online aprofundat a fost considerată cea mai bună modalitate prin care se pot obține informații despre studenți fără riscul de contaminare. Au fost luate în considerare peste 100 de interviuri ale studenților din anul I după patru săptămâni în sistemul hibrid și nouă săptămâni exclusiv online, începând cu 23 decembrie 2020 până la 4 ianuarie 2021. Ghidul de interviu a inclus 11 întrebări, care au fost adaptate fiecărui respondent. Studenții sunt înscriși la specializări de inginerie și au fost încurajați să vorbească deschis despre temerile, așteptările și problemele întâmpinate.

În etapa de analiză, procesul de codare deschisă a început prin etichetarea și gruparea conceptelor din ideile exprimate de intervievați. Pentru datele fiecărui interviu au fost construite memorandumuri care cuprind informații personale referitoare la student și codurile ideilor acestuia. După numai 42 de interviuri nu au mai apărut coduri și idei noi. Cu toate acestea, procesul de codare deschisă a continuat până la cel de-al 74-lea interviu în scopul validității. În final, 161 de coduri au sintetizat experiențele studenților din anul I cu sistemul de învățământ hibrid și exclusiv online. Rezultatele sunt prezentate în capitolul următor, împreună cu rezultatele teoretice care au apărut.

Datele demografice pentru cele 74 de interviuri analizate sunt prezentate în tabelul 30.

Tabelul 30. Valorile vârstei pentru respondenții intervievați.

	Vârsta	Răspunsuri	Procentaj
1	17-18 ani	2	2.7 %
2	18-20 de ani	69	93.2 %
3	21-23 de ani	2	2.7 %
4	>23 de ani	1	1.4 %
TOTAL		74	100%

Limitele de vârstă au fost luate în considerare pentru studenții din anul I care încep o facultate imediat după liceu, cu o valoare normală de 18-20 de ani, studenții mai tineri (17-18 ani) care au fost mai devreme în programele preuniversitare, studenții netradiționali care au reînceput o facultate după ce au lucrat câțiva ani (vârste între 21-23 și peste 23 de ani). Rezultatele sunt foarte reprezentative. Respondenții de sex masculin au totalizat 24 de persoane (32,4%), iar respondenții de sex feminin au fost în număr de 50 (67,6%), un grup eterogen, reprezentativ și pentru Facultatea de Management în Producție și Transporturi, facultatea specifică unde a fost elaborat studiul. Din cele 74 de memorii care au fost construite, au fost găsite 161 de coduri independente. Multe coduri au reapărut în ideile exprimate de elevi. Cele mai abordate idei/coduri au fost numărate și prezentate în tabelul 31.

Tabelul 31. Coduri recurente

Număr de cod	Explicația codului	Nr. de respondenți care au legătură cu codul (ordine descrescătoare)	Procentaj
3	O mai bună înțelegere față în față	28	37.8 %

20	Preferință față în față sau cel puțin hibrid	27	36.4
5	O mai bună interacțiune (față în față)	22	29.7
62	Confortabil online	20	27.0
30	Sistem hibrid util	17	22.9
9	Explicații mai bune (față în față)	14	18.9
27	Cantitate mare de teme/atribuții (online)	12	16.2
54	Dificultate online	12	16.2
19	Obstacolul concentrării (online)	11	14.8
22	Așteptări ridicate din partea studenților (legate de facultate)	11	14.8
8	Prietenii	10	13.5
10	Hibrid: Tranziția către învățarea online	10	13.5
16	Economie de timp (online)	8	10.8
24	Relațiile cu studenții/profesorii	6	8.0
40	Îndrumarea studenților	5	6.7
94	Campus virtual practic	5	6.7

Din tabelul 31 putem deduce faptul că fiecare sistem educațional are punctele sale forte și slabe în situația actuală și că abordarea hibridă poate fi considerată utilă în scopuri de tranziție. Mulți studenți au fost de acord că cursurile ar trebui să fie online cu toate fișierele asociate necesare pentru autoeducație și documentare, dar seminariile și laboratoarele sunt preferate față în față, deoarece nici studenții, nici profesorii nu sunt pregătiți pentru sistemul educațional online. Implicațiile teoretice ale studiului sunt ilustrate în figura 64.

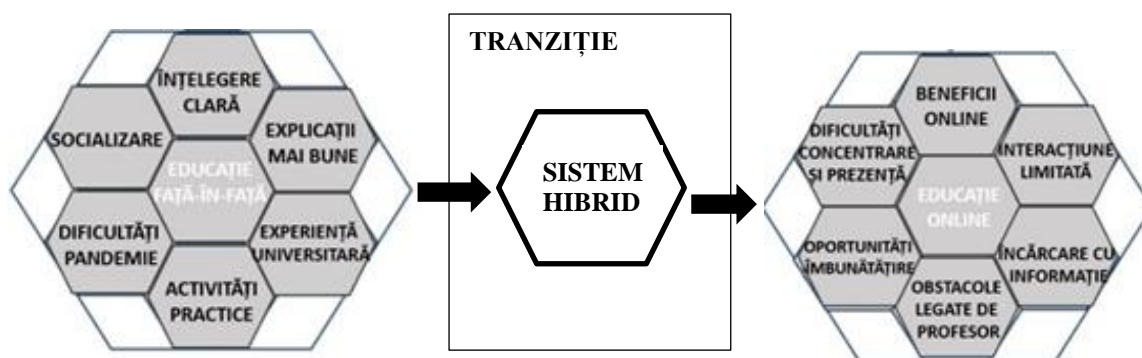


Figura 64. Caracteristicile educației față în față și online acoperite de un sistem hibrid de tranziție

Învățământul față în față este utilizat pe scară largă, majoritatea elevilor au început devreme acest sistem și i-au interiorizat regulile și beneficiile. Unul dintre cele mai importante puncte forte ale sistemului clasic este interacțiunea dintre colegi și profesori cu feedback imediat prin

comunicare verbală, paraverbală sau nonverbală. Datorită socializării în clasă sau după ore, apar prietenii. După luni de liceu online, elevii din anul I tânjeau după o interacțiune reală. Căminul studentesc a asigurat îndrumarea elevilor și o experiență extraordinară pentru aceștia în ceea ce privește învățarea și formarea autodisciplinii. Datorită abordării hibride, elevii s-au cunoscut între ei, iar legăturile formate în primele patru săptămâni au continuat în sistemul de învățământ online. În plus, abordarea hibridă i-a pregătit pentru învățământul exclusiv online prin introducerea specificităților platformei educaționale și a instrumentelor de videoconferință.

Educația online oferă un anumit confort și economisește timp. Dar aduce cu sine noi provocări, cum ar fi dificultățile de concentrare, motivația scăzută din cauza lipsei unei interacțiuni adecvate și a supraîncărcării cu informații. Profesorii sunt încă neexperimentați, iar disciplinele lor nu sunt adaptate în mod adecvat la mediul online. Explicațiile și exercițiile lor sunt încă concepute pentru o abordare clasică. Sunt necesare noi competențe de formare atât pentru studenți, cât și pentru profesori.

Aspectul pozitiv adus de pandemia actuală este faptul că a accelerat adoptarea tehnologiei la nivel mondial în scopuri educaționale. Instrumentele de învățământ la distanță pot fi dezvoltate și utilizate împreună cu educația față în față chiar și după pandemie, într-o abordare hibridă.

Concluzii: Răspândirea globală a COVID-19 a schimbat lumea în multe privințe. Ne-a forțat să ne adaptăm constant, să apreciem lucruri normale precum o strângere de mână sau un itinerar de călătorie fără riscuri. Pentru studenții din anul I care au absolvit brusc liceul într-un context online în care cursurile tradiționale s-au schimbat radical în câteva zile, fără pregătire anterioară, un început normal de facultate părea obligatoriu. Prin urmare, unele organizații de învățământ superior din România și-au asumat un risc și au propus un sistem de învățământ hibrid, cel puțin pentru începutul semestrului în cazul studenților din anul I. Universitatea Politehnica Timișoara a fost una dintre puținele care a adoptat această abordare pentru trei dintre facultățile sale. Studiul de față a fost dezvoltat într-una dintre aceste facultăți cu unicul scop de a descoperi așteptările cu care studenții au venit la facultate, experiența lor în sistemul educațional hibrid și după sistemul online cu toate beneficiile și inconveniente sale. Scopul este de a înțelege ce doresc studenții de la fiecare sistem educațional și obstacolele cu care se confruntă. Aceste implicații teoretice ajută personalul din învățământul superior și profesorii să îmbunătățească și să schimbe stilurile de predare, instrumentele și structura disciplinei. Provocarea finală a pandemiei de coronavirus pentru universități este de a-și îmbunătăți platformele online, de a-și forma personalul pentru noi metode inovatoare de predare și de a rămâne adaptabile într-o lume în schimbare.

Al saselea studiu de caz, în domeniul educațional, a avut ca scop general să evidențieze rolul pe care **interacțiunile sociale, cazarea în căminele studențești și alte experiențe universitare** îl au asupra **motivației studenților de a învăța** și de a urmări performanța academică. [104].

Întrebările de cercetare au fost transformate într-un chestionar online adresat studenților din anul I ai uneia dintre cele trei facultăți ale Universității Politehnica Timișoara care au adoptat sistemul educațional hibrid. Pentru ca răspunsurile să fie considerate valide în analiza rezultatelor, toți respondenții trebuiau să fi fost cazați în campusul studentesc cel puțin într-unul dintre cele două semestre în care a fost implementat sistemul hibrid.

Structura chestionarului este următoarea: acesta debutează cu întrebări referitoare la utilitatea mai multor activități legate de viața universitară (sosirea la Timișoara, locuirea în campusul

studentesc, interacțiunea cu colegii, vizitarea facultății și a bibliotecii universitare, seminarele față în față), utilizând o scală de la 1 la 5 (unde 1 = deloc util, iar 5 = foarte util).

Ulterior, aceeași scală este utilizată pentru întrebări mai specifice privind cazarea în campusul studentesc și sprijinul oferit de aceasta pentru anumite activități sau concepte, precum socializarea, beneficiile cantinei studentești, sentimentul de a fi student și sentimentul de apartenență la universitatea/facultatea aleasă.

În continuare, au fost concepute întrebări deschise pentru a evidenția rolul cazării în campusul studentesc asupra procesului de învățare, experiențele pozitive din cadrul sistemului hibrid și factorii motivaționali identificați pe parcursul perioadei de educație hibridă. Chestionarul a fost promovat pe grupuri private de studenți și pe rețelele sociale preferate ale acestora, cu sprijinul secretarilor, al decanului și al studenților.

Cei 110 respondenți ai chestionarului fac parte dintr-un grup heterogen, format atât din studenți bărbați (48,2%), cât și femei (51,8%). Vârstele cuprinse între 18-20 ani (90%) și peste 21 de ani (10%) corespund limitelor medii de vârstă pentru studenții din anul I. Originea lor este predominant din partea de vest a României (52,7% din cele patru județe principale din vest) și dintr-o rază de 200-300 km de Timișoara. Doar 9% au venit la universitate de la distanțe mai mari de 300 km.

Toți respondenții au beneficiat de cazare în campusul studentesc cel puțin un semestru și au participat la laboratoare și seminarii față în față la facultate. Când riscul COVID-19 a depășit o valoare normală, cele trei facultăți au încheiat sistemul hibrid și au continuat exclusiv online. Astfel, în primul semestru, studenții au beneficiat de patru săptămâni de activități practice față în față, iar în al doilea semestru de doar trei săptămâni. Sănătatea studenților a fost întotdeauna principala preocupare a universității.

Trebuie menționat că universitatea are mai multe facultăți, dintre care doar trei au adoptat abordarea hibridă. Pentru aceste trei, rezultatele sistemului hibrid sunt încurajatoare. Dacă anul trecut (2019-2020) rata abandonului după primul semestru a fost de 25%, acum (2020-2021) aceasta a scăzut la aproximativ 10% sau mai puțin, în funcție de facultate.

De asemenea, din prima întrebare adresată studenților – „Cât de mult v-au ajutat să vă simțiți parte din mediul universitar următoarele activități: ...” (prezentate în figurile 65 și 66 pentru toate activitățile) – se poate observa că majoritatea apreciază ca foarte utilă această inițiativă hibridă, doar doi studenți s-au abținut de la a răspunde.

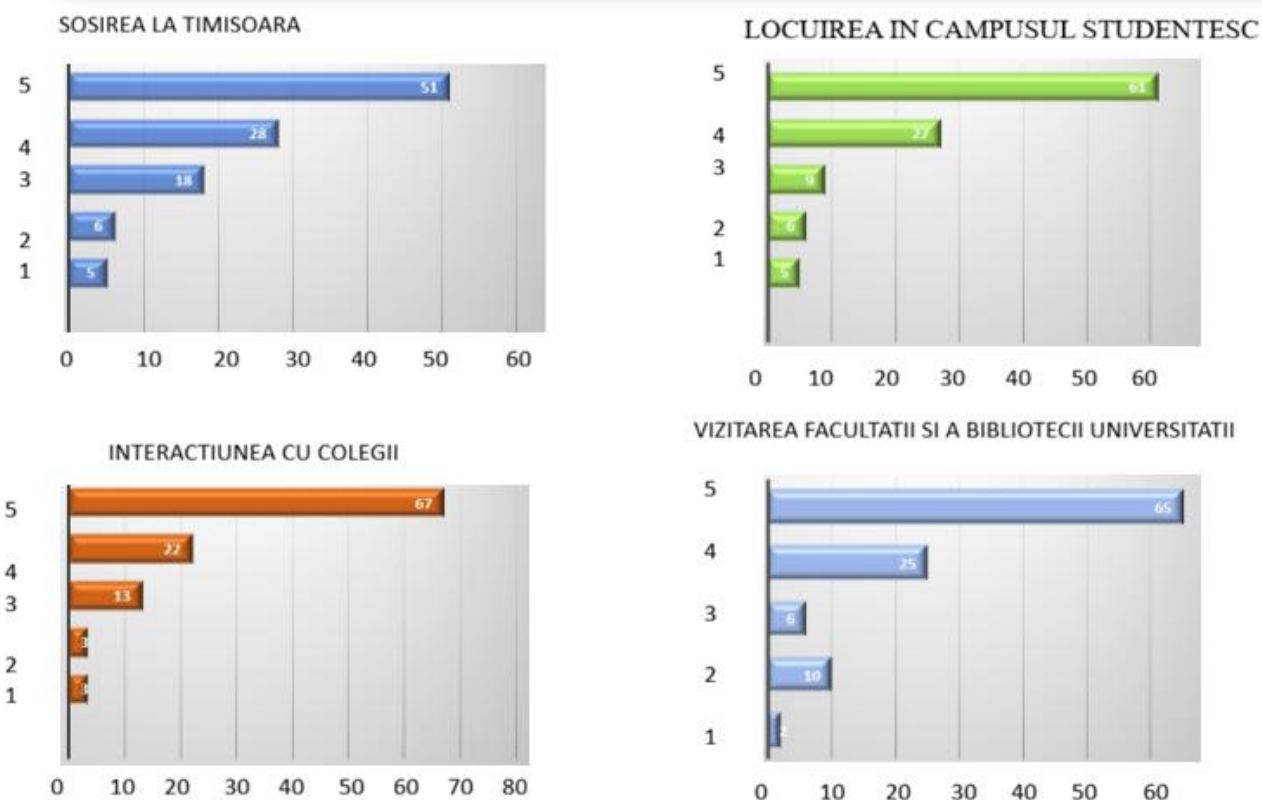


Figura 65. Rolul pe care anumite activități îl au asupra sentimentului de apartenență al studenților la mediul universitar: 1 – nu toate utile, 2-nu foarte utile, 3-neutru, 4 – utile, 5-foarte utile

Fig. 65 prezintă campusul studentesc, facilitățile universității și impactul socializării asupra studenților din anul I. Peste 70% dintre aceștia consideră aceste activități utile sau foarte utile, în timp ce doar 6–12% dintre studenți le consideră puțin utile sau deloc utile.

Fig. 66, pe de altă parte, se concentrează pe activitățile față în față și activitățile extra-curriculare, investigând dacă participarea la aceste două categorii este percepută de studenți ca fiind utilă pentru dezvoltarea nevoii de apartenență.

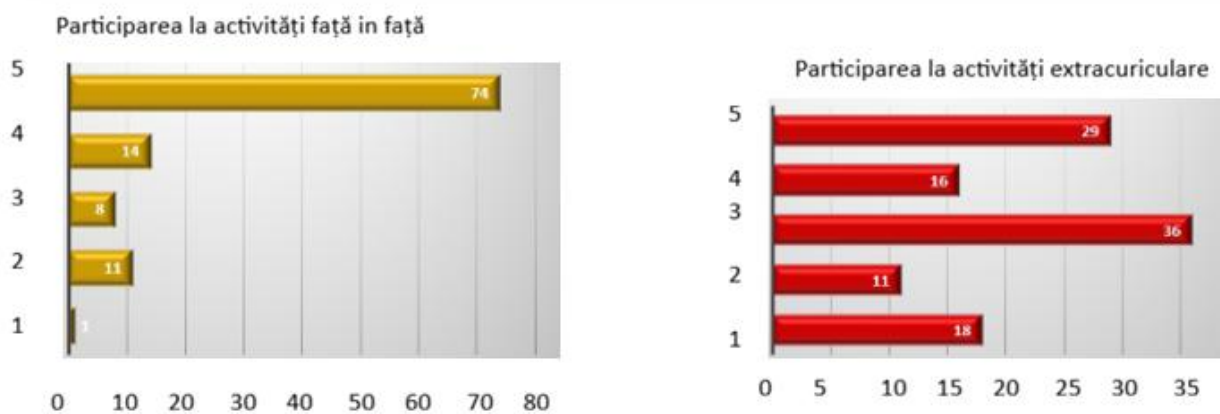


Figura 66. Impactul activităților față-în-față sau extra-curriculare asupra sentimentului de apartenență al studenților la mediul universitar: 1 – nu toate utile, 2-nu foarte utile, 3-neutru, 4 – utile, 5-foarte utile

După cum se poate observa, participarea la activități față în față este percepută ca foarte utilă de către 74 de studenți, doar un singur student considerându-le nefolositoare. Educația tradițională

este dorită și are o legătură directă cu nevoia de apartenență, în special pentru studenții din anul I din studiul nostru.

Pe de altă parte, participarea la activități extracurriculare nu este percepută ca foarte utilă. Principalul motiv pentru această situație poate fi faptul că studenții nu sunt conștienți de importanța acestor activități. De asemenea, unii dintre ei poate că nu știu exact la ce ne referim prin aceste activități (în viitoarele chestionare, o descriere a acestor activități ar putea fi esențială).

Cazarea în căminul studentesc a fost considerată de cercetători ca un factor care influențează implicarea studenților. Studiul de față își propune să evidențieze cât de mult îi afectează pe studenți într-o gamă largă de situații. Figura 65 sintetizează aceste rezultate.

Când li s-a cerut să spună dacă cazarea în cămin i-a ajutat în procesul de învățare, răspunsurile au fost clare. Studenții apreciază ca fiind foarte important faptul că au putut să studieze împreună în grupuri mici sau cu colegul de cameră. Datorită faptului că, în situația pandemiei, studenții au fost cazați câte doi într-o cameră, au avut suficientă liniște pentru a învăța și a se concentra atunci când și-au dorit. Ei au menționat că, probabil, dacă ar fi fost mai mulți decât doi într-o cameră, mediul de învățare nu ar fi fost la fel de motivant. Interacțiunile cu colegii i-au ajutat să discute eventuale sarcini, probleme și proiecte școlare. Unii dintre ei au spus că s-au simțit parte a unui grup, iar acest lucru i-a motivat să învețe și să nu mai ia în considerare ideea de abandon școlar.

În plus, au declarat că au învățat mai mult când erau în cămin decât acasă, în camera personală, unde preferă să se relaxeze. Un student a mărturisit deschis că simțea dorința de a învăța atunci când era cazat în cămin, spre deosebire de camera sa de acasă. În final, mulți studenți au concluzionat că fiind departe de casă i-a responsabilizat și i-a obligat să își organizeze mai bine timpul.

Dintre cei 110 respondenți, 13 au considerat că nu își amintesc experiențe pozitive din sistemul hibrid, însă ceilalți 97 au exprimat numeroase sentimente pozitive legate de acesta. Socializarea cu colegii a fost răspunsul cel mai frecvent, urmat de experiențele plăcute în căminul studentesc, explicațiile față în față ale profesorilor și laboratoarele specializate, apreciate de studenți. Viața de student a fost asociată cu independența și cu relații motivante.

După discutarea experiențelor pozitive legate de abordarea hibridă, ultima întrebare din chestionar s-a concentrat pe experiențele relevante din acea perioadă care au determinat stimulente pentru învățare. În Tabelul 32 au fost evidențiate cele mai frecvent exprimate experiențe asociate cu stimulentele pentru învățare. 14 studenți nu au răspuns la această întrebare sau au considerat că nu cunosc astfel de experiențe.

Tabelul 32. Principalele motivații pentru învățarea în sistemul hibrid

Nr. crt.	Experiențe motivante pentru învățare	Răspunsuri legate de aceste experiențe
1	Laboratoare interesante (experiențe practice)	22
2	Interacțiunea profesor-student și dedicarea profesorului	20
3	Colectiv unit (socializare și grup unit)	18
4	Fața-în-față, înțelegere mai bună	17
5	Oportunități culturale și educaționale (facilități ale orașului și facultății și beneficiile studenților)	12
6	Discipline apreciate	7

Totuși, restul respondenților au prezentat mai multe motive pentru învățare în cadrul sistemului hibrid. Stimulentele pentru învățare au fost legate de experimente practice în laboratoare specializate pentru fiecare facultate. Vederea și experimentarea la fața locului a demonstrațiilor teoretice aplicate sunt critice pentru implicarea studenților. Conform lui Gasiewski și colab. [127], studenții sunt mai implicați atunci când profesorii demonstrează accesibilitate comportamentală și atitudinală, grijă față de studenți, umor și pasiune pentru disciplina lor.

Studenții apreciază interacțiunea cu profesorul, care le oferă senzația apartenenței la mediul universitar, dar și dedicația membrului facultății pentru cursul său. Relația cu ceilalți colegi este la fel de motivantă pentru studenții din anul I. Comunicarea și rezolvarea problemelor împreună fac învățarea mai plăcută și mai ușoară decât individual. Activitățile față în față facilitează concentrarea și înțelegerea, mai ales în domeniul ingineriei.

Oportunitățile culturale și educaționale au un impact semnificativ asupra studenților noi în oraș. Nu în ultimul rând, studenții sunt dornici să învețe pentru disciplinele pe care le apreciază.

Concluzii: Scopul prezentului studiu a fost de a analiza sistemul educațional hibrid prin prisma studenților din anul I și de a evidenția factorii care îi motivează să învețe și să interiorizeze sentimentul de apartenență la o anumită instituție de învățământ superior (IS). Motivația acestei cercetări rezidă în faptul că, în contextul actual al pandemiei, instituțiile de învățământ superior sunt reticente în a aduce studenții în campus pentru activități față în față, bazându-se preponderent pe educația exclusiv online.

Pe termen lung, această abordare amenință fundamentele educaționale ale generațiilor viitoare. Educația tradițională este necesară în special pentru studenții din anul I, contribuind la dezvoltarea abilităților sociale, a stimulilor cognitivi și a sentimentului de apartenență la universitatea respectivă. Activitățile față în față, alături de întreaga experiență universitară, conduc la reducerea ratei de abandon universitar și îi motivează pe studenți să învețe împreună în grupuri mici.

De asemenea, implicarea și dedicarea cadrelor didactice sunt esențiale pentru incluziunea și angajamentul studenților. Echipele de management din învățământul superior trebuie să ia în considerare toți acești factori atunci când stabilesc noi strategii pentru anul universitar următor. O abordare hibridă ar putea reprezenta cea mai bună soluție pentru perioada următoare, însoțită de măsuri de sănătate menite să reducă riscul de infectare.

Al șaptelea studiu de caz, în domeniul educațional, a privit impactul pandemiei de COVID-19 asupra studenților la început de ciclu de licență, plecând de la o abordare teoretică a învățământului hibrid [102].

Odată cu izbucnirea pandemiei COVID-19, schimbările au avut loc instantaneu, iar mediul de învățământ superior nu a făcut excepție. Universitățile au încetat cursurile față în față educație și au fost sfătuiți să ofere rapid instrumente de învățare online [107]. Personalul universitar și educatorii au trebuit să facă față noilor provocări ale educației online: demonstrarea competențelor pedagogice într-o clasă online, abordarea rolului lor managerial, stabilirea de relații cu studenții și furnizarea de asistență tehnică [128].

Educația la distanță și cursurile online s-au confruntat mult timp cu rate ridicate de abandon [129]. Izolarea și deconectarea pot duce la o pierdere a motivației de a învăța, deoarece

interacțiunea este unul dintre cei mai importanți factori în satisfacția studenților [130]. Această adaptare la o nouă problemă de sănătate publică - implementarea sistemului de educație exclusiv online fără experiență anterioară în majoritatea cazurilor a avut un impact negativ suplimentar asupra motivației de implicare a studenților din primul an.

România a suspendat cursurile la începutul lunii martie 2020 și a început predarea online pe platforme educaționale specifice și cu ajutorul instrumentelor de videoconferință. Toate aceste schimbări împreună cu nevoia de adaptare rapidă au determinat lacune serioase și metode de predare improvizate. Al doilea semestru a fost depășit și studenții au sperat la un nou an universitar cu învățare clasică față în față. După primul val COVID-19, în septembrie 2020 universitățile au trebuit să își decidă strategia în scenarii guvernamentale fluctuante. Universitatea Politehnica Timișoara a ales să înceapă primele cinci săptămâni exclusiv online pentru studenții mai mari și masteranzi și un sistem hibrid pentru studenții din primul an în mai multe dintre facultățile sale [103]. Motivul principal al acestei decizii a rezidat în faptul că ratele de abandon în rândul studenților din primul an sunt foarte ridicate și aceștia au nevoie de interacțiune față în față pentru a se cunoaște între ei și cu profesorii lor, pentru a face legături și pentru a-și interioriza apartenența la specializarea lor.

Abordarea hibridă a combinat interacțiunile față în față în cadrul seminariilor și laboratoarelor cu cursurile online, deoarece este definită de o porțiune substanțială de educație online și o porțiune substanțială de educație față în față, după cum susține [131]. În primele patru săptămâni, studenții din primul an au venit la facultățile lor respectând restricțiile de distanță, au fost organizați în grupuri mici și li s-a cerut să folosească măști de protecție pe parcursul activităților educaționale. După perioada stabilită, din cauza ratelor ridicate de infecție pandemică, studenții și-au continuat cursurile exclusiv online.

Experiența lor cu trei sisteme educaționale diferite într-o perioadă foarte scurtă este foarte valoroasă pentru viitoarele îmbunătățiri educaționale. Cercetările privind percepția studenților în mediul față în față și online sunt bine documentate [132-134] și probabil că vom asista la un interes sporit pentru acest subiect în următorii ani din cauza limitărilor pandemiei și a cerințelor de adaptare. Chiar dacă studenții preferă educația față în față/cursurile la fața locului [131,132], percepția lor asupra educației online se poate îmbunătăți odată cu experiența online [131].

Prin urmare, prezenta cercetare a ales o abordare de tip grounded theory (GT) cu scopul final de a determina caracteristicile față în față, hibride și online pe baza percepției studenților români din primul an într-o universitate tehnică. Grounded Theory (GT) este o abordare de cercetare calitativă de construire a teoriei, cu o mare importanță pentru teoria și practica managementului [135].

A fost construit un ghid de interviu semi-structurat cu 16 întrebări care variază de la întrebări personale privind sexul, facultatea și specialitatea, la întrebări generale informative privind așteptările inițiale legate de facultate și întrebări specifice care au explorat caracteristicile celor trei sisteme educaționale legate de dorința de interacțiune, accesibilitatea platformei, ușurința în utilizare, atractivitatea, asistența și motivația. Studenții din anul I înmatriculați la facultățile Universității Politehnica Timișoara care au optat pentru seminarii cu predare față în față în prima lună a semestrului I 2020-2021 au fost rugați să răspundă la interviul online. S-a obținut o dimensiune a eșantionului de $n = 149$ de studenți (numărul de interviuri), 75 de bărbați (50,3%) și 74 de femei (49,7%). Respondenții la interviuri au vârste cuprinse între 18 și 26 de ani. Distribuția studenților n_1 , n_2 și n_3 sunt prezentate în tabelul 33.

Tabelul 33. Distribuția studenților

Straturi	Facultatea	Numar de respondenți	Procentaj (%)
n1	Chimie industrială și ingineria mediului	27	18.1
n2	Inginerie mecanică	46	30.8
n3	Management în producție și transport	76	51.1
	Total	149	100

Cele 149 de interviuri au fost realizate pe o perioadă de o lună, de la 18 decembrie 2020, când a avut loc informarea inițială, până la 14 ianuarie. Respondenții au fost înmatriculați la una dintre cele trei facultăți care au adoptat abordarea hibridă în Universitatea Politehnica Timișoara pentru primele patru săptămâni ale primului semestru în 2020-2021. Cu un număr total de 668 de studenți înmatriculați în primul an de studii pentru cele trei facultăți, cele 149 de interviuri sunt reprezentative. Chiar dacă Universitatea Politehnica Timișoara are un total de zece facultăți, doar cele trei deja menționate au adoptat abordarea hibridă, restul au început direct în sistem online. Procesul de codificare a datelor a fost o comparație constantă între teorie și cazurile de interviu eșantionate teoretic. Datele din notele și transcrierile interviurilor au fost conceptualizate linie cu linie, în timp ce fenomenele iterative din text au fost etichetate temporar. Procesul de codificare a pornit de la codificarea deschisă - în care au fost oferite etichete diferitelor idei, grupând conceptele la un nivel abstract - codificarea axială - prin care au fost formate principalele categorii - și codificarea selectivă - în care categoriile au fost integrate pentru a forma cadrul teoretic inițial.

Analiza a început cu ordinea cronologică a datelor interviului, aranjate într-o formă de tip memo, iar codurile recuperate au fost numerotate secvențial, adăugându-se noi coduri cu fiecare analiză a datelor interviului, pe baza comparării constante a datelor. Au fost formate grupuri de coduri inițiale până la apariția categoriilor de bază. Faza de codare deschisă a cuprins un număr total de 149 de memorandumuri care conțin 220 de noi concepte originale. Codurile au fost ridicate la un nivel conceptual preliminar de categorie. Procesul de comparare constantă a continuat până când au fost încheiate toate categoriile posibile. Faza de codificare axială cuprinde 13 categorii bazate pe 203 dintre conceptele recuperate din faza de codificare deschisă, 3 concepte au fost întâlnite ca fiind similare în formulare și 14 concepte au fost abandonate din cauza lipsei de relevanță pentru studiul de față.

Pornind de la ideea de centralitate într-o rețea graf-teoretică, ipoteza a fost că, cu cât o poziție este mai centrală într-o rețea, cu atât este mai probabil ca ocupantul acelei poziții să apară ca lider. Pentru relevanța rețelei de relații, un grad de centralitate (DC) a fost calculat pentru cele 15 noduri (13 categorii și două noduri centrale propuse: educația față în față și educația online) și este prezentat în tabelul 34. Indicele DC în rețelele dirijate (precum cea din cazul nostru) este suma arcurilor de ieșire de la nodul u la toate nodurile adiacente. DC' este indicele standardizat care poate fi calculat luând în considerare DC împărțit la $N-1$ (rețele fără valoare adăugată) sau la suma DC (rețele cu valoare adăugată). Intervalul DC: $0 \leq DC \leq 14$ și intervalul DC': $0 \leq DC' \leq 1$.

După cum se poate observa din tabelul 34, cele trei sisteme educaționale, și anume față în față, hibrid și online reprezintă cele mai importante legături (lideri) ale rețelei. Educația față în față este centrală pentru o mai bună înțelegere, socializare, experiență universitară, explicații mai bune, restricții legate de pandemie și activități practice, iar educația online este categoria principală pentru beneficiile online, supraîncărcarea cu informații, obstacolele legate de prezență și

concentrare, interacțiunea limitată, obstacolele legate de profesor și oportunitățile de îmbunătățire. Abordarea hibridă conectează cele două categorii principale de bază fiind asociate cu caracteristici specifice precum adaptarea, îmbunătățirea, tranziția și o mai bună acomodare.

Studiul abordării teoriei fundamentate este continuat cu o a doua etapă de eșantionare teoretică numită sortare a literaturii, în care cercetătorii compară teoria emergentă cu literatura existentă pentru a modela rezultatele într-o manieră teoretică.

Tabelul 34. Gradul de centralitate pentru rețeaua cu 15 noduri

Nod	Categorie	DC	DC	%DC
1	Educație față în față	8.000	0.571	57.1
2	O mai bună înțelegere	3.000	0.214	21.4
3	Socializare	4.000	0.285	28.5
4	Experiență universitară	4.000	0.285	28.5
5	Explicații mai bune	5.000	0.357	35.7
6	Restricții legate de pandemie	3.000	0.214	21.4
7	Activități practice	4.000	0.285	28.5
8	Educație online	8.000	0.571	57.1
9	Beneficii online	2.000	0.142	14.2
10	Supraîncărcarea cu informații	2.000	0.142	14.2
11	Obstacole legate de prezență și concentrare	3.000	0.214	21.4
12	Interacțiune limitată	4.000	0.285	28.5
13	Obstacole legate de profesori	4.000	0.285	28.5
14	Oportunități de îmbunătățire	6.000	0.428	42.8
15	Abordare hibridă	7.000	0.500	50.0

Prezența și dificultățile de concentrare sunt cele mai abordate dificultăți în educația online de către grupul nostru eșantion. 43 din 149 de studenți au asociat în mod explicit învățarea online cu dificultăți serioase de concentrare. Cei mai mulți dintre ei consideră prezența online o prezență falsă, deoarece nu sunt atenți la profesor ca în mediile față în față. Lipsa de concentrare este pusă pe seama familiei, a telefonului, a ușurinței percepute sau a distragerilor altor priorități. Din literatura de specialitate studiată s-au desprins următoarele concluzii:

- este mai dificil studiezi și să fii concentrat online,
- problemele tehnice le împiedică prezența online, cum ar fi conexiunile proaste la internet, pene de curent sau blocarea platformei educaționale online,
- în timpul închiderii și blocării universității, studenții pot dezvolta sentimente de teamă, stres și îngrijorare din cauza problemelor legate de internet
- nivelul de căutare de informații în timpul pandemiei creștere în direcția riscurilor colective, a riscurilor personale și a bunăstării psihologice etc.

-disponibilitatea tehnică este principala caracteristică a educației online de succes. Dacă nu oferim această disponibilitate tuturor studenților, pot apărea adesea obstacole de prezență și chiar de concentrare.

- profesorii trebuie să își adapteze disciplina la mediul hibrid sau online, iar obstacolele online pot fi depășite cu ajutorul adaptabilității profesorilor,

- profesorii înșiși vor fi supuși unei învățări semnificative atât prin trecerea la abordări pedagogice diferite, cât și prin necesitatea de a deveni utilizatori experți în tehnologiile utilizate.

După cum au sugerat unii dintre persoanele eșantionului nostru, obstacolele din calea studenților pot fi, de asemenea, depășite dacă aceștia devin responsabili, înțeleg să facă diferența între timpul de învățare și timpul/spațiul familial în scopul concentrării și încep să descopere modalități de sintetizare a informațiilor și de gestionare eficientă și eficace a timpului lor. În final, sunt sugerate și îmbunătățiri ale platformei virtuale.

Răspunsurile studenților noștri din anul I au determinat un model teoretic care exprimă vizual situația actuală a învățământului superior românesc în specializările ingineresti. În figura 67, este conturat modelul teoretic propus.

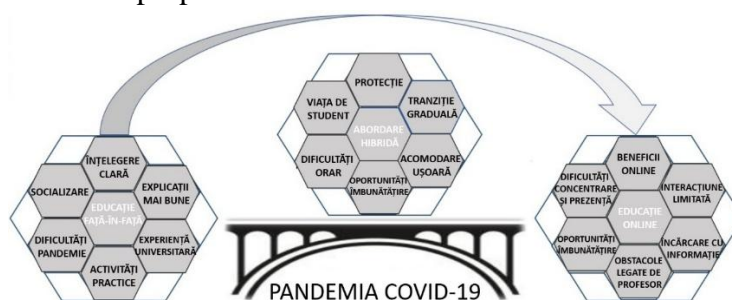


Figura 67. Un model teoretic pentru sistemul de învățământ superior românesc în situația pandemiei COVID-19 bazat pe percepția studenților

Abordarea hibridă este asociată cu toate caracteristicile sale percepute și este prezentată în situația de blocare COVID-19 ca o punte necesară de la educația exclusiv față în față la educația online. Chiar dacă educația față în față este preferată, în unele regiuni cu un număr mare de cazuri COVID-19, sistemul hibrid va fi o soluție. Însă lecțiile învățate în urma unui prim semestru hibrid la Universitatea Politehnica din Timișoara, România, trebuie să fie aplicate în scopul îmbunătățirii pentru semestrele viitoare. În plus, atunci când pandemia se va încheia, învățământul mixt poate continua în forme adaptabile pentru satisfacția studenților și rezultate calitative. În viitor, dacă instituțiile de învățământ superior dobândesc suficientă experiență și se deschid către nevoile studenților, va fi posibil să le ofere acestora posibilitatea de a alege între diverse forme de predare, fără a fi constrânse de motivele unei urgențe sanitare.

Concluzii

Rezultatele acestei cercetări au confirmat studiile anterioare referitoare la educația față în față și online. Principalul rezultat al acestei cercetări este modelul teoretic privind sistemul de educație hibrid obținut pe baza percepției studenților, deoarece acest sistem hibrid nu a fost atât de mult cercetat în trecut. În plus, etapa de sortare a literaturii din cadrul abordării GT a luat în considerare cele mai noi cercetări referitoare la fenomenul educației hibride în contextul pandemiei COVID-19. Aceste studii se concentrează pe schimbările de atitudine ale studenților în timpul procesului de predare, adaptarea lor forțată la educația full-online sau hibridă din cauza restricției pandemice, impactul psihologic legat de măsurile de protecție prin distanțare fizică, problemele de concentrare în timpul cursurilor și al activităților practice etc. În plus, modelul propus încorporează schimbările și restricțiile specifice situațiilor pandemice.

SECȚIUNEA II. PLANURI DE EVOLUȚIE ȘI DEZVOLTARE A CARIEREI

3. Planuri de evoluție și dezvoltare a carierei

Planul de evoluție și dezvoltare a carierei din punct de vedere științific, academic și profesional are în vedere contextul economic actual, de utilizare eficientă a resurselor prin folosirea de tehnologii performante, prietenoase cu mediul, în vederea obținerii unor produse cu nivel tehnic și de calitate ridicat, la costuri cât mai reduse.

Având în vedere recomandările din metodologia de elaborare a tezelor de abilitare (CNATDCU), conform căreia, în această secțiune “se prezintă planuri de evoluție și dezvoltare a propriei cariere profesionale, științifice și academice, respective direcții de cercetare/predare/aplicații practice și moduri probabile de acțiune pentru punerea în practică a acestora”, în rândurile următoare vor fi prezentate aspecte ce vizează planul de dezvoltare a carierei universitare a cărei evoluție se manifestă pe două paliere, cu efecte sinergice reciproce, unul dintre ele acoperind activitățile academice, iar celălalt fiind dedicat activităților de cercetare.

3.1. Dezvoltarea carierei științifice

Datorită experienței acumulate în domeniul universitar în cei peste 20 de ani de activitate, consider că stabilirea unor obiective, pe termen mediu și lung, coerente și bine definite pentru viitor este extrem de importantă pentru menținerea consecvenței în rezultatele cercetării științifice. Principalele activități de cercetare pe care intenționez să le desfășor în continuare urmează direcțiile principale sintetizate în actuala teză de abilitare, respectiv dezvoltarea unor noi direcții de cercetare. În acest sens mă voi axa pe studii și cercetări în următoarele direcții:

a) Consolidarea, extinderea și dezvoltarea unor noi direcții de cercetare

Primul obiectiv este reprezentat de continuarea cercetării asupra calității mediului din marile aglomerări urbane (aer, apă și zgomot). Impreună cu colegii din echipa de cercetare din care fac parte ne propunem să continuăm cercetarea privind calitatea aerului din zona metropolitană, atât din punct de vedere al noxelor, al PM-urilor, dar și al metalelor grele. Aceste cercetări reprezintă potențiale teme pentru teze de doctorat ale viitorilor doctoranzi pe care îi voi coordona. Tot în ceea ce privește calitatea mediului vor fi intensificate cercetările în sfera acustică prin axarea pe studiul și dezvoltarea metodelor de reducere al nivelului de zgomot/vibrații în zona metropolitană. Vom studia caracteristicile de împrăștiere a sunetului reflectat de o suprafață, deoarece în spații deschise, aceste caracteristici influențează substanțial comportamentul sunetului reflectat. Aceste studii vor fi făcute împreună cu alți colegi, deoarece necesită o abordare interdisciplinară (studiul caracteristicilor mecanice pentru materialele fonoabsorbante, teste mecanice) și este nevoie de standuri sau echipamente existente în alte laboratoare de cercetare ale facultății.

În ultimii ani echipa din care fac parte și-a extins cercetările și pe partea de calitate a apelor din punct de vedere al studiului concentrațiilor elementelor ecotoxice Cd, Cr, Cu, Sb, V și Zn.

Tot în ultimii ani am început o nouă direcție de cercetare, cea bazată pe senzori, iar pentru realizarea cercetării am utilizat echipamentele: CAPTIV 7000 (senzori de mișcare), ochelari 3D și echipamentul achiziționat prin contractele cu terții BC9 și BC 17 din 2023 (pentru studiul atenției).

În continuare voi continua și cercetarea legată de activitatea didactică și cea practică, activitate de cercetare pe care am început-o în 2010 când am scris și implementat primul proiect pentru pregătirea eevilor, a studenților, dar și a personalului din mediul economic pentru a fi tutori de practică.

b) Dezvoltarea infrastructurii de cercetare și consolidarea echipei de cercetare

Așa cum se cunoaște, pentru o cercetare științifică aprofundată, datorită complexității problemelor abordate, este practic aproape inevitabil să nu avem o abordare interdisciplinară, ceea ce duce la extinderea colaborării cu alte echipe de cercetare, o extindere a echipei propria de cercetare, respectiv o diversificare continuă a competențelor membrilor echipelor de cercetare.

Prin cercetările și studiile întreprinse până în acest moment, personal am fost implicată în echipe cu cercetători din domeniul economic, de științe ale vieții, ingineria materialelor, etc și de aceea consider că este esențial să implicăm tinerii cercetători (studenți la masterat sau doctorat) pentru a asigura continuitatea activității de cercetare științifică în cadrul departamentului din care fac parte. Pentru a avea rezultate remarcabile consider că este foarte important și consolidarea și extinderea colaborărilor cu centre universitare din țară (precum Brașov, București, Cluj, Craiova, Galați, Iași, etc.) și din străinătate (cum ar fi Technical University of Banja Luka, Bosnia and Hertzegovina, St Polten University of Applied Science, Universitatea Tehnică din Chișinău, Universitatea Tehnică din Belgrad, respectiv Bor, Unversitatea din Zilina etc).

În ultimii ani, prin scrierea și implementarea a multor proiecte (ROSE, POSDRU, POCU, PEO, INTEREGG, FDI etc), echipa din care fac parte, a reușit să realizeze atât amenajarea laboratoarelor cât și dotarea acestora cu standuri și echipamente de ultimă generație. Prin ultimul proiect în implementare cu valoarea de aproximativ 2900000 EURO (Dungan scriere si implementare) se vor dota peste 10 laboratoare cu echipamente de ultima generatie în Facultatea de Mecanica (valoarea echipamentelor 850000 euro).

Astfel, am de gând să contribui și în viitor la extinderea infrastructurii de cercetare prin achiziționarea de echipamente moderne și necesare bunei desfășurări a activității de cercetare a întregului colectiv din care fac parte.

c) Creșterea vizibilității

Pentru orice cadru didactic este foarte important să se asigure vizibilitatea rezultatelor activității sale de cercetare. Cea mai relevantă modalitate de evaluare a recunoașterii și impactului rezultatelor cercetărilor în mediul academic o reprezintă citarea lucrărilor de către alți autori.

Astfel, îmi propun ca rezultatele obținute în direcțiile de cercetare menționate anterior să fie diseminate în principal prin publicarea de articole științifice în reviste naționale și internaționale sau cărți de specialitate. În același timp, prezentarea de lucrări la conferințe de specialitate atât în țară, cât și în străinătate, va contribui în mod sigur la amplificarea impactului cercetării în cadrul mediului academic universitar și în mediul economic.

În momentul de față, împreună cu colegii din colectiv și cu cei de la alte facultăți din universitate, avem în desfășurare editarea a două articole ce vor fi publicate în jurnale indexate WOS, precum și două articole pentru a fi prezentate la conferința internațională "Industrial Engineering and Environmental Protection" organizată de Universitatea din Novi Sad, Facultatea tehnică "Mihajlo Pupin" Zrejanin, Republica Serbia în acest an (univeristatea este partener în organizarea acestei conferințe).

În colaborare cu colegii din echipa de cercetare suntem în curs de pregătire a unui capitol de specialitate la editura IntechOpen de nivel internațional.

Implicarea ca recenzor pentru reviste sau conferințe internaționale este benefică pentru sporirea vizibilității și a recunoașterii la nivel global. În acest sens, am acceptat să fac recenzii pentru articole publicate în reviste indexate WoS sau BDI și intenționez să îmi continui activitatea în această direcție și pe viitor.

Ținând cont experiența acumulată prin participarea în proiecte câștigate prin competiții sau în contracte de cercetare cu sectorul economic, sunt convins că există toate premisele pentru dezvoltarea unor proiecte noi și importante în domeniul cercetării. Astfel, continuarea obținerii de contracte de cercetare finanțate din bugetul de stat, din fonduri nerambursabile sau de tip parteneriat public-privat cu agenți economici va fi un obiectiv constant și pe termen lung. În ultima perioadă s-a obținut finanțare pentru încă 5 proiecte depuse (2 PEO, 1 RORS și 2 PRV), s-a câștigat un proiect ROHU, iar 3 proiecte ROHU au fost sub linie, chiar dacă au avut punctaj mare.

Aceste proiecte pot deschide noi oportunități de colaborare cu specialiști din țară și străinătate și vor conduce la obținerea unor rezultate semnificative, cu potențial de valorificare prin publicarea de articole. Totodată, scopul este de a transfera cunoștințele și de a îmbunătăți baza teoretică și materială a laboratoarelor noastre de educație și cercetare, facilitând astfel activitățile viitoare.

3.2 Dezvoltarea carierei în direcția activității didactice

De când am început activitatea de predare, am împărtășit studenților cu care am lucrat cunoștințe din domeniile de inginerie mecanică și transporturi prin intermediul laboratoarelor, proiectelor și cursurilor.

Din punct de vedere didactic, mă voi orienta către câteva obiective cheie în continuarea evoluției mele în cariera universitară, detaliate în cele ce urmează.

a) Perfecționarea abilităților didactice și a metodologiei de predare/evaluare

În primii ani ai carierei didactice, sub îndrumarea mentorilor, am adoptat metodele de predare tradiționale, considerate ca fiind eficiente. În urma experienței dobândite prin participarea la conferințe și workshopuri și a discuțiilor cu cadre didactice de la universități din străinătate, mi-am dat seama că adaptarea și îmbunătățirea constantă a metodelor de predare sunt esențiale pentru a răspunde adecvat nevoilor unei societăți aflate în evoluție din punct de vedere tehnologic, social și economic. Experiența acumulată în activitatea didactică mă îndeamnă să susțin că nicio metodă nu poate fi considerată perfectă pentru totdeauna și de aceea consider că este imperativ să fim deschiși la noi metode de predare și la utilizarea inteligenței artificiale.

De aceea voi continua să lucrez pentru îmbunătățirea materialelor didactice, a metodelor de predare și evaluare a studenților, precum și pentru perfecționarea tehnicilor și instrumentelor de autoevaluare și comunicare în cadrul procesului educațional.

De asemenea, îmi propun să explorez și să integrez noi tehnici de predare și învățare prin studierea literaturii de specialitate și participarea la evenimente științifice organizate de universități din țară. Datorită faptului că Universitatea Politehnica Timișoara avea deja o platformă moodle (www.cv.upt.ro) utilizarea resurselor online s-a dovedit a fi deosebit de utilă în perioada de pandemie. De când a devenit operațională platforma moodle a universității (CAMPUS VIRTUAL), am început să o folosesc în lucrul cu studenții, așa că, atunci când s-a trecut la învățământul online, această trecere a fost foarte ușoară. Pe campus am încărcat materiale electronice ca suport pentru disciplinele predate până în acest moment (curs și aplicații), teme studenților, exemple etc. Totodată, platforma este extrem de utilă și în activitatea de evaluare a studenților, fiind posibilă

crearea unei baze de date cu întrebări din materialul predat și realizarea de teste cu diferite tipuri de întrebări.

Deoarece pe CAMPUSUL VIRTUAL au acces doar studenții (fiecare student are acces doar la cursurile specializării pe care o urmează), am creat o platformă e-Learning (www.mytes.upt.ro) pe care se găsesc materiale didactice pentru diverse cursuri de formare, workshopuri la care au acces persoanele (elevi, studenți, cadre didactice, absolvenți) care urmează un astfel de curs/modul/workshop, în luna iulie s-a mai adăugat un curs de specializare Expert accesare fonduri structurale și de coeziune.

b) Elaborarea unor cărți de specialitate și actualizarea manualelor existente

Încă de la începuturile activității mele la Universitatea Politehnica Timișoara, preocuparea pentru perfecționarea pregătirii profesionale și pentru realizarea de manuale proprii pentru disciplinele predate, îndrumare de laborator și cu noi materiale didactice a fost una permanentă.

În perioada următoare acest obiectiv cheie poate fi atins prin următoarele acțiuni:

- elaborarea de manuale universitare noi, revizuirea și completarea edițiilor existente pentru manualele deja publicate;
- actualizarea planurilor de învățământ în conformitate cu cerințele de pregătire necesare pentru viitorii absolvenți (ținând cont în mod special de cerințele specifice ale marilor angajatori din zonă);
- îmbunătățirea dotării laboratoarelor prin achiziționarea de echipamente noi, instrumente de măsură moderne și actualizarea licențelor software.

În acest sens, un material care se găsește într-o fază avansată de editare, a început să fie realizat pentru o disciplină aflată în planul de învățământ de la specializarea Ingineria transporturilor și a traficului. Totodată, împreună cu un coleg urmează să finalizăm un capitol de carte privind poluarea datorată transporturilor ce va fi publicat la o editură din străinătate, iar cu un alt coleg o carte de ergonomie în transporturi.

c) Activitatea cu studenții, masteranzii și doctoranzii

De-a lungul carierei mele în învățământ, am fost implicat în activități de tutoriat a studenților de licență (în calitate de decan de an sau tutor). În plus, în decursul tuturor acestor ani, am coordonat grupuri de studenți în cadrul cercurilor științifice și al concursurilor profesionale, dorind să le stimulez curiozitatea și să îi fac să asimileze informațiile primite la curs și aplicații. Totodată m-am implicat în organizarea de sesiuni științifice studențești în cadrul cărora studenții au avut posibilitatea să își prezinte rezultatele.

În viitor îmi propun să continui activitatea de tutoriat și îndrumare a studenților. De asemenea, doresc să încurajez o participare mai activă a acestora în procesul de învățare, promovând implicarea lor în elaborarea de studii documentare și lucrări științifice destinate publicării și prezentării nu numai în cadrul sesiunilor de cercuri științifice, ci și la conferințe. Pentru dezvoltarea studenților atât profesional cât și personal voi continua să îi încurajez să aplice pentru participarea la acțiuni în cadrul ERASMUS+ (vizite, școli de vară, dublă diplomă, practica profesională) la alte universități partenere, respectiv să aplice pentru intership-uri unde au posibilitatea să își realizeze lucrarea de finalizare a studiilor sub îndrumarea și a unui specialist din mediul economic.

Ca o continuare a activității didactice desfășurate în cadrul orelor de curs și de aplicații, mi-am propus ca și pe viitor să coordonez lucrări de licență și de disertație ale studenților și masteranzilor.

Începând cu anul 2010 și până în prezent, am fost implicată în îndrumarea doctoranzilor din cadrul școlii doctorale din cadrul universității, iar obținerea atestatului de abilitare îmi va permite oportunitatea de a îndruma proprii doctoranzi. În afară de beneficiile directe ale colaborării dintre îndrumător și doctorand, rolul de conducător de doctorat îmi va oferi oportunitatea nu doar de a identifica tineri cu înclinație spre activitatea de cercetare, ci și de a înțelege calitățile umane ale acestora.

Această perspectivă este deosebit de importantă în orientarea lor către o posibilă carieră universitară.

Principalele activități de cercetare pe care intenționez să le desfășor în continuare urmează direcțiile principale sintetizate în actuala teză de abilitare, care au fost parțial investigate și necesită o aprofundare mai detaliată în vederea obținerii unor rezultate noi, respectiv identificarea unor direcții de actualitate și dezvoltarea unor noi direcții de cercetare. În acest sens mă voi axa pe studii și cercetări în următoarele direcții, împreună cu doctoranzii, respectiv studenții masteranzi:

- Utilizarea de noi materiale în construcția vehiculelor,
- Poluarea mediului datorată transporturilor,
- Resurse regenerabile de energie și utilizarea acestora,
- Ergonomie în domeniul transporturilor,
- Dezvoltarea aglomerațiilor urbane ținând cont de mobilitatea populației și infrastructura rutieră și cea feroviară.

Aceste direcții de cercetare, similare cu cercetările mele din domeniile pentru care am dobândit expertiză pe parcursul activității mele, pot genera un număr mare de teme de cercetare pentru doctoranzii din domeniul Inginerie Mecanică.

Totodată sunt deschisă la colaborări cu cadre didactice din alte universități cum ar fi: medicină, agronomie, etc și astfel putem deschide noi direcții de cercetare multidisciplinare.

3.3 Dezvoltarea carierei profesionale și academice

Experiența dobândită în coordonarea unor echipe de scriere și implementare proiecte cu fonduri europene, echipe de cercetare la granturi și proiecte atât cu universități cât și cu parteneri industriali, respectiv ca membru în echipe de cercetare (prezentate la cap. 1.1.3), demonstrează abilitățile de conducere a echipelor de cercetare ale autoarei acestei teze și va fi de mare ajutor în coordonarea activității de cercetare a viitorilor doctoranzi. De asemenea, o importanță deosebită o are și experiența în coordonarea studenților la susținerea lucrărilor de licență și disertație, respectiv cea de îndrumare a doctoranzilor, în calitate de membru al unor comisii de îndrumare.

Temele de doctorat ale viitorilor doctoranzi pe care candidata îi va coordona vor fi în concordanță cu principalele direcții de cercetare prezentate în acest capitol, dar va fi deschisă și la noi direcții de cercetare propuse de către doctoranzi (în cazul doctoranzilor care provin din mediul economic cu department de cercetare puternic). Pentru a familiariza viitorii doctoranzi cu temele de cercetare, înainte de a se înscrie la doctorat, îmi propun să încep să lucrez cu aceștia încă din timpul studiilor de masterat, prin coordonarea unor teme de disertație.

Cercetarea experimentală efectuată de către autoarea acestei teze a fost realizată, în marea ei parte, în laboratoarele existente în departamentul de Mașini Mecanice, Utilaje și Transporturi din Universitatea Politehnica Timișoara, în principal în *Laboratorul multifuncțional* (Figura 3.1) la a cărui

dotare autoarea acestei teze a contribuit esențial, precum și în *Laboratorul Transporturile și mediul* (Figura 3.2), laborator a cărui baze au fost puse în anul 2020 de către autoarea acestei teze.



Figura 3.1. Laboratorul multifuncțional



Figura 3.2. Laboratorul Transporturile și mediul

Prin abilitatea de a atrage fonduri din granturi, contracte de cercetare și prin parteneriate cu diverse companii, autoarea acestei teze a contribuit la modernizarea (lucrări de amenajare, dotare cu mobilier și echipamente IT prin proiectele ROSE 105/2018, POCU 107330/2019 și RORS394/2019) și dotarea unor laboratoare ale departamentului, exemplificând doar echipamentele și instrumentele achiziționate în ultimii 5 ani (proiectele RORS 394 și RORS 462, ROSE 105):

- 1 Sonometru;
- Instrument pentru diagnostic funcționare autovehicule (LANCH),
- Gazoanalizoare (TESTO),
- Instrument investigare PM-uri,
- Analizoare sol,
- Analizoare apă,
- 3 scanere 3D (1 fix și 2 mobile),
- 3 imprimante 3D,
- ANALYTIK JENA SPECORD 250 PLUS,
- ANALYTIK JENA ZEE nit 700P..

Prin proiectul SmartEduStructureUPT – Modernizarea și echiparea infrastructurii educaționale pentru îmbunătățirea accesului la educație în cadrul UPT, Facultățile AC, Construcții, Mecanică, ETcTi, IEE, FSC și MPT, laboratoarele de la specializarea Ingineria transporturilor și a traficului vor fi dotate cu:

- Linie ITP,
- Stand frâne,
- Stand geometrie roți,
- Platforma mobilă pentru cântărirea roților autoturismelor (Trusa cu 2 bucati),
- Simulator VR,
- Ochelari de urmărire a ochilor,
- Imprimanta 3D multifir,
- Sonometru profesional de clasa 1,
- Dozimetru, etc.

Aceste laboratoare vor constitui infrastructura de cercetare de bază în activitatea de cercetare a doctoranzilor.

În paralel cu activitatea de cercetare realizată cu viitorii doctoranzi mă voi implica în modernizarea laboratoarelor existente și dotarea acestora cu echipamente și aplicații software pentru cercetare. Pentru a susține activitatea de cercetare a viitorilor doctoranzi, intenționez să depun cereri de finanțare granturi de cercetare și să continui colaborarea cu companiile industriale pe diverse teme de cercetare/dezvoltare/proiectare, astfel încât activitatea de cercetare desfășurată de doctoranzi să aibă aplicare practică. Rezultatele care vor fi obținute în urma procesului de cercetare vor fi prezentate la conferințe internaționale și vor fi publicate în reviste internaționale cu factor de impact.

SECȚIUNEA III.

LISTA CU CELE MAI SEMNIFICATIVE PUBLICAȚII

- [1] CF Buciuman, S Potra, **Luisa Izabel DUNGAN** *(AUTOR CORESPONDENT), Integrating Agile Methodologies and Gamification for Student Engagement and Success, Proceedings of the 18th European Conference on Games Based Learning, 2024
- [2] Potra Sabina, Pop Madalin, **Luisa Izabel DUNGAN**, The Influence of University Experiences on Student Engagement during the COVID19 Hybrid Education System, 13TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND NEW LEARNING TECHNOLOGIES, EDULEARN21, https://re.public.polimi.it/retrieve/e0c31c11-c06a-4599-e053-1705fe0aef77/EDULEARN21_1456_compressed.pdf
- [3] Potra Sabina; Pugna Adrian; Pop Madalin; **Luisa Izabel DUNGAN**, Romanian University hybrid education system: a grounded theory approach of 1ST year students experience, INTED2021 proceedings, 2021, 10402-10406,
- [4] Potra Sabina; Pugna Adrian; Pop Madalin; Negrea Romeo, **Luisa Izabel DUNGAN**, Facing COVID-19 Challenges: 1st-Year Students' Experience with the Romanian Hybrid Higher Educational System, JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PUBLIC HEALTH, vol 8(6), 2021, eISSN 1660-4601, WOS:000639181300001, Q1
- [5] **Luisa Izabel DUNGAN**, Cioablă, A.E., Pode, V, Small scale determinations for biogas production using anaerobic fermentation - 2L batch scenarios, Revista de Chimie nr. 71, 2020, <https://doi.org/10.37358/RC.20.1.7836>
- [6] Nenu, Petre Florinel; **Luisa Izabel DUNGAN** *(AUTOR CORESPONDENT); Cioabla, Adrian Eugen; Rusu, Gerlinde; Bandur, Geza Nicolae; Dumitreț, Alina Gabriela; Pode, Vasile, BIOMASS ANALYSIS FOR COMBUSTION APPLICATIONS - CASE STUDY SCENARIOS, STUDIA UNIVERSITATIS BABES-BOLYAI CHEMIA, Vol.63(1), 2018, ISSN 1224-7154, IF=0,558, Q4, WOS: DOI:10.24193/subbchem.2018.3.01, WOS:000448339300001
- [7] Nenu, PF; **Luisa Izabel DUNGAN** *(AUTOR CORESPONDENT); Cernescu, L; Slavici, T, ENERGETIC AND ECONOMIC CONSIDERATIONS ON THERMAL REGIME EFFECTIVENESS IN A GREENHOUSE, ACTUAL TASKS ON AGRICULTURAL ENGINEERING, ISSN 1848-4425, WOS:000506355900055, Proceedings Paper, Vol.46, 2018
- [8] **Luisa Izabel DUNGAN**, Cernescu L.M., Herman M., Popescu Francisc, Advising, an indispensable element in training students. Usefulness of POSDRU grants, 12th International Conference on Educational Technologies (EDUTE '16), February 13-15, 2016, Barcelona, Spain, ISBN 978-1-61804-369-6, <https://www.wseas.org/cms.action?id=11103>
- [9] Mircea Adrian Dungan, Dumitru Tucu, **Luisa Izabel DUNGAN**, Nanoparticles emissions from railway traffic. Analysis in Banat region, 4th International Conference (NANOCON 2012), 23-25 octombrie 2012, ZECH Republic, EU, 978-80-87294-32-1, WOS:000333697100120,
- [10] Ramon Balogh, Nicolae Lontis, Ioana Ionel, **Luisa Izabel DUNGAN**, Comparison study of two diesel hydraulic locomotive engines regarding the environmental pollution, Journal of Environmental Protection and Ecology, vol. 12 (4), 2011, pag 1840-1849, ISSN 1311-5065, WOS:000303274300029

BIBLIOGRAFIE

- [1] **Luisa Izabel DUNGAN**, Francisc Popescu, Raport științific privind rezultatele obținute în urma exercițiului de măsurători inter-echipamente senzori CO₂ atmosferici. Teste de competență. Etapa finală, 2023, doi: 10.13140/RG.2.2.18260.26245,
https://www.researchgate.net/publication/399403945_Raport_științific_privind_rezultatele_obținute_in_urma_exercițiului_de_masuratori_inter-echipamente_senzori_CO2_atmosferici
- [2] He Zhang, Ravi Srinivasan, A Systematic Review of Air Quality Sensors, Guidelines, and Measurement Studies for Indoor Air Quality Management, *Sustainability*, 2020, 12, 9045; doi:10.3390/su12219045
- [3] Mujan I., Anđelković A.S., Munćan V., Kljajić M., Ružić D., Influence of indoor environmental quality on human health and productivity - A review, *Journal of Cleaner Production*, 2019, 217, pp. 646-657, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.01.307
- [4] Rich Prill, Why Measure Carbon Dioxide Inside Buildings, Washington State University Extension Energy Program, Detailed *ASHRAE Standard 62*, 2000
- [5] Libing Zhou, Yaoyi He, Qing Zhang, Lei Zhang, Carbon Dioxide Sensor Module Based on NDIR Technology, *Micromachines*, 2021, 12, 845, doi:10.3390/mi12070845
- [6] He Zhang * and Ravi Srinivasan, A Systematic Review of Air Quality Sensors, Guidelines, and Measurement Studies for Indoor Air Quality Management, *Sustainability* 2020, 12, 9045; doi:10.3390/su12219045
- [7] EN ISO/CEI 17043:2010 - Evaluarea conformității. Cerințe generale pentru încercările de competență
- [8] ISO 13528, Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison
- [9] F. POPESCU, I. IONEL, N. LONTIS, L. CALIN, **Luisa Izabel DUNGAN**, AIR QUALITY MONITORING IN AN URBAN AGGLOMERATION, *Rom. Journ. Phys.*, Vol. 56, Nos. 3–4, P. 495–506, Bucharest, 2011
- [10] D. Nicolae, C.P. Cristescu, *Laser remote sensing of tropospheric aerosol*, *Journ. Optoelectron. Adv. Mater.*, 8 (5), 1781–1795, ISSN 1454–4164, 2006.
- [11] D. Nicolae, C. Talianu, E. Carstea, C. Radu, *Using classification to derive aerosol number density from lidar measurements*, *Journ. Optoelectron. Adv. Mater.* 9 (11), p. 3518.
- [12] I. Ionel, S. Ionel, F. Popescu, G. Padure, **Luisa Izabel DUNGAN**, D. Bisorca, *Method for determination of an emission factor for a surface source*, *Optoelectronics and Advance Materials – Rapid Communication Journal*, Vol 2 (12), 2008, p. 851.
- [13] M. Pavelescu, A. Pavelescu, A. Sandulescu, *Nuclear power and the environment*, *Rom. Journ. Phys.*, Vol. 50, Nos. 5–6, P.473–491, 2005.
- [14] F. Vosniakos, J. Traiandafyllis, D. Prapas, A. Karyda, P. Menyzelou, G. Vasilikiotis, D.Karagiannis, P. Lazou, A. Papastamou, K. Vosniakos, V. Argiriadis, *Urban air pollution due to vehicles in Katerini city on comparison basis (1999-2006)*, *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 2008, Book 3, p. 485.
- [15] K. Nikolaou, N. Papadakis, S. Basbas, P. Ermidis, P. Spyroglou, P. Dimou, *Spatial and temporal variation of air quality in Greek cities*, *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 2008, Book 3, p. 494.

- [16] M. Kochubovshi, J. Janevski, M. Dimovska, P. Simjanoski, V. Ristova, *Monitoring of the ambient air quality in Skopje and Veles and evaluation of the health effects in 1990-2006*, Journal of Environmental Protection and Ecology, 2008, Book 4, p. 743.
- [17] F. Popescu, I. Ionel, C. Ungureanu, *Ambient air quality monitoring in Timisoara. Current situation and perspectives*, Journal of Environmental Protection and Ecology, Vol 10 (1), 1–13, 2009.
- [18] F. Cepraga, *How much are the Romanian vehicle polluting*, newspaper journal article citing the RAR official press report, *Cotidianul Journal*, 13 April 2008.
- [19] A. M. Moldoveanu, A. c. Moldoveanu, *Air pollution with polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in several cities of Romania*, Journal of Environmental Protection and Ecology, 2007, Book 3, p. 487.
- [20] F. Popescu, *Advantages in the use of Biodiesel in an urban fleet. Case study: major cross-roads in the Timisoara city*, Journal of Environmental Protection and Ecology, Vol 10 (1), 2009, p.182.
- [21] Mircea Adrian Dungan, Dumitru Tucu, **Luisa Izabel DUNGAN**, Nanoparticles emissions from railway traffic. Analysis in Banat region, 4th International Conference (NANOCON 2012), 23-25 octombrie 2012, ZECH Republic, EU, 978-80-87294-32-1, WOS:000333697100120,
- [22] M.Dungan, **Luisa Izabel DUNGAN**, Vetres I., Ionel I., EXPERIMENTAL RESEARCH ON AIR POLLUTION IN SPECIFIC AREAS OF RAIL TRAFFIC, Buletinul AGIR, Supliment 1/2013
- [23] DUNGAN Luisa Izabel, Cioabla A.E., Dungan M.A, Stefanut M.N, Popescu Francisc, EFFECTS OF ENVIRONMENTAL POLLUTION DUE TO LAND TRANSPORT ACTIVITY, XI International Conference Industrial Engineering and Environmental Protection 2021 (IIZS 2021), October 07-08, 2021, Zrenjanin, Serbia, Proceedings ISBN 978-86-7672-348-5, http://www.tfzr.uns.ac.rs/iizs/conference_agenda.php
- [24] Tahzib, B., Zvijakova, L.: Environmental of land transport, Transfer inovaciji, Vol. 24, pp. 70- 77, 2012.
- [25] Zvolak, A., Sarzynska, M., Szpyrka, E., Starwarczyk, K., Surse de poluare a solului cu metale grele și acumularea acestora în legume: A Review, Water Air Soil Pollution, Vol. 230, pp. 164, 2019.
- [26] Wong, C.S.C., Li, X., Thornton, I.: Urban environmental geochemistry of trace metals, Environmental Pollution, Vol. 142(1), pp. 1-16, 2006.
- [27] Smiechowska, M., Florek, A.: Content of heavy metals in selected vegetables from conventional, organic and allotment cultivation, Journal of research and Applications in Agricultural Engineering, Vol. 56, pp. 152-156, 2011.
- [28] Kassalein, M., Yli-Halla, M.: Use of sequential extraction to assess metal partitioning in soils, Environmental Pollution, Vol.126(2), pp.225-233, 2003.
- [29] Bini, C., Sartori, G., Wahsha, M., Fontana, S.: Background levels of trace elements and soil geochemistry at regional level in NE Italy, Journal of Exploration, Vol.109, pp.125-133, 2011.
- [30] M.Burkhardt, L.Rossia, M.Bollera, Diffuse release of environmental hazards by railways, Desalination 226 (2008) 106–113, www.elsevier.com/locate/desal .
- [31] E.Fridell, M.Ferm, A.Ekberg, Emissions of particulate matters from railways – Emission factors and condition monitoring, J. Transportation research part D 15(2010) 240-245.
- [32] E.Fridell, A.Bjork, M.Ferm, A.Ekberg, On-board measurements of particulate matter emissions from a passenger train, Proc. IMechE Vol.224 Part F, J. Rail and Rapid Transit

- [33] M.Dungan, **Luisa Izabel DUNGAN**, "Emissions of particulate matter from railways-an overview", Buletinul AGIR Supliment 2011, An XVI, nr.Supliment
- [34] Ramon Balogh, Nicolae Lontis, Ioana Ionel, **Luisa Izabel DUNGAN**, Comparison study of two diesel hydraulic locomotive engines regarding the environmental pollution, Journal of Environmental Protection and Ecology, vol. 12 (4), 2011, pag 1840-1849, ISSN 1311-5065, WOS:000303274300029
- [35] A. CHESA: Diesel Hydraulic Locomotive of 1250 HP. Ed. ASAB, Bucharest, 2001.
- [36] www.railfaneurope.net
- [37] Balogh, Ramon-Mihai; Ionel, Ioana; Varga, Lucia Ana; Dungan, **Luisa Izabel DUNGAN**, CONTRIBUTION REGARDING THE IMPACT GENERATED BY THE ROMANIAN NATIONAL RAILWAY SISTEM ON AIR QUALITY, WOS:000277598600008, Metalurgia Internațional, ISSN 1582-2214, IF=0,134, Q4, Vol.15, pag 45-55, 2010
- [38] www.biodieselmagazin.ro
- [39] G. LAZAROIU: Modern Solution for Air Depollution. Ed AGIR, 2006.
- [40] S. KAFER: Trockenharnstoff-SCR-System und Betriebsstrategie für Fahrzeuge mit Dieselmotor. Ph. D. Thesis, University of Kaiserslautern, 2004.
- [41] I. IONEL, G. APOSTOL, F. POPESCU, C. TALIANU, M. APASCARITEI: Air Quality Monitoring in an International Romanian Airport. Journal of Environment Protection and Ecology, 11 (3), 815 (2010).
- [42] W. HELD, G. EMMERLING, A. DORING, K. RICHTER, E. JACOB, A. SCHEEDER, R. MULLER, R. BRUCK: Catalyst Technologies for Heavy-duty Commercial Vehicles Following the Introduction of EU VI and US2010; The Challenges of Nitrogen Oxide and Particulate Matter Reduction for Future Engines. In: 28th Intern. Vienna Motor Symposium, MAN Nutzfahrzeuge AG, Nuremberg and Steyr und Emitec GmbH, Lohmar, 2007.
- [43] XIN ZHANG, XIAOGANG LI, JUNSHENG WU, RENCHUN YANG, ZHIHUA ZHANG: Selective Catalytic Reduction of NO by Ammonia on V₂O₅/TiO₂ Catalyst Prepared by Sol-Gel Method. Springer Science & Business Media, 2009.
- [44] T. EGYBAZY, C. TAC, J. KOVACS, A. REDEY: Investigations on the Selectivity of Catalytic Reduction by Ammonia. Vol. 67, No 1, Academia Kiado, Budapest, 1999, 75–82.
- [45] Nenu, Petre Florinel; **Luisa Izabel DUNGAN** *(AUTOR CORESPONDENT); Cioabla, Adrian Eugen; Rusu, Gerlinde; Bandur, Geza Nicolae; Dumitreț, Alina Gabriela; Pode, Vasile, BIOMASS ANALYSIS FOR COMBUSTION APPLICATIONS - CASE STUDY SCENARIOS, STUDIA UNIVERSITATIS BABES-BOLYAI CHEMIA, Vol.63(1), 2018, ISSN 1224-7154, IF=0,558, Q4, WOS: DOI:10.24193/subbchem.2018.3.01, WOS:000448339300001
- [46] Nenu, PF; **Luisa Izabel DUNGAN** *(AUTOR CORESPONDENT); Cernescu, L; Slavici, T, ENERGETIC AND ECONOMIC CONSIDERATIONS ON THERMAL REGIME EFFECTIVENESS IN A GREENHOUSE, ACTUAL TASKS ON AGRICULTURAL ENGINEERING, ISSN 1848-4425, WOS:000506355900055, Proceedings Paper, Vol.46, 2018
- [47] Petre Florinel NENU, **Luisa Izabel DUNGAN** *(AUTOR CORESPONDENT), Adrian Eugen CIOABLA, Date experimentale în procesul de ardere pentru diferite tipuri de biomasă, A IX-a Conferință internațională Inginerie industrială și protecția mediului 2019 (IIZS 2019), 3-4 octombrie 2019, Zrenjanin, Serbia
- [48] M.A. Rosen, *Sustainability*, 2009, 1, 55.

- [49] E. Toklu, M.S. Güney, M. Işık, O. Comaklı, K. Kaygusuz, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2010, 14, 1172.
- [50] K. Hakeem, M. Jawaid, U. Rashid, "Biomass and bioenergy: applications", Springer-Verlag, New York, 2014.
- [50] K. Bilen, O. Ozyurt, K. Bakırcı, S. Karşlı, S. Erdogan, M. Yılmaz, și colab., *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2008,12, 1529.
- [51] O. Edenhofer, R. Pichs Madruga, Y. Sokona, *Climate Policy*, 2012, 6, 1088.
- [52] J. Popp, Z. Lakner, M. Harangi-Rakos, M. Fari, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2014, 32, 559.
- [53] S. Pereira, M. Costa, M.G. Carvalho, A. Rodrigues, *Energy Conversion and Management*, 2016, 125, 242.
- [54] W.H. Chen, W.Y. Cheng, K.M. Lu, Y.P. Wuang, *Applied Energy*, 2011, 88, 3636.
- [55] Administrația americană pentru informații privind energia. Biomasă. Glossary, 2016, disponibil la: <https://www.eia.gov/tools/glossary/index.cfm? Id=B>, (accesat la 03 ianuarie 2018).
- [56] DOE. Biomass Feedstocks, 2016, disponibil la: <http://www.energy.gov/eere/bioenergy/biomass-feedstocks>, (accesat la 03 ianuarie 2018).
- [57] Dicționar explicativ al limbii române, disponibil la: <https://dexonline.ro/definitie/biomas%C4%83/4403>, (accesat la 03 ianuarie 2018).
- [58] A. Balázs, "Biomasa ca sursă de energie regenerabilă, analiză tehnologică a energiei din aceasta", 2013, disponibil la: <http://www.urbanaodorhei.ro/dokumentumok/Informaciok/Biomasa.pdf>, (accesat la 03 ianuarie 2018).
- [59] Raportul privind situația globală a energiei regenerabile 2014. Rețeaua de politici în domeniul energiei regenerabile pentru secolul XXI, Secretariatul REN21, Paris, 2014, EN21.
- [60] D. Pleissner, W.C. Lam, W. Han, K.Y. Lau, L.C. Cheung, M.W. Lee, *BioMed Research International*, 2014, 8, disponibil la: <http://dx.doi.org/10.1155/2014/819474>.
- W. Han, W.C. Lam, M. Melikoglu, M.T. Wong, H.T. Leung, C.L. Ng, *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 2015, 3, 2043.
- [61] M. Melikoglu, C.S.K. Lin, C. Webb, *Food and Bioproducts Processing*, 2015,95, 63.
- [62] C.S. Chou, S.H. Lin, C.C. Peng, W.C. Lu, *Fuel Processing Technology*, 2009, 90, 1041.
- [63] M. Main-Knorn, W.B. Cohen, R.E. Kennedy, W. Grodzki, D. Pflugmacher, P. Griffiths, *Remote Sensing of Environment*, 2013, 139, 277.
- [64] A. Nansaior, A. Patanothai, A.T. Rambo, S. Simaraks, *Biomass Bioenergy*, 2013, 52,113.
- [65] A. Aslan, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2016, 57, 362.
- [66] F. Rosillo-Calle, P. de Groot, S.L. Hemstock, J. Woods, "The Biomass Assessment Handbook: Bioenergy for a Sustainable Environment", Earthscan, Londra, 2007.
- [67] E. Ntona, G. Arabatzis, G.L. Kyriakopoulos, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2015, 46, 1.
- [68] M.F. Demirbas, M. Balat, H. Balat, *Energy Conversion and Management*, 2009, 50, 1746.
- [69] C. Zaharia, Mix-ul perfect în energie, disponibil la: <http://www.green-report.ro/mix-ul-perfect-in-energie-42-din-productia-de-energie-electrica-a-romaniei-asigurata-din-surse-regenerabile/>, (accesat la 03 ianuarie 2018).
- [70] ZHOU J., YANG J., YU Q., YONG X., XIE X., ZHANG L., WEI P., JIA H., Different organic loading rates on the biogas production during the anaerobic digestion of rice straw: A pilot

study, *Bioresource Technology*, 244, 2017, p. 865-871

[71] DE CLERCQ D., WEN Z., CAICEDO L., CAO X., FAN F., XU R., Application of DEA and statistical inference to model the determinants of biomethane production efficiency: A case study in south China, *Applied Energy*, 205, 2017, p. 1231-1243

[72] RUSIN J., KASAKOVA K., CHAMRADOVA K., Anaerobic digestion of waste wafer materials from the confectionary production, *Energy*, 85, 2015, p. 194-199

[73] MICOLUCCI F., GOTTARDO M., CAVINATO C., PAVAN P., BOLZONELLA D., Mesophilic and thermophilic anaerobic digestion of the liquid fraction of pressed biowaste for high energy yields recovery, *Waste Management*, 48, 2016, p. 227-235

[74] DI MARIA F., SEGOLONI E., PEZZOLLA D., Solid anaerobic digestion batch bio-waste as pre-treatment for improving amendment quality: The effect of inoculum recirculation, *Waste Management*, 56, 2016, p. 106-112

[75] MICOLUCCI F., GOTTARDO M., MALAMIS D., BOLZONELLA D., PAVAN P., CECCHI F., Analysis of Meso/Thermo AD Process applied to pressed biowaste, *Waste Biomass Valor* 6, 2015, p. 723-731

[76] PETRACCHINI F., LIOTTA F., PAOLINI V., PERILLI M., CERIONI D., GALLUCCI F., CARNEVALE M., BENCINI A., A novel pilot scale multistage semidry anaerobic digestion reactor to treat food waste and cow manure, *Int. J. Environ. Sci. technol.*, 2018, 15: p. 1999-2008,

[77] GAO X., LIU X., WANG W., Biodegradation of particulate organics and its enhancement during anaerobic co-digestion of municipal biowaste and waste activated sludge, *Renewable Energy*, 96, 2016, p. 1086-1092

[78] TONANZI B., GALLIPOLI A., GIANICO A., MONTECCHIO D., PAGLIACCIA P., DI CARLO M., ROSSETTI S., BRAGUGLIA C.M., Long-term anaerobic digestion of food waste at semi-pilot scale: Relationship between microbial community structure and process performances, *Biomass and Bioenergy*, 118, 2018, p. 55-64

[79] DA ROS C., CAVINATO C., PAVAN P., BOLZONELLA D., Mesophilic and thermophilic anaerobic co-digestion of winery wastewater sludge and wine lees: An integrated approach for sustainable wine production, *Journal of Environmental Management*, 203, 2017, 745-752,

[80] FENG L., WARD A.J., GUIXE P.G., MODET V., MOELLER H.B., Flexible biogas production by pulse feeding maize silage or briquetted meadow grass into continuous stirred tank reactors, *Biosystems Engineering*, 174, 2018, p. 1-10

[81] VALENTI F., PORTO S.M.C., SELVAGGI R., PECORINO B., Evaluation of biomethane potential from by-products and agricultural residues co-digestion in southern Italy, *Journal of Environmental Management*, 223, 2018, p. 834-840

[82] Ionel, I ; Ioan, P ; Dumitru, ; Francisc, P ; Cebrucean, V ; Trif-Tordai, G ; **Luisa Izabel DUNGAN**, POST-COMBUSTION REMOVAL OF CARBON DIOXIDE FROM FLUE GASES, *Metalurgia Internațional*, vol.15, 2010, ISSN 1582-2214, IF=0,134, Q4 , WOS:000263374100007

[83] Ministerul Economiei, Comerțului și Mediului de Afaceri - România, Agenția NL - Olanda, ENERO - România, "Master Plan Biomasă pentru România", București, 2010, disponibil la: http://www.minind.ro/biomasa/Plan_de_Actiune_pentru_Biomasa.pdf, (accesat la 03 ianuarie 2018).

[84] M. Campoy, A. Gómez-Barea, P. Ollero, S. Nilsson, *Fuel Processing Technology*, 2014, 121, 63. A. Demirbas, Capitolul 2: "Combustibili din biomasă", În: A. Demirbas, A. (Ed.),

- "Biorefineries: for biomass upgrading facilities". Springer, Londra, 2010, 33.
- [85] N. Kaliyan, R.V. Morey, *Biomass and Bioenergy*, 2009, 33, 337.
- [86] F.F. Felfli, P.J.M. Mesa, J.D. Rocha, D. Filippetto, C.A. Luengo, W.A. Pippo, *Biomasa și bioenergie*, 2011, 35, 236.
- [87] L. Cuiping, W. Chuangzhi, Yanyongjie, H. Huang, *Biomass and Bioenergy*, 2004, 27, 119.
- [88] S. Pérez, C.J. Renedo, A. Ortiz, M. Mañana, *Biomass and Bioenergy*, 2011, 35, 4657.
- [89] A.E.Cioablă, N. Pop, G. Trif-Tordai, D.G. Călinoiu, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 2017, 127, 515.
- [90] Ionel I, Popescu Francisc, **Luisa Izabel DUNGAN**, Cioabla A.E, Lelea D., ș.a., Raport tehnic EPOC 2011 din proiectul cu titlul „Energie pentru orașe curate”
- [91] **Luisa Izabel DUNGAN**, Cioablă, A.E., Pode, V, Small scale determinations for biogas production using anaerobic fermentation - 2L batch scenarios, *Revista de Chimie* nr. 71, 2020, <https://doi.org/10.37358/RC.20.1.7836>
- [92] Ivanovici M., Cioabla A.E, Lelea D., Popescu Francisc, **Luisa Izabel DUNGAN**, Ordodi L.V., Biogas production on lab-scale: Utilization of wastewater from Hunedoara treatment plant, *Journal of Physics: Conference Series.*, ISSN 1742-6588, Vol. 1781, paper 012069, 2021, DOI: 10.1088/1742-6596/1781/1/012069, (SCOPUS)
- [93] Cioablă Adrian Eugen – Teză de abilitare, 2021
- [94] G.Mocuta, I.Ionel, M.Tilincea, **Luisa Izabel DUNGAN**, Engineering training support through practice, *International Symposium on Advanced engineering&applied management - 40 th Anniversary in Higher education, Hunedoara*, 2010
- [95] G.Mocuta, I.Ionel, Gunter Horcher, **Luisa Izabel DUNGAN**, Simina Fulga, Practical training between necessity and facts. Practicor project presentation, *Ist International Conference „ECOLOGY OF URBAN AREAS 2011—*, 30th September 2011, Ecka, Serbia, ISBN 978-86-7672-145-0, pp 480-483
- [96] Ionel I., **Luisa Izabel DUNGAN**, Vasilescu M., Engineering capacities developed by practice during university studies, *Conference proceedings - Sustainable landscape planning and safe environment*, BENA, Istanbul, Turkey, 21-24 june 2014, ISBN 978-975-561-421-2, pag.835-843
- [97] Ionel I, **Luisa Izabel DUNGAN**, E.G.Mocuta, I. Mihai, Vasilescu M., Outcome based education&professional pathway. Results and perspectives, *Septième édition du Colloque FRancophone en Energie, Environnement, Economie et Thermodynamique - COFRET'14 Paris*, Cnam - 23 - 24 - 25 avril 2014, <https://www.sft.asso.fr/document.php?pagendx=9783&p=act-2795>
- [98] I.Ionel, **Luisa Izabel DUNGAN**, E. Mocuta, M.Vasilescu, *Results and perspectives for the outcome environmental based education & professional pathways*, 1 st International Medical Conference, *Environment and Public Health*", MED ENV 2014, 12-14 sept, ISBN: 978-606-8066-48-6, pag: 84-85, 2014
- [99] **Luisa Izabel DUNGAN**, Cernescu L.M., Herman M., Popescu Francisc, Advising, an indispensable element in training students. Usefulness of POSDRU grants, *12th International Conference on Educational Technologies (EDUTE '16)*, February 13-15, 2016, Barcelona, Spain, ISBN 978-1-61804-369-6, <https://www.wseas.org/cms.action?id=11103>
- [100] Simina Maris, Stefan Maris, **Luisa Izabel DUNGAN**, Titus SLAVICI, Re-shaping education: role of internet resources in increasing the efficiency of educational process,

WOS:000426964000013, BRAIN-BROAD RESEARCH IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND NEUROSCIENCE, eISSN 2067-3957, IF=0, Q4, Vol.9, issue 1, pag 132-137, 2018

[101] CF Buciuman, S Potra, **Luisa Izabel DUNGAN** *(AUTOR CORESPONDENT), Integrating Agile Methodologies and Gamification for Student Engagement and Success, Proceedings of the 18th European Conference on Games Based Learning, 2024

[102] Potra Sabina; Pugna Adrian; Pop Madalin; Negrea Romeo, **Luisa Izabel DUNGAN**, Facing COVID-19 Challenges: 1st-Year Students' Experience with the Romanian Hybrid Higher Educational System, JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PUBLIC HEALTH, vol 8(6), 2021, eISSN 1660-4601, WOS:000639181300001, Q1

[103] Potra Sabina; Pugna Adrian; Pop Madalin; **Luisa Izabel DUNGAN**, Romanian University hybrid education system: a grounded theory approach of 1ST year students experience, INTED2021 proceedings, 2021, 10402-10406,

[104] Potra Sabina, Pop Madalin, **Luisa Izabel DUNGAN**, The Influence of University Experiences on Student Engagement during the COVID19 Hybrid Education System, 13TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND NEW LEARNING TECHNOLOGIES, EDULEARN21, https://re.public.polimi.it/retrieve/e0c31c11-c06a-4599-e053-1705fe0aef77/EDULEARN21_1456_compressed.pdf

[105] European Commission (2016). *A New Skills Agenda for Europe*. Bruxelles.

[106] OECD (2019). *Preparing Youth for the Future of Work*. OECD Publishing.

[107] Harvey, L. (2001). *Defining and Measuring Employability*. Quality in Higher Education, 7(2), 97–109.

[108] Knight, P. T., & Yorke, M. (2003). *Assessment, Learning and Employability*. Open University Press.

[109] Yorke, M. (2006). *Employability in Higher Education: What It Is – What It Is Not*. Higher Education Academy.

[110] Savickas, M. L. (2013). *Career Construction Theory and Practice*. Wiley.

[111] European Commission (2020). *Digital Education Action Plan 2021–2027*. Bruxelles.

[112] OECD (2020). *Education Responses to COVID-19: Embracing Digital Learning*. OECD Publishing.

[113] Gilson Morales, Clarissa Unica Morales, Model for engineering education to development of competences and abilities, *International Conference on Engineering Education – ICEE 2007-05-01*, available: www.ineer.org/Events/ICEE2007/papers/74.pdf

[114] Moti Frank, Knowledge, abilities, cognitive characteristics and behavioral competences of engineers with high capacity for engineering systems thinking (CEST), *Systems Engineering, Volume 9, Issue 2 (May 2006) pp. 91 – 103*, Publisher John Wiley and Sons Ltd. Chichester, UK ISSN:1098-1241

[115] Eileen P. Arnold, Global Systems Engineering Competencies: A Business Advantage, *INCOSE 2008 Symposium*, available: www.incose.org/.../May_IS2008_Arnold_Global%20SE%20Competency.pdf

[116] Jaime A. Teixeira da Silva, The pinnacle of science education and ethical collaboration: Successful publishing, *Educational Research*, Vol. 3(3), pp. 202-211, March 2012

- [117] Ashfaque Ahmad Shah, Uzma Shahzadi, Jean-Jacques Paul, Establishing reliability of graduates' self-assessment of acquired generic competences: An innovative approach, Educational Research, Vol. 3(3), pp. 222-247, March 2012
- [118] <https://getkahoot.com/support/faq/#who-and-what-is-behind-kahoot>
- [119] Dewi, D.A. și Muniandy. M. (2014) "The agility of agile methodology for teaching and learning activities", 8th Malaysian Software Engineering Conference (MySEC), Langkawi, Malaysia, 2014, pp. 255-259.
- [120] Salza, P., Musmarra, P. și Ferrucci, F. (2019) "Agile Methodologies in Education: A Review: Bringing Methodologies from Industry to the Classroom", Springer, Singapore,
- [121] El-Abbasy, A., Muawad, R. și Gaber, A. (2010) "Evaluating Agile Principles in CS Education", International Journal of Computer Science and Network Security, Volume 10, No. 10.
- [122] Duvall, S., Hutchings, D. și Kleckner, M. (2017) "Changing Perceptions of Discrete Mathematics through Scrum-based Course Management Practices", Journal of Computing Sciences in Colleges, Consortium for Computing Sciences in Colleges, Volume 33, No. 2, pp 182-189.
- [123] Buciuman, C.F., Izvercianu, M., Seran, S. (2012) "The use of agile methods in conducting student marketing projects", Proceedings of the 7th International Conference Quality Management in Higher Education (QMHE), Iasi, Romania.
- [124] Elizondo, L.A., Kisselburgh, L.G., Hirleman, E.D. et al. (2010) "Understanding Innovation in Student Design Projects", Proceedings of the ASME 2010 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference, pp 805-810.
- [125] Buciuman, C.F. (2020) "How can Agility Sustain a Change of Mindset in Education?", European Conference on e-Learning; Kidmore End, <https://doi.org/10.34190/EEL.20.113>.
- [126] Cohn, M. (2005) "Agile Estimating and Planning", Prentice Hall, Londra.
- [127] Crawford, J.; Butler-Henderson, K.; Rudolph, J.; Malkawi, B.; Glowatz, M.; Burton, R.; Magni, P.; Lam, S. COVID_19: răspunsurile pedagogiei digitale intra-perioadă din învățământul superior din 20 de țări . J. Appl. Learn. Teach. 2020, 3, 9-28.
- [128] Fatani, T.H. Satisfacția studenților cu privire la calitatea predării prin videoconferință în timpul pandemiei COVID-19. BMC Med. Educ 2020, 20, în presă.
- [129] DiRamio, D.; Wolverton, M. Integrarea comunităților de învățare și a educației la distanță: posibilitate sau vis? Innov. High. Educ 2006, 31, 99-113
- [130] Bolliger, D.U.; Supanakorn, S.; Boggs, C. Impactul podcastării asupra motivației studenților în mediul de învățare online. Comput. Educ 2010, 55, 714-722.
- [131] Fish, L.A.; Snodgrass, C.R. Un studiu preliminar al percepțiilor studenților de la Business asupra educației online față de cea față în față. BRC J. Adv. Educ. 2014, 4, 1-21.
- [132] Castle, S.R. An Analysis of Student Self-Assessment of Online, Blended, and Face-to-face Learning Environments: Implicații pentru furnizarea de educație durabilă. Int. Educ. Stud 2010
- [133] Allen, I.; Seaman, J. Changing Course: Ten Years of Tracking Online Education in the United States; The Sloan Consortium (Sloan-C): Newburyport, MA, SUA, 2013.
- [134] Fish, L.A.; Snodgrass, C.R. Percepțiile studenților din domeniul afacerilor privind educația online față de cea față în față: Caracteristicile studenților. Bus. Educ. Innov. J. 2015, 7, 83-94
- [135] Potra, S.; Pugna, A. When do working consumers become prosumers? Explorarea caracteristicilor prosumatorilor pentru strategiile organizaționale de creare a valorii . Encycl. Organ. Knowl. Adam. Tehnol., 2021, 1-17.