

TECHNICAL UNIVERSITY OF CLUJ-NAPOCA
UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA

ACTA TECHNICA NAPOCENSIS

Series: Environmental Engineering and
Sustainable Development Entrepreneurship
EESDE

Seria: Ingineria Mediului și Antreprenoriatul
Dezvoltării Durabile
IMADD

Volume 2, Issue 3, July – September 2013
Volumul 2, Numărul 3, iulie – septembrie 2013

JEESDE

Journal of
Environmental Engineering and
Sustainable Development Entrepreneurship

EDITORIAL BOARD

EDITOR-IN-CHIEF: Prof. Vasile Filip SOPORAN, Ph.D., Technical University of Cluj-Napoca

VICE EDITOR IN CHIEF: Reader Viorel DAN, Ph.D., Technical University of Cluj-Napoca

ASOCIATE EDITOR: Prof. Alexandru OZUNU, Ph.D., Babes-Bolyai University of Cluj-Napoca

EDITORIAL ADVISORY BOARD:

Dorel BANABIC, Technical University of Cluj-Napoca, Romania, Member of the Romanian Academy
Vasile COZMA, University of Agricultural Science and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Romania,
Member of Romanian Agricultural and Forestry Sciences Academy
Avram NICOLAE, Polytechnic University of Bucharest, Romania
Vasile PUȘCAȘ, Babeș-Bolyai University of Cluj-Napoca, Romania
Tiberiu RUSU, Technical University of Cluj-Napoca, Romania
Carmen TEODOSIU, "Gheorghe Asachi" Technical University of Iași, Romania
Ioan VIDA-SIMITI, Technical University of Cluj-Napoca, Romania

INTERNATIONAL EDITORIAL ADVISORY BOARD:

Monique CASTILLO, University Paris XII Val-de-Marne, France
Lucian DĂSCĂLESCU, University of Poitiers, France
Diego FERREÑO BLANCO, University of Cantabria, Spain
Luciano LAGAMBA, President of Emigrant Immigrant Union, Roma, Italy

EDITORIAL STAFF:

Lecturer Ovidiu NEMEȘ, Ph.D., Technical University of Cluj-Napoca
Assistant Professor Timea GABOR, Ph.D., Technical University of Cluj-Napoca
Assistant Professor Bianca Michaela SOPORAN (VAC), Ph.D., Technical University of Cluj-Napoca
Eng. Anca NĂȘCUȚIU, Technical University of Cluj-Napoca

ENGLISH LANGUAGE TRANSLATION AND REVIEW:

Assistant Professor Sanda PĂDUREȚU, Technical University of Cluj-Napoca

WEBMASTER:

PhD. Student Doina Ștefania COSTEA, Technical University of Cluj-Napoca

EDITORIAL CONSULTANT:

Eng. Călin CÂMPEAN, Technical University of Cluj-Napoca

U.T.PRESS PUBLISHING HOUSE CLUJ-NAPOCA

EDITORIAL OFFICE:

Technical University of Cluj-Napoca, Faculty of Materials and Environmental Engineering,
Center for Promoting Entrepreneurship in Sustainable Development,
103-105, Muncii Boulevard, 400641, Cluj-Napoca, Romania
Phone: +40 264/202793, Fax: +40 264/202793
Home page: www.cpadd.utcluj.ro/revista
E-mail: eesde@imadd.utcluj.ro

ISSN – 2284-743X; ISSN-L – 2284-743X

SCIENTIFIC BOARD

Mihail ABRUDEAN – Technical University of Cluj-Napoca, Romania;
Emanuel BABICI – Vice-Charmain S.C. Uzinsider SA, Bucharest, Romania;
Grigore BABOIANU – Administration of Biosphere Reserve of the Danube Delta, Tulcea, Romania;
Simion BELEA – Technological Information Center, North University Center of Baia-Mare, Romania;
Petru BERCE – Technical University of Cluj-Napoca, Romania;
Marius BOJIȚĂ – "Iuliu Hațieganu" University of Medicine and Pharmacy, Cluj-Napoca, Romania;
Nicolae BURNETE – Technical University of Cluj-Napoca, Romania;
Viorel CÂNDEA – Technical University of Cluj-Napoca, Romania;
Melania Gabriela CIOT – Babeș-Bolyai University of Cluj-Napoca, Romania;
Virgil CIOMOȘ – Babeș-Bolyai University of Cluj-Napoca, Romania;
Aurel CODOBAN – Babeș-Bolyai University of Cluj-Napoca, Romania, Romania;
Tamás CSOKNYAI – University of Debrecen, Hungary;
Ioan CUZMAN – "Vasile Goldis" Western University of Arad, Romania;
Viorel DAN – Technical University of Cluj-Napoca, Romania;
Petru DUNCA – North University Center of Baia-Mare, Romania;
Ucu Mihai FAUR – "Dimitrie Cantemir" Christian University of Cluj-Napoca, Romania;
Maria GAVRILESCU - "Gheorghe Asachi" Technical University of Iași, Romania;
Ion Cosmin GRUESCU – Lille University of Science and Technology, Lille, France;
Ionel HAIDUC – Babeș-Bolyai University of Cluj-Napoca, Romania, President of Romanian Academy;
Speranța Maria IANCULESCU – Technical University of Civil Engineering, Bucharest, Romania;
Petru ILEA – Babeș-Bolyai University of Cluj-Napoca, Romania;
Ioan JELEV – Polytechnic University of Bucharest, Romania, Member of Romanian Agricultural and Forestry Sciences Academy;
Johann KÖCHER – Dr Köcher GmbH, Fulda, Germany;
Frédéric LACHAUD – University Toulouse, France;
Sanda Andrada MĂICĂNEANU – Babeș-Bolyai University of Cluj-Napoca, Romania;
Jean Luc MENET – Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis, France;
Valer MICLE – Technical University of Cluj-Napoca, Romania;
Mircea MOCIRAN – Technical University of Cluj-Napoca, Romania;
Radu MUNTEANU – Technical University of Cluj-Napoca, Romania, Member of Romanian Technical Sciences Academy;
Emil NAGY – Technical University of Cluj-Napoca, Romania;
Ovidiu NEMEȘ – Technical University of Cluj-Napoca, Romania;
Dumitru ONOSE – Technical University of Civil Engineering Bucharest, Romania;
Vasile OROS – North University Center of Baia-Mare, Romania;
Alexandru OZUNU – Babeș-Bolyai University of Cluj-Napoca, Romania;
Fesneau PASCAL – Honorary Consul of France in Cluj-Napoca, Romania;
Marian PROOROCU – University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Romania;
Daniela ROȘCA – University of Craiova, Romania;
Adrian SAMUILĂ – Technical University of Cluj-Napoca, Romania;
Cornel SOMEȘAN – Association for Development and Promotion Entrepreneurship, Cluj-Napoca, Romania;
Vasile Filip SOPORAN – Technical University of Cluj-Napoca, Romania;
Alexandru TULAI – Iquest Technologies Cluj-Napoca, Romania;
Horațiu VERMEȘAN – Technical University of Cluj-Napoca, Romania;
Nicolas Duiliu ZAMFIRESCO – DZ Consulting International Group, Paris, France.

ACTA TEHNICA NAPOCENSIS

Scientific Journal of Technical University of Cluj-Napoca

Series: Environmental Engineering and Sustainable Development Entrepreneurship (EESDE)

Series published by Center for Promoting Entrepreneurship in Sustainable Development

Founding director of the series EESDE: professor Vasile Filip SOPORAN, Ph.D.

Quarterly: Vol. 2 - Issue 3 (July – September 2013)

ISSN – 2284-743X; ISSN-L – 2284-743X

Objectives and purpose: The scientific journal “Environmental Engineering and Sustainable Development Entrepreneurship” is an interdisciplinary publication that seeks scientific analysis in order to achieve debates on environmental engineering and sustainable development entrepreneurship on local, national or global level. Specifically, under the auspices of entrepreneurship and sustainable development, the magazine will include scientific contributions in the fields of environmental engineering and the management of enterprise and entrepreneurship, showing trends and challenges in the XXI century on the sustainable development and environmental engineering issues. Contributions will offer to the readers, original and high quality materials.

Readers: The scientific journal is designed to provide a source of scientific references to reach any person which has the research activity in the field of global issues on environment and sustainable entrepreneurship. The journal offers to teachers, researchers, managers, professionals, entrepreneurs, civil society and political personalities, a tool to develop such a sustainable business, which protects the environment.

Content: The scientific journal publish original papers, reviews, conceptual papers, notes, comments and novelties.

Areas of interest: The main theme and objective of the scientific journal is environmental engineering and sustainable development entrepreneurship; being no limit to articles which will be considered by the editorial board.

- ❖ Industrial Engineering
 - ❖ Technologies and Equipment for Industrial Environmental Protection
 - ❖ Industrial Engineering and Environment
 - ❖ Materials Science and Engineering
 - ❖ Entrepreneurship in Sustainable Development
 - ❖ Eco Responsible Entrepreneurship
 - ❖ Social Entrepreneurship
-

Obiective și scop: Revista științifică „Ingineria Mediului și Antreprenoriatul Dezvoltării Durabile” este o publicație interdisciplinară care urmărește o analiză științifică în scopul realizării unor dezbateri asupra ingineriei mediului și antreprenoriatul dezvoltării durabile pe plan local, național sau mondial. La nivel concret sub auspiciile antreprenoriatului și dezvoltării durabile revista va include contribuții științifice din domeniile ingineriei mediului, managementul întreprinderii și antreprenoriatului, prezentând tendințele și provocările secolului XXI în problematica dezvoltării durabile și protecției mediului. Contribuțiile vor avea scopul de a oferi cititorilor materiale originale și de înaltă calitate.

Cititori: Revista științifică este elaborată pentru a oferi o sursă de referințe științifice la îndemâna oricărei persoane care are activitatea de cercetare în domeniul problemelor globale cu privire la protecția mediului, antreprenoriat sau dezvoltarea durabilă. Revista oferă cadrelor didactice universitare, cercetătorilor, managerilor, profesioniștilor, antreprenorilor, reprezentanților ai societății civile și personalităților din politică, un instrument de lucru pentru a dezvolta astfel o afacere durabilă protejând mediul înconjurător.

Conținut: Revista științifică publică lucrări originale, recenzii, lucrări conceptuale, note, comentarii și noutăți.

Domenii de interes: Tema principală și obiectivele revistei științifice sunt ingineria mediului, antreprenoriatul și dezvoltarea durabilă, însă nu există nici o limitare la articolele care vor fi luate în considerare de către comitetul științific al revistei.

- ❖ Ingineria industrială
 - ❖ Tehnologii și echipamente pentru protecția mediului industrial
 - ❖ Inginerie și protecția mediului industrial
 - ❖ Știința și ingineria materialelor
 - ❖ Antreprenoriat în domeniul dezvoltării durabile
 - ❖ Antreprenoriat ecoresponsabil
 - ❖ Antreprenoriat social
-

CONTENT

CUPRINS

EDITORIAL , Sanda PĂDUREȚU.....	7
INFLUENCE OF HEAT TREATMENTS ON THE PROPERTIES OF AISi₉Cu₃ ALLOY PARTS OBTAINED BY MEANS OF HPDC AND SSR PROCESSES INFLUENȚA TRATAMENTELOR TERMICE ASUPRA PROPRIETĂȚII PIESELOR DIN ALIAJUL AISi₉Cu₃ OBȚINUTE PRIN PROCESELE HPDC ȘI SSR Claudia BOLDOR (DEMIAN), Diego Ferreño BLANCO, Estela RUIZ, Tiberiu RUSU...	9
THE OPERATIONALIZATION IN METALLURGY OF SOME SUSTAINABLE DEVELOPMENT PRINCIPLES OPERAȚIONALIZAREA ÎN METALURGIE A UNOR PRINCIPII DE DEZVOLTARE SUSTENABILĂ Avram NICOLAE, Ana-Maria ILIE, Mirela SOHACIU, Maria NICOLAE.....	21
FUZZY AIDED ANALYSIS OF THE ELECTRICAL GENERATOR AT ACCELERATED AGING AND POLLUTION O ANALIZĂ FUZZY A FIABILITĂȚII GENERATORULUI ELECTRIC LA ÎMBĂTRÂNIREA ACCELERATĂ ȘI POLUARE Mihai PĂUNESCU, Ioan TÂRNOVAN.....	35

**PACKED BED REACTORS FOR THE AEROBIC COMETABOLIC
BIOREMEDIATION OF GROUNDWATER CONTAMINATED BY
CHLORINATED SOLVENTS**

**BIOREMEDIAREA AEROBĂ COMETABOLICĂ A APELOR SUBTERANE
POLUATE CU SOLVENȚI CLORURAȚI ÎN BIOREACTOARE DE TIP PBR'S**

Florin Adrian POTRA, Dario FRASCARI, Davide PINELLI, Giulio ZANAROLI,
Fabio FAVA, Simona BABUT, Valer MICLE..... 45

**CONSIDERATIONS REGARDING THE MULTIPLE FINANCING SYSTEMS FOR
START-UPS**

**CONSIDERAȚII PRIVIND SISTEME DE MULTIFINANȚARE PENTRU START-UP-
URI**

Mirel BORODI, Mihail Marius VESCAN..... 55

BOOK REVIEW

RECENZIE CARTE

Andra Ioana MOLDOVAN..... 63

**INFORMATIONS – The Conference on “Entrepreneurship, Business
Environment and Sustainable Development” Cluj-Napoca, July 4nd-5rd, 2013**

**INFORMAȚII – Conferința Antreprenoriat, “Mediu de Afaceri și Dezvoltare
Durabilă” Cluj-Napoca, 4-5 iulie 2013**

Anca NĂȘCUȚIU..... 65

EUROPEAN, GLOBAL AND NATIONAL STRATEGIES AND POLICIES REGARDING SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Traditionally defined as "development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs" [1], sustainable development creates, in other words, the conditions so that today's growth does not endanger the growth possibilities of future generations. This definition, which has become fundamental for understanding the concept was given by the World Commission on Environment and Development report "Our Common Future", also known as the Brundtland Report.

Although it was originally targeted towards preservation of environmental quality (as the solution to the ecological crisis), today the concept of sustainable development has expanded the meaning of terms in the binomial human-environment, from the environment into the economic or social, targeting quality of life in its complexity, while shifting its area of interest towards the concern for justice and equity between countries, not only between generations, as it was the case in the definition which has established this new area of interest.

As we can see, by glancing at the analytical summaries of EU legislation (concisely, accessibly and objectively presented within the Europa portal of the EU institutions), they backtrack to the three aspects of sustainable development (economic, social and environmental), to be taken into account equally at the political level. The Sustainable Development Strategy, adopted in 2001 and amended in 2005, is completed, among others, by the principle of integrating environmental aspects into the European policies that have an impact on the environment [1].

On the global scene, as a result of the Rio +20 conference, held in Rio de Janeiro in June 2012 one of the main outcomes was the agreement that member States should launch a process to develop a set of sustainable development goals (Sustainable Development Goals - SDG), which will build upon the Millennium Development Goals and converge with the post - 2015 development agenda. It was decided to establish an "inclusive and transparent inter-governmental process open to all stakeholders, with a view to developing global sustainable development goals to be agreed by the General Assembly" [2]. It was also agreed that sustainable development objectives are action-oriented, concise, easy to communicate, limited in number, aspirational, global and universally applicable in all countries, taking into account different national realities, capacities and levels of development and in compliance with national policies and priorities.

The final document states that the development of these objectives mentioned above should have the following characteristics: to be useful in order to achieve a focused and coherent action on sustainable development, to contribute to sustainable development, to be a force for the implementation and integration of sustainable development in the UN system as a whole

STRATEGII ȘI POLITICI EUROPENE, MONDIALE ȘI NAȚIONALE REFERITOARE LA DEZVOLTAREA DURABILĂ

Definită în mod tradițional drept "dezvoltarea care satisface nevoile prezentului, fără a compromite posibilitatea generațiilor viitoare de a a-și satisface propriile nevoi" [1], dezvoltarea durabilă face, cu alte cuvinte, astfel încât creșterea de azi să nu pericliteze posibilitățile de creștere ale generațiilor viitoare. Această definiție, devenită în timp fundamentală pentru înțelegerea conceptului, a fost dată de către Comisia Mondială pentru Mediu și Dezvoltare în raportul "Viitorul nostru comun", cunoscut și sub numele de Raportul Brundtland.

Deși inițial era orientat înspre prezervarea calității mediului înconjurător (ca soluție a crizei ecologice), astăzi conceptul de dezvoltare durabilă a extins sensul termenilor din binomul om-mediul dinspre mediul înconjurător înspre cel economic sau social, vizând calitatea vieții în complexitatea sa, mutând totodată aria de interes înspre preocuparea pentru dreptate și echitate între state, nu numai între generații, după cum era cazul în definiția care pune bazele acestei noi arii de interes.

După cum putem observa și aruncând o privire analitică asupra sintezelor legislației UE (prezentate concis, accesibil și obiectiv în cadrul portalului Europa al instituțiilor UE), acestea reiau ideea celor trei aspecte ale dezvoltării durabile (economic, social și de mediu), care trebuie avute în vedere în egală măsură și la nivel politic. Strategia de dezvoltare durabilă, adoptată în 2001 și modificată în 2005, este completată, printre altele, de principiul integrării aspectelor de mediu în politicile europene care au un impact asupra mediului [1].

În plan global, ca urmare a conferinței Rio+20, care a avut loc în iunie 2012 la Rio de Janeiro, unul dintre principalele rezultate în urma acesteia a fost acordul ca statele membre să lanseze un proces de dezvoltare a un set de obiective de dezvoltare durabilă (Sustainable Development Goals - SDG), care se vor baza pe Obiectivele de Dezvoltare ale Mileniului și sunt convergente cu agenda de dezvoltare post-2015. S-a decis stabilirea unui "proces interguvernamental deschis și transparent pentru toate părțile interesate, în vederea dezvoltării obiectivelor globale de dezvoltare durabilă care urmează să fie stabilite de către Adunarea Generală" [2]. S-a convenit de asemenea ca obiectivele de dezvoltare durabilă să fie orientate spre acțiune, concise, ușor de comunicat, limitate ca număr, aspiraționale, globale și aplicabile în mod universal în toate țările, luând în considerare diferențele realități naționale, capacitățile și nivelurile de dezvoltare și respectând politicile și prioritățile naționale.

Documentul final menționează faptul că dezvoltarea acestor obiective sus-menționate ar trebui să aibă următoarele caracteristici: să fie utile pentru a realiza o acțiune focalizată și coerentă referitoare la dezvoltarea durabilă, să contribuie la realizarea dezvoltării durabile, să reprezinte o forță de implementare și integrare a dezvoltării durabile în sistemul ONU ca întreg și de asemenea să abordeze și să se concentreze pe domeniile prioritare pentru

and also to address and focus on priority areas for achieving sustainable development. The document we refer to has mandated the creation of an intergovernmental open working group that will present a report at the 68th General Assembly (September 25 to October 5, 2013, New York) containing a proposal for the consideration of sustainable development objectives and corresponding actions. The resulting document states that the process leading to the achievement of the objectives should be coordinated and consistent with the processes that take into account the post - 2015 development agenda and the original contributions to the Open Working Group will be provided by the UN Secretary General in consultation with national governments [2].

Following the methodological requirements of the European Union, the Romanian government has approved, in November 2008, the National Strategy for Sustainable Development at the horizon of the years 2013-2020-2030, representing a joint project of the Romanian Government, through the Ministry of Environment and Sustainable Development and the United Nations Development Program, through the National Center for Sustainable Development [3]. The concrete objectives of this strategy aim to "shift, within a reasonable and realistic time framework to a new development model inherent to the European Union and shared worldwide - that of sustainable development oriented towards the continuous improvement of people's lives and the relationships between them, in harmony with the natural environment" [3]. Among the main actions, detailed on sectors and timeframes we can highlight the following: the rational correlation of the development objectives, including the investment programs in cross-sector and regional profile with the sustainable capacity of the natural capital, the accelerated modernization of the systems of education and training, public health and social services, taking into account the demographic trends and their impact on labor market, the widespread use of the best available technologies in the economic and ecological investment decisions; the entrenchment of eco-efficiency in all production activities and services, anticipating the effects of climate change and the development of action plans for the crisis caused by natural or human phenomena, the identification of additional funding sources for the implementation of projects and programs ranging especially in the fields of infrastructure, energy, environment, food security, education, health and social services, protection and enhancement of cultural and natural national heritage, the connection to European norms and standards on quality of life [3].

realizarea dezvoltării durabile. Documentul la care facem referire a mandatat crearea unui grup de lucru deschis inter-guvernamental, care va prezenta un raport la cea de-a 68-a Adunare Generală (25 septembrie – 5 octombrie 2013, New York), care conține pentru examinare o propunere de obiective de dezvoltare durabilă, precum și acțiuni corespunzătoare. Documentul rezultat precizează că procesul care duce la realizarea obiectivelor stabilite trebuie să fie coordonat și coerent cu procesele care țin cont de agenda de dezvoltare post - 2015, iar contribuțiile inițiale la lucrările Grupului Deschis de Lucru vor fi furnizate de către Secretariatul General al ONU, în consultare cu guvernele naționale [2].

Urmărind prescripțiile metodologice ale Uniunii Europene, Guvernul României a aprobat în noiembrie 2008 Strategia Națională Pentru Dezvoltare Durabilă la orizontul anilor 2013-2020-2030; reprezentând un proiect comun al al Guvernului României, prin Ministerul Mediului și Dezvoltării Durabile, și al Programului Națiunilor Unite pentru Dezvoltare, prin Centrul Național pentru Dezvoltare Durabilă [3]. Obiectivele concrete ale acestei strategii vizează "trecerea, într-un interval de timp rezonabil și realist, la un nou model de dezvoltare propriu Uniunii Europene și larg împărtășit pe plan mondial – cel al dezvoltării durabile, orientat spre îmbunătățirea continuă a vieții oamenilor și a relațiilor dintre ei în armonie cu mediul natural" [3]. Dintre direcțiile principale de acțiune, detaliate pe sectoare și orizonturi de timp putem evidenția următoarele: corelarea rațională a obiectivelor de dezvoltare, inclusiv a programelor investiționale în profil inter-sectorial și regional, cu potențialul și capacitatea de susținere a capitalului natural; modernizarea accelerată a sistemelor de educație și formare profesională, sănătate publică și servicii sociale, ținând seama de evoluțiile demografice și de impactul acestora pe piața muncii; folosirea generalizată a celor mai bune tehnologii existente, din punct de vedere economic și ecologic, în deciziile investiționale; introducerea fermă a criteriilor de eco-eficiență în toate activitățile de producție și servicii; anticiparea efectelor schimbărilor climatice și elaborarea din timp a unor planuri de măsuri pentru situații de criză generate de fenomene naturale sau antropice; identificarea unor surse suplimentare de finanțare pentru realizarea unor proiecte și programe de anvergură, în special în domeniile infrastructurii, energiei, protecției mediului, siguranței alimentare, educației, sănătății și serviciilor sociale; protecția și punerea în valoare a patrimoniului cultural și natural național; racordarea la normele și standardele europene privind calitatea vieții [3].

Asisstant Professor Sanda PĂDUREȚU,
Technical University of Cluj-Napoca

Asist.univ.dr. Sanda PĂDUREȚU,
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

References:

- [1] ***, http://europa.eu/legislation_summaries/environment/sustainable_development/index_ro.htm, accesat la 5.09.2013
- [2] ***, <http://sustainabledevelopment.un.org/index.php?menu=1300>, accesat la 6.09.2013
- [3] ***, http://www.mmediu.ro/dezvoltare_durabila/strategia_nationala.htm

INFLUENCE OF HEAT TREATMENTS ON THE PROPERTIES OF $AlSi_9Cu_3$ ALLOY PARTS OBTAINED BY MEANS OF HPDC AND SSR PROCESSES

INFLUENȚA TRATAMENTELOR TERMICE ASUPRA PROPRIETĂȚII PIESELOR DIN ALIAJUL $AlSi_9Cu_3$ OBTINUTE PRIN PROCESELE HPDC ȘI SSR

Claudia BOLDOR (DEMIAN)^{12*}, Diego Ferreño BLANCO¹, Estela RUIZ¹, Tiberiu RUSU²

¹Univeristy of Cantabria, School of Civil Engineering, Department of Science and Engineering of the Ground Materials, Laboratory of the Division of Materials Science and Engineering, Avda. de los Castros 39005 Santander, Cantabria, Spain

²Technical University of Cluj-Napoca, Faculty of Materials and Environmental Engineering, Department Environmental Engineering and Sustainable Development Entrepreneurship, 103-105 Muncii Ave, Cluj-Napoca, Romania

Abstract: This paper presents a study about the influence of heat treatments T5 and T6 on parts manufactured on aluminium alloy $AlSi_9Cu_3$ obtained through HPDC and SSR processes. An analysis comparing the mechanical behaviour (tensile tests and Brinell hardness tests) of HPDC and SSR parts without heat treatment and after receiving heat treatments T5 and T6 was conducted; moreover, the porosity of parts and its evolution after applying heat treatments was measured.

Keywords: HPDC, SSR, heat treatments, mechanical behaviour, tensile test, porosity, hardness, optical microscope.

Rezumat: Această lucrare prezintă un studiu privind influența tratamentelor termice T5 și T6 asupra pieselor obținute prin procesele HPDC și SSR din aliajul de aluminiu $AlSi_9Cu_3$. S-a realizat o analiză comparativă privind comportamentul mecanic a pieselor (încercările la tracțiune și duritatea Brinell) pe piese obținute prin procesele HPDC și SSR, fără tratament termic și cu tratament termic T5 și T6, precum și o analiză asupra porozității existente în piese, și evoluția acesteia în urma aplicării tratamentelor termice.

Cuvinte cheie: HPDC, SSR, tratamente termice, comportamentul mecanic, încercările la tracțiune, porozitate, duritate, microscop optic

1. Introduction

Aluminum and its alloys are increasingly used in many industry sectors. Aluminium was cast for the first time in 1876 through the sand casting technique but since then it has undergone a big evolution. Indeed, by 2010 33 different methods of casting alloys were available. These include the HPDC and SSR processes [1], analysed in this paper. Fig. 1 shows the evolution of casting processes in terms of complexity, casting temperature and improved performance.

Manufacturing parts through high-pressure die casting (HPDC) is an economically efficient method for mass production of light metal products. This method offers the possibility to produce highly complex parts with good mechanical properties [2, 3].

1. Introducere

Auminiul și aliajele sale sunt tot mai folosite în majoritatea sectoarelor industriei. Aluminiul s-a turnat pentru prima dată în anul 1876 într-o formă de nisip, însă de atunci tehnica turnării a evoluat mult, dovadă este faptul că până în anul 2010 erau 33 de metode diferite de turnare a aliajelor. Printre acestea se numără și procesele HPDC și SSR [1], procese analizate în această lucrare. Fig. 1 prezintă evoluția proceselor de turnare din punct de vedere al complexității, al temperaturii de turnare și a îmbunătățirii randamentului.

Fabricarea pieselor prin turnarea la înaltă presiune (HPDC) este o metodă eficientă din punct de vedere economic pentru producția în masă a produselor metalice ușoare. Această metodă oferă posibilitatea de a fabrica piese de o complexitate ridicată și cu proprietăți mecanice bune [2, 3].

*Corresponding author / Autor de corespondență:
Phone: +34 675/869127
e-mail: claubold@yahoo.com

The most remarkable limitations of the HPDC are the existence of porosity and hard points in the parts fabricated through this method. These features reduce the mechanical response of the material as well as they lead to difficulties for machining the parts. Moreover, difficulties can arise in pieces obtained by HPDC during the application of heat treatments [4].

Cele mai remarcabile limitări ale pieselor obținute prin procesul HPDC sunt prezența porozității și a punctelor dure. Aceste probleme conduc la înrăutățirea caracteristicilor materialului și la mecanizarea dificilă a pieselor. În plus, dificultățile pot apărea și în cazul pieselor obținute prin procesul HPDC, în timpul aplicării tratamentelor termice [4].

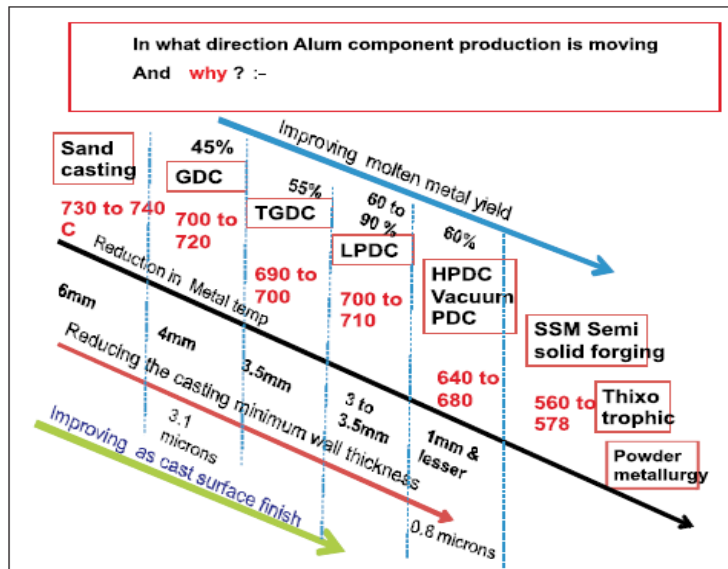


Figure 1. Evolution of casting processes [1] over the last decades.

As mentioned above, the casting techniques have strongly evolved over the last decades. Specifically, methods based on processing alloys in semi-solid state were invented more than thirty years ago at the Massachusetts Institute of Technology; they consist of stirring the molten alloy in the semi-solid range in order to induce a globular microstructure in the material [5, 6, 7]. In Fig. 2 the evolution of the microstructure of the alloy due to agitation leading to globular microstructure is schematically represented.

După cum aminteam mai sus, tehnicile de turnare au evoluat mult în ultimele decenii. Metodele bazate pe procesarea materialului în stare semi – solidă a fost inventată de mai bine de 30 ani la Institutul de Tehnologie din Massachusetts; aceasta constă în agitarea aliajului topit în intervalul semi-solid cu scopul de obține o microstructură globulară a materialului [5, 6, 7]. În Fig. 2 se evidențiază evoluția microstructurii aliajului datorită agitării, conducând la microstructură globulară, prezentat schematic mai jos.

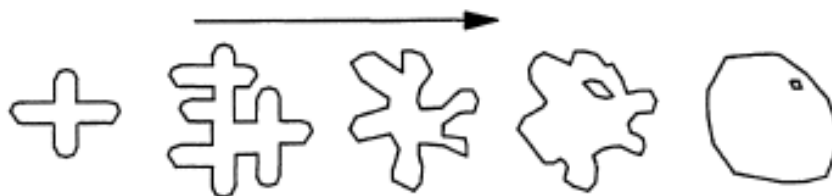


Figure 2. Evoluția microstructurii datorita agitării aliajului [8].

One of the methods based on using the material in the semi-solid state is the so called Semisolid Rheocasting (SSR) process. SSR is a simple method that consists of immersing a graphite spinning cylinder inside the liquid bath with a temperature slightly above the liquidus temperature.

Una dintre metodele care folosește material în stare semi-solidă este procesul Semisolid Rheocasting (SSR). SSR este o metodă simplă, care constă în cufundarea unui cilindru de grafit care se învâрте în interiorul băii lichide, care are o temperatura puțin peste temperatura lichidus.

At the contact with the cylinder the temperature of the alloy drops below the liquidus temperature and solidification starts. The cylinder remains in the material for short intervals, at speeds which must not exceed 60 rpm [9]. The SSR process is presented in Fig.3.

La contactul cu cilindrul care se învârtă riguros, temperatura aliajului scade sub temperatura lichidus, începând solidificarea. Cilindrul se menține în material pentru intervale scurte de timp, la viteze care nu trebuie să depășească 60 rpm [9]. Procesul SSR este prezentat în Fig.3.

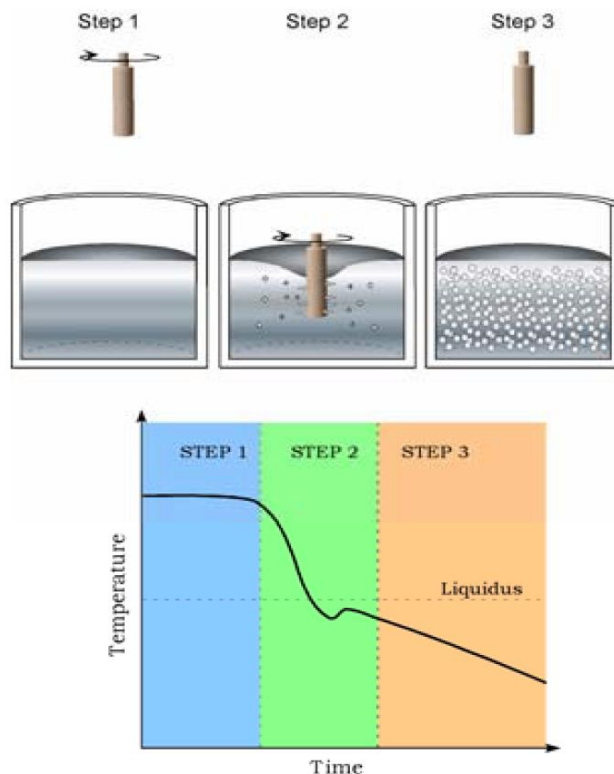


Figure 3. The scheme of the SSR process [5, 6, 9].

Next, the most relevant advantages of the SSM processes are summarised [10]:

- Metal viscosity can be controlled. By doing so the filling of the mold in a turbulent regime can be prevented. Thus, the final amount of gas bubbles in the alloy remains low, and the erosion of the mold is reduced.
- The presence of the solid phase at the moment of filling the mould leads to lower shrinkage at solidification and fine grain size microstructure.
- Low temperature of alloy implies a low reactivity and energy saving.

2. Material and methodology

The specimens analysed in this research were obtained from parts made of alloy $AlSi_9Cu_3$ through the HPDC and SSR processes. The parts were subjected to T5 and T6 heat treatments according to the standard standard B917B [11]. T6 heat treatment consists of the following steps:

- Solubilization at 505 °C for 8 hours.
- Hardening in water at 65 – 100 °C
- Aging at 155 °C for 3 hours.

În continuare se prezintă cele mai relevante dintre avantajele oferite de procesele SSM [10]:

- Vâscozitatea metalului este controlabilă. Prin acest lucru se evită umplerea formei în regim turbulent, cantitatea de gaze din aliaj este mică, iar eroziunea asupra formei de turnare este redus.
- Prezența fazei solide în momentul umplerii formei, conduce la contracții scăzute la solidificarea materialului, granulometrie fină.
- Temperatura scăzută a aliajului implică o reactivitate scăzută și economie de energie.

2. Material și metodologie

Specimenele analizate în acest studiu au fost obținute piese prin procesele HPDC și SSR din aliaj de aluminiu $AlSi_9Cu_3$ care au fost supuse tratamentelor termice T5 și T6, potrivit standardului B917B [11]. Tratamentul termic T6 constă în următorii pași:

- Solubilizare la 505 °C, timp de 8 ore.
- Călire în apă la 65 – 100 °C.
- Îmbătrânirea la 155 °C, timp de 3 ore.

T5 heat treatment consists of the last part of T6 treatment, followed by natural hardening at room temperature. Heat treatments were carried out in an electric furnace Carbolite CWF 1200, as shown in Fig. 4.

Tratamentul termic T5 constă în ultima parte a tratamentului T6, urmat de îmbătrânirea naturală la temperatura camerei. Tratamentele termice au fost efectuate în cuptorul electric Carbolite CWF 1200, prezentat în Fig. 4.



Figure 4. Carbolite electric furnace CWF 1200.

Fig. 5 (a) shows an example of the parts fabricated for the research. Two tensile specimens were obtained from each of the available parts, see Fig. 5 (b).

Fig. 5 (a) prezintă un exemplu de piesă, fabricată pentru realizarea studiului. Au fost obținute câte două epruvete din fiecare piesă disponibilă, a se vedea Fig. 5 (b).

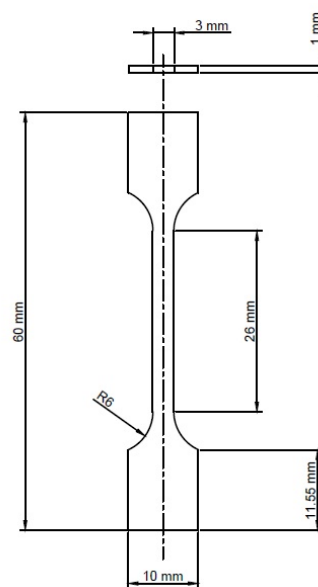
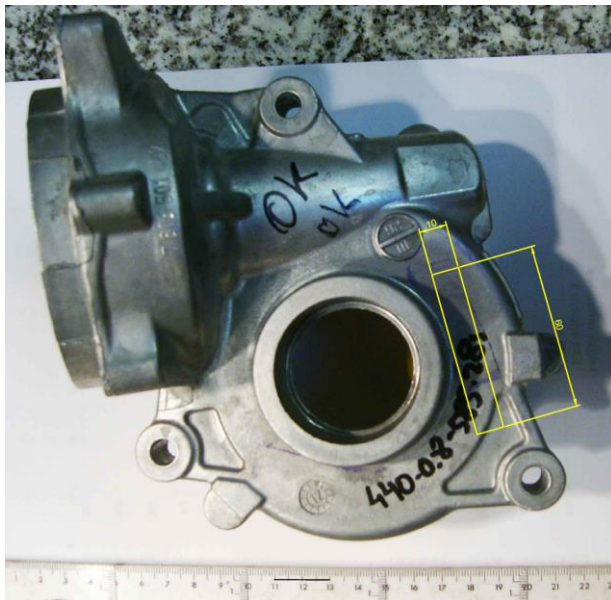


Figure 5. (a) example of a part, (b) the dimensions of the probet for the tensile tests.

Nine parts manufactured through the SSR process were available for the study based on tensile tests.

Nouă piese obținute prin procesul SSR au fost disponibile pentru studiul privind încercările la tracțiune.

They were distributed as follows (see Table 1): three parts without heat treatment (SS6, SS7, SS8), two pieces with heat treatment T5 (SS13, SS14) and four pieces with T6 heat treatment (SS20, SS21, SS22, SS23).

Distribuirea lor este următoarea (vezi Tabelul 1): trei piese fără tratament termic (SS6, SS7, SS8), două piese cu tratament termic T5 (SS13, SS14) și patru piese cu tratament termic T6 (SS20, SS21, SS22, SS23).

Table 1.
Material SSR available.

Heat treatment	Piece	Epruveta
Without heat treatment	SS6	SS6_A, SS6_B
	SS7	SS7_A, SS7_B
	SS8	SS8_A, SS8_B
With heat treatment T5	SS13	SS13_A, SS13_B
	SS14	SS14_A, SS14_B
With heat treatment T6	SS20	SS20_A, SS20_B
	SS21	SS21_A, SS21_B
	SS22	SS22_A, SS22_B
	SS23	SS23_A, SS23_B

Eight parts fabricated by means of the HPDC technique were available for the study of tensile properties (see Table 2): four parts without heat treatment (HP01, HP02, HP03, HP04) and four with T6 heat treatment (A01, A02, A03, A04).

Opt piese obținute prin tehnica HPDC, au fost disponibile pentru studiul privind încercările la tracțiune (a se vedea Tabelul 2): patru piese fără tratament termic (HP01, HP02, HP03, HP04) și patru piese cu tratament termic T6 (A01, A02, A03, A04).

Table 2.
The material HPDC analyzed.

Heat treatment	Piece	Probet
Without heat treatment	HP01	HP01_A, HP01_B
	HP02	HP02_A, HP02_B
	HP03	HP03_A, HP03_B
	HP04	HP04_A, HP04_B
With heat treatment T6	A01	A01_A, A01_B
	A02	A02_A, A02_B
	A03	A03_A, A03_B
	A04	A04_A, A04_B

To properly conduct the tensile tests an experimental setup was designed in order to connect the specimens with the servohydraulic Instron machine. Fig. 6 shows the device developed to perform the tests, including the clip gauge. The tensile tests were conducted and analyzed following the ASTM E8 / E8M – 11 standard [12].

Pentru realizarea încercărilor la tracțiune s-au proiectat și mecanizat utilaje adecvate, care au permis conectarea epruvetei cu mașina servohidraulică Instron. Fig. 6 prezintă dispozitivul dezvoltat pentru realizarea acestor teste. Încercările la tracțiune au fost realizate în conformitate cu standardul ASTM E8 / E8M – 11 [12].

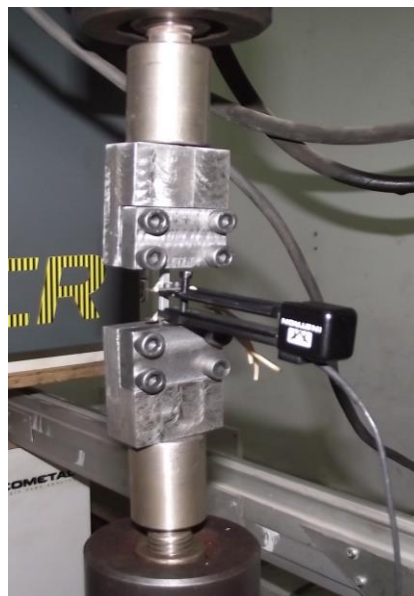


Figure 6. Experimental setup designed to perform the tensile tests.

Brinell hardness tests were performed on samples obtained from the available SSR parts (SS20, SS21, SS22 and SS23) as well as HPDC (A01, A02, A03 and A04) before and after each of the stages of T6 heat treatment, in order to assess its evolution during the process.

Porosity was also measured at each stage. For this purpose, five coupons were taken from each of the pieces and encapsulated in EpoFixKit translucent resin (which cures at room temperature), see Fig. 7.

Pe piesele obținute din material SSR (SS20, SS21, SS22 și SS23) și cele din material HPDC (A01, A02, A03 și A04) s-au realizat teste pentru determinarea durității Brinell înainte și după fiecare etapă a tratamentului termic T6, cu scopul de a vedea evoluția acesteia în timpul procesului.

De asemenea, porozitatea a fost măsurată la fiecare etapă. Pentru aceasta din fiecare piesă s-au extras câte cinci probe, care au fost încapsulate în rășina transparentă EpoFixKit cu întărire (la temperatura camerei), vezi Fig. 7.

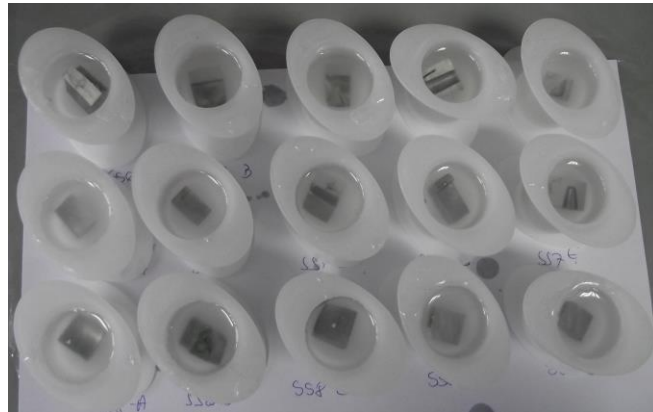


Figure 7. Encapsulating the samples for the analysis of porosity.

The available SSR and HPDC material for the analysis of porosity is summarized in Table 3 and 4.

Materialul disponibil HPDC și SSR pentru analiza porozității este prezentat în Tabelul 3 și 4.

Table 3.

Set of samples available for the analysis of porosity of SSR material.

Heat treatment	Piece	Probets analyzed
Without heat treatment	SS6	SS6_A, SS6_B, SS6_C, SS6_D, SS6_E
	SS7	SS7_A, SS7_B, SS7_C, SS7_D, SS7_E
	SS8	SS8_A, SS8_B, SS8_C, SS8_D, SS8_E
With heat treatment T5	SS13	SS13_A, SS13_B, SS13_C, SS13_D, SS13_E
	SS14	SS14_A, SS14_B, SS14_C, SS14_D, SS14_E
With heat treatment T6	SS20	SS20_A, SS20_B, SS20_C, SS20_D, SS20_E
	SS21	SS21_A, SS21_B, SS21_C, SS21_D, SS21_E
	SS22	SS22_A, SS22_B, SS22_C, SS22_D, SS22_E
	SS23	SS23_A, SS23_B, SS23_C, SS23_D, SS23_E

Table 4.

Set of samples available for the analysis of porosity of HPDC material.

Heat treatment	Piece	Probets analyzed
Without heat treatment	HP01	HP01_A, HP01_B, HP01_C, HP01_D, HP01_E
	HP02	HP02_A, HP02_B, HP02_C, HP02_D, HP02_E
	HP03	HP03_A, HP03_B, HP03_C, HP03_D, HP03_E
	HP04	HP04_A, HP04_B, HP04_C, HP04_D, HP04_E
With heat treatment T6	SS20	SS20_A, SS20_B, SS20_C, SS20_D, SS20_E
	SS21	SS21_A, SS21_B, SS21_C, SS21_D, SS21_E
	SS22	SS22_A, SS22_B, SS22_C, SS22_D, SS22_E
	SS23	SS23_A, SS23_B, SS23_C, SS23_D, SS23_E

Each of the coupons was polished to the mirror quality to be then analyzed by means of an optical microscope according to the following procedure:

- The surface of each of the coupons was scanned with the microscope; an example is shown in Fig. 8 (a).

- The pores in the figure were identified, measured and classified into 10 classes according to the pore area; an automatic program was used for this task. The program assigns each class a different color, as can be seen in Fig. 8 (b).

- Finally, the porosity of each of the coupons was determined as the relation between the total area of pores and the area of the sample.

Fiecare probă a fost pilită în conformitate cu procedeul adecvat pentru acest tip de material, iar apoi analizată la microscopul optic, prin următoarele procese:

- S-a realizat o scanare la microscop a suprafeței fiecărei probe; un exemplu este redat în Fig. 8 (a).

- În imaginea obținută s-au identificat porii, care s-au clasificat în 10 clase, în funcție de aria porului. Programul atribuie fiecărei clase de pori o culoare diferită, după cum se poate observa în Fig. 8 (b).

- În final, porozitatea fiecărei probe a fost determinată în funcție de relația între aria totală a porilor și aria totală a probei analizate.

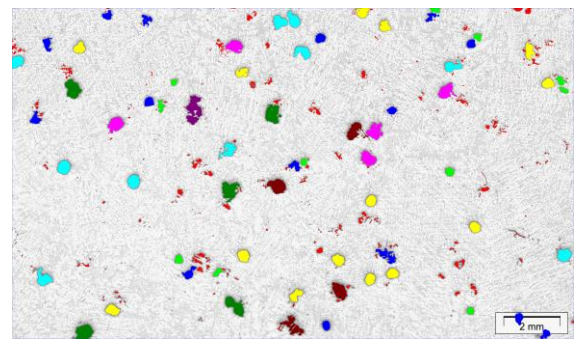
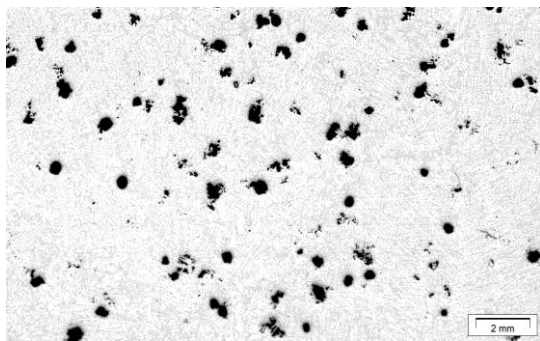


Figure 8. Example showing the determination of porosity by optical microscopy: (a) before pore classification, (b) after classification according to pore size.

3. Results and discussion

3.1. Tensile tests

After performing the tensile tests pictures of the broken specimens were taken. In Fig. 9 some examples of SSR specimens subjected to T6 heat treatments are shown.

3. Rezultate și discuții

3.1. Încercările la tracțiune

După efectuarea încercărilor la tracțiune, s-au realizat poze cu materialul analizat. În Fig. 9 se prezintă exemple de probe analizate din materialul SSR, pe care s-a aplicat tratamentul termic T6.



Figure 9. Broken specimens of T6 SSR material.

The influence of heat treatments T5 and T6 on yield stress, tensile strength and strain at tensile strength are represented in Fig. 10, Fig. 11 and 12, respectively.

Influența tratamentelor termice T5 și T6 asupra limitei de elasticitate, a rezistenței la rupere și a deformării sub sarcină maximă a materialului SSR este reprezentată în Fig. 10, Fig. 11 și 12.

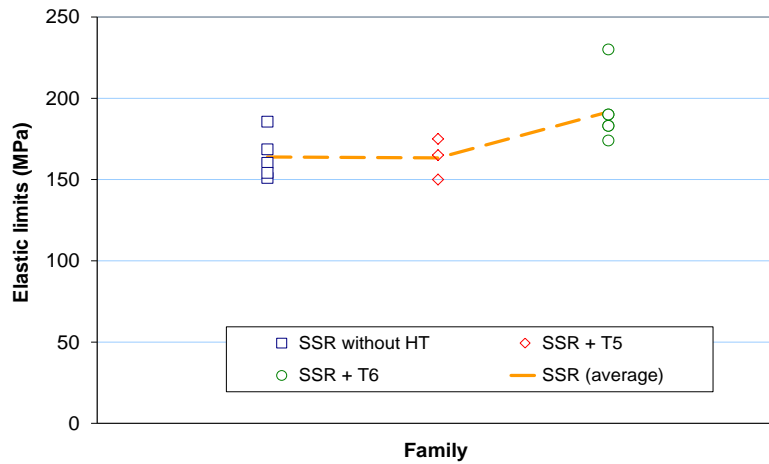


Figure 10. Influence of heat treatments T5 and T6 on the yield stress (SSR material).

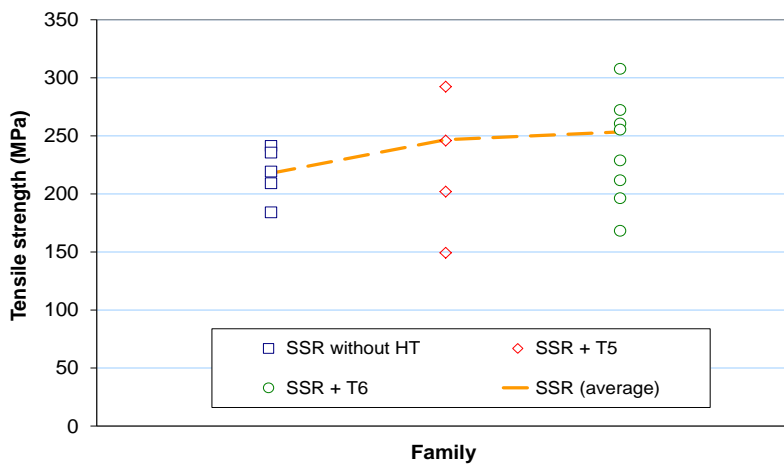


Figure 11. Influence of heat treatments T5 and T6 on the tensile strength (SSR material).

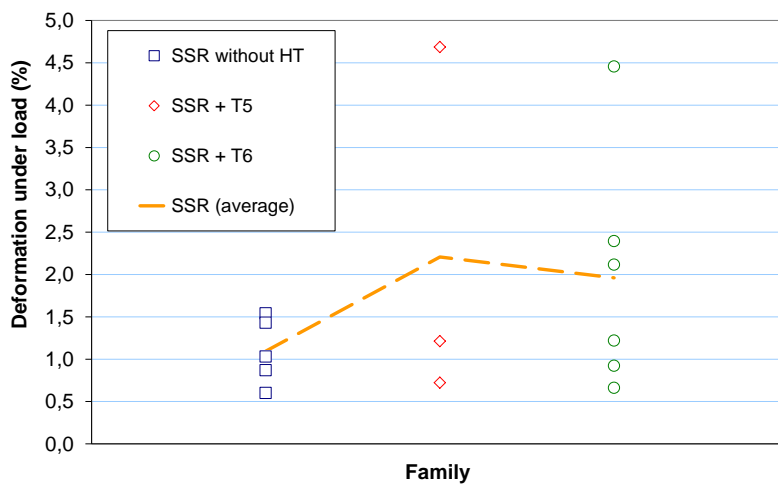


Figure 12. Influence of heat treatments T5 and T6 on the strain at the tensile strength (SSR material).

Regardless the fact that the results obtained show some scatter, a net improvement of material properties is appreciated as a consequence of heat treatment T6. Moreover, T5 heat treatment improves the tensile strength of the material and its ductility whereas its ductility does not seem to be affected.

Pe lângă faptul că, rezultatele obținute prezintă o oarecare dispersie, se observă o îmbunătățire netă a materialului în privința celor trei parametri analizați ca și consecință a tratamentului T6. De asemenea, tratamentul termic T5 îmbunătățește rezistența la rupere a materialului cât și ductilitatea acestuia.

On the other hand, the mechanical behavior of HPDC material regarding the influence of T6 heat treatment influence on the yields stress, tensile strength and strain at the tensile strength is shown in Fig. 13, Fig. 14 and Fig. 15, respectively.

Pe de altă parte, comportamentul mecanic al materialului HPDC privind influența tratamentului termic T6 asupra limitei de elasticitate, a rezistenței la tracțiune și a deformării sub sarcină maximă sunt reprezentați în Fig. 13, Fig.14, respectiv Fig. 15.

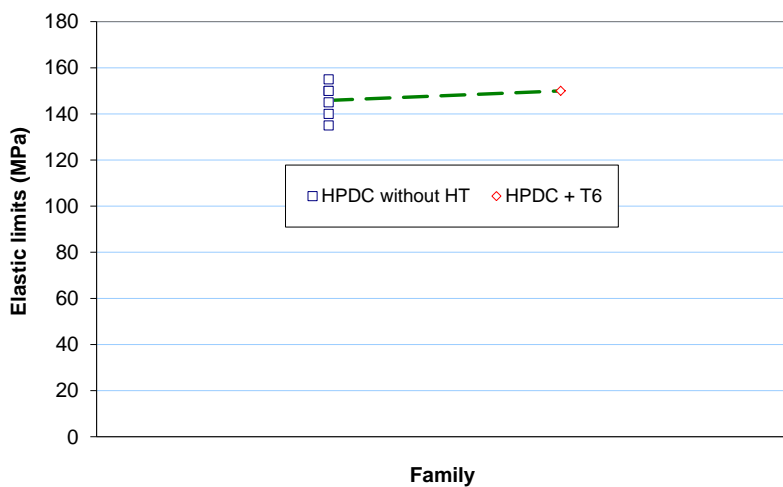


Figure 13. Influence of heat treatment T6 on the yield stress (HPDC material).

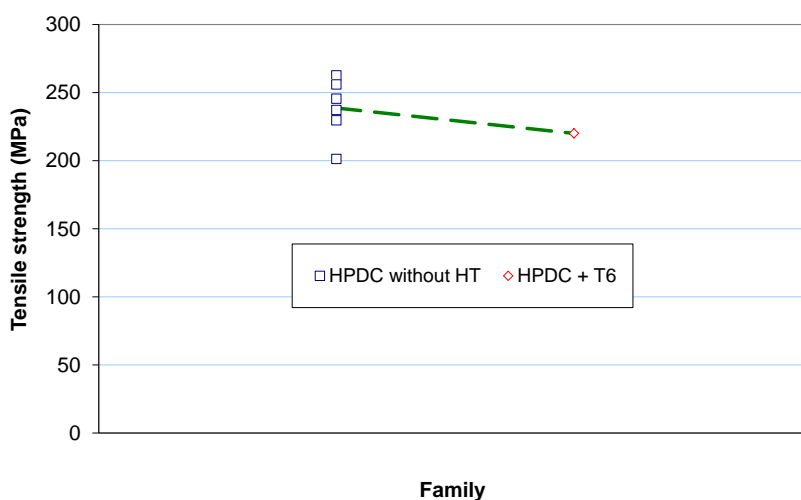


Figure 14. Influence of heat treatment T6 on the tensile strength (HPDC material).

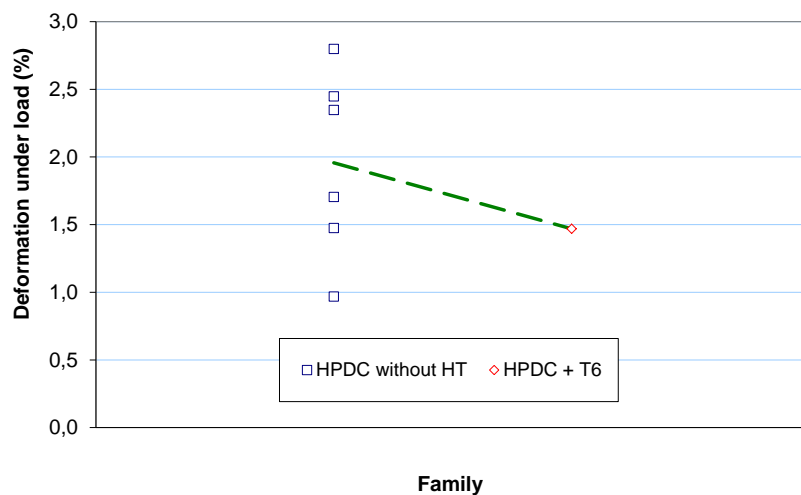


Figure 15. Influence of heat treatment T6 on the strain at tensile strength (HPDC material).

The results obtained in this case show a negligible effect of the T6 heat treatment on the yield stress and tensile strength. It is not possible to make any specific statement about the material ductility because the values obtained show a noticeable scatter.

3.2. Brinell hardness

Fig. 16 shows the evolution of Brinell hardness in SSR and HPDC material before heat treatment and after each of the stages of T6 heat treatment (after solubilization and aging).

Notice that, prior to heat treatments, HPDC material shows a better mechanical response than SSR material; after solubilization both materials improve their mechanical performance in such a way that it seems difficult to establish any difference between them. Finally, after ageing SSR hardness noticeably improves whereas HPDC remains the same.

Din rezultatele obținute se arată că, acesta rămâne insensibil la aplicarea tratamentului termic T6, atât în cazul limitei de elasticitate cât și a rezistenței la rupere. În privința deformării sub sarcină nu putem să facem afirmații, deoarece valorile obținute prezintă o dispersie considerabilă.

3.2. Duritatea Brinell

În Fig. 16 se prezintă evoluția durității Brinell în materialul SSR și HPDC înainte de tratarea termică și după fiecare etapă a tratamentului termic T6 (după solubilizare și îmbătrânire).

Se poate observa că, în cazul materialului HPDC duritatea este ușor superioară materialului SSR, însă se remarcă că etapa de solubilizare echilibrează duritatea materialelor analizate, fiind dificil de a stabili o diferență între cele două. În final, după etapa de îmbătrânire duritatea materialului SSR este categoric superioară materialului HPDC.

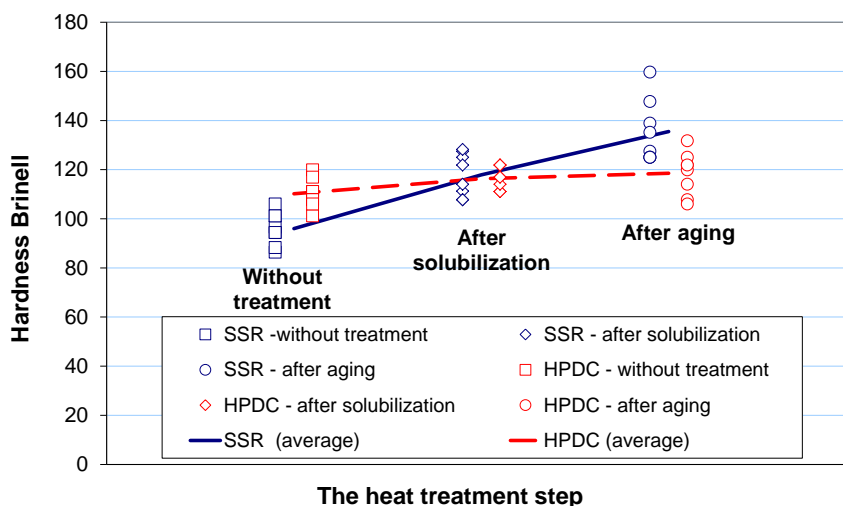


Figure 16. Evolution of Brinell hardness in SSR and HPDC materials after applying the different stages of T6 treatment.

3.3. Porosity

In Fig.17 and Fig. 18 a comparison of results regarding the maximum pore size and porosity in samples obtained by HPDC and SSR processes, without any heat treatment and T5 and T6 heat treatments is shown.

The analysis of the graphs demonstrates that the results are roughly similar except in the case of HPDC parts subjected to T6 heat treatment.

In this case it is observed that after applying the heat treatment there is a significant increase in the amount and size of the pores, showing values exceeding 4.5% porosity and maximum pore sizes up to 0.14 mm².

3.3. Porozitatea

În Fig.17 și Fig. 18 se prezintă o comparație a rezultatelor privind dimensiunea porului maxim și a porozității între piesele obținute prin procesele HPDC și SSR, piese pe care nu s-au aplicat tratamente termice și piese cu tratamente termice T5 și T6.

Din analiza graficelor observăm că, rezultatele sunt aproximativ similare, mai puțin în cazul pieselor HPDC la care s-a aplicat tratamentul termic T6.

În acest caz se observă că, în urma tratamentului termic apare o creștere semnificativă a porilor, prezentând valori ale porozității ce depășesc 4,5% și dimensiuni ale porului maxim ce ajung până la 0,14 mm².

This result demonstrates that parts fabricated through HPDC process can not be subjected to heat treatment T6.

În consecință putem afirma că, piesele produse prin procesul HPDC nu se pot supune tratamentului termic T6.

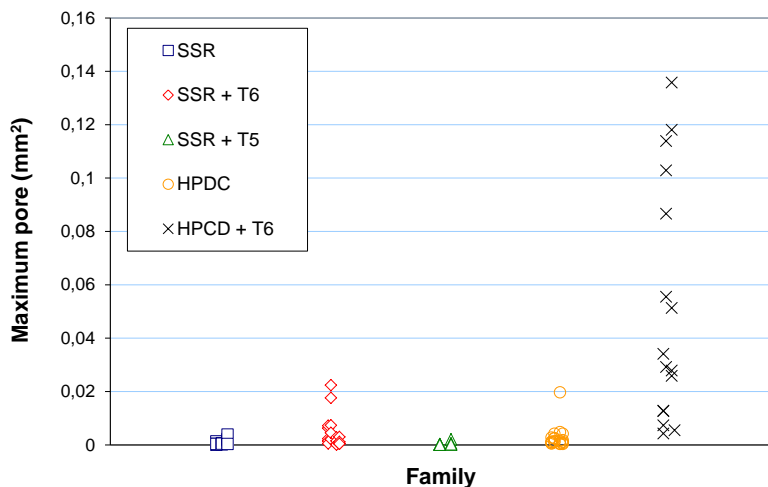


Figure 16. Comparison of maximum pore size in pieces obtained by HPDC and SSR processes without heat treatment and with heat treatment T5 and T6.

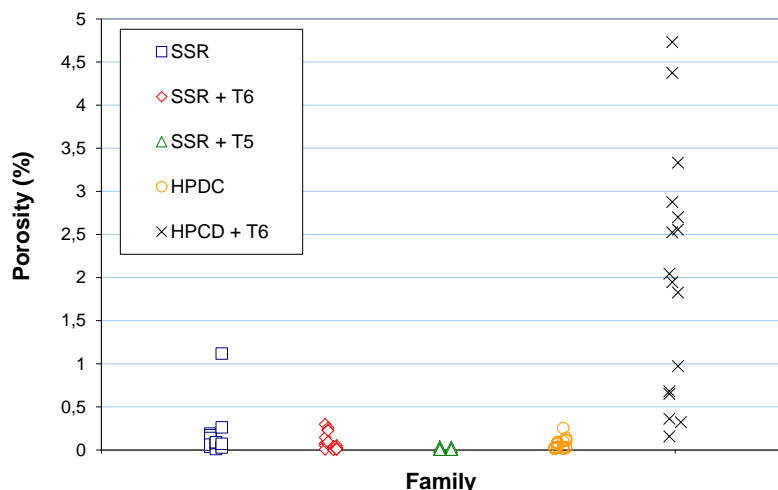


Figure 17. Comparison of porosity results in parts obtained by HPDC and SSR processes without heat treatment and with heat treatment.

4. Conclusions

The results obtained in this paper allow the following conclusions to be drawn:

- The analysis of tensile tests performed on the SSR material reveals an improvement in the mechanical parameters determined (yield stress, tensile strength and strain at tensile strength).
- In the case of HPDC material, both the yield stress and tensile strength remain unaffected by heat treatment T6 whereas the ductility of the material seems to decrease.
- The study on the Brinell hardness reveals that prior to any heat treatment HPDC material shows higher values than the SSR material; nevertheless, after applying T6 heat treatment SSR material hardness increases on average by

4. Concluzii

Rezultatele obținute în această lucrare permit formularea următoarelor concluzii:

- Analiza rezultatelor privind încercările la tracțiune a materialului SSR relevă o îmbunătățire a parametrilor mecanici (limita de elasticitate, rezistența la tracțiune și deformarea sub sarcină maximă).
- În cazul materialului HPDC, limita de elasticitate și rezistența la tracțiune nu sunt afectați de tratamentul termic T6 se observă o diminuare a ductilității materialului.
- Rezultatele privind duritatea Brinell relevă faptul că, în stare brută materialul HPDC prezintă valori mai ridicate decât SSR, însă după aplicarea tratamentului termic T6, materialul SSR prezintă o îmbunătățire a acesteia de 41% în urma aplicării

41% whereas HPDC material the average improvement is only 8%.

- Application of heat treatments on parts fabricated by means of the HPDC process leads to the appearance of large sized blisters. Consequently HPDC samples are not heat treatable.

- Applying T6 heat treatment in SSR samples does not seem to affect the results of porosity, but produces an increase of the maximum pore size, while in the case of HPDC material both porosity and maximum pore size increases significantly.

5. Acknowledgements

This research was developed in the context of the Alumetal Research Project.

tratamentului termic, în timp ce în cazul materialului HPDC creșterea durității este în medie de 8%.

- Aplicarea tratamentelor termice asupra pieselor produse prin procesul HPDC duce la apariția unui număr mare de blistere de dimensiuni importante. În consecință, probele HPDC nu sunt tratabile termic.

- Aplicarea tratamentului termic T6 în cazul probelor SSR nu pare să afecteze rezultatele de porozitate, însă produce o creștere a dimensiunii porului maxim, pe când în cazul materialului HPDC, atât porozitatea, cât și dimensiunea porului maxim crește semnificativ.

5. Mulțumiri

Acest studiu s-a realizat pe baza Proiectului de cercetare Alumetal.

References

- [1] Thirugnanam, M., Modern High Pressure Die-casting Processes for Aluminium Castings, Transactions of 61st Indian Foundry Congress, 2013.
- [2] Rübner, M., Günzl, M., Körner, C., Singer, R.F., Aluminium–aluminium compound fabrication by high pressure die casting, *Materials Science and Engineering A* 528, 2011, pp. 7024– 7029.
- [3] Wang, L., Turnley, P., Savage, G., Gas content in high pressure die castings, *Journal of Materials Processing Technology* 211, 2011, pp. 1510–1515.
- [4] Luo, A.A., Sachdev A.K., Powell, B.R., Advanced casting technologies for lightweight automotive applications, *China Foundry*, Vol.7, No.4, november 2010.
- [5] Wannasin J., Thanabumrunikul, S., Development of a semi-solid metal processing technique for aluminium casting applications, *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 30 (2), Mar-Apr. 2008, pp. 215-220.
- [6] Baile Puig, T., Estudio de la conformación de componentes aluminio-silicio es estado semisólido, Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Catalunya, Julio 2005.
- [7] Azpilgain, Z., Hurtado, L., Romera, R., Lete, L., Armendáriz, A., Factores termodinámicos y microestructurales para el diseño de aleaciones Tixotrópicas, *Rev. Metal Madrid*, Vol Extn, 2005, pp. 170-175.
- [8] Valer, J., Rodríguez J.M., Urcola, J.J., Conformado de aleaciones en estado semisólido. Aplicación a aleaciones hipereutécticas de Al-Si, *Rev. Metal Madrid*, 32 (4), 1996.
- [9] Rodríguez, G.G., Passarella, D.N., Gómez Sánchez A.V., Vicente, E.E., Conformado de aleaciones livianas en estado semosólido. Potencial innovación tecnológica en la industria autopartista Argentina, Congreso SAM/CONAMET 2007 San Nicolás, 4 al 7 Septiembre de 2007.
- [10] Martínez, H.V., Metalurgia semisólida de aleaciones y composites metálicos procesados por agitación mecánica, *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, Vol. 27 No. 1, Caracas 2007, ISSN 0255-6952.
- [11] ASTM B917/B917M - 12 Standard Practice for Heat Treatment of Aluminum-Alloy Castings from All Processes.
- [12] ASTM E8 / E8M - 11 Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials.

THE OPERATIONALIZATION IN METALLURGY OF SOME SUSTAINABLE DEVELOPMENT PRINCIPLES

OPERAȚIONALIZAREA ÎN METALURGIE A UNOR PRINCIPII DE DEZVOLTARE SUSTENABILĂ

Avram NICOLAE*, Ana-Maria ILIE, Mirela SOHACIU, Maria NICOLAE

Politehnica University of Bucharest, Faculty of Materials and Environmental Engineering
113, Splaiul Independenței, București, Romania

Abstract: The paper shows that, for the operationalization in metallurgy of the sustainable development concept, we require some activities, such as:

- optimization of the inter-conditionings and interactions that may arise in the convergence areas of the four systems: natural-ecological, social, economic and technological;
- knowledge of events that occur in all phases of the active circular lifecycle;
- (neg)entropic evaluation of the metallurgical processes and technologies;
- operationalization of new interdisciplinary fields: metallurgical ecology and metallurgical ecosociology;
- operationalization of the sustainable material concept.

In the above conditions, it becomes possible to implement the sustainable thinking in metallurgy.

Keywords: sustainable development, codevelopment, (neg)entropic evaluation, interdisciplinarity, sustainable material.

Rezumat: În lucrare se arată că pentru operaționalizarea în metalurgie a conceptului de dezvoltare durabilă sunt necesare activități, precum:

- optimizarea intercondiționărilor și interacționărilor care pot apărea în zonele de convergență dintre cele pentru sisteme: natural-ecologic, social, economic și tehnologic;
- cunoașterea evenimentelor care au loc în toate fazele ciclului de viață circular activ;
- evaluarea (neg)entropică a proceselor și tehnologiilor metalurgice;
- operaționalizarea unor noi domenii interdisciplinare: ecologia metalurgică și ecosociologia metalurgică;
- operaționalizarea noțiunii de material sustenabil.

În condițiile de mai sus devine posibilă implementarea gândirii durabile în metalurgie.

Cuvinte cheie: dezvoltare durabilă, codezvoltare, evaluare (neg)entropică, interdisciplinaritate, material sustenabil

1. Introduction

Lately, the transformations and evolution towards higher stages of progress in the sphere of human existence are the targets of knowledge and operationalization for a new development model (concept), known as **durable (sustainable) development**.

For predominantly practical and didactic reasons, for the metallurgical engineering studies, it must be admitted that the new type of development relies correctly and consistently on two fundamental features: [1]

- **sustainability**, targeting:
 - the *long term development* potential, i.e. including that for the *future generations*;
 - the ability of the systems to be *long-lasting* by satisfying the values required by the

1. Introducere

În ultimul timp, transformările și evoluțiile spre faze superioare de progres în *sfera existenței umane* sunt ținte de cunoaștere și operaționalizare pentru un nou model (concept) de dezvoltare, cunoscut sub numele de **dezvoltare durabilă (sustenabilă)**.

Din motive preponderant practice și didactice, pentru *studiile de ingineria metalurgică*, trebuie admis că noul tip de dezvoltare se bazează coerent și unitar pe două caracteristici fundamentale: [1]

- **durabilitatea**, care vizează:
 - potențialul de dezvoltare pe termen lung, adică și la nivelul generațiilor viitoare;
 - aptitudinea sistemelor de a fi rezistente în timp prin satisfacerea valorilor impuse de

system resilience, measuring the *ability to recover* of the systems as a result of *shocks (disturbance variables)* of which the most important is the *pollution*;

- the possibilities of the systems to develop *viable entities*. [2]

- **sustainability**, which targets the capacity of the new type of development to *support and maintain* development processes within the systems [2]; it is assessed through the *support capacity* of the systems.

The *dimensional analysis* of the sustainable development concept shows that this is the result of existence of four dimensions: politics, social, economics and environment. [3, 4]

The *systemic analysis* of the sustainable development concept shows that this is the result of existence of four systems: natural-ecological, social, economic and political.

The metallurgical engineering situations require the economic system to be broken down into two parts:

- *the economic system itself* (in short, the *economic system*), targeting: the economic efficiency, economic growth, economic stability, economic relations. [3]
- *the technological system*, targeting: the industrial metabolism, technological effectiveness, technical infrastructure.

The sphere of human existence has the size of a mega-system (M.S.).

For metallurgical engineering studies, we propose M.S. to consist of *four systems: natural-ecological, social, economic and technological*. [1] It is noted that this idea is proposed by other authors, too. [5]

Therefore, we speak about the *ecological-social-economical-technological* mega-system (MSEEST).

The sustainable transformations within the MS are the result of processes, which interrelate, interact, are compatible, are adaptable, and are simultaneous.

The **codevelopment**, as particular type of sustainable development, is the development that results from the interactions and inter-conditionings compatible in the areas of *convergence* among the systems.

The metallic materials engineering, in terms of sustainable development, approaches the metallic materials from several points of view, of which we mention:

- the human activity must satisfy the restrictions imposed by the four systems;

reziliența de sistem, care măsoară *capacitatea de recuperare* a sistemelor în urma unor *șocuri (mărimi perturbatoare)*, din care cel mai important este *poluarea*;

- posibilitățile sistemelor de a dezvolta *entități viabile*. [2]

- **sustenabilitatea**, care vizează capacitatea noului tip de dezvoltare de a *susține și menține* procese de evoluție în cadrul sistemelor [2]; ea se apreciază prin *capacitatea de suport* a sistemelor.

Analiza dimensională a conceptului de dezvoltare sustenabilă evidențiază că acesta este rezultatul existenței a patru dimensiuni: politicul, socialul, economicul și mediul înconjurător. [3,4].

Analiza sistemică a conceptului de dezvoltare durabilă arată că acesta este rezultatul existenței a patru sisteme: natural-ecologic, social, economic și politic.

Pentru situațiile de inginerie metalurgică se impune ca sistemul economic să fie defalcat în două părți:

- *sistemul economic propriu-zis* (pe scurt, *sistemul economic*), care vizează: eficiența economică, creșterea economică, stabilitatea economică, relațiile economice. [3]
- *sistemul tehnologic*, care vizează: metabolismul industrial, eficacitatea tehnologică, infrastructura tehnică.

Sfera existenței umane are dimensiunile unui megasistem (M.S.).

Pentru studii de inginerie metalurgică, se propune ca M.S. să fie alcătuit din *patru sisteme: natural-ecologic, social, economic și tehnologic*. [1] Se menționează că această idee este propusă și de alți autori. [5]

Rezultă că este vorba despre megasistemul ecologico-socialo-economico-tehnologic (MSEEST).

Transformările sustenabile din cadrul MS sunt rezultatul unor procese, care intercondiționează, interacționează, sunt compatibile, sunt adaptabile, sunt simultane.

Codezvoltarea, ca tip special de dezvoltare durabilă, este dezvoltarea care rezultă în urma interacționărilor și intercondiționărilor compatibile în zone de convergență dintre sisteme.

Ingineria materialelor metalice, în condiții de dezvoltare durabilă, abordează materialele metalice din mai multe puncte de vedere, dintre care se menționează:

- activitatea umană trebuie să satisfacă restricțiile impuse de cele patru sisteme;

- the materials are regarded as *vectors* of substance (matter), energy and information, crossing the four systems;
- when crossing the natural-ecological → technological → social systems, the materials undergone transformations on the route resources → technological process → usable primary material → secondary material disposed in the environment or reintegrated;
- *The lifecycle of the material (product) (l.c.)* represents the summation of phases corresponding to the transformations it goes through in its evolution. We take into account the following phases: material designing (*d*), providing resources (*p.r*), manufacturing through technological process (*t.p.*), use (*u*), removing from use (*r.u*), disposal in the environment (*d*) of the wastes or their reintegration (*r*). There are two types of lifecycles (Fig.1.)
- materialele sunt considerate vectori de substanță (materie), energie și informație, care străbat cele patru sisteme;
- la traversarea sistemelor natural-ecologic → tehnologic → social, materialele suportă transformări pe traseul resurse → proces tehnologic → material primar utilizabil → material secundar depozitat în mediu sau reintegrat;
- *Ciclul de viață al materialului (produsului) (c.v)* reprezintă însumarea fazelor corespunzătoare transformărilor pe care acesta le are în evoluția sa. Se au în vedere următoarele faze: proiectarea materialului (*p*), procurarea resurselor (*p.r*), fabricarea prin proces tehnologic (*p.t*), utilizarea (*u*), scoaterea din uz (*s.u*), depozitarea în mediu (*d*) a deșeurilor sau reintegrarea acestora (*r*). Există două tipuri de cicluri de viață (fig.1.)

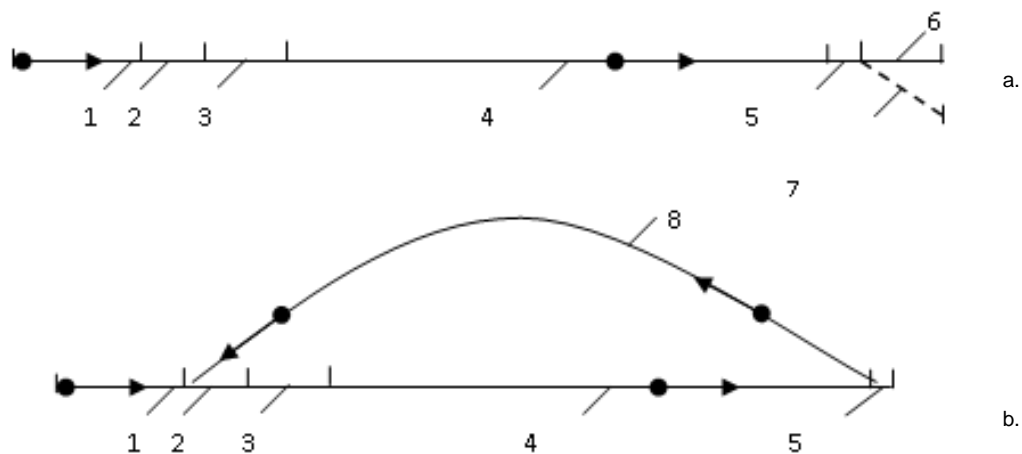


Figure 1. The structures of life cycles:

a – linear cycle; b – active circular cycle:

1- material designing; 2 - providing resources; 3 - manufacturing; 4 - use; 5 - removing from use;

6 - ecological disposal; 7 - disposal directly in the environment; 8 - reintegration.

- *The linear cycle*; in most cases, it is a natural cycle, because it ends with the disposal (directly or rehabilitated) of wastes in the environmental; it reflects the natural tendency of material development. [6, 7]
- *The active circular cycle*; it is characteristic to the human activities, finalised by waste reintegration into the primary manufacturing flows; they are characterized by the *rate of integration*. [5, 8]
- *Ciclul liniar*; este în marea majoritate a cazurilor un *ciclu* natural, deoarece se finalizează cu depozitarea (directă sau ecologizată) a deșeurilor în mediu; el reflectă tendința naturală a evoluției materialelor. [6, 7]
- *Ciclul circular activ*; este caracteristic activităților antropice finalizate prin reintegrarea deșeurilor în fluxurile primare de fabricație; sunt caracterizate prin *rata de reintegrare*. [5, 8].

2. Interactions and inter-conditionings between the natural-ecological system and the technological system

The interaction between the natural-ecological and technological systems is characterised by the fact that the manufacture of materials and metal products is directly conditioned by some functions of the two systems. About them, one can state the followings:

- The productivity and sustainability of the natural-ecological system components determine the potential to *provide and support the technological resources and services* for the manufacture of metal materials.
- The natural-ecological system represents a *disposal basin and potential of natural processing of the secondary materials* released to the environment by the technological processes.
- Through the processes and technologies of secondary materials reintegration, the technological system protects the potential of manual disposal and natural processing of wastes by the natural-ecological system. [2, 13]

The **eco-technologies**, whose location in the system field is shown in Figure 2, are the main optimization way of the inter-conditionings between the natural-ecological and technological systems.

2. Interacționări și intercondiționări între sistemele natural-ecologic și sistemele tehnologice

Interacționarea dintre sistemul natural-ecologic și sistemul tehnologic este caracterizată de faptul că fabricația materialelor și produselor metalice este condiționată nemijlocit de unele funcții ale celor două sisteme. Despre acestea se poate afirma cele ce urmează.

- Productivitatea și durabilitatea componentelor sistemului natural-ecologic determină potențialul de a *asigura și susține resursele și serviciile tehnologice* pentru fabricarea materialelor metalice.
- Sistemul natural-ecologic reprezintă *bazin de depozitare și potențial de procesare naturală a materialelor secundare* emise în mediu de procesele tehnologice.
- Prin procesele și tehnologiile de reintegrare a materialelor secundare, sistemul tehnologic protejează potențialul de depozitare și procesare naturală a deșeurilor de către sistemul natural-ecologic. [2, 13]

Ecotehnologiile, al căror amplasament în câmpul sistemelor este prezentat în figura 2, constituie principala cale de optimizare a intercondiționărilor dintre sistemele natural-ecologic și tehnologic.

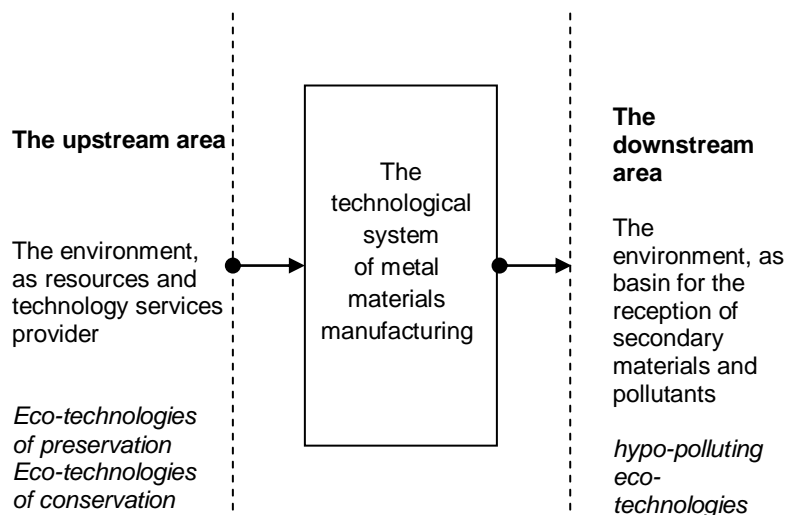


Figure 2. Location of ecotechnologies in the field consisting of the natural-ecological and technological systems.

The *ecotechnologies* are the technologies through which the negative influence on the environment carrying capacity and resilience is prevented or reduced. They are also called *clean technologies* or *green technologies*.

The *preservation ecotechnologies* are the technologies which, under conditions of continuous, but rationalized use, provide the required

Ecotehnologiile sunt tehnologii prin care se previne sau se diminuează influența negativă asupra capacității de suport și rezilienței mediului. Ele mai poartă numele de *tehnologii curate* sau *tehnologii verzi*.

Ecotehnologiile de preservare sunt tehnologiile care în condiții de consum continuu, dar raționalizat, asigură resurse și pentru

resources for the future generations.

The *conservation ecotechnologies* are the technologies requiring temporary cessation of consumption, which is going to be resumed in an appropriate situation.

The *preservation and conservation ecotechnologies* strengthen the carrying capacity of the environment.

The *sustainable development of metallurgy requires the preservation ecotechnologies to have the major role.*

The *hypo-polluting ecotechnologies* are technologies for the prevention or reduction of the environmental pollution. They strengthen the system resilience of the natural-ecological system.

3. The (neg, anti)entropic assessment of the sustainable development in metallurgy

3.1. Some general aspects

Through the transformations involved, the development may have two effects on the environment: [10]

- decreasing of the ordering degree (increasing of chaos, disorder, degradation degree) of the matter or, on the contrary,
- increasing of the ordering degree (decreasing of chaos degree) of the matter.

The **entropy (S)** is the thermodynamic measure for the degree of matter randomness in the environment. The increasing of randomness degree is measured through the increase of entropy (S). The expression for calculating the entropy is:

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}, \quad \left[\frac{J}{K} \right] \quad (1)$$

The **negentropy**, or **antientropy nS (aS)**, is the thermodynamic measure for the degree of matter ordering in the environment. The increasing of ordering degree is measured by the increase of negentropy (nS).

Because S and nS are two forms of energy, according to the principles of thermodynamics, the entropy change causes the negentropy change in the opposite direction. Therefore:

- S increase → nS decrease; (S) → (-nS);
- S decrease → nS increase; (-S) → (nS).

The human activities are conducted under two aspects:

- In direct relation with the environment, when the man is negentropy consumer and entropy supplier.
 - In the first case, the man consumes natural resources taken from the environment.

generațiile viitoare.

Ecotehnologiile de conservare sunt tehnologiile care presupun sistarea temporară a consumului și reluarea acestuia într-o situație oportună.

Ecotehnologiile de prezervare și conservare consolidează capacitatea de suport a mediului.

Dezvoltarea durabilă a metalurgiei presupune ca ecotehnologiile de prezervare să aibă rol prioritar.

Ecotehnologiile hipopoluante sunt tehnologii de prevenire sau diminuare a poluării mediului. Ele consolidează reziliența de sistem a sistemului natural-ecologic.

3. Evaluarea (neg, anti)entropică a dezvoltării durabile în metalurgie

3.1. Unele aspecte generale

Prin transformările pe care le presupune, dezvoltarea poate avea două efecte în mediul înconjurător: [10]

- micșorarea gradului de ordonare (creșterea gradului de haos, de dezordine, de degradare) a materiei, sau, din contră,
- creșterea gradului de ordonare (micșorarea gradului de haos) a materiei.

Entropia (S) este mărimea termodinamică prin care se măsoară gradul de dezordine a materiei în mediu. Creșterea gradului de dezordine este măsurat prin creșterea entropiei S. Expresia de calcul a entropiei este:

Negentropia sau **antientropia nS (aS)** este mărimea termodinamică prin care se măsoară gradul de ordine a materiei în mediu. Creșterea gradului de ordine este măsurată prin creșterea negentropiei nS.

Deoarece S și nS sunt două forme de energie, conform principiilor termodinamice, modificarea entropiei determină modificarea în sens invers a negentropiei. Adică:

- Mărirea S → mișcarea nS; (S) → (-nS);
- Micșorarea S → mărirea nS; (-S) → (nS).

Activitatea umană se derulează sub două aspecte:

- În relația directă cu mediul, omul este *consumator de negentropie și furnizor de entropie.*
 - În prima situație, omul consumă resurse naturale luate din mediu. Fiind o formă

Being an orderly form of matter, the resources are considered to be carriers of negentropy (nS_r).

- In the second case, various secondary materials (byproducts, wastes, residues, specific pollutants) are resulting from the human activities. Being a degraded form (disordered) of the matter, they are considered to be carriers of entropy (nS_w).

b) Due to his concerns for matter ordering, man is a *negentropy producer (supplier)*. He produces:

- *technological negentropy* ($nS_{p,t}$), because the *technological process* is a process of matter ordering;
- *social negentropy* (nS_s), given that, through socio-cultural achievements, the quality of life increases;
- *ecological negentropy* (nS_e), because, by processing the secondary materials for *reintegration*, the ordering degree of matter increases from the state of waste to the state of substitute material for natural resources.

According to Brillouin and Schrödinger, saying that man consumes food negentropy and eliminates excrement entropy, we can say that the iron & steel maker consumes, from environment, the iron ore & coal negentropy and eliminates in the same environment the industrial waste entropy.

3.2. The (neg)entropic imbalance induced by the metallurgical activities

The ecotechnological human activity must be also considered in relation to its influence on the environment entropic changes. [17, 18]

The flow of an ecotechnological activity can be characterized by what it's happening in the main phases of the lifecycle (Fig. 3.).

a) Resourcing

The resources (for example, the iron ore) are matter with a certain degree of ordering, i.e. a certain level of negentropy nS . The consumption of resources results therefore in *lowering the negentropic level* of the environmental with nS_r .

b) Material manufacturing

The technological process of material manufacturing results in increasing the degree of matter ordering, increasing thus the negentropic level of the material. It can be written, for example, that:

$$nS_{\text{sheet metal}} > nS_{\text{iron ore}}$$

or that the *technological process is a producer of negentropy*, equal to $nS_{p,t}$.

ordonată a materiei, acestea se consideră a fi purtătoare de *negentropie* (nS_r).

- În cea de a doua situație, în urma activităților antropice rezultă materiale secundare (subproduse, deșeuri, reziduuri, substanțe poluante specifice). Fiind o formă degradată (dezordonată) a materiei, acestea se consideră a fi purtătoare de *entropie* (nS_d).

b) Prin preocupările de ordonare a materiei, omul este *producător (furnizor) de negentropie*. El produce:

- *negentropie tehnologică* ($nS_{p,t}$), datorată faptului că *procesul tehnologic* este un proces de ordonare a materiei;
- *negentropie socială* (nS_s), datorată faptului că, prin realizări socio-culturale, crește calitatea vieții;
- *negentropie ecologică* (nS_e), datorată faptului că, prin procesarea materialelor secundare în vederea *reintegrării*, crește gradul de ordonare a materiei din starea de deșeu în starea de material înlocuitor pentru resursele naturale.

Conform lui Brillouin și Schrodinger care spuneau că omul consumă negentropia alimentelor și elimină entropia excrementelor, se poate admite că siderurgul consumă din mediu negentropia minereului de fier și a cărbunelui și elimină în același mediu entropia deșeurilor industriale.

3.2. Dezechilibrul (neg)entropic indus de activitățile metalurgice

Activitatea ecotehnologică a omului trebuie și ea analizată în legătură cu influența ei asupra modificărilor entropice din mediu. [17, 18]

Fluxul unei activități ecotehnologice poate fi caracterizat prin ceea ce se întâmplă în principalele faze ale ciclului de viață (fig.3.).

a) Asigurarea resurselor

Resursele (de exemplu, minereul de fier) reprezintă materie cu un anumit grad de ordonare, adică un anumit nivel de negentropie nS . Consumarea resurselor are deci ca rezultat *scăderea nivelului negentropic* al mediului înconjurător cu nS_r .

b) Fabricarea materialului

Procesul tehnologic de fabricație a materialului are ca rezultat mărirea gradului de ordonare a materiei, deci mărirea nivelului negentropic al materialului. Se poate scrie, de exemplu, că:

$$nS_{\text{tablă}} > nS_{\text{minereu}}$$

sau, că *procesul tehnologic este producător de negentropie*, egală cu $nS_{p,t}$.

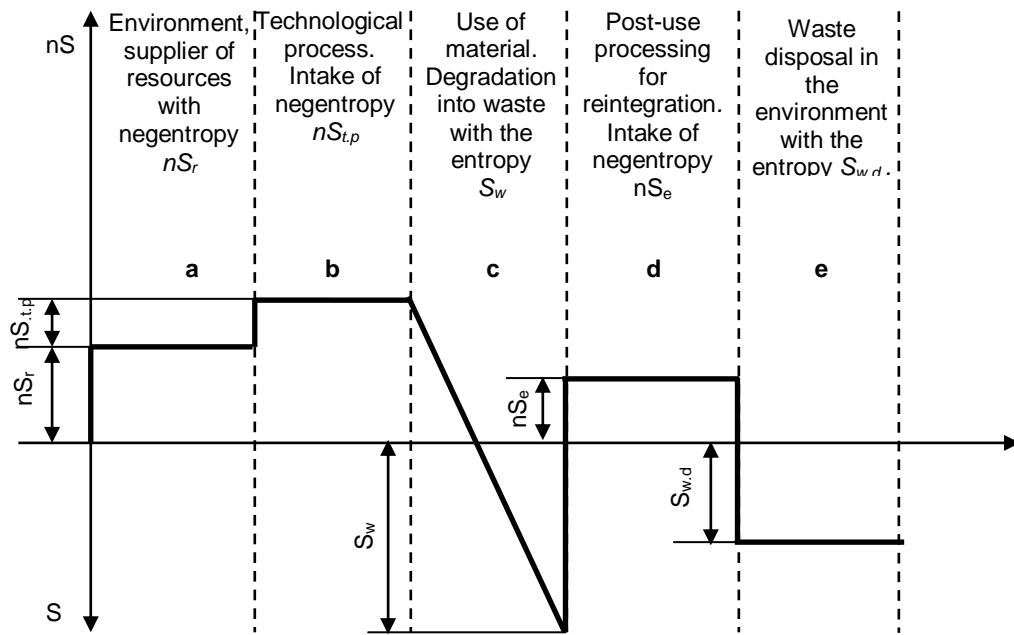


Figure 3. (Neg)entropic transformations in the area consisting of the natural-ecological and technological systems.

c) Use of material

In the use phase, the *material degradation* occurs, i.e. decreasing of the ordering degree of the matter. [11]

It runs the process of transformation from primary material into secondary material (waste). The latter is considered to be a degraded state of matter. It is the bearer of waste entropy S_w . In this phase, the (neg)entropic transformation occurs, as follows:

$$\left(|nS_r| + |nS_{t,p}| \right) \rightarrow |S_w| \quad (2)$$

d) The post-use processing of wastes aims to recover them as *substitutes* for the natural resources. In this phase, the ordering degree of the waste matter increases. It is believed that, through a new technological process, we can find the intake of ecological negentropy nS_e .

e) The unused waste disposal in the environment leads to its entropy increase with the entropy $S_{w,d}$:

$$|S_{w,d}| = \left(|S_w| - |nS_e| \right) \quad (3)$$

The human intervention in the environment should be such as to annihilate the imbalances. We mean, there should be the equality:

$$\left(|nS_{t,p}| + |nS_e| \right) = |nS_r| + |S_{w,d}| \quad (4)$$

c) Utilizarea materialului

În faza de utilizare are loc *degradarea materialului*, adică micșorarea gradului de ordonare a materiei. [11]

Se derulează procesul de transformare a materialului primar în material secundar (deșeu). Acesta din urmă se consideră a fi o stare degradată a materiei. El este purtătorul entropiei deșeului S_d . În această fază are loc transformarea neg(entropică):

$$\left(|nS_r| + |nS_{p,t}| \right) \rightarrow |S_d| \quad (2)$$

d) Procesarea postutilizare a deșeurilor are drept scop valorificarea lor ca *înlocuitori* pentru resursele naturale. În această fază are loc mărirea gradului de ordonare a materiei deșeurilor. Se consideră că, printr-un nou proces tehnologic, se înregistrează aportul de negentropie ecologică nS_e .

e) Depozitarea în mediu a deșeurilor nevalorificate se soldează cu creșterea nivelului entropic al acestuia cu entropia $S_{d,d}$:

$$|S_{d,d}| = \left(|S_d| - |nS_e| \right) \quad (3)$$

Intervenția omului în mediul înconjurător ar trebui să se facă astfel încât activitatea lui să anihileze dezechilibrele. Adică, ar trebui să existe egalitatea:

$$\left(|nS_{p,t}| + |nS_e| \right) = |nS_r| + |S_{d,d}| \quad (4)$$

The principles of thermodynamics and the history of civilization show that, in the environment, it occurs the transformation (order) → (disorder, chaos), i.e. $nS \rightarrow S$. This means that the *entropic degradation of the environment* occurs continuously and irreversibly.

This phenomenon is characterized by *(neg)entropic imbalance*, which is expressed by the inequality:

$$\left(|nS_r| + |S_{w.d}| \right) > \left(|nS_{t.p}| + |nS_e| \right) \quad (5)$$

The *classification in terms of (neg)entropy* of the lifecycles provides for:

- being finalized with the waste disposal in the environment, which increases its entropy level, the linear lifecycles are *entropic cycles*;
- because, through waste reintegration, the negentropic level of the environment is protected, the active circular cycles are *negentropic cycles*.

3.3. Strategies, policies and ways to reduce the (neg)entropic imbalance

To reduce the (neg)entropic imbalance, the engineer can act through the modalities listed below:

a) Minimizing the consumption of negentropy nS , extracted from the environment. Practically, this means to minimize the consumption of resources (raw materials).

The *dematerialisation of the metallurgical industry* is the primary sustainable strategy for minimizing the consumption in the metallic materials manufacturing process.

b) Maximizing the intake of negentropy through technological processes.

b.1. Maximizing the degree of negentropy $nS_{p,t}$ through the primary technological process

Practically, this means to *increase the added value, V_a* , or to *increase the advanced processing degree*.

“Changes in the manufacturing flow” means:

$$nS_{minereu} < nS_{otel} < nS_{tablă\ neagră} < nS_{tablă\ cositorită} \quad (6)$$

or

$$V_{a_{ronore}} < V_{a_{steel}} < V_{a_{black\ sheet\ metal}} < V_{a_{tinplate}} \quad (7)$$

It can be concluded that:

$$\Delta V_a = f(\Delta nS_{t.p.}) \quad (8)$$

Principile termodinamicii, precum și istoria civilizației arată că în mediu are loc transformarea (ordine) → (dezordine, haos), adică $nS \rightarrow S$. Aceasta înseamnă că se produce continuu și ireversibil *degradarea entropică a mediului*.

Dezechilibrul (neg)entropic caracterizează acest fenomen. El este exprimat prin inecuația:

$$\left(|nS_r| + |S_{d.d}| \right) > \left(|nS_{p.t}| + |nS_e| \right) \quad (5)$$

Clasificarea din punct de vedere (neg)entropic a ciclurilor de viață, prevede:

- deoarece se finalizează cu depozitarea deșeurilor în mediu, fapt care mărește nivelul entropic al acestuia, ciclurile de viață liniare sunt *cicluri entropice*;
- deoarece prin reintegrarea deșeurilor se protejează nivelul negentropic al mediului, ciclurile circular active sunt *cicluri negentropice*.

3.3. Strategii, politici și căi de diminuare a dezechilibrului (neg)entropic

Pentru diminuarea dezechilibrului (neg)entropic inginerul poate acționa prin căile menționate în continuare

a) Minimizarea consumurilor de negentropie nS , extrasă din mediu. Practic, aceasta înseamnă *minimizarea consumurilor de resurse* (materii prime).

Dematerializarea industriei metalurgice este principala strategie durabilă de minimizare a consumurilor în fabricația materialelor metalice.

b) Maximizarea aportului de negentropie, prin procese tehnologice.

b.1. Maximizarea gradului de negentropie $nS_{p,t}$ prin procesul tehnologic principal

Practic, aceasta înseamnă *mărirea valorii adăugate, V_a* , sau *mărirea gradului de procesare avansată*.

„Modificări în fluxul de fabricație” înseamnă:

$$nS_{iron\ ore} < nS_{steel} < nS_{black\ sheet\ metal} < nS_{tinplate} \quad (6)$$

sau

$$V_{a_{minereu}} < V_{a_{otel}} < V_{a_{tablă\ neagră}} < V_{a_{tablă\ cositorită}} \quad (7)$$

Se poate trage concluzia că:

$$\Delta V_a = f(\Delta nS_{p.t.}) \quad (8)$$

b.2. *Maximizing the negentropic intake (nS_e) through processing for post-use recovery*

The reintegration of wastes through the 3R ecotechnologies (recirculation, recycling, regeneration) is the main development policy based on the potential of the natural resources to be replaced through reusable wastes.

c) Minimizing the quantities of pollutants released into the environment.

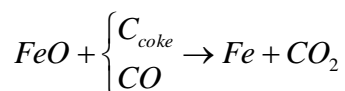
c.1. *Operationalization of technologies to minimize the losses*

Compared to a thermodynamic system, the pollutants are system losses to the environment.

The technologies that target loss minimization represent an important development policy for the modern metallurgy.

c.2. *Minimizing the quantities of pollutants (especially CO_2) released into the environment.*

The siderurgy is based on the following blast furnace process:



The minimization of amount of CO_2 is achieved by minimizing the consumption of carbon (coke).

The decarbonisation of siderurgy is the main sustainable strategy aimed to minimize the amount of CO_2 . "Metallurgy without carbon (coke)" is the main way to decarbonize the manufacture of metallic materials.

3.4. The (neg)entropic assessment of the waste reintegration effectiveness

The quantity of natural resources replaced by reintegrated wastes can be calculated from a balance of (neg)entropies providing the conservation of (neg)entropies, in two variants.

The first variant provides for use of natural resources without substitutes. In this case, the negentropy introduced into the outline of manufacturing is given by the relation:

$$nS_r = M_r \cdot nS_r \quad (9)$$

where M_r [kg. resources] is the mass of resources, and nS_r [J/K.kg. resources] is the resource specific negentropy.

The second variant provides for introduction in the production cycle of a quantity of non-replaced

b.2. *Maximizarea aportului negentropic nS_e prin procesarea în vederea valorificării postutilizare*

Reintegrarea deșeurilor prin ecotehnologii 3R (recirculare, reciclare, regenerare) constituie principala politică de dezvoltare privind valorificarea potențialului de înlocuire a resurselor naturale prin deșeuri reutilizate.

c) Minimizarea cantităților de poluanți emiși în mediul înconjurător.

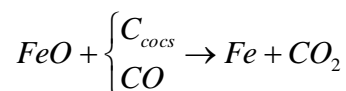
c.1. *Operaționalizarea de tehnologii cu minimizarea pierderilor*

Raportat la un sistem termodinamic, poluanții reprezintă pierderi din sistem către mediul înconjurător.

Tehnologiile cu minimizarea pierderilor constituie politică de dezvoltare importantă pentru metalurgia modernă.

c.2. *Minimizarea cantităților de poluanți (în special, CO_2) eliminați în mediu.*

Siderurgia se bazează pe următorul proces din furnal:



Minimizarea cantităților de CO_2 se obține prin minimizarea consumului de carbon (cocs).

Decarbonizarea siderurgiei este principala strategie durabilă prin care se minimizează cantitatea de CO_2 . Metalurgia fără carbon (cocs) este principala cale de decarbonizare a fabricației materialelor metalice.

3.4. Evaluarea (neg)entropică a eficacității reintegrării deșeurilor

Cantitatea de resurse naturale înlocuite prin deșeuri reintegrate se poate calcula dintr-un bilanț de (neg)entropii care prevede conservarea (neg)entropiilor pentru două variante.

Varianta întâi este cea care prevede folosirea resurselor naturale fără înlocuitori. În acest caz negentropia introdusă în conturul de fabricație este dată de relația

în care M_r [kg. resurse] este masa resurselor, iar nS_r [J/K.kg. resurse] este negentropia specifică a resursei.

Varianta a doua prevede introducerea în ciclul de fabricație a unei cantități de resurse

resources, $M_{n,r}$, and an amount of ecologically reintegrated wastes, $M_{e,w}$.

The balance equation is:

$$M_r \cdot ns_r = M_{n,r} \cdot ns_r + M_{e,w} \cdot ns_e \quad (10)$$

where ns_e is the specific negentropy of the reintegrated wastes.

The *quantitative (mass) replacement degree*, g_{rep} , of the natural resources replaced by reintegrated wastes, is a measure for the *effectiveness of reintegration*. It has the expression:

$$g_{rep} = \frac{M_{e,w}}{M_r - M_{n,r}} = \frac{ns_r}{ns_e} \quad (11)$$

It can be seen that this degree depends on the ratio of the resource specific negentropy and the reintegrated waste specific negentropy.

The *reintegration compatibility*, or the *reintegration potential*, is a technological feature of the waste intended for reintegration. It can be assessed by using the waste specific negentropy. In this context, there may be two situations, as exemplified below through the case of iron-making in blast furnace.

$$g_{rep} < 1$$

This is the situation of iron ore (*i.o.*) replaced by rolling mill scale (*r.m.s.*). As the iron ore contains 40% Fe, and the scale contains 70% Fe, it can be written that:

$$\begin{aligned} ns_{m,f} &< ns_{t,l} \\ g_i &< 1 \end{aligned} \quad (12)$$

Quantitatively, the mass of the scale reintegrated as substitute is less than the mass of the iron ore.

$$g_{rep} > 1$$

This is the situation of iron ore (*i.o.*) replaced by metallurgical slag (*m.s.*). As the iron ore contains 40% Fe, and the slag contains 30% Fe, it can be written that:

$$\begin{aligned} ns_{i.o.} &> ns_{m.s.} \\ g_{rep} &> 1 \end{aligned} \quad (13)$$

Quantitatively, the mass of the slag reintegrated as substitute is greater than the mass of the iron ore.

neînlocuite, $M_{r,n}$ și a unei cantități de deșuri reintegrate ecologic $M_{d,e}$.

Ecuția de bilanț este:

$$M_r \cdot ns_r = M_{r,n} \cdot ns_r + M_{d,e} \cdot ns_e \quad (10)$$

în care ns_e este negentropia specifică a deșeurilor reintegrate.

Gradul de înlocuire cantitativă (masică), g_i a resurselor naturale cu deșuri reintegrate este o măsură pentru *eficacitatea reintegrării*. El are expresia:

$$g_i = \frac{M_{d,e}}{M_r - M_{r,n}} = \frac{ns_r}{ns_e} \quad (11)$$

Se constată că acest grad este funcție de raportul dintre negentropia specifică a resursei și cea a deșeurilor reintegrate.

Compatibilitatea de reintegrare sau *potențialul de reintegrare* este o caracteristică tehnologică a deșeurilor destinate reintegrării. Ea poate fi apreciată prin negentropia specifică a deșeurilor. În acest context pot exista două situații, exemplificate în continuare prin cazul elaborării fontei din minereu de fier în furnal.

$$g_i < 1$$

Este situația înlocuirii minereului de fier (*m.f.*) cu țunder de laminare (*t.l.*). Deoarece minereul de fier conține 40% Fe, iar țunderul 70% Fe, se poate scrie că:

$$\begin{aligned} ns_{i.o.} &< ns_{r.m.s.} \\ g_{rep} &< 1 \end{aligned} \quad (12)$$

Cantitativ, masa țunderului reintegrat ca înlocuitor este mai mică decât masa minereului de fier.

$$g_i > 1$$

Este situația înlocuirii minereului de fier (*m.f.*) cu zguri metalurgice (*z.m.*). Deoarece minereul de fier conține 40% Fe, iar zgura 30% Fe, se poate scrie că:

$$\begin{aligned} ns_{m.f.} &> ns_{z.m.} \\ g_i &> 1 \end{aligned} \quad (13)$$

Cantitativ, masa zgurei reintegrate ca înlocuitor este mai mare decât masa minereului de fier.

4. Operationalization in metallurgy of the *codevelopment* concept

- The development, in conditions of inter-conditioning among the systems, is characterized by a new type of development, called *codevelopment*, which is placed within the convergence areas of the systems.
- The study of interactions and inter-conditionings involves the following aspects:
 - globalization of knowledge generated by each system,
 - need for analyzes based on interdisciplinarity, multidisciplinarity and transdisciplinarity.

The codevelopment, by inter-conditioning among the technological system (T), [represented, in particular, by the energy system (E_{en}) or the metallurgical system (M)] and the other three systems [natural-ecological ($E_{n.c.}$), economic (E_{ec}) and social (S)], manifests itself in two important fields, mentioned below.

The **Econology** is the science of *ecology-economics-energy* correlations, or *ECOL-ECON-ENERG* correlations, or $E_{n.c.} - E_{ec} - E_{en}$ correlations. It is also called the *3E science* or E^3 science. [14]

The **Metallurgical Econology** is the science of *ecology-economics-metallurgy* correlations, or *ECOL-ECON-META* correlations, or $E_{n.c.} - E_{ec} - M$ correlations. It is also called the *2E.M science* or E^2M science. [15]

The **Environmental Sociology**, or **Ecosociology**, is the science of *ecology-sociology* correlations, or $E_{n.c.} - S$ correlations. [16]

The **Metallurgical Ecosociology** is the science of *ecology - sociology - metallurgy* correlations, or *ECOL-SOC-META* correlations, or $E_{n.c.} - S - M$ correlations. [1]

5. Operationalization in metallurgy of the *sustainable (durable) material* concept

The operationalization of the sustainable development principles, in materials engineering, is based on the idea that all materials must comply with the *functions, restrictions, conformities and specifications* required by all four systems. They are ensured by *specific properties, characteristics and qualities*. We mention below some targets, without claiming a ranking of importance:

- function of *ecological material (ecomaterial)*;
- function of *social material (sociomaterial)*;
- function of *technologically advanced material*;
- *maximum added value*;

4. Operaționalizarea în metalurgie a conceptului de codezvoltare

- Dezvoltarea în condiții de intercondiționare și intercondiționare dintre sisteme, este caracterizată de un tip nou de dezvoltare, numită *codezvoltare*. Ea se plasează în *zonele de convergență* dintre sisteme.
- Studiarea interacțiilor și intercondiționărilor presupune următoarele aspecte:
 - globalizarea cunoștințelor generate de fiecare sistem,
 - necesitatea analizelor bazate pe interdisciplinaritate, multidisciplinaritate sau transdisciplinaritatea

Codezvoltarea prin intercondiționarea între sistemul tehnologic (T), [reprezentat, în particular, de sistemul energetic (E_{en}) sau sistemul metalurgic (M)] cu celelalte trei sisteme [natural-ecologic ($E_{n.c.}$), economic (E_{ec}) și social (S)] se manifestă în două domenii importante menționate în continuare.

Econologia este știința care studiază corelațiile ecologie-economie-energie, sau corelațiile *ECOL-ECON-ENERG*, sau corelațiile $E_{n.c.} - E_{ec} - E_{en}$. Mai este numită știința celor *3E* sau știința lui E^3 . [14]

Econologia metalurgică este știința care studiază corelațiile ecologie-economie-metallurgie, sau corelațiile *ECOL-ECON-META*, sau corelațiile $E_{n.c.} - E_{ec} - M$. Mai este numită și știința *2E.M* sau știința E^2M . [15]

Sociologia mediului înconjurător sau **Ecosociologia** este știința care studiază corelațiile ecologie-sociologie sau $E_{n.c.} - S$. [16]

Ecosociologia metalurgică este știința care studiază corelațiile ecologie-sociologie-metallurgie, sau corelațiile *ECOL-SOC-META* sau corelațiile $E_{n.c.} - S - M$. [1]

5. Operaționalizarea în metalurgie a noțiunii de material sustenabil (durabil)

Operaționalizarea principiilor de dezvoltare sustenabilă în ingineria materialelor are la bază ideea că materialele trebuie să îndeplinească *funcții, restricții, conformități și specificații* impuse de toate cele patru sisteme. Ele se asigură prin *proprietăți, caracteristici și calități specifice*. Se menționează în continuare, fără pretenția unui clasament al importanțelor, unele ținte:

- funcția de *material ecologic (ecomaterial)*;
- funcția de *material social (sociomaterial)*;
- funcția de *material performant tehnologic*;
- *valoarea adăugată maximă*;

- *properties (characteristics) of use*, as positive aspect of the use phase;
- *properties (characteristics) of degradation*, as negative aspect of the use phase regarding the primary material conversion into secondary material (waste);
- *properties (characteristics) of reintegration*, as measure of the *reintegration compatibility* of the waste materials;
- *critical conditions for neutralization-disposal* of the secondary materials.

Currently, it appears to be used certain concepts, such as *advanced material* or *performant material*, which are *sequential* features that only *partly* take into account aspects about the fact that the material must:

- go through all the phases of the active circular lifecycle, and
- satisfy the restrictions of all four systems.

To eliminate such malfunctions, we propose the operationalization of the concept of *sustainable (durable) material*. [9]

According to the authors, this is the material which, *in terms of covering all the phases of the active circular lifecycle, satisfies the restrictions simultaneously & compatibly imposed by the natural-ecological, social, economic and technological systems in terms of sustainable codevelopment of the company.*

Table 1 shows examples of fulfilling such conditions.

- *proprietăți (caracteristici) de utilizare*, ca aspect pozitiv al fazei de utilizare;
- *proprietăți (caracteristici) de degradare*, ca aspect negativ al fazei de utilizare privind transformarea materialului primar în material secundar (deșeu);
- *proprietăți (caracteristici) de reintegrare*, ca măsură a *compatibilității de reintegrare* a deșeului;
- *condiții critice de neutralizare-depozitare* a materialelor secundare.

În prezent se constată că se folosesc noțiuni precum *material avansat* sau *material performant* care sunt caracteristici *secvențiale* ce iau în seamă *parțial* aspecte referitoare la faptul că materialul trebuie:

- să parcurgă toate fazele ciclului de viață circular activ, și
- să satisfacă restricțiile tuturor celor patru sisteme.

Pentru a se elimina asemenea disfuncții se propune operaționalizarea noțiunii de *material sustenabil (durabil)*. [9]

După părerea autorilor, el este materialul care, *în condiții de parcurgere a tuturor fazelor ciclului de viață circular activ, îndeplinește restricțiile impuse simultan și compatibil de sistemele natural-ecologic, social, tehnologic și economic în condiții de dezvoltare sustenabilă a societății.*

În tabelul 1 sunt prezentate exemple de îndeplinire a unor asemenea condiții.

Table 1.
Examples of sustainable material quality analysis.

Material	Technological system	Fulfilment of restrictions imposed by:			Is it a sustainable material?
		Economic system	Natural- ecological system	Social system	
Materials for nuclear power plants	Technologically advanced materials Yes	Economically advanced materials Yes	Non-reintegrable materials. Disposal / neutralizing difficulties No	They have social functions. They are socio-materials Yes	No
Materials for mines. Anti-personnel	Technologically advanced materials Yes	Economically advanced materials Yes	Reintegrable materials. They are eco-materials Yes	Anti-personnel function. No	No
Steel for tubes	Technologically advanced materials Yes	Economically advanced materials Yes	Reintegrable materials. They are ecomaterials Yes	They are socio-materials Yes	Yes

6. CONCLUSIONS

- The operationalization of the concept of sustainable development in metallurgy involves activities such as:
 - operationalization of the interconditionings and interactions that may arise in the convergence areas of the four systems: natural-ecological, social, economic and technological;
 - knowledge of events that occur in all the phases of the active circular lifecycle;
 - (neg)entropic evaluation of the metallurgical products and technologies;
 - operationalization of new interdisciplinary fields: metallurgical econology and metallurgical ecosociology;
 - operationalization of the *sustainable material* notion.
- In the above conditions, it becomes possible to implement the sustainable thinking in metallurgy.

6. CONCLUZII

- Operaționalizarea conceptului de dezvoltare durabilă în metalurgie, presupune activități precum:
 - operaționalizarea intercondiționărilor și interacțiilor care pot apărea în zonele de convergență dintre cele patru sisteme: natural-ecologic, social, economic și tehnologic;
 - cunoașterea evenimentelor care au loc în toate fazele ciclului de viață circular activ;
 - evaluarea (neg)entropică a produselor și tehnologiilor metalurgice;
 - operaționalizarea unor noi domenii interdisciplinare: econologie metalurgică și ecosociologie metalurgică;
 - operaționalizarea noțiunii de material sustenabil.
- În condițiile de mai sus devine posibilă implementarea *gandirii durabile* în metalurgie.

References

- [1] Nicolae, A., Stroe B.F., Borș I., Mauthner I.A., Semenescu A., Minea A.A., (2012), *Metallurgical Ecosociology* (in Romanian), Matrix Publishing House, Bucharest, ISBN 978-973-755-8253-7.
- [2] Vădineanu A., (2004), *Development Management: an Ecosystemic Approach*, (in Romanian), Ars Docendi Publishing House, Bucharest, ISBN 973-558-070-5.
- [3] Pușcaș V., Ciot M.G., (2012), *Cultura tehnologică, inovarea și transferul cunoașterii* [Technological culture, innovation and transfer of knowledge], U.T. Press Publishing House, Cluj-Napoca, ISBN 978-973-662-719-4.
- [4] Soporan V.F., (2011), *Dezvoltare durabilă, [Sustainable Development]*, Casa Cărții de Știință Publishing House, Cluj-Napoca, ISBN 978-973-133-805-7.
- [5] Rojanschi V., Bran F., Grigore F., (2004), *Elements of Environmental Economics and Management*, (in Romanian), Economica Publishing House, Bucharest, ISBN 973-590-982-0.
- [6] Olaru M., (1994), *Quality Management*, (in Romanian), Economica Publishing House, Bucharest, ISBN 973-590-158-7.
- [7] Sohaciu M., (2013), *Self Reduction Briquettes Used as Alternative Material to Steelmaking in EAF*, *Metalurgia International*, **17**, no. 6, spec., p. 163, ISSN 1582-2214.
- [8] Vizureanu P., Achiței D.C., Perju M.C., Dună D., (2013), *Expert System Techniques Used in Materials Science*, *Metalurgia International*, **17**, no. 6, spec., p. 83, ISSN 1582-2214
- [9] Ilie A.M., Stroe B.F., Berbecaru A.C., Nicolae A., (2013), *Some Considerations on the Notion of Sustainable Materials*, *Metalurgia International*, **17**, no. 5, p. 85, ISSN 1582-2214
- [10] Nicolae A., Stroe B.F., (2012), *The Use of Some Thermodynamic Parameters in Metallurgical Ecosociology Analyses*, *Metalurgia International*, no. 9, p. 115, ISSN 1582-2214.
- [11] Nicolae A., Predescu C., Berbecaru A., Munteanu E., Girconiu C., Coman G., (2013), *The Importance of the Material Degeneration Properties for Characterization of the Waste Generation Processes*, *Metalurgia International*, **17**, no. 2 spec., p. 118, ISSN 1582-2214.
- [12] Răducan A., Nicolae M., (2013), *Modelling and Simulation for Metallic Architectural Free Forms by Generative Design*, *Metalurgia International*, **17**, no. 6 spec., p. 37, ISSN 1582-2214.
- [13] Milosan I., Derczeni P.A., (2013), *Some Aspects about the Manufacturing of the Metallurgical Waste*, *Metalurgia International*, **17**, no. 6, spec., p.159, ISSN 1582-2214.
- [14] Labonte R., (1991), *Econology - Science of Integration*, Health. Prom. Int., Oxford Univ. Press, **6**, p. 49.
- [15] Nicolae A., Borș I., Predescu C., Nicolae M., Șerban V., Predescu A., Predescu An., Berbecaru A., 2009, *Metallurgical Econology*, (in Romanian), Printech Publishing House, Bucharest, ISBN 978-606-521-323-4.

- [16] Nistor L., (2009), *Environmental Sociology*, (in Romanian), P.U.C. Publishing House, Cluj-Napoca, ISBN 978-973-610-842-6.
- [17] Mondal N.C., Singh V.P., Ahmed S., (2012), *Entropy-Based Approach for Assessing Natural Recharge*, *Water Resources Management*, **26**, no. 9, p. 2715-2732.
- [18] Mondal N.C., Singh V.P., (2012), *Evaluation of the ground water monitoring network*, *Environmental Earth Sciences*, **66**, no. 4, p.1183-1193.

FUZZY AIDED ANALYSIS OF THE ELECTRICAL GENERATOR AT ACCELERATED AGING AND POLLUTION

O ANALIZĂ FUZZY A FIABILITĂȚII GENERATORULUI ELECTRIC LA ÎMBĂTRÂNIREA ACCELERATĂ ȘI POLUARE

Mihai PĂUNESCU*, Ioan TÂRNOVAN

Technical University of Cluj-Napoca, Faculty of Electrical Engineering, Department of Electrical Measurements,
26-28 G. Barițiu Street, 400027, Cluj-Napoca, Romania

Abstract: The reliability of the electrical generator at accelerated aging and pollution, but not only, depends on all its electrical components. There are some component elements which have a more fragile character, which lead to a reduction in reliability. These components are made of electrical insulators. Theoretical and experimental research has been carried out. The theory of fuzzy logic comes to connect the two research types, leading to spectacular results. This work proposes a model based on "triangular cut fuzzy numbers" combined with the HAP (Analytical Hierarchy Process) algorithm, combination named with FAHP. The weights $\{w_i\}_{i=1}^n$ of the best approximation are obtained through the "eigenvalues and eigenvectors" theory.

Keywords: thermal redundancy, temperature index, electrical insulators, fuzzy numbers, weights of the best approximation, eigenvalues, accelerated aging, pollution

1. Introduction

The AHP algorithm was created to optimize vector and tensor type functions. For these types of vectorial functions, respectively tensorial ones, the theoretical mathematics has remained lacking. As a consequence, the attention turned to applied mathematics. At the beginning crisp numbers have been used.

After the invention of fuzzy logic it has been determined that by using fuzzy numbers, the results of the applications in which AHP has been used, are much better. In the next paragraph we will present FAHP, meaning "AHP through fuzzy numbers" adapted to the study of the electrical generators reliability.

There are two types of directions in which the Fuzzy theory is viewed. The first direction is strongly linked to the fuzzyfication process.

Rezumat: Fiabilitatea generatorului electric la îmbătrânirea accelerată și poluare, dar nu numai, depinde de toate componentele sale. Sunt unele elemente componente care au un caracter mai fragil, care conduc la pierderea fiabilității. Aceste componente sunt formate din izolatorii electrice. Cercetări teoretice și mai ales experimentale au fost făcute din abundență. Teoria logicii fuzzy vine să îmbine cele două tipuri de cercetare, conducând la rezultate spectaculoase. Lucrarea de față propune un model bazat pe numere fuzzy "triunghiulare de tăietură" îmbinate cu algoritmul AHP (analiza ierarhică a proceselor) combinație abreviată prin FAHP. Ponderile $\{w_i\}_{i=1}^n$ de cea mai bună aproximație se obțin prin teoria "valorilor și vectorilor proprii".

Cuvinte cheie: redundanță termică, indice de temperatură, izolatori electrice, numere fuzzy, ponderi de cea mai bună aproximație, valori proprii, îmbătrânire accelerată, poluare

1. Introducere

Algoritmul AHP a fost creat pentru a optimiza funcții de tip vector sau de tip tensor. Pentru aceste tipuri de funcții vectoriale, respectiv tensoriale, matematica teoretică a rămas încă deficitară. În consecință s-a recurs la matematica aplicată. La început s-au folosit doar numere crisp.

După apariția logicii fuzzy s-a observat că folosind numere fuzzy, rezultatele aplicațiilor în care s-a folosit AHP sunt net superioare. În paragraful următor prezentăm succint FAHP, adică "AHP prin numere fuzzy" adaptat la studiul fiabilității generatorului electric.

Există două tipuri de direcții prin care se abordează teoria Fuzzy. Prima direcție este strâns legată de procesul intrinsec de fuzzificare.

*Corresponding author / Autor de corespondență:
Phone: +40 744/478736;
e-mail: mihaipaunescu2@yahoo.com

This process means that for each “CR” characteristic a linguistic information (a qualification) is added. This fuzzyfication process refers to an individual process. After the CR characteristics are taken into consideration they influence themselves. The problem is to appreciate the values of the CR characteristics at the end or in the dynamic case at one specific moment.

This process to determine (appreciate) the CR values in time of the process or at the end assumes the appreciation of the partial and global $\{w_i\}_{i=1}^n$ weights of the CR characteristics. FAHP carries this calculus for each type of application included in case of the reliability respectively the aging of the electrical generator.

The second direction is linked to the inputs in every neural network applied to a process system generated by a vector or tensor of CR characteristics. If $\{y_i\}_{i=1}^n$ are vectors belonging to an experimental measurement, then a regression type process leads to a weighted mean

The weights of the best approximation are obtained through the method of eigenvalues and eigenvectors attached to some fuzzy numbers, also to the weights $\{w_i\}_{i=1}^n$ generated by the FAHP method.

In the present study the obtained weights strictly correspond to the exposure processes of some samples formed from “thermal insulating” material in a heating chamber created by the author. The CR characteristics of each type of electric insulator in the given time interval coincide with a great approximation with the ones given in standard [6].

We have analyzed three types of materials and namely the most vulnerable of the generator. A complete study can be carried out in an analogue way.

2. A hierarchical Fuzzy analysis of the reliability processes

The first step which we must realize when we use the fuzzy theory in applications, is to prepare the input data, especially the non-numeric data which are delivered with the help of linguistic terms. The preparation of the inputs is made with the AHP (Analytic Hierarchy Process) algorithm, and for illustration we will use the reliability problem.

The mathematic instrument used is formed out of fuzzy numbers and from the operations with fuzzy numbers, respectively their properties. The used notations are already consecrated for this algorithm. The inputs of the reliability characteristics are represented by the characteristics of the electrical insulator materials

Acest proces înseamnă că se atribuie fiecărei caracteristici “CR” o informație (o calificare) lingvistică. Acest proces de fuzzificare se referă la un proces individual. După ce caracteristicile CR intră în acțiune ele sunt influențate reciproc. Problema care se pune este acum de a aprecia valorile caracteristicii CR la final sau în cazul dinamic la un moment dat.

Acest proces de determinare (apreciere) a valorilor CR în timpul procesului sau la final presupune aprecierea ponderilor $\{w_i\}_{i=1}^n$ parțiale și globale a caracteristicilor CR. FAHP realizează acest calcul pentru orice tip de aplicație inclusă în cazul fiabilității respectiv îmbătrânirii generatorului electric.

A doua direcție este legată de input-urile în orice rețea neuronală aplicată unui sistem de procese generat de un vector sau tensor de caracteristici CR. Dacă $\{y_i\}_{i=1}^n$ sunt vectori ale unor măsurători experimentale, atunci un proces de tip regresie conduce la o medie ponderată.

Ponderile de cea mai bună aproximație se obțin prin metoda valorilor și vectorilor proprii atașate unor numere fuzzy, adică a ponderilor $\{w_i\}_{i=1}^n$, generate de metoda FAHP.

În lucrarea de față se obțin aceste ponderi strict corespunzătoare proceselor de expunere a unor epruvete formate din material de “izolanți termici” în etuve create de către autor. Caracteristicile CR ale fiecărui tip de izolanț electric în intervalul de timp dat coincid cu o mare aproximare cu cele date în standardul [6].

Am analizat trei tipuri de materiale și anume cele mai vulnerabile ale generatorului. Un studiu exhaustiv se poate realiza în mod analog.

2. O analiză ierarhică fuzzy a proceselor de fiabilitate

Primul pas pe care trebuie să îl realizăm atunci când utilizăm teoria fuzzy în aplicații, este de a pregăti datele de intrare (input-urile), în special datele nenumerice ce sunt furnizate cu ajutorul termenilor lingvistici. Pregătirea inputurilor se realizează cu ajutorul algoritmului AHP (Analytic Hierarchy Process), iar pentru ilustrare voi folosi problema fiabilității.

Instrumentul matematic fuzzy utilizat este format din numerele fuzzy, și binențeles din operațiile cu numere fuzzy, respectiv proprietățile acestora. Notațiile folosite sunt deja consacrate acestui algoritm. Input-urile ingineriei caracteristicilor fiabilității sunt reprezentate de însuși caracteristicile materialelor izolatoarelor

which will be noted by CR_1, CR_2, \dots, CR_n . These primary data will then be introduced in the $CR = (CR_1, CR_2, \dots, CR_n)^T$ tensor where CR_i are vectors, $i=1 \div n$. A first approach is made in a logic diagram with tree levels, with the specification that the three levels are not compulsory, not minimal or maximal. The choice of this three level structure has resulted after making many applications which gave satisfactory results. The arrangement of the levels inputs is subjective and depends largely on the experience of the researcher.

We note with G the general level, which contains one single element $G = G(CR)$ and with C the tensor of the categories $C = (C_1, C_2, \dots, C_p)$ where $p \ll n$ and $C_i = (C_{i1}, C_{i2}, \dots, C_{im})$ where $m \ll p$ and $C_{ik} = (C_{ik1}, C_{ik2}, \dots, C_{iks})$ where $s \ll m$.

Each category C_i is on its own a generalized tensor vector in the sense that each individual component is a vector, as a consequence, C forms the second level. On the third level the subcategories $S = (S_1, S_2, \dots, S_p)$ where the generalized vector S has its components formed from vectors which have their components selected from the C_{ik} components.

The loading of the fuzzy ordering matrix (MOF) is made by comparing the fuzzy numbers \tilde{j}_α which correspond to the characteristics from the pair (CR_i, CR_j) which come by associating the characteristics from line i and j . The greatest fuzzy number will be considered as the matrix element (in the sense of ordering through arithmetic and geometric mean), namely by proposing that \widetilde{CR}_i is the fuzzy number attached to the characteristic \widetilde{CR}_i and \widetilde{CR}_j is the one for CR_j , we use the following rule:

$$\tilde{a}_{ij}^\alpha = \begin{cases} \max\{\widetilde{CR}_i, \widetilde{CR}_j\}, & j > i \\ (\tilde{a}_{ij}^\alpha)^{-1}, & i < j \\ 1, & i = j \end{cases} \quad (2.1)$$

In this way the MOF matrix is completely loaded, following that with this rule to be applied to the creation of all MOF matrices for the hierarchization of characteristics.

Given a MOF pair ordering matrix, noted by A^α , and supposing that the real matrix A has been built, if λ_0 is the biggest positive eigenvalue of A and $x_0 = (x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0)$ is the eigenvector of the positive real numbers corresponding to the eigenvalue λ_0 , then by normalizing w_0 , meaning the forming of the vector $w_0 = (w_1^0, w_2^0, \dots, w_n^0)$ with the components w_k^0 given by:

$$w_k^0 = \frac{x_k^0}{x_1^0 + x_2^0 + \dots + x_n^0}, k = 1 \div n \quad (2.2)$$

electrici care vor fi notate cu CR_1, CR_2, \dots, CR_n . Aceste date primare sunt apoi introduse în tensorul $CR = (CR_1, CR_2, \dots, CR_n)^T$ unde CR_i sunt vectori, $i=1 \div n$. O primă abordare este realizată într-o schemă logică cu trei nivele, făcând precizarea că cele trei nivele nu sunt obligatorii, nici minimale sau maxime. Alegerea acestei structuri pe trei nivele a rezultat în urma realizării mai multor aplicații care au dat rezultate satisfăcătoare. Aranjarea inputurilor pe nivele este subiectivă și depinde în mare măsură de experiența cercetătorului.

Notăm cu G nivelul general, care conține un singur element $G = G(CR)$ și cu C tensorul categoriilor $C = (C_1, C_2, \dots, C_p)$ unde $p \ll n$ și $C_i = (C_{i1}, C_{i2}, \dots, C_{im})$ unde $m \ll p$ și $C_{ik} = (C_{ik1}, C_{ik2}, \dots, C_{iks})$ unde $s \ll m$.

Fiecare categorie C_i , este la rândul său un vector generalizat tensor în sensul în care fiecare componentă a sa este un vector, în consecință, C formează nivelul al doilea. Pe nivelul trei se află „subcategoriile”: $S = (S_1, S_2, \dots, S_p)$ unde vectorul generalizat S are componentele formate din vectori ale căror componente sunt selectate din componentele C_{ik} .

Încărcarea matricei de ordonare fuzzy (MOF) se realizează comparând numerele fuzzy \tilde{j}_α care corespund caracteristicilor din perechea (CR_i, CR_j) , care provin din asocierea caracteristicilor de pe linia i și coloana j . Elementul matricei se va considera cel mai mare număr fuzzy (în sensul ordonării prin media aritmetică sau geometrică), adică presupunând că \widetilde{CR}_i este numărul fuzzy atașat caracteristicii \widetilde{CR}_i și \widetilde{CR}_j este cel pentru CR_j , folosim următoarea regulă:

În acest mod se încarcă complet matricea MOF, urmând ca, această regulă să fie aplicată la întocmirea tuturor matricelor MOF de ierarhizare a caracteristicilor.

Fie dată o matrice de ordonare pe perechi MOF, notată cu A^α , și presupunând că s-a construit matricea reală A , dacă λ_0 este cea mai mare valoare proprie pozitivă a lui A , și $x_0 = (x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0)$ este vectorul propriu al numerelor reale pozitive corespunzător valorii proprii λ_0 , atunci normalizând pe w_0 , adică formând vectorul $w_0 = (w_1^0, w_2^0, \dots, w_n^0)$, cu componentele w_k^0 date de:

The vector w_0 is formed from the attached weights of the MOF matrix generated by the characteristics of the electrical generator with the help of fuzzy numbers.

These weights $w_k^0 \in (0,1)$ have now the quality requested by the weights theory used in diverse mediums and namely that:

$$\sum_{k=1}^n w_k^0 = 1 \tag{2.3}$$

The obtained w_k^0 weights are just “partial weights” for the CR_i characteristics. The global weights or final ones are obtained by using the T-norm operator [1], which is applied in the following way:

$$T_{w_{CR_i}} = w_{C_j} \cdot w_{S_k} \cdot w_{CR_i} \tag{2.4}$$

where w_{C_j} is the weight for the C_j , w_{S_k} is the weight from the subcategory S_k from which the characteristic CR_i is a part and w_{CR_i} is the partial weight of CR_i .

$T_{w_{CR_i}}$ represents the global weight of the CR_i characteristic. It can be observed that the global weight of a characteristic is composed by many more partial weights namely she is the resultant of the contribution of all characteristic system.

3. Study case

A study on three types of electrical insulating material used in the coils of the electrical generator has been carried out.

A complete analysis is made analogous if all the component materials of the electrical generator are taken into consideration, this represents a more complex study which exceeds the scope of the present work. The choice of the three materials has been made in respect to their importance in the coils of the electrical generator. The vectors of the characteristics of the three materials have been named with CR_1, CR_2, CR_3 .

Vectorul w_0 este format din „ponderile” atașate matricei MOF generată de caracteristicile generatorului electric prin intermediul numerelor fuzzy.

Aceste ponderi $w_k^0 \in (0,1)$, au acum calitatea cerută de teoria ponderilor folosite în diverse medii, și anume că:

Totuși, ponderile w_k^0 astfel obținute sunt doar „ponderi parțiale” pentru caracteristicile CR_i . Ponderile globale, sau finale se obțin utilizând operatorul T-normă [1], acesta se aplică astfel:

unde w_{C_j} este ponderea de la categoria C_j , w_{S_k} este ponderea de la subcategoria S_k din care face parte caracteristica CR_i , iar w_{CR_i} este ponderea parțială a lui CR_i .

$T_{w_{CR_i}}$ este ponderea globală a caracteristicii CR_i . Se observă astfel, că ponderea globală a unei caracteristici este compusă din mai multe ponderi parțiale, adică ea este rezultatul contribuției întregului sistem de caracteristici.

3. Studiu de caz

Am realizat un studiu pe trei tipuri de material “izolatori electrici” folosite în bobinele generatorului electric.

O analiză completă se face analog dacă se iau în studiu toate materialele componente ale generatorului, acest lucru pretinde o expunere mult mai mare care depășește cadrul lucrării de față. Alegerea celor trei materiale s-a făcut în raport cu importanța lor în bobinele generatorului electric. Am notat vectorii caracteristicilor celor trei materiale cu CR_1, CR_2, CR_3

Table 1. The characteristics of the component materials of the electrical generator.

Code	Material naming	Specification
CR_1	Pressboard	CEI, 60455
CR_2	Winding conductors	CEI, 60317
CR_3	Impregnating varnishes	CEI, 60464

The components of these vectors are presented in the following tables.

Componentele acestor vectori sunt prezentate în tabelele următoare.

Table 2 Thermoplastic electrical insulator I.

IT [°C]	T ∈ [75°, 84°]				
Exposure temperature [°C]	110	120	130	140	150
Days [d]	28	14	7	3	1
Exposure characteristics	CR ₁₁	CR ₁₁	CR ₁₁	CR ₁₁	CR ₁₁

Table 3 Thermoplastic electrical insulator II.

IT [°C]	T ∈ [85°, 94°]				
Exposure temperature [°C]	110	120	130	140	150
Days [d]	28	14	7	3	1
Exposure characteristics	CR ₁₂	CR ₂₂	CR ₃₂	CR ₄₂	CR ₅₂

Table 4 Thermoplastic electrical insulator III.

IT [°C]	T ∈ [95°, 104°]				
Exposure temperature [°C]	120	130	140	150	160
Days [d]	28	14	7	3	1
Exposure characteristics	CR ₁₃	CR ₂₃	CR ₃₃	CR ₄₃	CR ₅₃

We study the behavior of three types of electrical insulator materials. According to (STAS) SR EN 50216-2 2011 the insulators are subjected to five time periods. As a consequence the heating chamber is endowed with a characteristic tensor, each columns represents the vector of one material type.

Studiul comportarea simultană a trei tipuri de material "izolatori electrice". Conform (STAS) SR EN 50216-2 2011 izolatorii sunt supuși la cinci perioade de timp. În consecință etuva este înzestrată cu un tensor al caracteristicilor, fiecare coloană reprezintă vectorul unui tip de material.

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} \\ c_{41} & c_{42} & c_{43} \\ c_{51} & c_{52} & c_{53} \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

The logical hierarchization diagram, according to FAHP for this particular case is:

Schema logică de ierarhizare, conform FAHP pentru acest caz particular este:

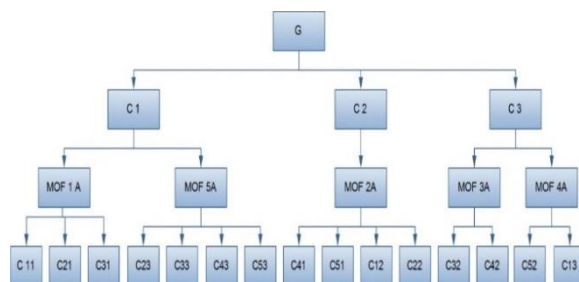


Figure 1. Hierarchical logical diagram.

We propose a first fuzzyfication of the form:

Propunem o primă fuzzy ficare de forma:

$$\begin{array}{llll}
 c_{11} \rightarrow \tilde{1}_\alpha & c_{12} \rightarrow \tilde{11}_\alpha & c_{13} \rightarrow \tilde{5}_\alpha & MOF1A \rightarrow \tilde{5}_\alpha \\
 c_{21} \rightarrow \tilde{3}_\alpha & c_{22} \rightarrow \tilde{13}_\alpha & c_{23} \rightarrow \tilde{7}_\alpha & MOF2A \rightarrow \tilde{13}_\alpha \\
 c_{31} \rightarrow \tilde{5}_\alpha & c_{32} \rightarrow \tilde{15}_\alpha & c_{33} \rightarrow \tilde{9}_\alpha & MOF3A \rightarrow \tilde{17}_\alpha \\
 c_{41} \rightarrow \tilde{7}_\alpha & c_{42} \rightarrow \tilde{17}_\alpha & c_{43} \rightarrow \tilde{11}_\alpha & MOF4A \rightarrow \tilde{19}_\alpha \\
 c_{51} \rightarrow \tilde{9}_\alpha & c_{52} \rightarrow \tilde{19}_\alpha & c_{53} \rightarrow \tilde{13}_\alpha & MOF5A \rightarrow \tilde{13}_\alpha
 \end{array} \quad (3.2)$$

The sinking of the fuzzy numbers in set intervals from R_+ „triangular fuzzy cut numbers” is made according to the formulas:

Scufundarea numerelor fuzzy în multimea intervalelor din R_+ „numere fuzzy triunghi de tăietură” se face conform formulelor:

$$\widetilde{1}_\alpha = [1, 3 - 2\alpha] \tag{3.3}$$

$$(\widetilde{2k+1})_\alpha = [2k - 1 + 2\alpha, 2k + 3 - 2\alpha], k = 1 \div 8 \tag{3.4}$$

The reverse of these fuzzy numbers are:

Inversele acestor numere fuzzy sunt:

$$\widetilde{1}_\alpha^{-1} = \left[\frac{1}{3-2\alpha}, 1 \right] \tag{3.5}$$

$$(\widetilde{2k+1})_\alpha^{-1} = \left[\frac{1}{2k+3-2\alpha}, \frac{1}{2k-1+2\alpha} \right], k = 1 \div 8 \tag{3.6}$$

The defuzzyfication, respectively the conversion in crisp numbers of the triangular cut fuzzy numbers, using the theory of intervals, can be made by using the convex combination with the parameter $\beta = [0,1]$. This sinking leads us to the following real crisp numbers after the rule:

Defuzzyficarea, respectiv trecerea în numere crisp a numerelor fuzzy triunghiulare de tăietură, folosind teoria intervalelor, se poate face folosind combinația convexă cu parametrul $\beta = [0,1]$. Aceasta scufundare ne conduce la următoarele numere crisp (reale) după regula:

$$[a, b] \rightarrow (1-\beta)a + \beta b \text{ so}$$

$$1_\alpha = (1-\beta) + \beta(3-2\alpha) \tag{3.7}$$

$$(2k+1)_\alpha = (1-\beta)(2k-1+2\alpha) + \beta(2k+3-2\alpha), k = 1 \div 8 \tag{3.8}$$

We proceed in an analogue way for the reverse of these fuzzy numbers.

Procedam analog pentru inversele acestor numere fuzzy.

$$1_\alpha^{-1} = \frac{1-\beta}{3-2\alpha} + \beta;$$

$$(\widetilde{2k+1})_\alpha^{-1} = \frac{1-\beta}{2k+3-2\alpha} + \frac{\beta}{2k-1+2\alpha}, k = 1 \div 8 \tag{3.9}$$

The ordering of the intervals is made according to the hypothesis:

Folosind ordonarea intervalelor după teoria acesteia, se face conform ipotezei:

$$[a_1, b_1] < [a_2, b_2] \text{ only and only if } a_1 < a_2 \text{ and } b_1 < b_2 \tag{3.10}$$

It can be observed that this rule leads to the following ordering of the fuzzy cut triangular numbers:

Se observă că această regulă conduce la următoarea ordonare a numerelor fuzzy triunghiulare de tăietură:

$$\widetilde{j}_\alpha < \widetilde{i}_\alpha \Leftrightarrow j < i \text{ as a consequence we have}$$

$$\widetilde{1}_\alpha < \widetilde{3}_\alpha < \widetilde{5}_\alpha < \widetilde{7}_\alpha < \widetilde{9}_\alpha < \widetilde{1}_\alpha^{-1} < \widetilde{3}_\alpha^{-1} < \widetilde{5}_\alpha^{-1} < \widetilde{7}_\alpha^{-1} \tag{3.11}$$

In a similar way the reverse numbers are ordered. The fuzzy cut numbers $\alpha=1/2$ and with the moderate optimism grade $\beta=2/3$ are presented in the following (the numbers on the left side must contain the \sim corresponding to fuzzy numbers, on the right side there are the corresponding crisp numbers).

Analog se ordonează și inversele lor. Numerele fuzzy de tăietura $\alpha=1/2$, și cu gradul de optimist moderat $\beta=2/3$ sunt prezentate în continuare (la numerele din partea stângă trebuie pus semnul \sim corespunzător numerelor fuzzy, în partea dreapta sunt numerele crisp corespunzătoare).

$$\begin{array}{ll}
 1 = 1,67 & 1(\wedge-1) = 0,83 \\
 3 = 3,33 & 3(\wedge-1) = 0,42 \\
 5 = 5,33 & 5(\wedge-1) = 0,22 \\
 7 = 7,33 & 7(\wedge-1) = 0,15 \\
 9 = 9,33 & 9(\wedge-1) = 0,12 \\
 11 = 11,33 & 11(\wedge-1) = 0,09 \\
 13 = 13,33 & 13(\wedge-1) = 0,08 \\
 15 = 15,33 & 15(\wedge-1) = 0,07 \\
 17 = 17,33 & 17(\wedge-1) = 0,06 \\
 19 = 19,33 & 19(\wedge-1) = 0,05
 \end{array} \tag{3.12}$$

The sinked fuzzy ordering matrices will become:

Matricele de ordonare fuzzy scufundate vor deveni:

		C11	C21	C31
MOF 1A	C11	1	0,42	0,22
	C21	3,33	1	0,15
	C31	5,33	7,33	1

		C41	C51	C12	C22
MOF 2A	C41	1	0,12	0,09	0,08
	C51	9,33	1	0,09	0,08
	C12	11,33	11,33	1	0,08
	C22	13,33	13,33	13,33	1

		C32	C42
MOF 3A	C32	1	0,06
	C42	17,33	1

		C52	C13
MOF 4A	C52	1	0,05
	C13	19,33	1

		MOF 1A	MOF 5A
C1	MOF 1A	1	13,33
	MOF 5A	0,08	1

		MOF 3A	MOF 4A
C3	MOF 3A	1	19,33
	MOF 4A	0,05	1

C2 1

The obtained eigenvalues are presented in the following:

Valorile proprii obținute sunt prezentate în cele ce urmează:

		C11	C21	C31
MOF 1A	C11	3,4495	0	0
	C21	0	-0.2248 + 0.9107i	0
	C31	0	0	-0.2248 - 0.9107i

		C41	C51	C12	C22
MOF 2A	C41	5.6118	0	0	0
	C51	0	-0.0272 + 2.9328i	0	0
	C12	0	0	-0.0272 - 2.9328i	0
	C22	0	0	0	-1.5573
		C23	C33	C43	C53
MOF 5A	C23	5.6118	0	0	0
	C33	0	-0.0272 + 2.9328i	0	0
	C43	0	0	-0.0272 - 2.9328i	0
	C53	0	0	0	-1.5573

The partial weights are:

Ponderile parțiale vor fi:

	Eigen-values	Eigen-vectors	Partial Weights
MOF 1A	34.495	0,1262	0,10
		0,2306	0,17
		0,9648	0,73
MOF 2A	56.118	-0,02	0,02
		-0,07	0,05
		-0,24	0,19
		-0,97	0,74
MOF 3A	20.197	0,06	0,06
		1,00	0,94
MOF 4A	19.831	0,05	0,05
		1,00	0,95
MOF 5A	56.118	-0,02	0,02
		-0,07	0,05
		-0,24	0,19
		-0,97	0,74

	Eigen-values	Eigen-Vectors	Partial weights
C1	20.327	1,00	0,93
		0,08	0,07
C2	1	1	1,00
C3	19.831	1,00	0,95
		0,05	0,05
G	3.934	0,99	0,84
		0,16	0,14
		0,02	0,02

The global weights are:

Ponderile globale sunt:

Table 5 The global weights of the material characteristics.

Mat Char	Global weights		Mat Char	Global weights	
C11	0,074	7,45%	C42	0,018	1,80%
C21	0,136	13,62%	C52	0,000	0,004%
C31	0,570	57,01%	C13	0,000	0,09%
C41	0,002	0,24%	C23	0,001	0,10%
C51	0,007	0,74%	C33	0,003	0,31%
C12	0,025	2,58%	C43	0,011	1,12%
C22	0,102	10,28%	C53	0,044	4,49%
C32	0,001	0,10%			

The histograms for this particular case are the following:

Histogramele pentru acest caz particular sunt următoarele:

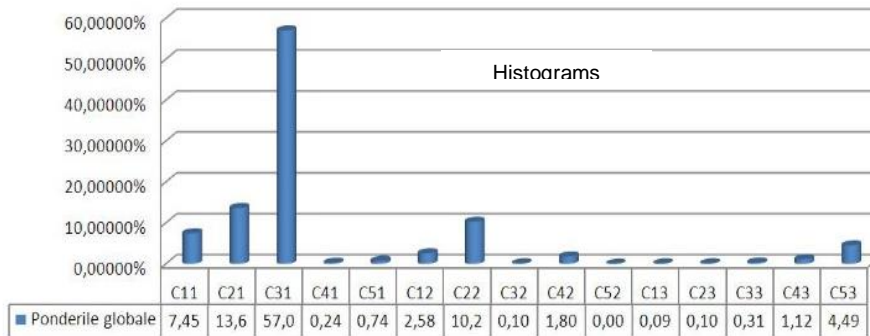


Figure 2. Histograms.

The global ordering of the histograms is:

Ordonarea globală a histogramelor:

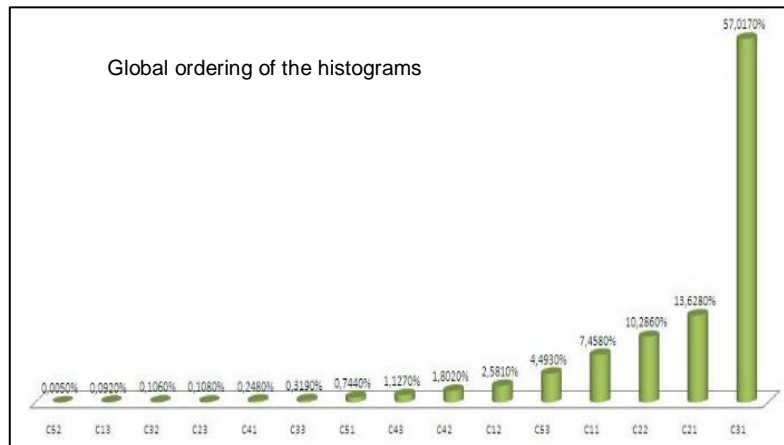


Figure 3. Global ordering of the histograms.

4. Conclusions

The logic of fuzzy numbers does not exclude experimental research, on the contrary it is the basic support for this type of research. Also, the fuzzy theory uses the theory of probabilities and of the crisp numbers.

The introduction of linguistic hypothesis besides the axiomatic ones come to complete not to exclude. In this work the above affirmations have been put in evidence.

Regarding the accelerated aging study of electrical insulator materials, the samples have been introduced separately in the heating chamber.

If we observe the tables 2, 3, 4 we find that exposure times are the same, the temperature on the exposure times almost coincide, fact that leads to the idea that the research has been done as the three samples were simultaneous in the sample, also like these electrical insulator materials behave in the electrical generator.

4. Concluzii

Logica numerelor Fuzzy nu exclude cercetările experimentale, dimpotrivă, ele constituie suportul de bază pentru acest mod de cercetare. Tot în acest spirit, teoria Fuzzy folosește din plin teoria probabilităților și numerele crisp.

Introducerea ipotezelor lingvistice pe lângă cele axiomatice vin să completeze nu să excludă. În această lucrare s-au pus în evidență cu prisosință afirmațiile de mai sus.

În ce privește studiul îmbătrânirii accelerate a materialelor izolatori electrici, aparent în etuvă s-au introdus epruvete separat.

Dacă observăm tabelele 2, 3, 4 constatăm că timpii de expunere sunt aceiași, temperaturile pe timpii de expunere aproape coincid, fapt care conduce la ideea că cercetarea s-a făcut ca și când cele trei epruvete s-au aflat simultan în epruvetă, adică așa cum aceste materiale „izolatori electrici” se comportă în interiorul generatorului.

This important aspect leads to the idea that the research has led to the expected results and namely the numerical information corresponds to the linguistic hypothesis and approximate sufficiently the real phenomenon.

Similarly a more complete study can be made which takes into consideration all the components of the electrical generator which endure an aging process.

Acest aspect important conduce la ideea că cercetarea a condus la rezultatele așteptate și anume informațiile numerice corespund ipotezelor lingvistice și aproximează suficient de bine fenomenul real.

În mod analog se poate face un studiu complet luând toate componentele generatorului electric care suportă un proces de îmbătrânire.

5. References

- [1] Socaciu, L.G. *Elements of Fuzzy Logic Numbers*, Acta Technica Napocensis, nr. 1, 2011.
- [2] Gieras, J.F, Wang, R.-J, Kamper, M.J. *Axial Flux Permanent Magnet Brushless Machines*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 2004.
- [3] Belicova, E. Hrabovcova, V., Parviainen, A. *Transient Thermal Modelling of Axial Flux Permanent Magnet Machines – Verification of the Theoretical Assumptions by measurements*, ISEM 2005, Praha, 2005.
- [4] Kylander, G. *Thermal Modelling of Small Cage Induction Motors*, PhD, Thesis, Chalmers University, 1995.
- [5] Munteanu R., Dragan F. *Control statistic și fiabilitate*, Universitatea Politehnica, Cluj-Napoca 1993.
- [6] ***, SR EN 60216-2-2006
- [7] ***, SR EN 50216-2 2011

PACKED BED REACTORS FOR THE AEROBIC COMETABOLIC BIOREMEDIATION OF GROUNDWATER CONTAMINATED BY CHLORINATED SOLVENTS

BIOREMEDIEREA AEROBĂ COMETABOLICĂ A APELOR SUBTERANE POLUATE CU SOLVENȚI CLORURAȚI ÎN BIOREACTOARE DE TIP PBR'S

Florin Adrian POTRA^{1*}, Dario FRASCARI², Davide PINELLI², Giulio ZANAROLI², Fabio FAVA², Simona BĂBUȚ¹, Valer MICLE¹

¹Technical University of Cluj-Napoca, Faculty of Materials and Environmental Engineering, Department Environmental Engineering and Sustainable Development Entrepreneurship, 103-105 Muncii Ave, Cluj-Napoca, Romania

²University of Bologna, Faculty of Engineering, Department of Civil, Chemical, Environmental and Materials Engineering, Via Terracini 28, 40131 Bologna, Italy

Abstract: Chlorinated aliphatic hydrocarbons are highly toxic, irritant and carcinogenic, being heavily used over time particularly in industry as solvents for degreasing or cleaning metal parts. The paper describes the improvement of the technology with biofilm bioreactors for the remediation of groundwater and wastewater in a technique studying the degradation of two chlorinated solvents present in groundwater, namely trichloroethylene (TCE) and 1,1,2,2 - tetrachloroethane (TeCA), coming from a contaminated site in the city of Rho, Milan area, Italy. The ultimate goal was to build a reactor with biomass immobilized on a porous ceramic support with a volume of about 20 liters, which should be able to treat the contaminated groundwater in the studied site, simulating a small-scale in-situ bioremediation. On the reactor it was also studied a fluid-dynamic model that allows power optimization technique for a more efficient degradation.

Keywords: bioreactor, trichloroethylene, butane, biofilm carrier, aerobic cometabolism.

1. Introduction

The chlorinated compounds are some of the most spread compounds of modern chemistry, having many areas of application, being used as: insecticides, pharmaceutical products, antiseptic products, solvents, etc. Their widespread use since the 80s, has contributed to an increase in production, but also led to their accumulation in the environment. In particular, "chlorinated organic solvents" belong to a class considered to be "particulatly dangerous substances" and, therefore, should be treated properly and not released into the environment [1, 2].

Rezumat: Hidrocarburile alifatiche clorurate sunt foarte toxice, iritante și cancerigene ele fiind intens folosite de-a lungul timpului în special în industrie ca și solvenți pentru degresarea sau la curățarea pieselor metalice. Lucrarea descrie îmbunătățirea tehnologiei bioreactoarelor cu biofilm pentru depoluarea apelor subterane și a apelor uzate și în principal studiul unei tehnici de degradare a doi solvenți clorurați prezenți în apele subterane, adică tricloretilenă (TCE) și 1,1,2,2-tetraclorețan (TeCA), proveniți dintr-un sit contaminat din orașul Rho, regiunea Milano, Italia. Scopul final a fost acela de a construi un reactor cu biomasă imobilizată pe suport ceramic poroși cu un volum de aproximativ 20 l, care să fie capabil să trateze apele subterane contaminate din situl studiat, simulând la scară redusă o bioremediere in-situ. De asemenea pe reactor s-a studiat și un model fluido-dinamic, ce va permite optimizarea tehnicii de alimentare pentru o degradare mai eficientă.

Cuvinte cheie: bioreactor, tricloretilenă, butan, suport ceramic, aerobă cometabolică.

1. Introducere

Compușii clorurați sunt unii dintre cei mai răspândiți compuși din chimia modernă, având foarte multe domenii de aplicare, fiind utilizați ca și: insecticide, produse farmaceutice, produse antiseptice, solvenți, etc. Utilizarea lor pe scară largă începând cu anii '80, a contribuit la o creștere a producției, dar totodată a dus și la acumularea lor în mediul înconjurător. În mod particular „solvenții organici clorurați” aparțin unei clase considerate „substanțe deosebit de periculoase” și, prin urmare, ar trebui să fie tratate în mod corespunzător și nu eliberate în mediul înconjurător [1, 2].

*Corresponding author / Autor de corespondență:

Phone: +40 74/0178666

e-mail: potra_florin@yahoo.com

Chlorinated aliphatic hydrocarbons are highly toxic, irritant and carcinogenic and have been extensively used mainly in industry as solvents for degreasing and cleaning metal parts. Characterized by high mobility in the aquifer and having a higher density than water, chlorinated solvents penetrate the aquifer until they meet an impermeable layer. Here, because of the low solubility in water, they form a heavily polluted area scientifically known as "plume". Usually decontaminating groundwater contaminated with chlorinated solvents is achieved through physical or chemical technology, but an alternative with better results and a minor impact on the environment is represented by the biological technologies. In the past 20 years there has been an intense research focused on the biological degradation of chlorinated solvents both through aerobic and anaerobic processes. Bioremediation is a modern technology for the treatment of pollutants using biological factors (microorganisms) for the conversion of certain chemicals in final form less harmful, ideally, CO₂ and H₂O, which are non-toxic and are released into the environment without substantially altering the balance of ecosystems [3, 4, 9].

2. Materials and methods

The practical part of this work, was done in the Department of Entrepreneurship Environmental Engineering and Sustainable Development, Department of Materials Engineering and the Environment at the Technical University of Cluj-Napoca and the Department of Civil Engineering, Chemistry, Environment and Materials (DICAM) - Alma Mater studiorum - University of Bologna, Italy.

The specialised literature provides more data about the methods of decontamination of chlorinated solvents with various types of bioreactors, having different degradation efficiencies. However, currently there is no Packed Bed Reactor (PBR) on an industrial scale, in which processes of bioremediation of polluted groundwater could be carried out.

The development of aerobic cometabolic degradation process in the PBR-type reactors of the groundwater contaminated with TCE and TECA from the site of the industrial area of the city Rho, Province of Milan, Italy had the following objectives [9]:

- Selecting a growth substrate suitable for the developing of an effective bacterial consortium in the aerobic cometabolic degradation process;
- Selection of a performant bacterial

Hidrocarburile alifatiche clorurate sunt foarte toxice, iritante și cancerigene; ele au fost intens folosite în special în industrie ca solvenți pentru degresarea sau curățarea pieselor metalice. Fiind caracterizați de o mobilitate ridicată în acvifer și având o densitate mai mare decât apa, solvenții clorurați pătrund în acvifer până la întâlnirea unui strat impermeabil. Aici, datorită solubilității reduse în apă, formează o zonă puternic poluată denumită în specialitate "plume". De regulă decontaminare a apelor subterane contaminate cu solvenți clorurați, se realizează prin tehnologii fizice sau chimice, însă o alternativă la acestea cu rezultate mult mai bune dar și un impact minor asupra mediului sunt tehnologiile biologice. În ultimii 20 ani s-a realizat o intensă activitate de cercetare axată pe degradarea biologică a solvenților clorurați prin procedee atât aerobe cât și anaerobe. Bioremedierea este o tehnologie modernă de tratare a poluanților care utilizează factori biologici (microorganisme) pentru transformarea anumitor substanțe chimice în forme finale mai puțin nocive, la modul ideal, CO₂ și H₂O, care sunt netoxice și sunt eliberate în mediu fără a modifica substanțial echilibrul ecosistemelor [3, 4, 9].

2. Materiale și metode

Partea practică al acestei lucrări a fost realizată în laboratoarele din Lazzaretto a Departamentul de Inginerie Civilă, Chimică, Ambientală și a Materialelor (DICAM) de la Facultatea de Inginerie a Universității din Bologna. De ani de zile în acest departament se studiază epurarea apelor poluate cu solvenți clorurați prin degradare bacteriană.

Literatura de specialitate oferă multe date despre metodele de decontaminare a solvenților clorurați cu diverse tipuri de bioreactoare, având diferite randamente de degradare. Cu toate acestea în momentul de față nu există nici un reactor de tip PBR la scară industrială în care să se efectueze procese de decontaminare a apelor subterane poluate cu solvenți clorurați.

Dezvoltarea procesului de degradare aerobă cometabolică în reactoare de tip PBR's a apelor subterane contaminate cu TCE și TeCA din situl zonei industriale ale orașului Rho, provincia Milano, Italia a avut următoarele obiective [9]:

- Selectarea unui substrat de creștere adecvat dezvoltării unui consorțiu bacterian eficient în procesul de degradare aerob cometabolic;
- Selecționarea unui consorțiu bacterian

consortium, with efficiency in the degradation of chlorinated solvents;

- Selecting the suitable ceramic material as a support for fixing the microorganisms;
- Making an enzyme kinetics study, in order to study the phenomena of inhibition of growth arising between the substrate and the interpretation of the results using the Michaelis-Menten theory.

The analytical and experimental procedures used to monitor the primary substrate and the chlorinated solvents, as well as to analyze and determine the biomass concentration of chlorine ions released by the biodegradation of the chlorinated solvents were performed at the University of Bologna.

2.1. Selection of the growth substrate

The selection and propagation of an indigenous bacterial consortium was focused on selecting a high-performance biomass, with high efficiency in the degradation of chlorinated aliphatic hydrocarbons. This selection was made within the consortia obtained from five groundwater samples of a polluted site, each exposed to five different growth substrates. Choosing the optimal mix between groundwater and growth substrate was performed in two stages: In the first phase, tests were made in bottles of 119 ml batch bioreactors (closed circuit) called microcosms that contained 60 ml of biomass, derived from five samples taken from the groundwater of the contaminated site (the industrial area of Rho, province of Milan, Italy), each exposed to five candidate growth substrates: methane, propane, butane, pentane and phenol (Figure 1).

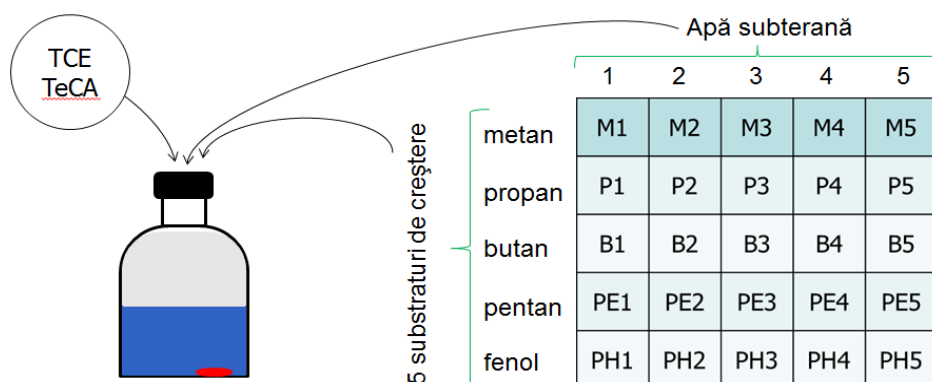


Figure 1. Selection of the growth substrate out of the 5 candidate substrates.

2.2. Selection of an efficient bacterial consortium

The aim was to select from the contaminated water samples some possible species of indigenous microorganisms, consuming the growth substrate

performant, cu randament de degradare a solvenților clorurați;

- Selectarea materialului ceramic adecvat ca suport pentru fixarea microorganismelor;
- Realizarea unui studiu cinetic enzimatic, pentru a putea studia fenomenele de inhibiție care apar între substratul de creștere și prin interpretarea rezultatelor cu ajutorul teoriei Michaelis-Menten.

Procedurile analitice și experimentale utilizate pentru monitorizarea substratului primar și a solvenților clorurați, dar și pentru analiza concentrație biomasei și determinarea ionilor de clor eliberați în procesul de biodegradare a solvenților clorurați s-au făcut la Universitatea din Bologna.

2.1. Selectarea substratului de creștere

Selectarea și înmulțirea unui consorțiu bacterian indigen s-a axat pe selecționarea unei biomase performante, cu randament mare de degradare a hidrocarburilor alifatică clorurate. Această selecționare s-a realizat din consorțiile obținute din 5 probe de apă subterană a unui sit poluat, fiecare fiind expusă la 5 substraturi de creștere diferite. Alegerea combinației optime între apele subterane și substratul de creștere s-a realizat în două etape: În prima etapă, testele s-au făcut în flacoane de 119 ml în bioreactoare batch (cu circuit închis) denumite microcosmi, care au conținut 60 ml de biomasă, provenită din cinci probe, prelevate din apele subterane ale sitului contaminat (zona industrială a orașului Rho, provincia Milano, Italia) expuse fiecare la cinci substraturi de creștere candidate: metan, propan, butan, pentan și fenol (Figura 1).

2.2. Selecționarea unui consorțiu bacterian performant

Scopul a fost acela de a selecta din probele de apă contaminată o eventuală specie de microorganisme indigene, consumatoare de

and degrading chlorinated solvents, by means of cometabolic aerobic degradation. A selection was made with a view to fostering the growth of bacterial species able to metabolize the substrate that feeds them and degrade the chlorinated solvents.

In this study, a set of twenty-five microcosms was prepared, using five groundwater samples (Figure 1), taken from four different points of the contaminated site (numbered 1, 2, 3, 4 and 5) and five different growth substrates: methane (M), propane (PE), butane (B), pentane (P) and phenol (PH). The numbers 1 to 4 indicate the four water samples, and with 5 it is noted the mixture of the four samples.

In the process there were added pulses, both with the growth substrate and the two chlorinated solvents, which was performed each time the concentration of the liquid phase was below the initial values. Initially, the growth substrate has been added so that the concentration of the liquid phase to be 2 mg l⁻¹ and the chlorinated solvents were added in increasing concentrations of up to 7 mg l⁻¹ for TCE and 2 mg l⁻¹ at TeCA.

The selected consortium has been used first to inoculate to 119 ml bioreactors, with a closed loop "batch", placed in agitation, with thermostat housing both at 15°C and at 30°C, in order to obtain a sufficient amount of biomass for the colonization of continuous flow bioreactors and for the performance of the kinetic study on selected bacterial consortium. The multiplying of the biomass was done in a "fed-batch" Sartorius fermenter, but with an intermediate stage composed of a "Pyrex" reactor, with a volume of 5 l (Figure 2).

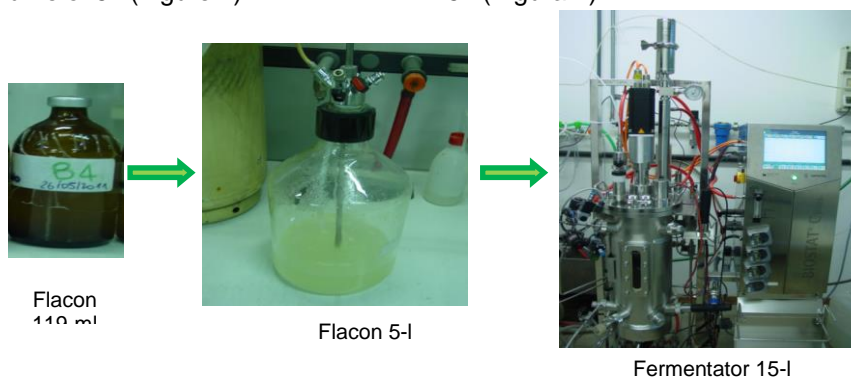


Figure 2. Growth stages of the biomass.

2.3. Selection of the appropriate ceramic material as a support for fixing micro-organisms

Selecting the most advanced porous ceramic substrate to form the biofilm contains the preliminary tests of the porous media selection process that consists in comparing the four types

substraturi de creștere și degradatoare de solvenți clorurați, prin mecanismul de degradare cometabolică aerobă. S-a efectuat o selecție cu scopul favorizării creșterii speciilor de bacterii capabile să metabolizeze substratul cu care sunt alimentate și să degradeze solvenții clorurați.

În acest studiu, s-a pregătit un set de douăzeci și cinci de microcosmi folosind cinci probe de apă subterană (Figura 1), prelevate din patru puncte diferite ale sitului contaminat (numerotate 1, 2, 3, 4 și 5) și cinci substraturi de creștere diferite: metan (M), propan (PE), butan (B), pentan (P) și fenol (PH). Cu numere de la 1 la 4 sunt indicate cele patru probe de apă, iar cu 5 este notat amestecul celor patru probe.

Pe parcurs s-au adăugat pulsuri atât cu substrat de creștere cât și cu cei doi solvenți clorurați, acestea efectuându-se de fiecare dată când concentrația în faza lichidă era sub valorile inițiale. Inițial, substratul de creștere a fost adăugat astfel încât concentrația din faza lichidă să fie de 2 mg·l⁻¹, iar solvenții clorurați au fost adăugați în concentrații crescătoare până la 7 mg·l⁻¹ pentru TCE și 2 mg·l⁻¹ la TeCA.

Consoțiul selecționat a fost utilizat mai întâi pentru inocularea unor bioreactoare de 119 ml cu circuit închis "batch" amplasate în agitatoare, cu carcasă termostată atât la 15°C cât și la 30°C, cu scopul de a obține o cantitate suficientă de biomasă pentru colonizarea bioreactoarelor cu flux continuu și pentru a putea efectua studiul cinetic pe consoțiului bacterian selecționat. Înmulțirea biomasei s-a realizat într-un fermentator Sartorius "fed-batch" având însă o etapă intermediară constituită dintr-un reactor „pyrex” cu un volum de 5 l (Figura 2).

2.3. Selectarea materialului ceramic adecvat ca suport pentru fixarea microorganismelor





Selectarea celui mai performant suport ceramic poros în vederea formării biofilmului cuprinde testele preliminare de selecție a suportului poros, proces care constă în compararea

of ceramic support (porous materials designed specifically for the biofilm formation processes), named (Biomax®, Biomech®, Biopearl® and Cerambios®). Choosing the most efficient support was done through a procedure consisting of two stages: The first stage consisted of a closed circuit of "batch" test reactors, that was made both at 30°C and at 15°C, and the second stage was based on the tests on a continuous-flow reactor at a temperature of 30°C [5].

a patru tipuri de suporturi ceramice (materiale poroase proiectate special pentru procesele de formare a biofilmului), denumite (Biomax®, Biomech®, Biopearl® și Cerambios®). Alegerea celui mai performant suport s-a realizat prin intermediul unei proceduri formate din două etape: Prima etapă a constat într-un test pe reactoare cu circuit închis "batch", care s-a făcut atât la 30°C cât și la 15°C, iar cea de a doua etapă s-a bazat pe testele asupra unui reactor cu flux continuu, la temperatura de 30°C [5].

Table 1.

Preselected porous supports used for the immobilization of the chlorinated solvents degrading bacterial consortium.

Name	Biomax®	Biomech®	Biopearl®	Cerambios®
Material	Ceramics	Ceramics	Sinterred glass	Ceramics
Porosity	64%	65%	59%	72%
Appearance				

The samples, in closed loop reactors at a temperature of 30°C, were carried out by inoculating the bacterial consortium selected in four batch-type reactors, filled with the four ceramic brackets candidates. Bioreactors were made of 119 ml flasks, containing 60 ml of porous material (from the pre-selected brackets) (Table 1) and 50 ml of bacterial consortium B4.

The continuous-flow reactors on which the tests were carried out at 30°C were composed of columns of glass (1 L) packed with ceramic material, connected to a power supply designed so as to allow both the supply of oxygen and of the selected growth substrate (B4). The pilot reactor used in this study was comprised of four columns of glass 1 meter long, which have been operating for 100 days continuously (Figure 3). An important aspect that has been studied in the continuous-flow reactor that contains the column filled with the porous media has been the optimization of the two pulse power feeding process. This consists of the alternative supply two different solutions, a solution containing trichlorethylene and the growth substrate (butane), without oxygen, and the second solution containing trichlorethylene and oxygen, without the growth substrate [6].

Though the pulsed feed in principle is relatively simple, the optimization of the pulsing procedure is rather complex and requires a complete understanding of the time-dependent behaviour in the whole length of the column. On

Probele, în reactoarele cu circuit închis la temperatura de 30°C, au fost realizate inoculând consorțiul bacterian selecționat în patru reactoare, de tip batch umplute cu cei patru suporturi ceramice candidați. Bioreactoarele au fost constituite din flacoane de 119 ml ce conțineau 60 ml de material poros (din suportii preselecționați) (tabelul 1), și 50 ml de consorțiu bacterian B4.

Reactoarele cu flux continuu pe care s-au realizat testele la temperatura de 30°C au fost formate din coloane de sticlă (1 l) umplute cu material ceramic, conectat la un sistem de alimentare conceput astfel încât să se permită alimentarea atât a oxigenului cât și a substratului de creștere selecționat (B4). Reactorul pilot utilizat în acest studiu a fost format din cele patru coloane de sticlă lungi de 1 m ce au funcționat timp de 100 de zile în mod continuu (Figura 3). Un aspect esențial, care a fost studiat în acest reactor cu flux continuu ce conține coloane umplute cu suporturi poroși, a fost optimizarea procesului de alimentare cu două pulsuri. Acesta constă în alimentarea alternativă a două soluții diferite, o soluție conținând tricloretilenă și substratul de creștere (butan), fără oxigen, iar cea de-a doua soluție conținând tricloretilenă și oxigen, fără substrat de creștere [6].

Deși sistemul de alimentare în pulsuri, în principal, este relativ simplu, optimizarea procesului de alimentare alternativă este complexă și necesită o înțelegere completă a comportamentului dependent de timp, pe toată

the basis of this analysis, the following pulsing schedule was identified as optimal for the specific goals of this test: cycle duration = 24 h; butane pulse length = 7.2 h; butane concentration = 25 mg L⁻¹; oxygen pulse length = 16.8 h; oxygen concentration = 21 mg L⁻¹.

lungimea coloanei. Pe baza analizelor, s-a stabilit un program de pulsuri optim pentru obiectivele specifice ale acestui test: durata ciclului = 24 ore; durata pulsului de butan = 7,2 h; concentrația butan = 25 mg·l⁻¹; durata pulsului de oxigen = 16.8 h; concentrația de oxigen = 21 mg·l⁻¹.

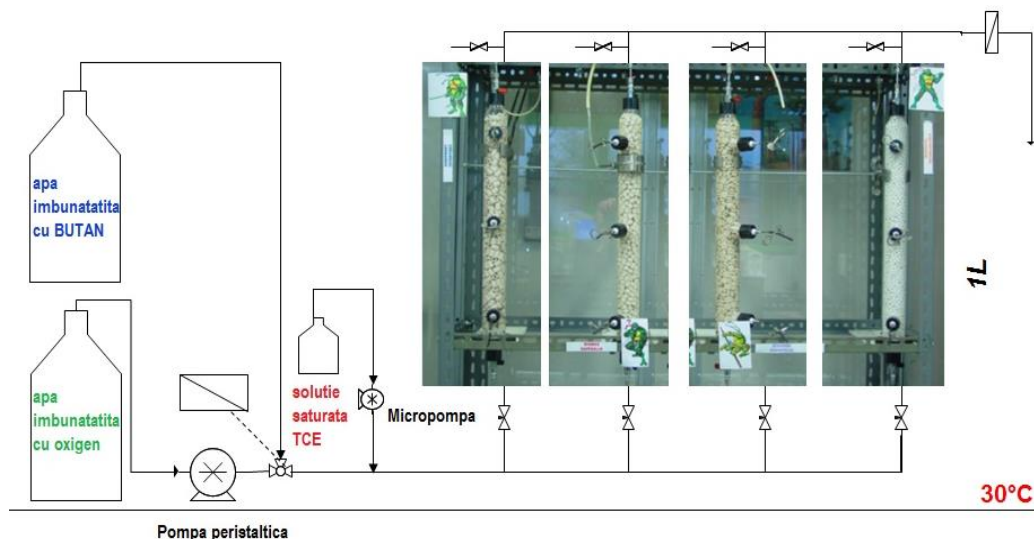


Figure 3. Block diagram of a four-column system in a continuous test.

2.4. Realizing an enzyme kinetic study

Kinetic studies on the selected consortium used in the bioremediation process have described the correct kinetic model of the cometabolic bioremediation of chlorinated solvents. These studies were performed both on the biomass in suspension and on the biomass immobilized using the Biomax porous media for biofilm formation. The results of these tests will be used to evaluate the adaptability of the Michaelis-Menten kinetic model and for studying the phenomena of inhibition between the growth substrate and the cometabolic substrates [8].

The kinetic studies on the consortium in suspension have occurred in "batch" reactors with closed circuit, with a volume of 11 ml or 119 ml, and each experimental condition was studied in triplicate. The first tests were carried out in the presence of growth substrate or cometabolic substrate, after which samples were carried out to evaluate the effect of inhibition of growth when the growth substrate and the cometabolic substrate are simultaneously present in the culture medium.

3. Results and discussions

From the results obtained at 30°C, the substrate consumption was observed in all microcosms. The latency time of the substrate was extremely short, for the consortia consuming methane, butane and pentane (average 4-5 days). Instead, for the debut of propane and phenol consumption it was

2.4. Realizarea unui studiu cinetic enzimatic

Studiile cinetice asupra consorțiului selecționat utilizat în procesul de bioremediere au descris modelul cinetic corect al bioremedierii cometabolice a solvenților clorurați. Aceste studii au fost efectuate atât pe biomasa aflată în suspensie, cât și asupra biomasei immobilizate, utilizând suportul poros Biomax pentru formarea biofilmului. Rezultatele acestor teste vor fi folosite la evaluarea adaptabilității modelului cinetic Michaelis-Menten și la studierea fenomenelor de inhibiție între substratul de creștere și substraturile cometabolice [8].

Studiile cinetice asupra consorțiului în suspensie au avut loc în reactoare cu circuit închis "batch" cu un volum de 11 ml sau 119 ml, iar fiecare condiție experimentală a fost studiată în trei exemplare. Primele teste au fost efectuate în prezența substratului de creștere sau a substratului cometabolic, după care s-au realizat probe pentru evaluarea efectului de inhibiție atunci când substratul de creștere și substratul cometabolic sunt prezente simultan în mediul de cultură.

3. Rezultate și discuții

Din rezultatele obținute la 30°C consumul de substrat a fost observat în toți microcosmii. Timpul de latență a substratului a fost extrem de scurt, pentru consorțiile care consumă gaz metan, butan și pentan (în medie 4-5 zile). În schimb ce, pentru debutul consumului de propan și fenol a fost

required a longer period of 15-20 days. In terms of the degradation of chlorinated solvents, the TEC latency is much shorter in tests using butane and methane as a substrate (11 and 14 days, respectively) as compared to microcosms fed with pentane, propane and phenol (18, 25 and 40 days). TeCA degradation began after a average period of of 23 days in the pentanotrofe and butanotrofe consortium, while for the consuming consortia of methane and propane (34-35 days) an extended period is required. Phenol consuming microcosms, showed no degradation capacity of TeCA [7].

It was possible to conclude that, in this first part of the selection of microcosms, the ones which showed the highest degradation capacity were the methane consuming ones (M1 and M4), propane consuming (PR2 and PR4), butane consuming (B4 and B5) and pentane consuming (PE1 and PE4). No phenol consuming consortium was selected.

With regard to the second level of selection, the primary cultures, which showed the highest degradation ability of both the growth substrate and of the chlorinated solvents, have been subjected to a kinetic test, which allowed the comparison of the pre-selected consortia in the first stage, based on the degradation performance of cometabolic substrates, ie TCE and TeCA. The kinetic test degradation crossed three basic steps: the first was focused on the degradation of chlorinated solvents (TCE and TeCA), the second on monitoring the kinetic study of TeCA in the absence of TCE, and the third when the chlorinated solvents (TCE and TECA) are present simultaneously.

At the end of these tests, the butanotrof consortium, indicated with the acronym B4, was selected as the most promising for the aerobic cometabolic biotreatment of groundwater, which is studied in a PBR bioreactor (Packed Bed Reactor, Figure 4).

necesară o perioadă mai lungă de 15-20 de zile. În ceea ce privește degradarea solvenților clorurați, timpul de latență pentru TCE este mult mai scurt în testele care folosesc ca substrat butan și metan (11 și respectiv 14 zile), comparativ cu microcosmi hrăniți cu pentan, propan și fenol (18, 25 și respectiv 40 de zile). Degradarea TeCA a fost inițiată după o valoare medie de 23 de zile în consorțiile butanotrofe și pentanotrofe, în timp ce pentru consorțiile consumatoare de metan și propan (34-35 zile) este necesară o perioadă mai lungă. Microcosmiile care consumă fenol, nu au arătat nici o capacitate de degradare a TeCA [7].

A fost posibil să concluzionăm că, în această primă parte de selecție a microcosmilor; cele care au arătat cea mai ridicată capacitate de degradare au fost cele consumatoare de metan (M1 și M4), propan (PR2 și PR4), butan (B4 și B5) și pentan (PE1 și PE4). Nu a fost selecționat consorțiul care să consume fenol.

În ceea ce privește al doilea nivel de selecție, culturile primare care au arătat capacitatea cea mai mare de degradare atât a substratului de creștere cât și a solvenților clorurați, au fost supuse unui test cinetic, care a permis compararea consorțiilor preselectate în prima etapă, pe baza performanțelor de degradare a substraturilor cometabolice, adică a TCE și TeCA. Testul cinetic de degradare a străbătut trei etape de bază: prima a fost axată pe degradarea solvenților clorurați (TCE și TeCA), cea de-a doua pe monitorizarea studiului cinetic a TeCA în absența TCE, iar cea de-a treia când solvenții clorurați (TCE și TeCA) sunt prezenți simultan.

La finalul acestor probe, consorțiul butanotrof, indicat cu acronimul B4, a fost selecționat ca cel mai promițător pentru biotratamentul aerobic cometabolic al apelor subterane, acesta fiind studiat într-un bioreactor de tip PBR (Packed Bed Reactor, figura 4).



Figure 4. Description of a PBR reactor (Packed Bed Reactor).

This type of reactor was chosen for its short latency time (up to the start of substrate consumption and the degradation of chlorinated solvents) but also for the high rate of the constant k_1 , TCE (k_1 , TCE - is the rate of degradation "by biomass" of the trichlorethylene (TCE) in the liquid phase during a pulse).

After the start of the replenishment, continuous with a pulse of the growth substrate (descaled water enriched in butane), a pulse of substrate necessary to the aerobic conditions (soft water enriched with oxygen) and a constant pulse trichlorethylene, and initial tests have been performed. The concentrations of chlorinated solvents were monitored over time, some degradation kinetics being studied. Kinetic tests were carried out to determine the reaction rate of degradation, of the catalytic reaction mechanisms, but also to determine the role of the enzyme in the metabolism of the reaction. The analysis for determining the degradation degree of the chlorinated solvent have been carried out on all four bases.

The Biomax holder registered the highest amount of biomass immobilized on support in the batch tests (15°C and 30°C), with values above 0.13 $g_{\text{prot}}/l_{\text{bioreactor}}$ at 15°C and almost 0.16 $g_{\text{prot}}/l_{\text{bioreactor}}$ at 30°C, for the continuous flow tests being surpassed only by Biomech.

With regard to TCE normalized degradation rate, according to the initial concentration of solvent (day-1), the column filled with the porous support Biomax has recorded the highest values of degradation both for the closed circuit samples (batch) and for the samples of the continuous flow reactor at 15°C. In contrast, for the temperature of 30°C, the roles between columns one and two are reversed, Biomech having the highest rate of degradation, closely followed by Biomax.

Therefore, the high efficiency of the normalized degradation rates obtained by tests made on the column filled with the porous support called Biomax® led to its choosing as the best support (instead of fixation for the biomass) and therefore it will be used in the subsequent tests PBR-type reactor.

The correct kinetic model of the cometabolic bioremediation of chlorinated solvents is of fundamental importance in the process of designing a remediation system for the groundwater and soil contaminated with these substances.

During the development of the experimental data were determined the specific degradation rates of the butane ($q_{\text{but, susp}}$), obtained as the ratio between the net speed with which the butane is consumed and the total biomass concentration,

A fost ales acest tip de reactor pentru timpul său scurt de latență (până a începe consumul de substrat și degradarea solvenților clorurați), dar și pentru rata ridicată a constantei k_1 , TCE (k_1 , TCE - reprezintă viteza de degradare „de către biomasă” a tricloretilenei (TCE), prezentă în faza lichidă, pe durata unui puls).

După începerea alimentării alternative, continue cu un puls de substrat de creștere (apă dedurizată îmbogățită cu butan), un puls de substrat necesar condițiilor aerobe (apa dedurizată îmbogățită cu oxigen) și în permanență un puls de tricloretilenă, s-au efectuat primele teste. Au fost monitorizate concentrațiile solvenților clorurați în timp, fiind studiate unele cinetici de degradare. Testele cinetice s-au realizat pentru determinarea vitezei de reacție a degradării, mecanismelor catalitice ale reacției dar și pentru determinarea rolului enzimelor în metabolismul reacției. Analizele pentru determinarea gradului de degradare a solventului clorurat s-au realizat pe toți cei patru suporturi.

Suportul Biomax a înregistrat cea mai mare cantitate de biomasă imobilizată pe suport în testele batch (15°C și 30°C), cu valori de peste 0,13 $g_{\text{prot}}/l_{\text{bioreactor}}$ la la 15°C și aproape 0,16 $g_{\text{prot}}/l_{\text{bioreactor}}$ la 30°C, pentru testele flux continuu fiind devansat doar de Biomech.

În ceea ce privește rata de degradare normalizată a TCE în funcție de concentrația inițială de solvent (zi-1), coloana umplută cu suport poros Biomax a înregistrat cele mai mari valori de degradare atât pentru probele (batch) cu circuit închis cât și pentru probele reactorului în flux continuu la temperatura de 15°C. În schimb pentru temperatura de 30°C rolurile între coloanele unu și doi se inversează, Biomech având cea mai mare rată de degradare fiind urmat îndeaproape de Biomax.

Prin urmare, randamentul ridicat a ratelor normalizate de degradare obținut prin testele făcute pe coloana umplută cu suport poros denumit Biomax® au condus la alegerea acestuia ca și cel mai bun suport (loc de fixare pentru biomasă) și drept urmare va fi utilizat în teste ulterioare în reactorul de tip PBR.

Modelul cinetic corect al bioremedierii cometabolice a solvenților clorurați este de o importanță fundamentală în procesul de proiectare a unui sistem de depoluare a apelor subterane și a solului contaminat cu aceste substanțe.

În timpul elaborării datelor experimentale au fost determinate ratele de degradare specifice ale butanului ($q_{\text{but, susp}}$), obținute ca un raport între viteza netă cu care se consumă butanul și concentrația totală a biomasei, măsurată înainte

measured before the pulse. For each measurement three analyzes were made, and out of the three analyzes it was calculated an average of the initial concentration of butane and a mean initial specific speed [8]. It was deduced a first value of $q_{max, but, susp}$ and $K_{s, but, susp}$, starting from the initial values and certain values estimated by the method of least squares, yielding the best estimates to compare the trends of specific speed with the butane concentration initially.

The affinity constant of the enzyme ($k_s, but, susp$), which is the concentration of substrate needed in order to ensure to the reaction a specific rate of biodegradation, has a value of half the maximum rate of degradation.

To determine the type of inhibition (competitive, uncompetitive or non-competitive), the two parameters $q_{max, but, susp}$ și $k_s, but, susp$ and $K_s, but, susp$, determined in the kinetic test, were used as input data to estimate the inhibition constants, $K_{ITCE, but, susp}$ for each of the three types of inhibition. The most representative type of inhibition for the experimental data was selected based on the the coefficient R^2 , which results in the competitive inhibition model (equation 1).

The $K_{ITCE, but, susp}$ constant value, was obtained by the method of least squares (competitive model).

de efectuarea pulsului. Pentru fiecare măsurătoare s-au făcut trei analize, iar din cele trei analize s-a calculat o valoare medie a concentrației inițiale a butanului și o valoare medie a vitezei specifice inițiale [8]. S-a dedus o prima valoare a $q_{max, but, susp}$ și $K_{s, but, susp}$, plecând de la valorile inițiale și de la anumite valori estimate prin metoda celor mai mici pătrate, obținându-se valorile estimate cele mai bune pentru a compara tendințele vitezei specifice cu concentrația butanului inițial.

Constanta de afinitate a enzimei ($k_s, but, susp$), ce reprezintă concentrația de substrat necesară pentru a asigura reacției o rată specifică de biodegradare, are o valoare egală cu jumătate din viteza maximă de degradare.

Pentru a determina tipul de inhibiție (competitiv, necompetitiv sau non-competitiv), cei doi parametri $q_{max, but, susp}$ și $k_s, but, susp$, determinați în proba cinetică, au fost folosiți ca și mărimi de intrare pentru a estima constantele de inhibiție, $K_{ITCE, but, susp}$ pentru fiecare din cele trei tipuri de inhibiție. Tipul de inhibiție cel mai reprezentativ pentru datele experimentale a fost ales pe baza coeficientului R^2 , rezultând astfel ca tip de inhibiție cel competitiv (relația 1).

Valoarea constantei $K_{ITCE, but, susp}$, a fost obținută prin metoda celor mai mici pătrate (model competitiv).

$$q_{but, susp} = \frac{q_{max, but, susp} \cdot C_{but}}{K_{s, but, susp} \cdot \left(1 + \frac{C_{TCE}}{K_{ITCE, but, susp}}\right) + C_{but}} \quad (1)$$

4. Conclusion

Chlorinated aliphatic hydrocarbons (CAHs) are the most widespread contaminants in the groundwater. The cometabolic aerobic bioremediation can lead to rapid and complete decontamination of a wide range of chlorinated solvents.

The selected microbial consortium, capable of rapidly transforming the chlorinated solvent (TCE) into environmentally friendly products has proven to be a butanotrof one. Biomax® resulted to be the most advanced ceramic substrate to obtain the biofilm, with the highest rate of degradation and the most concentrated biomass attached to the support.

The butanotrof consortium, shortly called B4, has proven to be the most promising in the cometabolic aerobic biological treatment of groundwater, given the short latency time needed to start the degradation of the growing substrate and of the chlorinated solvent, but also for the high rate of TCE degradation.

4. Concluzii

Hydrocarburi alifatiche clorurate (CAHs) sunt cei mai răspândiți contaminanți din apele subterane. Bioremedierea aerobă cometabolică poate duce la decontaminarea completă și rapidă a unei game largi de solvenți clorurați.

Consoțiul microbial selecționat, capabil să transforme rapid solvenții clorurați (TCE), în produși nedăunători mediului înconjurător, s-a dovedit a fi unul butanotrof. Biomax® a rezultat a fi cel mai performant suport ceramic pentru obținerea biofilmului, având cea mai mare rată de degradare și cea mai concentrată biomasă atașată pe suport.

Consoțiul butanotrof, denumit prescurtat B4, s-a dovedit a fi cel mai promițător în procesul de tratare biologică aerobă cometabolică a apelor subterane, dat fiind timpul de latență scurt, necesar pentru a începe degradarea substratului de creștere și a solventului clorurat, dar și pentru rata mare de degradare a TCE.

Out of the four ceramic supports studied (Biomax®, Biopearl®, Biomech® and Cerambios®), the Biomax® support was selected as the optimum support for the biofilm formation. Biomax® has turned out to be the most efficient ceramic support for obtaining the biofilm, due to achieving a degradation rate = 0.2 / day and to a concentration of the cells attached to the support of $0.13 \text{ g}_{\text{prot}} / \text{l}_{\text{bioreactor}}$;

After the kinetic testing on both the suspended biomass and on the biomass which adhered to the support (Biomax®) it was highlighted the competitive type of inhibition, for both the butane on trichlorethylene and of the trichlorethylene on butane.

Dintre cei patru suporturi ceramice studiate (Biomax®, Biopearl®, Biomech® și Cerambios®), a fost selectat ca suport optim pentru formarea biofilmului suportul Biomax®;

Biomax® a rezultat a fi cel mai performant suport ceramic pentru obținerea biofilmului, datorită atingerii unui rate de degradare = 0,2 / zi și a unei concentrații de celule atașate pe suport de $0,13 \text{ g}_{\text{prot}} / \text{l}_{\text{bioreactor}}$;

În urma testelor cinetice atât pe biomasa în suspensie cât și pe biomasa care a aderat la suport (Biomax®) s-a evidențiat modul de inhibiție de tip competitiv, atât a butanului asupra tricloretilenei cât și a tricloretilenei asupra butanului.

Acknowledgements

This paper was supported by the project "Improvement of the doctoral studies quality in engineering science for development of the knowledge based society - QDOC" contract no. POSDRU/107/1.5/S/78534, project co-funded by the European Social Fund through the Sectoral Operational Program Human Resources 2007-2013.

Mulțumiri

Această lucrare a beneficiat de suport financiar prin proiectul "Creșterea calității studiilor doctorale în științe inginerești pentru sprijinirea dezvoltării societății bazate pe cunoaștere - QDOC", contract: POSDRU/107/1.5/S/78534, proiect cofinanțat din Fondul Social European prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013.

References

- [1] Dario Frascari, Giulio Zanaroli, Serena Fraraccio, Roberta Ciavarelli, Nasrin Tavanaie, Potra A.F., Antonella Rosato, Davide Pinelli, Fabio Fava *Bioremediation of chlorinated solvent-contaminated groundwater via aerobic cometabolism*, Proceedings of Ecomondo, November 7th to 10th Green Economy, Rimini 2012
- [2] Francesco Doria, *Biodegradazione di solventi clorurati in acque contaminate tramite cometabolismo aerobico: progettazione ed allestimento di prove in reattori a biomassa* adesa Facoltà di Chimica Industriale, 2011.
- [3] Antonella Rosato, *Biotrattamento aerobico cometabolico di un'acqua di falda contaminata da tricloroetilene e 1,1,2,2-tetracloroetano*, Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali, 2012.
- [4] Potra A.F., Tavanaie N., Bucchi G., Rosato A., Frascari D., Pinelli D., Zanaroli G., Fava F., Micle V., Băbuț C. S., *Selection of the best-performing carrier for the development of a packed bed reactor process for the aerobic biodegradation of trichloroethylene*, 8th edition of the International Symposium „Present Environment & Sustainable Development”, 31 May – 2 June, Iași, Romania, 2013.
- [5] Potra A.F., Bungărdean C., Băbuț C. S., Micle V., *Selecting The Optimum Ceramic Support In The Forming Of Biofilm Used In The Remediation Of Groundwater Contaminated With Chlorinated Solvents*, Scientific Bulletin of North University of Baia Mare Series D - Mining Mineral Processing Non-ferrous Metallurgy Geology and Environmental Engineering, 2013.
- [6] Potra A.F., *Realizarea unui bioreactor PBR's pentru bioremedierea apelor subterane contaminate cu solventi clorurați*, Antreprenoriat, mediul de afaceri și dezvoltare durabilă (AMDD), nr.3, pp 227-234, ISSN 2285-7443, Cluj-napoca, 2013
- [7] Frascari D., Cappelletti M., Fedi S., Zannoni D., Nocentini M., Pinelli D., *1,1,2,2-Tetrachloroethane aerobic cometabolic biodegradation in slurry and soil-free bioreactors: A kinetic study*, Biochemical Engineering Journal, Vol. 52, pp. 55–64, 2010.
- [8] Frascari D., Zanaroli G., Bucchi G., Rosato A., Tavanaie N., Fraraccio S., Pinelli D., Fava F., *Trichloroethylene aerobic cometabolism by suspended and immobilized butane-growing microbial consortia: A kinetic study*, Bioresource Technology, Vol. 144, pp. 529-538, 2013.
- [9] Potra A.F., *Cercetări privind bioremedierea aerobă cometabolică a apelor subterane poluate cu solventi clorurați (Research regarding aerobic and cometabolic bioremediation of groundwaters polluted with chlorinated solvents)*, Ph.D. Thesis, Tehnical University of Cluj-Napoca, Faculty of Materials and Environmental Engineering, Department Environmental Engineering and Sustainable Development Entrepreneurship, Cluj-Napoca, Romania, 2013.

CONSIDERATIONS REGARDING CROWDFUNDING SYSTEMS FOR START-UPS IN THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT AREA

CONSIDERAȚII PRIVIND SISTEME DE MULTIFINANȚARE PENTRU START-UP-URI DIN DOMENIUL DEZVOLTĂRII DURABILE

Mirel BORODI¹, Mihail Marius VESCAN^{2*}

¹Transylvanian Consulting Trust, 4 Nicolae Titulescu Ave, Cluj-Napoca, Romania

²Technical University of Cluj-Napoca, Faculty of Materials and Environmental Engineering, Department Environmental Engineering and Sustainable Development Entrepreneurship, 103-105 Muncii Ave, Cluj-Napoca, Romania

Abstract: The idea of appealing to a people community, seen as potencial financiers, in order to develop a product, a project or a business, gave birth to the crowdfunding multifunding systems. These, through the virtual platforms, can concentrate the collective effort of more persons to assign financial resources in the network, in order to support the projects initiated by other people or organisations. Thus, the individual projects and those of the companies, jobs generators, managed to be financed with small contributions from a large number of people, as a form of alternative funding and source of sustainable development. The present work wish to present some considerations over the ways of working of different multifunding systems, of the economic context in which they are suitable, of their positive and negative features, considerations of their evolution in the Romanian economy.

Keywords: community, crowdfunding, sustainable development, funding, alternative funding, jobs, multifunding, virtual platforms, individual projects, financial resources, network

1. Introduction

An aspect of the sustainable development concept aims to find a stable theoretical framework for taking decisions in any case in which a report human-economic environment can be found [1]. If a economic system, an activity sector or a company „dies”, there comes always something in its place. World's economy converts and adapts to the new requirements determined by the involved pressure factors. Small workshops, popular banks, shops, etc. practically disappeared from the business environment, their place being taken by corporations, networks, etc. As reaction, the world started to change in a direction in which the

Rezumat: Ideea de a apela la o comunitate de persoane, privite ca și potențiali finanțatori, pentru a dezvolta un produs, un proiect sau o afacere, a dus la nașterea sistemelor de multifinanțare de tip crowdfunding. Acestea, prin intermediul platformelor virtuale, pot concentra efortul colectiv al mai multor persoane de a aloca resurse financiare în rețea pentru a sprijini proiectele inițiate de către alte persoane sau organizații. Astfel proiectele individuale dar și cele ale întreprinderilor, generatoare de locuri de muncă, ajung să fie multifinanțate cu contribuții mici de la un număr mare de persoane, ca și formă de finanțare alternativă și sursă de dezvoltare durabilă. Lucrarea de față își propune prezentarea unor considerații asupra modurilor de funcționare ale diverselor sisteme de multifinanțare, al contextului economic în care ele sunt pretabile, ale caracteristicilor lor pozitive și negative, precum și aprecieri ale evoluției lor în mediul economic românesc.

Cuvinte cheie: comunitate, crowdfunding, dezvoltare durabilă, finanțare, finanțare alternativă, locuri de muncă, multifinanțare, platforme virtuale, proiecte individuale, resurse financiare, rețea.

1. Introducere

Un aspect al conceptului de dezvoltare durabilă urmărește să găsească un cadru teoretic stabil pentru luarea deciziilor în orice situație în care se regăsește un raport de tipul: om-mediul economic [1]. Dacă un sistem economic, un sector de activitate sau o companie moare, întotdeauna altceva apare în loc. Economia lumii se transformă și se adaptează noilor cerințe determinate de factorii de presiune implicați. Micile ateliere, bănci populare, magazine, etc. au dispărut practic din ecosistemul de business, locul lor fiind luat de corporații, rețele, etc. Ca și reacție, lumea a început să se schimbe într-o direcție în care

*Corresponding author / Autor de corespondență:
Phone: +40 74/4552845
e-mail: mihaivescan@yahoo.com

individual value is more important, having as effect human repositioning, as main element in the economic ecosystem.

The SME's become again promoters of the innovation, of creating new jobs, and generators of economic growth. The lack of appropriate financial instruments and of the acces to the capital is identified as a key problem in the inovation and entrepreneurhip area. At the moment, the crowdfunding is one of the most promising instruments and also a solution, with an accelerated development, succesfully used in multifunding innovative and entrepreneurial projects.

2. Definition and function of the crowdfunding systems

European Crowdfunding Network defines the crowdfunding as an colective effort of more people who assign resources in the virtual networking to support projects initiated by othe people or entities [2]. Thus, the individual projets and the companies will be financed with small contributions from a large number of people. Thus, the inventors, the entrepreneurs and the business initiators have teh possibility to use the social networks for mobilize capital, for geting ideas, for colecting money, for improving and promoting the product to the potential customers. Crowdfunding's main advantage is that the financiars are possible customers, too, but also ambassadors of the project or of the business which they support and they will contribute to its promotion by their own networks.

This alternative funding form of the business, which I defined as MULTIFINANȚARE (funding from more people) uses as working tools, online platforms dedicated to this concept. A crowdfunding online platform serves as an intermediary between the developer and financers, according to Figure 1. Even if this relationship is different from a platform to another and from a applicable business model to another, simplified, it meets some criteria, as it follows:

- Online platforms allow to projects' owners to load on the platform the defining elements of their project. Some platforms allow to every project to reach online, whereas other platforms make a preselection of the ideas on the base of some evaluation criteria of the plan's feasibility.
- After the project is loaded, having: a business plan, a short presentation film, a descriptiobn of the idea, the funding level, the period in which the funding is carried, the rewards offered to the

valoarea individului să devină mai importantă, având ca efect re poziționarea omului, ca element principal în ecosistemul economic.

IMM-urile devin iarăși promotori ai inovației , ai creării de locuri de muncă și generatori ai creșterii economice. Lipsa de instrumente de finanțare adecvate și a accesului la capital pentru acestea este identificată ca și o problemă cheie în domeniul inovării și antreprenoriatului. În prezent, unul dintre cele mai promițătoare instrumente, dar și o soluție, cu o dezvoltare accelerată și utilizată cu succes în multifinanțarea proiectelor inovatoare și antreprenoriale, este crowdfunding-ul.

2. Definierea și funcționarea sistemelor de crowdfunding

European Crowdfunding Network definește crowdfunding-ul ca pe un efort colectiv al mai multor persoane care alocă resurse în rețeaua virtuală pentru a sprijini proiecte inițiate de către alte persoane sau organizații [2]. Astfel, proiectele individuale și întreprinderile vor fi finanțate cu contribuții mici de la un număr mare de persoane. Se dă astfel posibilitatea inventatorilor, antreprenorilor și inițiatorilor de afaceri să utilizeze rețelele lor sociale pentru a mobiliza capital, pentru a obține idei, a colecta bani, a îmbunătăți produsul sau al promova către potențialii clienți. Principalul avantaj al crowdfunding-ului este că finanțatorii sunt, de asemenea, și posibili clienți dar și ambasadori ai proiectului sau ai afacerii pe care o susțin și vor contribui la promovarea ei prin intermediul rețelelor proprii.

Această formă de finanțare alternativă a afacerilor, pe care am definit-o ca MULTIFINANȚARE (finanțare de la mulți) utilizează ca unelte de lucru, platforme online dedicate acestui concept. O platformă de crowdfunding on-line servește, de obicei, ca un intermediar între titularul proiectului și finanțatori, conform Fig. 1. Chiar dacă această relație diferă de la o platformă la alta și de la un model de business aplicat la altul, simplificat, ea îndeplinește câteva criterii, după cum urmează:

- Platformele online permit titularilor de proiecte să-și încarce în platformă elementele definitorii ale proiectului lor. Unele platforme permit oricărui proiect să ajungă în mediu virtual, în timp ce altele fac o preselectie a ideilor pe baza unor criterii de evaluare ale fezabilității planului.
- După ce proiectul a fost încărcat, având: un plan de afaceri, un filmuleț scurt de prezentare, o descriere a ideii, nivelul de finanțare, perioada pe care se derulează finanțarea, recompensele

upholders, goes by to its online promotion, using social networks. The platform will collect directly from the upholders the sums destined to the projects.

oferite susținătorilor, se trece la promovarea lui în mediul online, utilizând rețelele de socializare. Platforma va colecta direct de la susținători sumele destinate proiectelor.

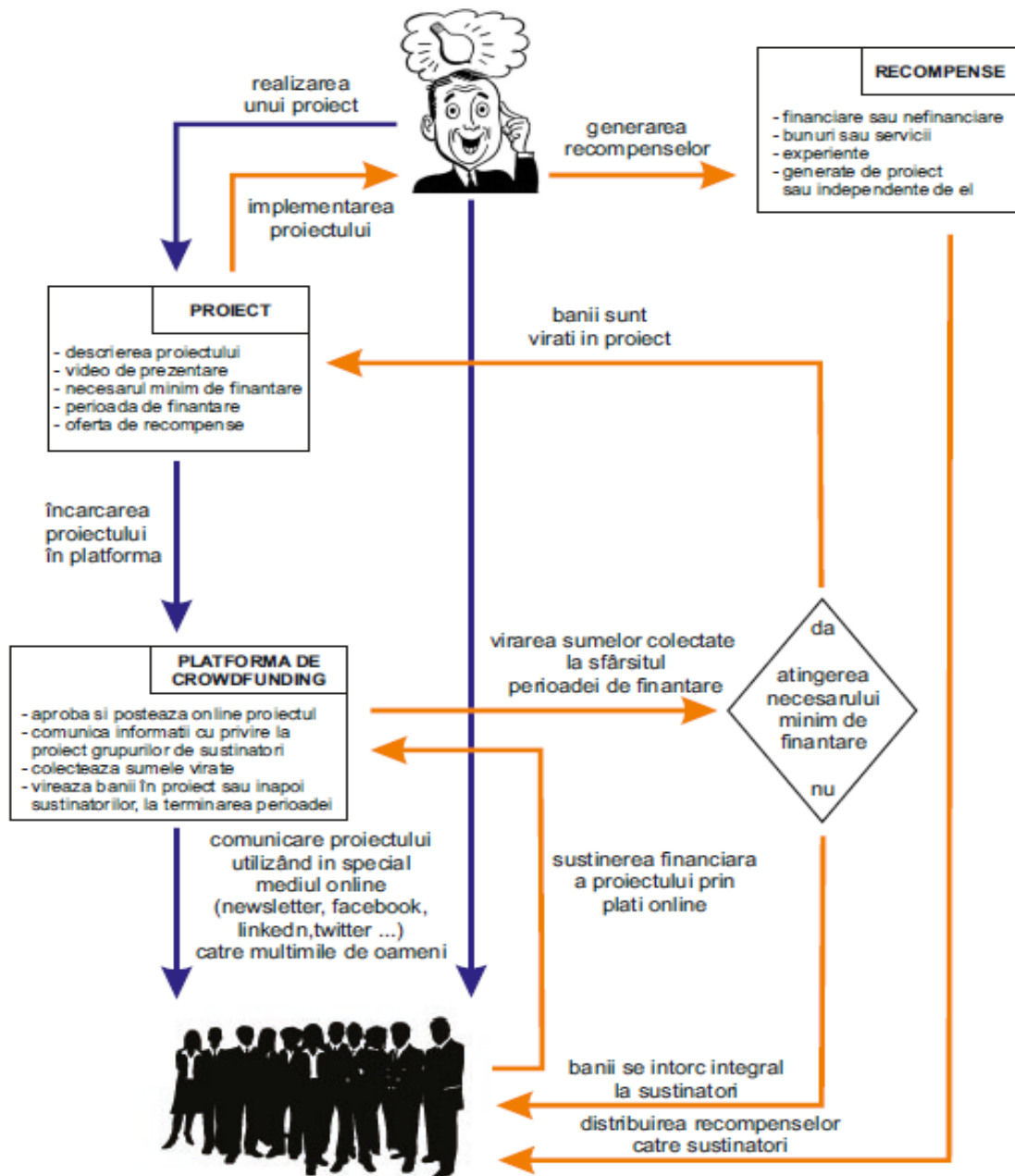


Figura 1. Working scheme of the crowdfunding systems.

- During the funding campaign of the project, the developer will use a platform also as a form of communication, both with the won upholders and potential ones, posting news about the project.
- If the funding's requisite is reached during the time period allocated to fundraising, the developer gets the money. If the funding's goal is not reached, most platforms return money to the financiers
- În timpul campaniei de finanțare a proiectului, titularul va utiliza platforma și ca formă de comunicare, atât cu susținătorii câștigați, cât și cu cei potențiali, postând știri, noutăți despre proiect etc.
- Dacă necesarul finanțării este atins în intervalul de timp alocat străneri de fonduri, titularul proiectului primește banii. În cazul în care scopul finanțării nu este atins, majoritatea platformelor rambursează banii înapoi finanțatorilor.

- After funding the project some financiers choose to stay involved in the decision-making and business conduct strategy. There are situations when they can even get the right to vote in the business. In most cases, communication between project financiers and project owners will continue after funding.
- Crowdfunding platform will usually apply a success fee of the total funds collected. For platforms that, as a reward for the received money are being offered shares, in addition to the success fee, there may be fees for other activities as: due diligence, performance of procedures or even participation at the company's share capital. The fees structure vary significantly between business models.

So, as effect of the global crisis on one hand and the development of the Internet and social networks, on the other hand, since 2009 we are witnessing a strong development of these crowdfunding platforms. At the level of this year, 2013, the number of these types of platforms it is above 500 [3].

Impressive, too, is not so much the number of annual growth, although in Europe in 2012 the increase was 300% (according to Crowd Funding Report), as the amounts of money raised to fund projects [4].

In Romania, only at the end of 2012 began to appear the first platforms of this kind: in October www.multifinanțare.ro, in December www.mindfruits.ro and www.crestemidei.ro, in early 2013 www.we-are-here.ro and in summer www.potsieu.ro. We can not yet speak of a phenomenon in Romania, but the shy start through financing small projects like: festivals, books and entertainment, should be continued by financing businesses. Great success in the world has had the financing in fields like technology and it is likely that Romania will follow this trend [5].

3. Methods. Types of crowdfunding.

Although there is a fairly wide variety of approaches to this phenomenon, structuring it, we define five models of crowdfunding: donation, reward, pre-sale, loans and capital. We'll meet of course platforms that will use hybrid business models and being in a place where ideas come from many, perhaps creating new models will occur. So, this classification should be regarded as an overview.

După finanțarea proiectului unii finanțatorii aleg să rămână implicați în strategia de luare a deciziilor și a derulării afacerii. Sunt situații în care vor putea chiar primi drept de vot în afacere. În cele mai multe cazuri, comunicarea între finanțatorii și proprietarii proiectului va continua și după finanțare.

- Platforma de crowdfunding va aplica, de obicei, un comision de succes din totalul fondurilor colectate. În cazul platformelor prin care, ca recompensă în schimbul banilor primiți se oferă acțiunii, pe lângă comisionul de succes, mai pot exista taxe aferente altor activități ca și: due diligence, indeplinirea unor proceduri sau chiar participarea la capitalul social al companiei. Structura comisioanelor variază semnificativ între modele de afaceri.

Deci, ca efect al crizei mondiale, pe de-o parte și a dezvoltării internetului și a rețelelor de socializare, pe de altă parte, începând cu anul 2009 asistăm la o puternică dezvoltare a acestor platforme de crowdfunding (multifinanțare). La nivelul acestui an, 2013, numărul acestor tipuri de platforme depășește 500 [3]. Impresionant, deasemenea, este creșterea anuală nu atât a numărului, chiar dacă în Europa în 2012 creșterea a fost de 300%, (conform Crowd Funding Report) cât a sumelor de bani atrase pentru finanțarea proiectelor [4].

În România, de abia la finele anului 2012 au început să apară primele platforme de acest gen: în octombrie www.multifinanțare.ro, în decembrie www.mindfruits.ro și www.crestemidei.ro, la începutul anului 2013 www.we-are-here.ro și în vară www.potsieu.ro. Încă nu putem să vorbim de un fenomen, la nivelul României, dar începutul timid prin finanțarea unor mici proiecte ca: festivaluri, cărți sau divertisment, va trebui continuat prin finanțarea unor afaceri. Mare succes în lume l-a avut finanțarea în domeniile tehnologice și e foarte probabil ca și România să urmeze acest trend [5].

3. Metode. Tipuri de crowdfunding.

Deși există o varietate destul de largă de abordări ale acestui fenomen, structurându-l, putem defini cinci modele de crowdfunding: donație, recompensă, pre-vanzare, creditare și capital. Vom întâlni, desigur, platforme care vor utiliza modele hibrid de business și fiind într-o zonă unde ideile vin de la mulți, probabil că inovarea de noi modele va avea loc. Deci, această clasificare trebuie privită ca și o vedere de ansamblu.

DONATIONS. NGOs have used this model to attract donations for specific projects over ten years. Unlike traditional raising of funds, where the collections of money it's been in common and then money were allocate to projects by some criteria independent of donors/financiers, for crowdfunding donors know that their money will be spent on a particular project.

They know exactly for what project they donate their money, so they are more willing to donate more money per person. Furthermore, they tend to be more loyal on long term, especially if NGOs will keep them posted on the progress of the project. The main motivation for donors/financiers is the social one.

REWARDS. This model is used by project developers seeking to raise funds and provide rewards that are not financial by nature (often small value).

Rewards are symbolic, usually much smaller than the value obtained from each supporter. However, the perception of value can be much higher, for example, special VIP tickets to a show, as a reward for a larger donation. A reward, in this context, should not be understood as a sign of appreciation.

In general, the parties don't consider it as an obligation to provide goods and do not qualify it as a sale.

PRE-SALE, PRE-ORDER. The model is used to develop a new product or service online, addressing to financiers who might be interested and willing to pay in advance. This crowdfunding campaign is replacing the traditional market research and validate the request, while providing working capital for product realization, of course if the campaign is successful ended. The motivation of the financiers to participate in these crowdfunding campaigns is the desire to have the product or service, to see it realised, or the desire to get a discount sale price.

CREDIT, LOAN. In this model, a company (or an individ) will borrow money from a group of people, instead of borrowing from a bank. The role of the platform may be to act as a mediator, seeking both funding and repayments to creditors or, putting in contact the financier with the developer of the project when financing is completed. Some platforms are focused on Social Lending, allowing social projects to be financed without being offered any interest in a trade.

DONAȚII. ONG-urile au folosit acest model pentru a atrage donații pentru anumite proiecte de peste zece ani. Spre deosebire de strângerea tradițională de fonduri, în care colectarea se făcea la comun și apoi se alocuau banii în proiecte după niște criterii independente de donatori, în cazul crowdfunding-ului, finanțatorii știu că banii lor vor fi folosiți pe un anumit proiect.

Ei știu exact în ce proiect își donează banii, astfel sunt mult mai dispuși să doneze sume mai mari per persoană. Mai mult, tind să fie mai loiali pe termen lung, mai ales dacă ONG-urile îi vor ține la curent cu privire la progresele înregistrate de proiect. Principala motivație pentru finanțatori este una de natură socială.

RECOMPENSE. Acest model este utilizat de către inițiatorii de proiecte care doresc să strângă fonduri și pot oferi recompense care nu sunt de natură financiară (de multe ori de valori mici).

Recompensele sunt simbolice, de obicei, mult mai mici ca valoare decât suma obținută de la fiecare susținător. Cu toate acestea, percepția de valoare poate fi mult mai mare, de exemplu, bilete speciale VIP la un spectacol, ca și o recompensă pentru o donație mai mare. O recompensă, în acest context, nu ar trebui să fie înțeleasă ca un semn de apreciere. În general, părțile nu-l consideră ca și o obligație de a furniza bunuri și nu-l clasifică drept o vânzare.

PRE-VÂNZARE, PRE-COMANDĂ. Modelul este utilizat pentru a realiza un nou produs sau serviciu on-line, adresându-se finanțatorilor care ar putea să fie interesați și dispuși să plătească în avans. Această campanie de crowdfunding înlocuiește cercetarea de piață tradițională și validează cererea, în timp ce furnizează capital de lucru pentru realizarea produsului, desigur dacă campania se încheie cu succes. Motivația finanțatorilor de-a participa la aceste campanii de crowdfunding este dorința de-a avea produsul sau serviciul, de-al vedea realizat, sau dorința de a-l obține la un preț de vânzare cu reducere.

CREDITARE, ÎMPRUMUT. Prin acest model, o companie (sau individ) va împrumuta bani de la un grup de oameni, în loc de a împrumuta de la o banca. Rolul platformei poate fi de a acționa ca un mijlocitor, urmărind atât finanțările cât și rambursările către creditori sau, punând în contact finanțatorul cu inițiatorul proiectului când finanțarea este finalizată. Unele platforme sunt axate pe Creditarea Socială, oferind posibilitatea de a fi finanțate proiecte sociale, fără a fi oferită vre-o dobânda în schimb.

Others are focused on Peer-to-Peer Lending (P2P), seen as a new and exciting model of funding for loans. The main difference between the platforms and the crowdfunding P2P lending is that lenders and borrowers usually don't know each other.

The main motivation for financier is a financial gain (larger) and the interest rate is calculated Based on risk factors. They are analyzed either by P2P platform or by independent institutions.

This model is used by project developers who are looking for a loan with a lower interest rate than you can get from a bank or by the project developers who have insufficient collateral/guarantees for the loan.

By P2P lending, unlike traditional banks, only money provided by financiers are given to the developer of the project, so borrowed [6].

Similar to P2P lending, there are platforms that offer loans to small and medium enterprises (Lending Peer-to-Business). This form of crowdfunding attracted the attention of government funds, that see it as a form of co-financing.

CAPITAL. Called crowdfunding, this model is used when a company wants to raise funds from a group rather than from various private investors, in exchange for financial rewards (shares). Financiers' motivation can vary from interest in investing in projects in accordance with their own values, or in projects that generate local employment, to the fact that they have a good knowledge of the project and through allocated funds and their expertise, will generate a successful project.

HYBRID MODELS. We meet also combined types of crowdfunding models. For instance, some platforms combine reward-pre-sale model with lending-borrowing model. Thus a proportion of received funds will be returned with interest, and the other part will be rewarded with goods or services.

Another hybrid is using the reward-pre-sale model, combined with business angels financing. In this case the crowdfunding will be used to validate the product in some markets. Of course in addition to the above-mentioned models, there are many variations on these themes which may be used. From those mentioned above, one can appreciate the advantages and disadvantages of each method, according to the table from Tab.1.

Altele sunt axate pe Creditarea Peer-to-Peer (P2P), văzută ca un nou și interesant model de finanțare pentru împrumuturi. Principala diferență între platformele de creditare și cele de crowdfunding P2P, este că creditorii și debitorii, de obicei, nu se cunosc.

Principala motivație pentru finanțator este un câștig financiar (mai mare) iar rata dobânzii este calculată în funcție de factorii de risc. Aceștia sunt analizați fie de către platforma P2P, fie de către instituții independente.

Acest model este utilizat de către inițiatorii de proiect care sunt în căutarea unui împrumut cu o rată a dobânzii mai mică decât cea pe care o poate obține de la o banca, sau de către inițiatorii care au insuficiente garanții pentru împrumut.

În creditarea P2P, spre deosebire de băncile tradiționale, numai banii furnizați de finanțatori sunt oferți inițiatorului de proiect, deci împrumutați [6].

Similar cu împrumut P2P, există platforme care oferă împrumuturi pentru întreprinderile mici și mijlocii (Creditarea Peer-to-Business). Această formă de crowdfunding a atras atenția fondurilor guvernamentale, care o văd ca o formă de co-finanțare.

CAPITAL. Denumit și crowdfunding, acest model este folosit atunci când o companie dorește să atragă fonduri mai degrabă de la un grup decât de la diverși investitori privați, în schimbul unor recompense financiare (acțiuni). Motivația finanțatorilor poate varia de la interesul în a investi în proiecte conforme cu propriile lor valori, sau care generează o angajare locală, până la faptul că dețin o bună cunoaștere a proiectului iar prin fondurile alocate și expertiza adusă, vor genera un proiect de succes.

MODELE HIBRID. Întâlnim și modelele combinate ale tipurilor de crowdfunding. De exemplu, unele platforme combină modelul de recompensă-pre-vânzare cu modelul de creditare-împrumut. Astfel un procent din finanțarea primită va fi returnată cu dobândă, iar cealaltă parte va fi recompensată cu produse sau servicii.

Un alt hibrid ar fi utilizarea modelului recompensă – pre-vânzare, combinat cu finanțare business angels. În acest caz crowdfunding-ul va fi utilizat pentru validarea produsului pe unele piețe. Desigur pe lângă modelele menționate mai sus, există multe variații pe aceste teme, care pot fi utilizate. Din cele menționate, se pot aprecia avantajele și dezavantajele specifice fiecărei metode, conform tabelului din Tab. 1.

Tabel 1. Comparative analysis of the types of crowdfunding.

Types of crowdfunding	The specific of the method	Positive aspects	Negative aspects
Donation	<ul style="list-style-type: none"> - there is no rewards in exchange for money received; - the financiers support a specific project and not an organization. 	<ul style="list-style-type: none"> - helps implementing projects with ethic or moral values; - there are more money donations than in the classic form; - it develops loyalty. 	<ul style="list-style-type: none"> - the money are going back to the financiers if the project is not funded, while in its classic form the money would go to other social projects.
Immediate reward	<ul style="list-style-type: none"> - it offers rewards that are not contingent upon the implementation of the project. 	<ul style="list-style-type: none"> - the project developer could receive the money collected independently of whether or not the objective of achieving funding is satisfied; - rewards are symbolic; - initiator - supporter relationship is not a commercial one. 	<ul style="list-style-type: none"> - supported project may not be realized.
Presale	<ul style="list-style-type: none"> - in exchange for the funds obtained there are offered rewards generated by the project (goods or services). 	<ul style="list-style-type: none"> collections in advance for the completing the project; - traditional market research is replaced and it is validate the request; supporters become agents for promoting the product. 	<ul style="list-style-type: none"> - the product or service might not lift up to the expectations of financiers; - there is no control over the time of execution and the delivery of rewards claimed.
Credit - loan	<ul style="list-style-type: none"> - interest is offered as a reward; - it is used as co-financing, with government funds. 	<ul style="list-style-type: none"> - financing solution for companies, individuals or social projects; - the interest rate on the loan is lower than the one you can get from a bank; - default rates are on average less than 1 %. 	<ul style="list-style-type: none"> - the interest rate is calculated based on the risk factors, which are analyzed either by P2P platform or independent institutions, and it might be incorrect.
Capital	<ul style="list-style-type: none"> - in return of the money received are offered shares or corporate bonds; - winners will be open to innovation companies and those with social responsibility too. 	<ul style="list-style-type: none"> - financial support for companies in a stage of development; - funding solution for start-ups; - generating new jobs. 	<ul style="list-style-type: none"> - yet, there is no functioning legal framework; - risk of bankruptcy, especially for start-ups; - most of the projects funded will not have large values (tens to hundreds of thousands of euros).

4. Conclusions

From the above it can be concluded that the outlook of crowdfunding was successfully rooted by the computer, in a mixture of intrinsic motivations, social and financial ones. This system is not meant to replace established financial services, but to complement and support the existing investment infrastructure or those situated in the early stages of development. For entrepreneurship can provide perspectives that other funding possibilities does not offer the same degree, including: validation of product characteristics, prices and demand segmentation, pre-sales and pre-orders and all this without additional costs [7].

4. Concluzii

Din cele prezentate se poate trage concluzia că perspectivele crowdfunding-ului, s-au înrădăcinat cu succes prin intermediul computerului, într-un amestec de motivații intrinseci, sociale și financiare. Acest sistem nu vine să înlocuiască serviciile financiare consacrate, ci vine să completeze și să sprijine infrastructurile investiționale existente sau aflate în fazele incipiente de dezvoltare. Pentru antreprenariat, poate oferi perspectivele pe care alte posibilități de finanțare nu le oferă în aceeași măsură și care includ: validarea caracteristicilor produsului, segmentarea prețurilor și a cererii, precum și pre-vânzări și pre-comenzi și toate acestea, fără a genera costuri suplimentare [7].

People are starting to realize that an economy should be based on the companies and businesses that produce goods and services there, and a healthy population is an active one, creative and inventive. From this perspective people have understood, perhaps before governments, that they must align in support of companies, projects and ideas that you consider valuable.

Therefore, we believe that the full potential of crowdfunding is far from being achieved and in years to come we will assist at a continuous development, both as models and forms of manifestations, as well as expanding into other economic areas.

Oamenii încep să-și dea seama că o economie trebuie să se bazeze pe companiile și întreprinderile care produc acolo bunuri și servicii, iar o populație sănătoasă este una activă, creativă și inventivă. Din această perspectivă oamenii au înțeles, poate înaintea guvernelor, că trebuie să se coalizeze în susținerea de companii, proiecte și idei pe care le consideră valoroase.

Prin urmare, credem că întregul potențial al crowdfunding-ului este departe de a fi atins și în anii care urmează vom asista la o continuă dezvoltare a lui, atât ca și modele și forme de manifestare, cât și ca expansiune spre alte domenii economice.

References

- [1] Soporan V.F., Experienta institutională în implementarea politicilor europene de gestiune a deșeurilor, Conferința Națională Managementul Dezvoltării Durabile al Deșeurilor Municipale. Concepte și strategii., 25/26 Septembrie 2013.
- [2] Ecn-Admin, What is crowdfunding, 26 October 2012, on line at: <http://www.europecrowdfunding.org/2012/10/about-crowdfunding-2/>
- [3] Rip Empson, Massolution Crowdfunding Industry Report, May 2012
- [4] Herzog T., The future of crowdfunding in Europe's investment landscape, 15 June 2012 on line at: <http://venturevillage.eu/the-future-of-crowdfunding-in-europe>.
- [5] Sarbu A, Crowdfunding-ul patrunde și în România "Un leu pentru Ateneu!", 18 February 2013, on line at: http://www.bursa.ro/crowdfunding-ul-patrunde-si-in-romania-un-leu-pentru-ateneu-varianta-online-198407&s=piata_de_capital&articol=198407.html
- [6] Stone A., Five things you need to know about: crowdfunding, 15 August 2013, on line at: <http://performance.ey.com/2013/08/15/five-things-you-need-to-know-about-crowdfunding/>
- [7] ***, A Framework for European Crowdfunding, October 2012, on line at: http://evpa.eu.com/wp-content/uploads/2010/11/European_Crowdfunding_Framework_Oct_2012.pdf



BOOK REVIEW

RECENZIE CARTE

*Reader Viorel DAN PhD, Professor Tiberiu RUSU, PhD.
ENGINEERING, LAW AND ECONOMICS SUSTAINABLE
DEVELOPMENT, U.T.PRESS Publishing House, Cluj-
Napoca, 2012, Volumes 1, 2 and 3.*

*Conf.dr.ing. Viorel DAN, prof.dr.ing. Tiberiu RUSU
INGINERIA, DREPTUL ȘI ECONOMIA DEZVOLTĂRII
DURABILE, Editura U.T.PRESS, Cluj-Napoca, 2012,
Volumele 1, 2 și 3.*

The textbook of qualifications of the postgraduate study program "Engineering, Law and Economics of Sustainable Development" is part of the collection of Textbooks of qualifications of the programs unfolded at the Centre for Promoting Entrepreneurship in Sustainable Development. It is divided into three volumes, each representing a semester of its curriculum. This paper is intended exclusively for teaching and training activities. The handbook supports learners to acquire the knowledge and skills necessary for their proper insertion on the labor market and the development of the specific skills of market economy in the field of entrepreneurship based on the concept of sustainable development, with a multidisciplinary informative basis.

The first volume provides the course support for the subjects of the first semester of the program, structured into three parts: the actual support of the course, questions or suggested topics and the presentation of bibliographical references which offer the students the opportunity to study in detail the subjects treated.

The subjects studied and illustrated in the first volume are: Fundamentals of Sustainable Development Engineering, Eco-responsible Entrepreneurship, Legal and Engineering Convergences in Environmental Law, Analysis and Evaluation Tools of Environmental Quality, Integrated Pollution Control, Applied Informatics and Database Management Systems.

The second volume aims to present the course support for the second semester of the program. Thus, in compliance with the criteria of structuring the courses, the volume includes both engineering disciplines and those from the

Manualul calificării al programului de studiu postuniversitar "Ingineria, dreptul și economia dezvoltării durabile" face parte din colecția Manualelor calificărilor programelor desfășurate în cadrul Centrului pentru Promovarea Antreprenoriului în Domeniul Dezvoltării Durabile. Acesta este structurat în trei volume, fiecare dintre acestea reprezentând un semestru din planul de învățământ al acestuia. Lucrarea este destinată exclusiv activității didactice și de formare profesională. Manualul vine în sprijinul cursanților în vederea acumulării de cunoștințe și competențe necesare pentru o bună inserție a acestora pe piața forței de muncă și pentru cultivarea competențelor specifice economiei de piață în domeniul antreprenoriului bazat pe conceptul de dezvoltare durabilă, având o bază informativă multidisciplinară.

Primul volum oferă suportul cu curs pentru materiile din semestrul I al programului, structurate în trei părți: suportul efectiv al cursului, întrebări sau teme propuse și prezentarea referințelor bibliografice care oferă cursanților posibilitatea studiului în amanunt a subiectelor tratate.

Disciplinele studiate și ilustrate în primul volum sunt următoarele: Bazele ingineriei ale dezvoltării durabile, Antreprenoriatul ecoresponsabil, Convergențe juridico-ingineresti în dreptul mediului, Instrumente de analiză și evaluare a calității mediului, Controlul integrat al poluării, Informatică aplicată și Sisteme de gestiune a bazelor de date.

Cel de-al **doilea volum** are scopul prezentării suporturilor de curs pentru semestrul II al programului. Astfel, respectând criteriile de structurare a cursurilor, volumul cuprinde atât

field of law and management: Entrepreneurial Law, Fundamentals of Protection and Environmental Engineering, Ecological Materials and Technologies, Financial analysis of the Company, Company Management, Project Management and Systems of Integrated Waste Management.

Volume III of the textbook of qualifications presents the combining the disciplines from the field of environmental engineering with the communication and negotiation techniques, to ensure sustainable development: Policies and strategies for sustainable development, Environmental technologies, Integrated quality management, Environment, occupational health and safety, Quality engineering Emergency situations management, Negotiation techniques to ensure sustainable development and Communication and organizational behavior.

Through content and level of analysis, this paper - conducted by the Centre for Promoting Entrepreneurship in Sustainable Development (CPADDD) - addresses to the students of the program, and to all those who wish to form a general picture of the sustainable development in engineering, economics, law and communication at the present.

discipline inginerești, cât și din sfera dreptului și a managementului: Drept antreprenorial, Bazele protecției și ingineriei mediului, Materiale și tehnologii ecologice, Analiza financiară a firmei, Managementul firmei, Managementul proiectelor și Sisteme de gestiune integrată a deșeurilor.

Volumul III al manualului calificării prezintă îmbinarea disciplinelor din domeniul ingineriei mediului cu tehnicile de comunicare și negociere în vederea asigurării dezvoltării durabile: Politici și strategii pentru asigurarea dezvoltării durabile, Tehnologii de mediu, Managementul integrat calitate, mediu, securitate și sănătate ocupațională, Ingineria calității, Managementul situațiilor de urgență, Tehnici de negociere pentru asigurarea dezvoltării durabile și Comunicare și comportament organizațional.

Prin conținut și nivelul de tratare, lucrarea - realizată în cadrul Centrului pentru Promovarea Antreprenoriatului în Domeniul Dezvoltării Durabile (CPADDD) - se adresează cursanților programului, dar și tuturor celor care doresc să își formeze o imagine de ansamblu a domeniului dezvoltării durabile prezent în inginerie, economie, drept, comunicare.

Eng. Andra Ioana MOLDOVAN, Ph.D. Student,

Centre for Promoting Entrepreneurship in Sustainable Development

Drd.ing. Andra Ioana MOLDOVAN,

Centrul pentru Promovarea Antreprenoriatului în Domeniul Dezvoltării Durabile

The Conference on «Entrepreneurship, Business Environment and Sustainable Development» Cluj-Napoca, July 4th-5th, 2013

The third edition of the **Conference on «Entrepreneurship, Business Environment and Sustainable Development»** took place in the period between **July 4th and 5th 2013 in Cluj-Napoca**. The conference was organized from the initiative and under the coordination of Professor engineer Vasile Filip SOPORAN, Ph.D., by the Center for Promoting Entrepreneurship in the Sustainable Development Domain (CPADDD), within the Department of Environmental Engineering and the Entrepreneurship for Sustainable Development from the Faculty of Materials and Environmental Engineering from the Technical University of Cluj-Napoca.

At the event opening, national and international personalities were present: Prof.eng. Cătălin POPA Ph.D. and Prof.eng.ec., Stelian BRAD Ph.D., Vicelector of the Technical University of Cluj-Napoca; Johann KÖCHER, Ph.D, Dr. Köcher GmbH Germany, Bruno GIANFRANCO, President of the Association Italy – Transilvania, Ec. Decebal Manole BOGDAN, Ph.D., vicepresident of the Association of Mediators in Insurance and Malpraxis from Romania and Prof. eng. Avram NICOLAE, Ph.D., Politechnical University of Bucharest.

At the plenary session over 100 attendants were present, representatives and specialists of central and local public institutions, education and research units, companies and so on.

After the official opening of the conference took place the book launch: "ENTREPRENEURSHIP BETWEEN FAITH AND DEVELOPMENT" – *Johann KÖCHER Ph.D.*

In plenary session of conference 13 papers were presented, namely:

1. „Entrepreneurship and harmony” - Johann KÖCHER Ph.D.;
2. „The relational entrepreneurship in european area” - Bruno GIANFRANCO;
3. „Ways to operationalize the sustainable development concept in metallurgy” - Prof.eng. Avram NICOLAE Ph.D.;
4. „The challenge of manufacturing in sustainable economy” – Prof.eng. Petru BERCE Ph.D.;
5. „Entrepreneurial opportunities in environmental science and engineering” – Lecturer eng. Marian PROOROCU Ph.D.;
6. „Sustainable development in transport” - Prof.eng. Nicolae BURNETE Ph.D.;

Conferința «Antreprenoriat, Mediu de afaceri și Dezvoltare Durabilă» Cluj-Napoca, 4-5 iulie 2013

Cea de a treia ediție a **Conferinței «Antreprenoriat, Mediu de afaceri și Dezvoltare Durabilă»** s-a desfășurat în perioada **4 - 5 iulie 2013 la Cluj-Napoca**.

Conferința a fost organizată, din inițiativa și sub coordonarea prof.dr.ing. Vasile Filip SOPORAN, de către Centrul pentru Promovarea Antreprenoriatului în Domeniul Dezvoltării Durabile (CPADDD) din cadrul Departamentului de Ingineria Mediului și Antreprenoriatului Dezvoltării Durabile de la Facultatea de Ingineria Materialelor și a Mediului a Universității Tehnice din Cluj-Napoca.

La deschiderea evenimentului au participat personalități în domeniu, atât din țară, cât și din străinătate: Prof.dr.ing. Cătălin POPA și Prof.dr.ing. ec. Stelian BRAD, proectori Universitatea Tehnică Cluj-Napoca; Dr. Johann KÖCHER, Dr. Köcher GmbH Germania; Dl. Bruno GIANFRANCO, Președintele Asociației Transilvania-Italia; Dr.ec. Decebal Manole BOGDAN, vicepreședintele Asociației Mediatorilor în Asigurări și Malpraxis din România și Prof.dr.ing. Nicolae AVRAM, Universitatea Politehnică din București.

La lucrările conferinței au fost prezenți peste 100 de reprezentanți și specialiști ai unor instituții publice centrale și locale, unități de învățământ și cercetare, societăți comerciale, etc.

După deschiderea oficială a conferinței a avut loc lansarea cărții "ANTREPRENORIATUL ÎNTRE CREDINȚĂ ȘI DEZVOLTARE" realizată de *dr. Johann KÖCHER*.

În cadrul conferinței au fost prezentate în plen 13 lucrări, și anume:

1. „Antreprenoriat și armonie” - Dr. Johann KÖCHER;
2. „Antreprenoriatul relațional în spațiul european” - Bruno GIANFRANCO;
3. „Căi de operaționalizare a conceptului de dezvoltare durabilă în metalurgie” - Prof.dr.ing. Avram NICOLAE;
4. „Provocările fabricației într-o economie durabilă” – Prof.dr.ing. Petru BERCE;
5. „Oportunități antreprenoriale în știința și ingineria mediului” – Conf.dr.ing. Marian PROOROCU;
6. „Dezvoltare durabilă în transporturi” - Prof.dr.ing. Nicolae BURNETE;

7. „Business environment and the information society” - Eng. Alexandru TULAI;
8. „Promoting entrepreneurial culture and entrepreneurial training in local and county businesses” - Prof.eng. Vichentie MANIOV Ph.D.;
9. „The role of The Center for Promoting Entrepreneurship in the Sustainable Development Domain – CPADDD, in the entrepreneurial university ecosystem – Technical University of Cluj-Napoca” – Prof.eng. Cornel SOMEȘAN Ph.D.;
10. „Emergent phenomena or physics of change” -Lecturer eng. Nicolae Marius BÎRLEA Ph.D.;
11. „Entrepreneurship and Sustainable Development - case study Moneasa resort” - Lecturer Gheorghe PRIBEANU Ph.D.;
12. „The business environment and the need for conflict mediation” - Decebal Manole BOGDAN;
13. „The multi-funding system for startups” - Eng. Mihai VESCAN

The end of the first day of the manifestation was held in a collegial setting at the „Center for biodiversity – USAMV Cluj”, where discussions took place between the specialists present at the manifestation on the topic of the papers presented.

The second day was destined to poster session, where 22 papers were presented – by Ph.D. graduants and masters programs students from the Department of Environmental Engineering and the Entrepreneurship for Sustainable Development, as well as participants at courses the postgraduate continuous training and professional development from the Center for Promoting Entrepreneurship in the Sustainable Development Domain – for the contest „Best entrepreneurial idea in sustainable development domain”.

Authors of the three best papers were awarded with distinctions and diplomas:

1. Eng. Cosmina Simona BABUȚ Ph.D. Student - „Foundation of the W & S laboratory for monitoring water quality and sediment”;
2. Ileana Diana SZABO - „Business ideas in the retail sale of the personal hygiene products”;
3. Cornel NISTE - „Innovative eco technologies in lighting systems”.

The papers presented, both in the plenary session and on posters, have been published, under the coordination of Prof.eng. Vasile Filip Soporan Ph.D., in the volume of the Conference „Entrepreneurship, Business Environment and Sustainable Development” at UT Press Publishing House, Cluj-Napoca, 2013.

The topics of published papers were: *promoting entrepreneurial culture; innovations in the field of ecotechnologies and ecological materials; ecoresponsible entrepreneurship; good*

7. „Mediul de afaceri și societatea informațională” - Ing. Alexandru TULAI;
8. „Promovarea culturii antreprenoriale și formare antreprenorială în mediul de afaceri local și județean” - Prof.dr.ing. Vichentie MANIOV;
9. „Rolul Centrului pentru Promovare Antreprenorială în Domeniul Dezvoltării Durabile – CPADDD, în cadrul ecosistemului antreprenorial universitar – Universitatea Tehnică Cluj-Napoca” – Prof.dr.ing. Cornel SOMEȘAN;
10. „Fenomene emergente sau fizica schimbării” - S.I.dr.ing. Nicolae Marius BÎRLEA;
11. „Antreprenariat și dezvoltare durabilă - studiu de caz Stațiunea Moneasa” - Conf.dr. Gheorghe PRIBEANU;
12. „Nevoia de mediere a conflictelor și mediul de afaceri” - Decebal Manole BOGDAN;
13. „Sistemul de multifinanțare pentru Start Up-uri” - Ing. Mihail Marius VESCAN

Finalul primei zile al manifestării s-a desfășurat într-un cadru colegial la *Centrul pentru Biodiversitate din cadrul USAMV Cluj*, unde au avut loc discuții între specialiștii prezenți la manifestare pe marginea lucrărilor prezentate.

Ziua a doua a fost destinată sesiunii de postere și de prezentare a ideii de afacere, unde au fost prezentate 22 lucrări - de către doctoranzi și masteranzi din cadrul Departamentului de Ingineria Mediului și Antreprenariatului Dezvoltării Durabile, precum și cursanți de la cursurile postuniversitare de formare și dezvoltare profesională continuă din cadrul Centrului pentru Promovarea Antreprenariatului în Domeniul Dezvoltării Durabile - pentru concursul „Cea mai bună idee antreprenorială în domeniul dezvoltării durabile”.

Autorii a trei dintre cele mai bune lucrări au primit distincții și diplome:

1. Drd.ing. Cosmina Simona BĂBUȚ - „Înființarea laboratorului W & S pentru monitorizarea calității apei și a sedimentelor”;
2. Ileana Diana SZABO - „Idei de afaceri în desfacerea cu amănuntul a produselor de igienă personală”;
3. Cornel NISTE - „Tehnologii econovoatoare în sistemele de iluminat”.

Lucrările susținute, atât în plen cât și prezentate pe postere, au fost publicate, sub coordonarea prof.dr.ing. Vasile Filip Soporan, în volumul Conferinței „Antreprenariat, Mediu de afaceri și Dezvoltare Durabilă”, la Editura UT Press, Cluj-Napoca, 2013.

Temele lucrărilor publicate au fost: *promovarea culturii antreprenoriale; inovații în domeniul ecotehnologiilor și materialelor ecologice antreprenariat ecoresponsabil; bune practici în domeniul dezvoltării durabile și antreprenariatului;*

practices in sustainable development and entrepreneurship; entrepreneurial education and sustainable development, organizational and managerial news regarding SMEs and methods of communication and publicity.

At the end of the conference all the participants agreed in expressing the success and usefulness of continuing this event in the coming years.

Anca NĂȘCUȚIU

Center for Promoting Entrepreneurship in the Sustainable Development Domain

educația antreprenorială și dezvoltarea durabilă; noutăți organizaționale și manageriale la nivelul IMM-urilor și metode de comunicare și publicitate.

La încheierea conferinței, participanții au realizat un consens în a exprima succesul și utilitatea continuării acestei manifestări și în următorii ani.

Anca NĂȘCUȚIU

Centrul pentru Promovarea Antreprenoriatului în Domeniul Dezvoltării Durabile

Images from the conference

Imagini din timpul conferinței

Plenary Session / Sesiune în plen



Aurel Codoban



Köcher Johann



Petru Berce



Alexandru Ozunu



Bruno Gianfranco



Avram Nicolae



Nicolae Burnete



Alexandru Tulai



Nicolae Marius Bârlea



Cornel Someșan



Vichentie Maniov



Gheorghe Pribeanu



Decebal Manole Bogdan



Mihail Marius Vesca

Price awarding ceremony / Ceremonia de acordare a premiilor



INSTRUCTIONS FOR AUTHORS (Arial 12pt, Bold, Centered) – English (UK)

INSTRUCȚIUNI PENTRU AUTORI – Română

Firstname LASTNAME*¹, Prenume NUME² (Arial, 11pt, Centered)

¹ Affiliation (Arial 9pt, Italic)

² Apartenență (Arial 9pt, Italic)

Abstract: (Arial, 8pt, Italic, Justified). First paragraph abstract should be provided of 100 to 200 words length. Leave one blank line after the abstract.

Keywords: (Arial, 8pt, Italic, Justified). Phrases arranged alphabetically and separated by commas. A list of 5 – 10 keywords should be provided at the end of the abstract. Leave two blank lines after the abstract.

1. Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Its contents should be structured in the following way: problem description, application field, research stages, methods used, results, further research, conclusions and references.

The paper has to offer the answers for the following questions: description of the problem, what is done by other people, what the authors did, what is new, what is my contribution?

2. Materials and Methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

Paper Size: The manuscripts should be in English and Romanian in a clear, direct and active style of A4 paper–European format (210 x 297 mm).

Length: Papers must have an even number of pages: 6, 8 or 10.

Rezumat: (Arial, 8pt, Italic, Justified) Primul paragraf este abstractul care trebuie să conțină de la 100 până la 200 de cuvinte. Lăsați un rând liber după abstract

Cuvinte cheie: (Arial, 8pt, Italic, Justified). Cuvintele trebuie aranjate în ordinea alfabetică și separate între ele prin virgulă. La sfârșitul abstractului se recomandă o listă de 5 – 10 cuvinte cheie. Lăsați două rânduri libere după cuvinte cheie.

1. Introducere

Aici se precizează obiectivele lucrării și se prezintă câteva cunoștințe, evitând un studiu de literatură sau un rezumat al rezultatelor.

Conținutul său ar trebui să fie structurat în felul următor: descrierea problemei, domeniul de aplicare, etapele de cercetare, metodele utilizate, rezultate, cercetări suplimentare, concluzii și referințe.

Lucrarea trebuie să ofere răspunsuri la următoarele întrebări: descrierea problemei, ceea ce se face de către alte persoane, ceea ce autorii făcut, ceea ce este nou, care este contribuția mea?

2. Materiale și metode

Trebuie să furnizeze suficiente detalii pentru a permite reproducerea lucrării. Metode deja publicate ar trebui să fie indicate printr-o trimitere bibliografică: doar modificări relevante ar trebui să fie descrise.

Formatul paginii: lucrarea trebuie să fie redactată în limba engleză și română, într-un stil clar, direct și activ, pe format european A4 (210 x 297 mm).

Lungime: lucrarea trebuie să aibă un număr par de pagini: 6, 8 sau 10.

Margins: The page layout should be "mirror margins". Following margins: top margin 20 mm; bottom margin 20 mm; right 25 mm and left margin 20 mm, header 10 mm, footer 10 mm.

Page Layout: Type the paper in two columns 80 mm wide with a space of 5 mm between the columns. Each column should be left and right justified. Section start: column.

Fonts: Use Arial size 10 characters and 1.15 line spacing, Justified, throughout the paper.

Title: The title should be no longer than two lines. Avoid unusual abbreviations. Center the title (12 point bold, Capslock). Authors' names (11 point, arial) and affiliations (9 point, italic, arial) (Institution/Department, City, Country). Leave one blank line (10 point) after the title, one blank line (10 point) after the authors' names and affiliations. Leave two blank line (10 point) between author's info and the beginning of the paper.

Style: Use separate sections for introduction, materials and methods, results, discussion, conclusions, acknowledgments (when appropriate), and references.

First level headings are flushed justify, boldface and in point size 10. Use one line space before the first level heading and one line space after the first level heading.

Second level headings must be flush left, bold and in point size 10, italic. One line space should be used before the second level heading.

1.1. *Formulae, symbols and abbreviations*

Formulae will be typeset in Italics (preferable with the Equation Editor) and should be written or marked for such in the manuscript, unless they require a different styling. The formulae should be quoted on the right side, between brackets:

$$X = A \times e^y + 3Ikt \quad (1)$$

Refer in the text to Equations as (Eq. 1), Eqs. 1-4 etc.

Abbreviations should be defined when first mentioned in the abstract and again in the main body of the text and used consistently thereafter.

SI units must be used throughout.

Footnotes should be avoided.

Tables, Figures, Equations. Figures and tables should be progressively numbered, following the order cited in the text; they may be organized in one or two columns.

Margini: Configurația paginii trebuie să fie „margină în oglindă”. Având marginile: marginea sus 20 mm; marginea jos 20 mm, marginea dreapta 25 mm și stânga 20 mm; header 10 mm, footer 10 mm.

Aspectul paginii: Modul de redactare este pe două coloane cu o lățime de 80 mm, cu un spațiu de 5 mm între coloane. Fiecare coloană trebuie să fie Justify la stânga și la dreapta.

Font: Se va utiliza caracterul Arial 10 și spațiul de 1,15 între rânduri, Justify.

Titlul: este recomandat ca titlul să nu fie mai lung de două rânduri. Să se evite prescurtarea în titlul. Titlul se va centra utilizând caracter de 12, îngroșate și se va redacta cu litere de tipar. Numele autorilor (mărime carater 11) și apartenența (mărime caracter 9, înclinat) (Instituție/Departament, oraș, țară). Lăsați un rând liber (mărime caracter 10) după titlul, după autorii, și după apartenență, iar după aceste informații lăsați 2 rânduri libere.

Stil: Utilizați secțiuni separate pentru introducere, materiale și metode, rezultate, discuții, concluzii, mulțumiri (după caz) și referințe bibliografice.

Denumirea capitolelor se va redacta cu caractere de 10, îngroșate și aliniat la margine. Se va lăsa un rând liber înainte de titlul de capitol și un rând liber după titlul de capitol.

Denumirea subcapitolelor se va redacta cu caractere de 10, îngroșate, înclinate și aliniat la margine. Se va lăsa un rând liber doar înainte de subcapitol.

1.1. *Formule, simboluri și abrevieri*

Formulele vor fi redactate cu caractere înclinate (de preferat în editorul Equation) și trebuie să fie numerotate în cadrul lucrării, excepție cazul în care necesită un alt stil. Formulele trebuie să fie numerotate aliniat dreapta, între paranteze rotunde:

$$X = A \times e^y + 3Ikt \quad (1)$$

Referirile la ecuații în text se vor scrie astfel: (Ec. 1), Ec. 1-4, etc.

Abrevierile trebuie să fie definite în momentul când sunt menționate prima dată în abstract și, ulterior, din nou în corpul principal al textului după care se pot utiliza în mod consecvent.

Trebuie să fie utilizate unități de măsură din SI.

Notele de subsol ar trebui să fie evitate.

Tabele, figuri, ecuații. Figurile și tabele trebuie numerotate progresiv, în ordinea menționată în text, acestea pot fi organizate în una sau două coloane.

Tables: Draw the tables in grid format using a basic, solid line style without shadows.

Ensure that the data presented in Tables do not duplicate results described in Figures.

Tabelele: concepeți tabele în format de grilă utilizând linii fundamentale, solide fără umbre.

Asigurați-vă că datele prezentate în tabele nu se suprapun cu rezultatele descrise în figuri.

Table 1.
The recommended fonts (Arial 8 Justify)

Item	Font	Size	Style
Title of paper	Arial	12	Norm, Bold
Authors' names	Arial	11	Norm
Affiliation	Arial	9	Italic
Abstract	Arial	8	Italic
Title of sections	Arial	10	Norm, Bold
Text, Formulae	Arial	10	Norm
References	Arial	9	Norm

Figures

Number Figures consecutively in accordance with their appearance in the text. All illustrations should be provided in camera-ready form, suitable for reproduction, which may include reduction without retouching.

Photographs, charts and diagrams are all to be referred to as Figure(s) and should be numbered consecutively, in the order to which they are referred.

Figures may be inserted as black line drawings. They should be pasted on, rather than taped, since the latter results in unclear edges upon reproduction.

Ensure that each illustration has a caption, placed below the Figure. A caption should comprise a brief title (not on the Figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used. Multiple Figures can be expressed as one Figure (for e.g. 1a, 1b, 1c etc.), while retaining the maximum limit of 6.

Figuri

Numerotați figurile consecutiv, conform cu ordinea în care apar în text. Toate ilustrațiile ar trebui prezentate în mod “camera ready”, potrivite pentru reproducere, care poate include reducerea fără retușare.

Fotografiile, graficele și diagramele vor fi denumite ca Figuri și ar trebui numerotate consecutiv, în ordinea în care se referă la ele.

Figurile pot fi inserate ca desen negru liniar. Ele trebuie introduse cu paste și nu cu tape, pentru că acesta din urmă rezultă în margini neclare asupra reproducerii.

Asigurați-vă că fiecare ilustrație are o denumire, plasată sub Figură. Denumirea trebuie să includă un titlu scurt (nu pe figura însăși) și o descriere a ilustrației. Restângeți textul din ilustrațiile propriu-zise la minimum, dar explicați toate simbolurile și abrevierile folosite. Figurile multiple pot fi exprimate ca o singură Figură (ex. 1a, 1b, 1c etc.), dar limitându-vă la maximum 6.

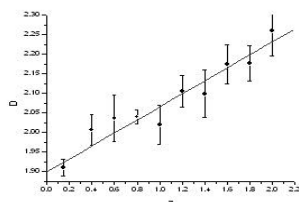


Figure 1. Distribution (Arial 8 Center)

ALL Figures must be submitted in either .jpg format with a very good resolution (but do not submit graphics that are disproportionately large for the content).

Tables and figures should be consecutively numbered and headed with short titles. They should be referred to in the text as Fig. 1, Tab. 2, etc. Leave 1 lines gap at 10 point font setting between the previous section and figure as well as

TOATE Figurile trebuie trimise în format .jpg cu o rezoluție foarte bună (dar nu trimiteți grafice care sunt disproporționat de mariportate la conținut).

Tabelele și figurile trebuie numerotate consecutiv și denumite cu titluri scurte. În text trebuie făcută referințe la ele astfel Fig. 1, Tab. 2, etc. Lăsați un rând liber de dimensiunea font 10 între secțiunea anterioară și figură, precum și între

between figure and next section text. All Figures and Tables must be referred into the text.

3. Results and Discussion

Results should be clear and concise. Discussion elsewhere in the article should explore the significance of the results of the work, not repeat them. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

The Results section should briefly present the experimental data in text, tables, and/or figures.

For details on preparation of tables and figures, see below. The Discussion should focus on the interpretation and significance of the findings with concise objective comments that describe their relation to other work in that area. The Discussion should not reiterate the Results.

4. Conclusions

The main conclusions drawn from results should be presented in a short Conclusions section.

Although a conclusion may review the main points of the paper, do not replicate the abstract as the conclusion.

A conclusion might elaborate on the importance of the work or suggest applications and extensions. Make sure that the whole text of your paper observes the textual arrangement on this page.

5. Acknowledgements

The Acknowledgments section should include the names of those people who contributed to a study but did not meet the requirements for authorship.

The corresponding author is responsible for informing each person listed in the acknowledgment section that they have been included and providing them with a description of their contribution so they know the activity for which they are considered responsible.

Each person listed in the acknowledgments must give permission – in writing, if possible – for the use of his or her name. It is the responsibility of the corresponding author to collect this information.

References

The text should include a list of references which reflect the current state of technology. Indicate references by number(s) in square brackets in line with the text. The actual authors can be referred to, but the reference number(s) must always be given.

Number the references (numbers in square

figură și următoarea secțiune de text. Toate Figurile și Tabelele trebuie să aibă referințe în text.

3. Rezultate și discuții

Rezultatele trebuie să fie clare și concise. Discuția în altă parte a articolului ar trebui să exploreze semnificația rezultatelor muncii, nu să le repete. Evitați citarea extensivă și discutarea literaturii deja publicate.

Secțiunea de rezultate trebuie să prezinte pe scurt date experimentale în text, tabele și/sau figuri.

Detalii privind pregătirea tabelelor și a figurilor găsiți mai jos. Discuția trebuie să se concentreze pe interpretarea și semnificația descoperirilor, cu comentarii concise și obiective care descriu relația cu alte lucrări în domeniu. Discuția nu trebuie să reitereze Rezultatele.

4. Concluzii

Concluziile principale trase în urma rezultatelor trebuie prezentate într-o scurtă secțiune de Concluzii.

Cu toate că o concluzie poate trece în revistă principalele puncte ale lucrării, nu reproduceți rezumatul pe post de concluzie.

O concluzie poate să elaboreze pe tema importanței lucrării sau să sugereze aplicații și extensii. Asigurați-vă că textul integral al lucrării arată aranjamentul textual pe această pagină.

5. Mulțumiri

Secțiunea de Mulțumiri trebuie să includă numele acelor persoane care au contribuit la un studiu, dar nu au îndeplinit cerințele pentru a deveni autori.

Autorul corespunzător este responsabil să informeze fiecare persoană din lista de mulțumiri asupra faptului că au fost incluse și să le ofere o descriere a contribuției lor, pentru a ști de care activitate se fac răspunzători. Fiecare persoană din secțiunea de mulțumiri trebuie să își dea acceptul – în scris dacă este posibil – pentru folosirea numelui său. Este responsabilitatea autorului să colecteze aceste informații.

Referințe

Textul trebuie să includă o listă de referințe care reflectă starea actuală a tehnologiei. Indicați referințele prin numere în paranteze pătrate pe același rând în lucrare. Se pot face referiri la autorii propriu-ziși, dar întotdeauna trebuie menționat și numărul de referință.

brackets) in the list in the order in which they appear in the text [1]. Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). References should be listed as they appear in the text [2, 3]. Use Arial 9 point size.

List the references at the end of the text with Arabic numerals (1, 2, etc.) with the order they appear in the text.

Books: Names and initials of authors, title of the book; edition; volume number; publisher; place; year, page number:

[1] Faber K., Biotransformations in Organic Chemistry – A Textbook, vol.VIII, 4th Edition, Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 2000, 212-240.

Symposia volumes: Names and initials of authors; article title; full title; symposium abbreviated; volume number; place; year; date; page number:

[2] Clark T.A., Steward D., Wood and Environment, Proc. 6th Int. Symp. on Wood and Pulping Chemistry, Melbourne, 1991, 1:493.

Journal papers: Names and initials of authors; full title of the paper; full name of the journal (*italic*); year, volume number; first and last page numbers:

[3] Tanabe S., Iwata H. and Tatsukawa R., Global contamination by persistent organochlorines and their ecotoxicological impact on marine mammals, Science of the Total Environment, 1994, 154:163-177.

Patents: Names and initials of authors, patent title, country, year, patent number:

[4] Grant P., Device for Elementary Analyses. USA Patent, 1989, No. 123456.

Dissertations: Names and initials of authors, title; specification (Ph. D. Diss.), institution, place, year:

[5] Aelenei N., Thermodynamic study of polymer solutions, PhD Thesis, Institute of Macromolecular Chemistry Petru Poni, Iasi, Romania, 1982.

Legal regulations and laws, organizations: Abbreviated name; full name of the referred text; document type; author; year, URL address:

[6] ESC, Improving access to modern energy services for all fundamental challenge, Economic and Social Council, ENV/DEV/927, 2007. On line at: <http://www.un.org/News/Press/docs/2007/envdev927.doc.htm>

Numerotați referințele (numere în paranteze pătrate) din listă în ordinea în care apar în text [1]. Asigurați-vă că fiecare referință citată în text este prezentă și în lista de referințe (și vice-versa). Referințele trebuie listate așa cum apar în text [2, 3]. Folosiți fontul Arial, mărimea 9.

Listați referințele la sfârșitul textului cu numerale arabe (1,2 etc.) în ordinea în care apar în text.

Cărți: Numele și inițialele autorilor, titlul cărții, ediția, numărul volumului, editorul, locul, anul, numărul paginii:

[1] Faber K., Biotransformations in Organic Chemistry – A Textbook, vol.VIII, 4th Edition, Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 2000, 212-240.

Volume simpozioane: Numele și inițialele autorilor, titlul articolului, titlul complet, simpozionul abreviat, numărul volumului, locul, anul, data, numărul paginii:

[2] Clark T.A., Steward D., Wood and Environment, Proc. 6th Int. Symp. on Wood and Pulping Chemistry, Melbourne, 1991, 1:493.

Articole din reviste: Numele și inițialele autorilor, titlul întreg al lucrării, numele întreg al revistei (*italic*), anul, numărul volumului, numărul primei și ultimei pagini:

[3] Tanabe S., Iwata H. and Tatsukawa R., Global contamination by persistent organochlorines and their ecotoxicological impact on marine mammals, Science of the Total Environment, 1994, 154:163-177.

Brevete: Numele și inițialele autorilor, titlul brevetului, țara, anul numărul brevetului:

[4] Grant P., Device for Elementary Analyses. USA Patent, 1989, No. 123456.

Disertații: Numele și inițialele autorilor, titlu, specificație (doctorat, disertație), instituția, locul, anul:

[5] Aelenei N., Thermodynamic study of polymer solutions, PhD Thesis, Institute of Macromolecular Chemistry Petru Poni, Iasi, Romania, 1982.

Reglementări legale și legi, organizații: Numele abreviat, numele întreg al textului la care se face referință, tipul documentului:

[6] ESC, Improving access to modern energy services for all fundamental challenge, Economic and Social Council, ENV/DEV/927, 2007. On line at: <http://www.un.org/News/Press/docs/2007/envdev927.doc.htm>

Referinte online: URL-ul complet trebuie prezentat în text ca citat, dacă alte date nu sunt disponibile. Dacă autorii, titlurile documentelor sunt cunoscute și referințele sunt luate de pe un website, atunci trebuie menționate anul și adresa URL după aceste informații:

[7] Burja C., Burja V., Adapting the Romanian rural economy to the European agricultural policy from the perspective of sustainable development, MPRA, Munich Personal RePEc Archive, 2008. On line at: http://mpra.ub.unimuenchen.de/7989/1/MPRA_paper_7989.pdf

Referințele online nu trebuie să fie prezentate separat, după lista de referință.

Trimiterea lucrărilor: lucrările propuse trebuie trimise prin e-mail către consiliul editorial, la adresa eesde@imadd.utcluj.ro. După analiza lucrărilor și admiterea lor spre publicare, consiliul editorial poate cere anumite modificări pentru rezolvarea anumitor probleme legate de tipărire.

Web references: The full URL should be given in text as a citation, if no other data are known. If the authors, title of the documents are known and the reference is taken from a website, year, the URL address has to be mentioned after these data.

[7] Burja C., Burja V., Adapting the Romanian rural economy to the European agricultural policy from the perspective of sustainable development, MPRA, Munich Personal RePEc Archive, 2008. On line at: http://mpra.ub.unimuenchen.de/7989/1/MPRA_paper_7989.pdf

Web references must not be listed separately, after the reference list.

Sending of papers: the proposed papers could be sent by e-mail to editorial board, at the address: eesde@imadd.utcluj.ro. After the papers analysis and admission for publishing, the editorial board could request some modifications for solving certain problems related to printing.