

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 3, Issue 1, January – March 2014
Volumul 3, Numărul 1, ianuarie – martie 2014

ACTA TEHNICA NAPOCENSIS
Environmental Engineering and
Sustainable Development Entrepreneurship
EESDE

EDITORIAL BOARD

EDITOR-IN-CHIEF: Vasile Filip SOPORAN, Technical University of Cluj-Napoca, Romania

VICE EDITOR IN CHIEF: Viorel DAN, Technical University of Cluj-Napoca, Romania

ASOCIATE EDITOR: Alexandru OZUNU, Babes-Bolyai University of Cluj-Napoca, Romania

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:

Ovidiu NEMEȘ, Technical University of Cluj-Napoca, Romania
Timea GABOR, Technical University of Cluj-Napoca, Romania
Bianca Michaela SOPORAN, Technical University of Cluj-Napoca, Romania

ENGLISH LANGUAGE TRANSLATION AND REVIEW:

Sanda PĂDUREȚU, Technical University of Cluj-Napoca, Romania

DESKTOP PUBLISHING:

Timea GABOR, Technical University of Cluj-Napoca, Romania

WEBMASTER:

Andrei Tudor RUSU, Technical University of Cluj-Napoca, Romania
Doina Ștefania COSTEA, Technical University of Cluj-Napoca, Romania

EDITORIAL CONSULTANT:

Călin CĂMPEAN, Technical University of Cluj-Napoca, Romania

U.T.PRESS PUBLISHING HOUSE CLUJ-NAPOCA

EDITORIAL OFFICE:

Technical University of Cluj-Napoca, Faculty of Materials and Environmental Engineering,
Department of Environmental Engineering and Sustainable Development Entrepreneurship
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, *Series: Environmental Engineering and Sustainable Development Entrepreneurship* is indexed in:

- **Google Scholar Academic**

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. 3 - Issue 1 (January – March 2014)

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, etc.
-

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.

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

CONTENT

CUPRINS

EDITORIAL – OPEN UNIVERSITIES TOWARDS THE EUROPEAN SPIRIT BETWEEN TRADITIONALISM AND MODERNITY <i>EDITORIAL – UNIVERSITĂȚILE DESCHISE SPIRITULUI EUROPEAN ÎNTRE TRADIȚIONALISM ȘI MODERNITATE</i>	
Vasile Filip SOPORAN.....	7
ANALYSIS OF LEAD LEACHABILITY FROM COMPOSITE MATERIALS WITH CATHODE RAY TUBE GLASS CONTENT <i>ANALIZA LEVIGABILITĂȚII PLUMBULUI DIN MATERIALE COMPOZITE CU CONȚINUT DE STICLĂ DIN TUBURILE CINESCOPICE</i>	
Antoanela POPOVICI, Gabriela-Emilia POPIȚA, Tiberiu RUSU, Cristina ROȘU, Ofelia CORBU, Timea GABOR, Irina SMICAL.....	11
THE REMOVAL THROUGH INJECTION OF PRODUCED WATER, AN IMPORTANT WASTE RESULTING FROM THE PROCESS OF NATURAL GAS EXTRACTION <i>ELIMINAREA PRIN INECȚIE A APEI DE ZĂCĂMÂNT, UN DEȘEU IMPORTANT REZULTAT ÎN URMA PROCESULUI DE EXTRAȚIE A GAZULUI NATURAL</i>	
Maria Claudia OTGON, Tiberiu RUSU.....	19
INFLUENCE OF ORGANIC FERTILIZER IN BIOREMEDIATION OF SOIL CONTAMINATED WITH DIESEL <i>INFLUENȚA ÎNGRĂȘĂMÂNTULUI ORGANIC ÎN BIOREMEDIEREA SOLULUI CONTAMINAT CU MOTORINĂ</i>	
Andreea COSTE (BÎNĂ), Valer MICLE, Simona Cosmina BĂBUȚ.....	27

ENVIRONMENTAL IMPACTS OF PRODUCED WATERS FROM METHANE GAS EXTRACTION

IMPACTUL APELOR DE ZĂCĂMÂNT ASUPRA MEDIULUI, ÎN CAZUL EXTRAȚIEI DE GAZ METAN

Maria Claudia OTGON, Andrei Tudor RUSU..... 35

CONSIDERATION OF ENERGY CONSUMER BEHAVIOR

CONSIDERAȚII PRIVIND COMPORTAMENTUL CONSUMATORULUI DE ENERGIE

Cristina ȚĂREAN..... 41

**STUDIES AND RESEARCH ON THE TECHNOLOGIES AND MATERIALS USED FOR HEAT RECOVERY FROM MUNICIPAL WASTEWATER
PhD thesis summary**

***STUDII ȘI CERCETĂRI PRIVIND TEHNOLOGIA ȘI MATERIALELE UTILIZATE LA RECUPERAREA CĂLDURII DIN APELE UZATE ORĂȘENEȘTI
Rezumat teză de doctorat***

Timea GABOR..... 47

RESEARCH CENTRE FOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING

Ovidiu NEMEȘ..... 55

OPEN UNIVERSITIES TOWARDS THE EUROPEAN SPIRIT - BETWEEN TRADITIONALISM AND MODERNITY

Out of the various experience¹ taken in the recent years, the period during which Romania has undergone the journey of accession negotiation, of the actual accession, as well as the spatial and temporal settlement and accommodating the specific EU requirements, I found that a unitary European education is necessary for the adaptation of human resources to the objectives of the new framework and their materialization in the entire area, within the funding cycles for an efficient and rational use of the available resources. These things are more obvious for the later additions, Romania itself belonging to this category.

The purpose, thus defined, is based, in my view, on the following objectives:

- The development of the **European spirit of sustainable development** in close contact with the global realities, including national, regional and local trends, by assimilating it to the academic education and specialized training.
- Building and homogenization of European policy and practice through the development of **research programs** that relate to the European space between the global trends and needs and the desires manifested at a national, regional and local level.
- **Constant evaluation and updating**, in conjunction with the funding cycles, of the European sustainable development policies, in order to transform them into instruments of economic and social homogenization within the European space.
- The achievement of **university education programs and specific professional training** in accordance with achieving the goals set out for a sustainable European development, carried out throughout the entire space, to ensure their homogeneity.

What is the position of European universities in achieving these objectives, essential for the transforming processes?

¹ Life has carried me, apart from the position of Professor (for which I have been preparing since 1979 and hold since 1996) also in public administration as the Prefect of Cluj (2001-2004), in the position of parliamentary representation as a deputy Member of Parliament (2004-2012), giving me a deeper understanding of the fundamental things of the world in which we live or will live.

UNIVERSITĂȚILE DESCHISE SPIRITULUI EUROPEAN ÎNTRE TRADIȚIONALISM ȘI MODERNITATE

Din diversele experiențe¹ avute în ultimii ani, perioada în care România a parcurs drumul negocierii, aderării, așezării și al acomodării spațiale și temporale specifice cerințelor Uniunii Europene, constat că este necesară consolidarea unei educații unitare europene la nivelul adaptării resursei umane cu obiectivele noului cadru și a materializării acestora la nivelului întregii zone, în cadrul ciclurilor de finanțare pentru utilizarea eficientă și rațională a resurselor de care se dispune. Aceste lucruri sunt mai evidente pentru cei sosiți mai târziu, România aparținând acestei categorii.

Scopul, astfel definit, se fundamentează, din punctul meu de vedere, pe următoarele obiective:

- Dezvoltarea **spiritului european de dezvoltare durabilă** la nivel realităților globale, care includ tendințele naționale, regionale și locale, prin asimilarea acestuia la nivelul pregătirii universitare și a formărilor profesionale specializate.
- Fundamentarea și omogenizarea politicilor și practicilor europene prin dezvoltarea unor **programe de cercetare** în care să se coreleze spațiul european între tendințele globale și nevoile și dorințele manifestare la nivel național, regional și local.
- **Evaluarea și actualizarea permanentă**, în corelație cu ciclurile de finanțare, a politicilor de dezvoltare durabilă europeană, în vederea transformării acestora în instrumente de omogenizare economică și socială a spațiului european.
- Realizarea **programelor universitare de educație și formare profesională specifică**, în conformitate cu materializarea obiectivelor definite ale dezvoltării europene durabile, desfășurate, în asigurarea omogenității lor, la nivelului întregului spațiu.

Care este poziția universităților europene în cadrul realizării obiectivelor menționate, esențiale în cadrul proceselor transformatorii?

¹ Viața m-a purtat, în afara poziției de profesor universitar pe care o pregătesc din 1979 și o dețin începând cu 1996, la nivelul administrației publice, ca prefect al județului Cluj (2001-2004), la poziția reprezentării parlamentare, ca deputat (2004-2012), dându-mi o înțelegere mai profundă asupra unor lucruri fundamentale ale lumii în care trăim sau vom trăi.

Before attempting an answer to this question I would like to turn to an institutional European Union point of view, expressed since 2006 within the Oslo Agenda²: **“The development of European academic entrepreneurial education is significantly affected by the internal organizational structure of the educational institutions. The faculties and departments tend to work separately, an element which creates many obstacles for the students in pursuing interdisciplinary courses. Also, the traditional teaching methods do not really favor the development of entrepreneurial reflections. Interdisciplinary and multidisciplinary collaboration are essential in the development of entrepreneurial skills. The entrepreneurs and businesses professionals are rarely involved in professional degree programs, without taking into account that the involvement of true entrepreneurs in higher education can compensate for a lack of practical experience seen in the current generation of teachers. Meanwhile, the European higher education institutions do not cooperate sufficiently and effectively with the alumni who have successful entrepreneurial experience. Among others, the mobility of teachers and researchers between higher education institutions and enterprises is overall very low and it is not actively encouraged.”**

Considering other viewpoints listed below: **“Educational systems are required to find the formula to new situations which require a new type of thinking and action, different from those of the past, triggering the realization that the rescue of communities and nations becomes a reality through the development of individuals for the new requirements.”**³, **“Education and professional training emphasize the need to develop skills in the area of creativity and innovation. They must determine: Generating ideas for new products and services; Training flexible and adaptable people to meet the requirements of changing markets; Adapting to a world where having a secure job for life is a matter of the past”**. (Ken Robinson, 2011)⁴, **The competencies required of higher education graduates by the increasingly sophisticated economies are the following: global insight;**

Înainte de a formula un răspuns la această întrebare, aş prezenta un punct de vedere instituțional al Uniunii Europene, formulat încă din 2006 în cadrul Agendei de la Oslo²: **„Dezvoltarea învățământului universitar antreprenorial european este sensibil afectată de structura organizațională internă a instituțiilor de învățământ. Facultățile și departamentele au tendința de a munci separat, element ce creează multiple obstacole studenților în urmărirea cursurilor interdisciplinare. De asemenea, metodele de învățământ tradițional nu favorizează cu adevărat dezvoltarea reflexiilor antreprenoriale. Interdisciplinaritatea și colaborarea pluridisciplinară sunt indispensabile în dezvoltarea aptitudinilor antreprenoriale. Antreprenorii și profesioniștii întreprinderilor sunt rareori implicați în programele de studii, neconsiderându-se că implicarea adevăraților antreprenori în învățământul superior poate compensa o lipsă a experienței practice observate la actuala generație de profesori. În același timp, instituțiile de învățământ superior europene nu colaborează suficient și eficace cu vechii studenți care au experiențe antreprenoriale reușite. Între altele, mobilitatea profesorilor și cercetătorilor între instituțiile de învățământ superior și întreprinderi este, în ansamblu, foarte scăzută și ea nu este activ încurajată.”**

Având în vedere și alte puncte de vedere, enumerate în cele ce urmează: **„Sistemele educaționale sunt obligate în a găsi formula în care pentru situațiile noi se impune o gândire și o acțiune nouă și diferită de cele ale trecutului, declanșând înțelegerea faptului că salvarea comunităților și a națiunilor devine realitate prin dezvoltarea indivizilor la nivelul noilor cerințe.”**³, **„Educația și pregătirea profesională subliniază necesitatea dezvoltării de competențe în zona creativității și inovației. Aceste trebuie să determine: Generarea de idei pentru produse și servicii noi; Formarea oamenilor flexibili și adaptabili care să răspundă cerințelor de pe piețele în schimbare; Adaptarea la o lume în care a avea un loc de muncă sigur și pentru toată viața este o chestiune care tine de domeniul trecutului.** (Ken Robinson, 2011)⁴, **“Competențele cerute absolvenților învățământului superior de economiile tot mai sofisticate sunt următoarele; perspicacitate globală;**

² The Oslo Agenda for Entrepreneurship Education in Europa, Conference on „Entrepreneurship Education in Europa: Fostering Entrepreneurial Mindsets through Education and Learning, Oslo 26-27 October 2006.

³ Ken Robinson, O lume ieșită din minți, Editura Publica, 2011, ISBN 978-973-1931-73-9.

⁴ E Chambers, 1998.

² The Oslo Agenda for Entrepreneurship Education in Europa, Conference on „Entrepreneurship Education in Europa: Fostering Entrepreneurial Mindsets through Education and Learning, Oslo 26-27 October 2006.

³ Ken Robinson, O lume ieșită din minți, Editura Publica, 2011, ISBN 978-973-1931-73-9.

⁴ E Chambers, 1998.

knowledge of different cultures; technological literacy, entrepreneurial skills; ability to lead increasingly complex organizations. (E. Chambers, 1998)", I consider a redrafting of the principles of organization and action is necessary.

These objectives may be formulated as a reference to a possible European Open University in the following manner:

– European Open University consists of three levels of action in the name of space consolidation of the European spirit: the Central European level, the national level and regional and local one. This will be manifested through ECSD - European Centre for Sustainable Development, NCED - National Center for European Development, EDRC - European Development Regional Center, which will communicate both vertically and horizontally through research programs, assessment and continuous updating of the sustainable European development policies and academic programs of education and specific professional training. Perhaps, given the current context that occurs between different global areas, I believe that the functioning in several areas, some even outside of the European space, of such centers type "EACK – European Adjacent Center for Knowledge and Development" would be interesting.

– The University is not organized on the traditional university structures, ie a structure that includes the faculty and departments, namely the verticality of a hierarchy. It will function based on programs, which will be dependent on the European requirements and objectives of the various levels of their manifestation. Therefore, the basic cell of university organization will be research program, the evaluation program and the training program. The last one could be organized as a Master's Degree Program (European Master's Program in land planning, European Master's Program in European law, European Master's Program in European efficiency, European Master's Program in European financing and so on), continuous academic training and eventually license programs.

– The academic staff will be selected depending on the generated and existing programs, according to the practical performance criterion required mainly by beneficiaries. It is also intended to create the mobility of the academic body in the sense of their participation in the places where the training

cunoașterea diferitelor culturi; alfabetizare tehnologică; abilități antreprenoriale; capacitatea de a conduce organizații tot mai complexe. (E. Chambers, 1998)", consider că sunt necesare reformulări la nivelul principiilor de organizare și de acțiune.

Aceste obiective ar putea să fie formulate astfel într-o raportare la o eventuală Universitate Deschisă Europeană:

– Universitatea Deschisă Europeană se constituie din trei paliere de acțiune în numele spațiului consolidării spiritului european: palierul central european, palierul național și palierul regional și local. Acestea se vor manifesta prin CEDD – Centrul European a Dezvoltării Durabile, CNDE – Centrul Național de Dezvoltare Europeană și CRDE – Centrul Regional de Dezvoltare Europeană, în care se va comunica în spațiul vertical și orizontal prin programele de cercetare, de evaluare și de actualizarea permanentă a politicilor de dezvoltare europeană durabilă și prin programele universitare de educație și formare profesională specifică. Poate, având în vedere contextul actual care se manifestă între diferitele spații globale, consider că ar fi interesată funcționarea în mai multe zone, unele chiar în afara spațiului european, a unor centre de tipul „CADE - Centru Adiacent de Cunoaștere și Dezvoltare Europeană”.

– Universitatea nu se organizează pe structurile universitare tradiționale, adică o structurare ce cuprinde facultatea, departamentele sau catedrele, adică pe verticalitatea unei ierarhii. Ea va funcționa în baza programelor, care vor fi dependente de cerințele și obiectivele europene pe diversele paliere de manifestare ale acestora. Prin urmare, celula de bază a organizării universitare va fi Programul de cercetare, Programul de evaluare și Programul de formare. Ultimul dintre ele va putea fi organizat la nivel de masterat (masterat european de amenajare a teritoriului, masterat european asupra dreptului european, masterat european de eficiență europeană, masterat european de finanțare europeană etc), programe de formare universitară continuă și, eventual, programe de licență.

– Corpul personal didactic va fi selecționat, în funcție de programele generate și existente, după criteriul performanțelor practice solicitate cu precădere de beneficiari. Se dorește, de asemenea, crearea mobilității corpului universitar, în sensul participării acestora în locațiile de desfășurare a programelor de formare. Angajarea

programs occur. The hiring of teachers will be for the period of generation and development of the project. This way, using the program-based employment is carried out an active and effective structure with a small and very competitive staff which meets the market requirements. Employment within the University will be carried out according to the specific criteria of the European Union, even at the national and regional centers.

– The manner of communication will combine direct form with the ever-increasing use of virtual ones, used at the university level. This pathway will establish a virtual platform where the knowledge transmission speed, for the extremely complex area, will approach those specific to the real time.

After stating this point of view, I must admit that this is only a solution, others being possible as well, which should be expressed in a space that is not indifferent to the university of tomorrow. I do not expect its acceptance, just a smart generation on how it will transform and modernize the universities. Waiting is not an option, action may be one, only where they are focused on the main objectives of the requirements of modernization and progress, pragmatically cast by those who move things forward, namely by entrepreneurs and businessmen.

personalului didactic se va face pentru perioada de generare și de desfășurare a proiectului. Prin această modalitate, a angajării pe bază de program, se realizează o structură activă și eficientă cu un personal redus și deosebit de competitiv la nivelul cerințelor pieței. Angajarea la nivelul Universității se va face pe criteriile specifice Uniunii Europene, chiar și la nivelul centrelor naționale și regionale.

– Modalitatea de comunicare va îmbina forma directă cu cele care utilizează formele virtuale din ce în ce mai utilizate la nivel universitar. Această modalitate va pune bazele unei platforme virtuale în care viteza de transmitere a cunoștințelor, pentru problematica deosebit de complexă a domeniului, se apropie de cele specifice timpului real.

După enunțarea punctului de vedere, recunosc faptul că acesta este doar o soluție, fiind posibile și altele care ar trebui exprimate într-un spațiu care nu rămâne indiferent față de universitatea de mâine. Nu aștept acceptarea acestuia, ci doar o generare inteligentă asupra modului în care se vor transforma și moderniza universitățile. Așteptarea nu este o soluție, acțiunea poate fi, acestea doar în situațiile în care acestea sunt canalizate pe obiectivele majore ale cerințelor de modernizare și de progres exprimate pragmatic de cei care duc lucrurile înainte, adică de antreprenori și de oamenii de afaceri.

Professor Vasile Filip SOPORAN, Ph.D.

Prof.univ.dr.ing. Vasile Filip SOPORAN

ANALYSIS OF LEAD LEACHABILITY FROM COMPOSITE MATERIALS WITH CATHODE RAY TUBE GLASS CONTENT

ANALIZA LEVIGABILITĂȚII PLUMBULUI DIN MATERIALE COMPOZITE CU CONȚINUT DE STICLĂ DIN TUBURILE CINESCOPICE

Antoanela POPOVICI¹, Gabriela-Emilia POPIȚA*², Tiberiu RUSU¹, Cristina ROȘU²,
Ofelia CORBU³, Timea GABOR¹, Irina SMICAL⁴

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

²Babeș-Bolyai University, Faculty of Environmental Science and Engineering,
30 Fântânele Street, 400294 Cluj-Napoca, Romania

³Central Laboratory of the Faculty of Civil Engineering, Technical University of Cluj-Napoca,
28 Memorandumului Street, 400114 Cluj-Napoca, Romania

⁴Technical University of Cluj-Napoca, University Center North Baia Mare, Faculty of Mineral Resources and Environment,
62A dr. Victor Babes Street, 430083 Baia Mare, Romania

Abstract: Waste electrical and electronic equipment (WEEE) is the waste stream which, in recent years, has undergone a galloping development. In developed countries, waste CRT glass from dismantling WEEE are major challenges in recycling electronic waste, due to their volume, high cost of recycling and disposal restrictions.

This study analyses the lead leachability from the two types of composite materials proposed as a method of recovery of waste CRT glass. The two composite materials included the same amount of waste CRT glass (panel and funnel), with the difference that one has zeolite added, in order to study its influence on the retention of the migration of lead.

The experimental results carried out to several pH values, have shown that between the concentration of leached lead from the sample containing zeolite and the one without zeolite, is small difference. Also, the recorded values for Pb in leached doesn't exceed the maximum allowed concentration (MAC) of specific Romanian landfilling legislation for lead leachability from hazardous waste (MAC of 5.0 mg/kg). As a result, the proposed composite material can be used as a safe construction material for the environment.

Keywords: composite material, CRT waste, WEEE, lead, zeolite.

1. Introduction

Recycling of electrical and electronic equipment (EEE) and the protection of human health are the priorities of the EU Directive no. 65/2011, which restricts the amount of hazardous substances in EEE. EU sets targets, for the Member States,

Rezumat: Deșeurile de echipamente electrice și electronice (DEEE) reprezintă fluxul de deșeuri care în ultimii ani a suferit o dezvoltare galopantă. În țările dezvoltate deșeurile de sticlă CRT provenită din dezmembrarea DEEE reprezintă provocări majore în reciclarea deșeurilor electronice, datorită volumului lor, a costurilor mari de reciclare, și a restricțiilor de eliminare.

Prezentul studiu analizează levigabilitatea plumbului, din 2 tipuri de material compozit, propus ca metodă de valorificare a sticlei CRT. Cele 2 materiale compozite înglobează aceeași cantitate de sticlă CRT (de front și de con), cu deosebirea ca unul are adaos de zeolit, pentru a se studia influența acestuia în reținerea migrării plumbului.

Rezultatele experimentale, efectuate la mai multe valori de pH, au dovedit că între concentrațiile de plumb din lexiviat ale probelor ce conțin zeolit și ale celor ce nu conțin zeolit este o diferență mică. De asemenea, valorile de Pb înregistrate în levigat nu depășesc concentrația maximă admisă de legislația românească specifică pentru depozitarea deșeurilor pentru levigabilitatea plumbului, din deșeurile periculoase (CMA de 5,0 mg/kg). Ca urmare, materialul compozit propus poate fi utilizat ca material de construcție, în condiții de siguranță pentru mediu.

Cuvinte cheie: material compozit, deșeu CRT, DEEE, plumb, zeolit.

1. Introducere

Reciclarea echipamentelor electrice și electronice (EEE) și protejarea sănătății umane sunt prioritățile Directivei UE nr. 65/2011, ce restricționează cantitatea de substanțe periculoase din EEE. UE stabilește obiective, pentru statele membre, în

regarding the annually collection and recycling of WEEE quantities. Although the use of hazardous substances in the manufacture of EEE has been greatly reduced in recent years, but technological limitations still requires the presence of these substances. In developed countries, the waste CRT glass from dismantling WEEE represent a major challenge in recycling of waste, due to their volume, high cost of recycling and disposal restrictions. In the EU, the disposal of WEEE separately collected and untreated is prohibited [1]. Therefore, non-recycled / recovered WEEE fractions are mostly stored in hazardous waste landfills.

In Romania, statistic data validated by NEPA (National Environmental Protection Agency) shows that in 2010, the total collected WEEE amount was 23,246.31 tonnes, and the CRT glass waste is mainly present in IT and telecommunications equipment (6,459.84 tonnes collected in 2010) [2].

Studies performed on WEEE samples with CRT content, collected in Romania, showed that the collected equipment is very old, with high content of CRT (54%) [3]. Considering this result, it follows that in the year 2010, in Romania, were generated 3,488.31 tonnes of CRT glass waste.

These wastes are classified in Romanian legislation [4] as hazardous waste (code 16 02 15*) and represent an environmental problem, for being accepted for disposal only in waste dangerous landfills.

2. Materials and Methods

An environmentally friendly way to solve the problem of waste disposal is to recover its CRT glass waste by using as secondary raw material. In the spirit of the sustainable development concept, one of the proposed solutions by the authors in a previous study was a composite material containing CRT glass waste, obtained with low energy consumption and environmental emissions as low as possible [5]. The use of waste glass (in sizes up to 0.250 mm) in composite materials was proved as being feasible, by a patented study on concrete composite materials containing non- hazardous waste glass [6].

ceea ce privește colectarea anuală și reciclarea DEEE. Deși utilizarea substanțelor periculoase în fabricarea EEE a fost redusă considerabil în ultimii ani, limitările tehnologice încă impun prezența acestor substanțe. În țările dezvoltate deșeurile de sticlă CRT provenită din dezmembrarea DEEE reprezintă o provocare majoră în reciclarea deșeurilor, din cauza volumului lor, a costului ridicat de reciclare și a restricțiilor privind eliminarea. În Uniunea Europeană, eliminarea DEEE colectate separat și netratate este interzisă [1]. Prin urmare, fracțiile DEEE nereciclate / recuperate sunt, în mare parte, stocate în depozite de deșeuri periculoase.

În România, datele statistice validate de către ANPM (Agenția Națională pentru Protecția Mediului) arată că în anul 2010, cantitatea totală de DEEE colectată a fost de 23.246,31 tone, și deșeurile de sticlă CRT sunt prezente îndeosebi în echipamente IT și de telecomunicații (6.459,84 tone colectate în 2010) [2].

Studiile efectuate asupra eșantioanelor de DEEE cu conținut de CRT colectate în România, au arătat că echipamentele colectate sunt foarte vechi, cu conținut mare de CRT (54%) [3]. Luând în considerare acest rezultat, înseamnă că în anul 2010, în România s-au generat 3.488,31 tone de deșeuri de sticlă CRT.

Aceste deșeuri sunt încadrate în legislația românească ca deșeuri periculoase (cod 16 02 15*) [4] și reprezintă o problemă de mediu, fiind acceptate pentru eliminare numai în depozitele de deșeuri periculoase.

2. Materiale și metode

Un mod ecologic de a rezolva problema eliminării deșeurilor de sticlă CRT este valorificarea acestora ca materie primă secundară. În spiritul conceptului de dezvoltare durabilă, una dintre soluțiile propuse de autori într-un studiu anterior a fost obținerea unui material compozit, cu conținut de deșeuri de sticlă CRT, cu consum scăzut de energie și emisii în mediu cât mai mici posibil [5]. Utilizarea deșeurilor de sticlă (de mărimi de până la 0,250 mm) în materiale compozite s-a dovedit a fi fezabilă, printr-un studiu patentat prin care s-au obținut materiale compozite de beton cu deșeuri de sticlă nepericuloase. [6]

Similar studies have proposed the recycling of CRT glass waste by embedding the powder of it in bricks [7] or in molten form, in glazes for ceramics composition [8]. These methods are intensive energy consumers because involves a combustion stage. The environmental objective of this study is to get a building material in the spirit of the renewed Kyoto Protocol, which requires a reduction of greenhouse gas emissions about 20% from base year (1990), during the commitment period of Romania (2013-2020) [9].

Aim of the study

The purpose of this study is to analyse the leachability of lead from proposed composite material, at different pH levels, with and without lead chelating materials. The ultimate objective is to verify the possibility of using the composite material as a building material.

Experimentally obtaining of the composite material

The crushed CRT glass waste, was passed through a sieve, size 2.5 mm. Subsequently, the CRT glass waste was used to get the composite material by mixing with white cement the CEM II / AL 52.5 N, usually used to obtain high-performance concretes [10].

The ratio between the front and cone glass was varying, because the lead load concentration in the two CRT glass fractions is not the same. To the composite material preparation was taking into account that the recycler interest is to use as much as possible of the fraction with greater environmental impact (glass cone). For this study, four composite material samples were made, with the composition shown in Table 1. [5].

Table 1.
Composite material samples structure [5].

Set	Sample	Cone glass content (%)	Cone glass dimension (mm)
A	a	25	1-3
	b	50	1-3
B	a1	25	7-8
	b1	50	7-8

The composite material was moulded in the small shapes of approximately 2 cm³, to reduce the risk of non-homogeneity of the samples, subsequently subjected to leaching tests (Figure 1).

Studii similare au propus reciclarea sticlei CRT prin înglobarea acesteia în cărămizi, sub formă de pulbere [7], sau în formă topită, în compoziția glazurilor pentru materialele ceramice [8]. Aceste metode sunt mari consumatoare de energie, deoarece presupun o etapă de combustie. Obiectivul acestui studiu în ceea ce privește protecția mediului este de a obține un material de construcție în spiritul Protocolului de la Kyoto reînnoit, un material de construcție, care prevede că în perioada de angajament a României, 2013-2020, reducerea de gaze cu efect de seră să fie de aproximativ 20% din anul de bază (1990) [9].

Scopul studiului

Scopul acestui studiu este de a analiza levigabilitatea plumbului din materialul compozit propus, la diferite nivele de pH, cu sau fără materiale de chelatare a plumbului. Obiectivul final este de a verifica posibilitatea utilizării materialului compozit ca material de construcție.

Obținerea experimentală a materialului compozit

Deșeurile zdrobite de sticlă CRT au fost trecute printr-o sită cu dimensiunea ochiului de 2,5 mm. Ulterior, deșeurile de sticlă CRT au fost utilizate pentru a obține materialul compozit prin amestecarea cu ciment alb de tip CEM II / AL 52.5 N, utilizat pentru obținerea betonului de înaltă performanță [10].

Raportul dintre sticla de front și cea de con a fost variabil, deoarece concentrația de plumb din cele două fracții de sticlă nu este aceeași. La pregătirea materialului compozit s-a ținut cont și de faptul că este importantă utilizarea îndeosebi a fracției cu un impact mai pronunțat asupra mediului (sticla de con). Pentru acest studiu au fost confecționate patru probe de material compozit, cu compoziția prezentată în tabelul 1. [5]

Materialul compozit a fost turnat în forme mici, de aproximativ 2 cm³, pentru a reduce riscul neomogenizării probelor supuse ulterior unor teste de levigare (Figure 1).

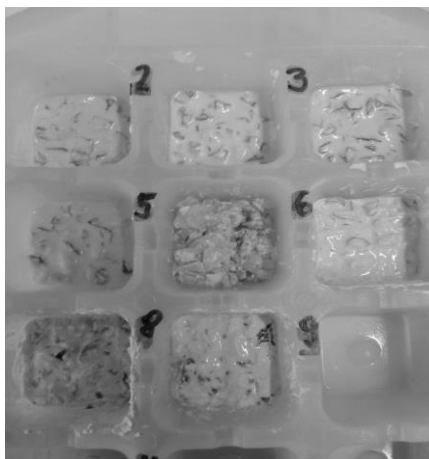


Figure 1. Composite material in mould.

The same formulation was applied to a 2nd set of four samples, excepting the addition of zeolite (10% of amount), to chelate the lead. About using chelating materials, it have been performed various studies, with good results, in order to retain lead from CRT, biopolymers such as guar gum and xanthan gum [11] or from wastewater, zeolite [12 - 15].

As a mention, the embedding zeolite in CRT composite material is a new method, proposed to track the behaviour of lead leaching. The proportion of zeolite has been chosen taking into account the waste water studies cited above, in which a ratio of 2-10% zeolite was used.

In order to study the behaviour of lead leaching, in the presence of zeolite, the same conditions as in its absence, there were moulded another four sets of samples, with the composition shown in Table 2.

Table 2.
Structure of composite material with zeolite samples.

Set	Sample*	Cone glass content (%)	Cone glass dimension (mm)	Zeolite dimension (mm)
A/Z	a/z	25	1-3	1-3
	b/z	50	1-3	1-3
B/Z	a1/z	25	7-8	1-3
	b1/z	50	7-8	1-3

*z=zeolite

Analysis of Lead leachability from, material

The four sets of samples (A, B, and A/Z, B/Z) (shown in Tables 1 and 2) with and without the addition of zeolite were subjected to ultrasonic bath at different pH values, at the same period of time (30 min). Each of the four sets of samples (A, B, and A/Z, B/Z) was analysed at four specific pH values (adjusted by titration with NaOH or HNO₃), as follows: pH=3, pH =5.5, pH =9 to 10 and pH=12. The samples have been introduced into

Aceași rețetă a fost aplicată pentru un al 2-lea set de patru probe, cu deosebirea că a fost adăugat zeolit în proporție de 10% pentru a chelatiza plumbul. Despre utilizarea materialelor de chelatizare, au mai fost efectuate studii, cu rezultate bune, utilizând pentru reținerea plumbului din CRT biopolimeri cum ar fi guma guar și guma xantan [11] sau zeoliți [12-15] pentru apele uzate.

De menționat este faptul că înglobarea zeolitului în materialul compozit cu CRT este o metodă nouă, propusă pentru a urmări comportamentul plumbului la levigare. Proporția de zeolit a fost aleasă luând în considerare studiile pentru apa uzată, citate mai sus, care au utilizat un raport de zeolit între 2-10%

Pentru a studia comportamentul plumbului la levigare, în prezența zeolitului, în aceleași condiții ca în absența acestuia, au mai fost turnate 4 seturi de probe, cu compoziția prezentată în tabelul 2.

Analiza levigabilității plumbului din materialului compozit

Cele patru seturi de probe (A, B și A/Z, B/Z) (prezentate în tabelele 1 și 2) cu și fără adaos de zeolit au fost supuse unei băi ultrasonice la diferite valori ale pH-ului la același interval de timp de 30 de minute. Fiecare dintre cele 4 seturi de probe (A, B și A/Z și B/Z) a fost analizat la 4 pH-uri specifice (reglate prin titrare cu NaOH sau HNO₃), după cum urmează: pH = 3, pH = 5,5, pH = 9-10 și pH = 12. Probele supuse ultrasonării, au fost introduse în

the leaching solution just before to place it into the ultrasonic bath (Figure 2), in order to avoid pH changes due to the alkalinity of the cement. Then, they were left in ultrasonic bath for 30 min, at room temperature.

soluție doar înainte de a fi introduse în baia de ultrasonare (Figura 2), pentru ca să nu apară modificări de pH datorită bazicității cimentului. Apoi au fost lăsate la ultrasonare câte 30 minute, la temperatura camerei.



Figura 2. Baia de ultrasonare S 10 H Elmasonic.

The lead content of the composite material was determined by flame atomic absorption using a spectrophotometer ZEE nit 700 (Analytic Jena) (Figure 3).

Concentrația de plumb din materialul compozit a fost determinată prin absorbție atomică de flacără, cu ajutorul unui spectrometru ZEE nit 700 (Analytic Jena) (Figura 3).



Figure 3. AAS ZEE nit 700 spectrophotometer (Analytic Jena).

3. Results and discussion

In the specific Romanian legislation for waste landfilling is established a maximum allowed concentration (MAC) of 0.2 mg/kg for lead leachability from inert waste and 5.0 mg/kg for the lead leachability from hazardous waste [16].

3. Rezultate și discuții

În legislația românească specifică pentru depozitarea deșeurilor, este stabilită o concentrație maximă admisă (CMA) de 0,2 mg/kg pentru levigabilitatea plumbului din deșeurile inerte și de 5,0 mg/kg din pentru levigabilitatea plumbului din deșeurile periculoase [16].

Because there are no legislative provisions to establish the concentration limits for heavy metals in such composite materials, experimental results for lead leachability (Figures 4 and 5) were compared with landfill legislation MAC.

Datorită faptului că nu există prevederi legislative care să stabilească concentrații limită pentru metalele grele în astfel de materiale compozite, rezultatele experimentale obținute (Figurile 4 și 5) au fost comparate cu CMA din legislația de depozitare a deșeurilor.

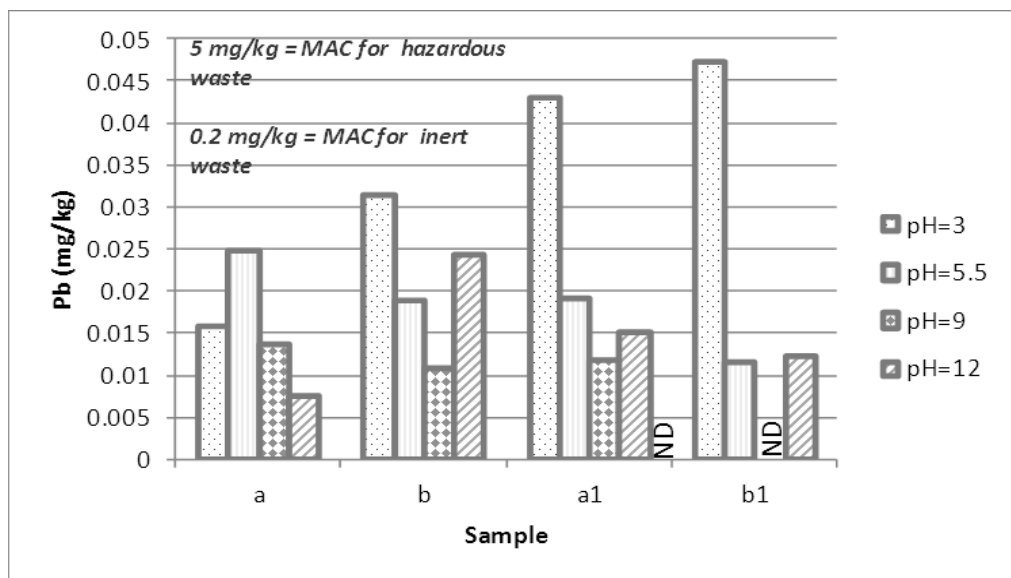


Figure 4. Lead leaching at various pH, during ultrasonic test - samples without zeolite.

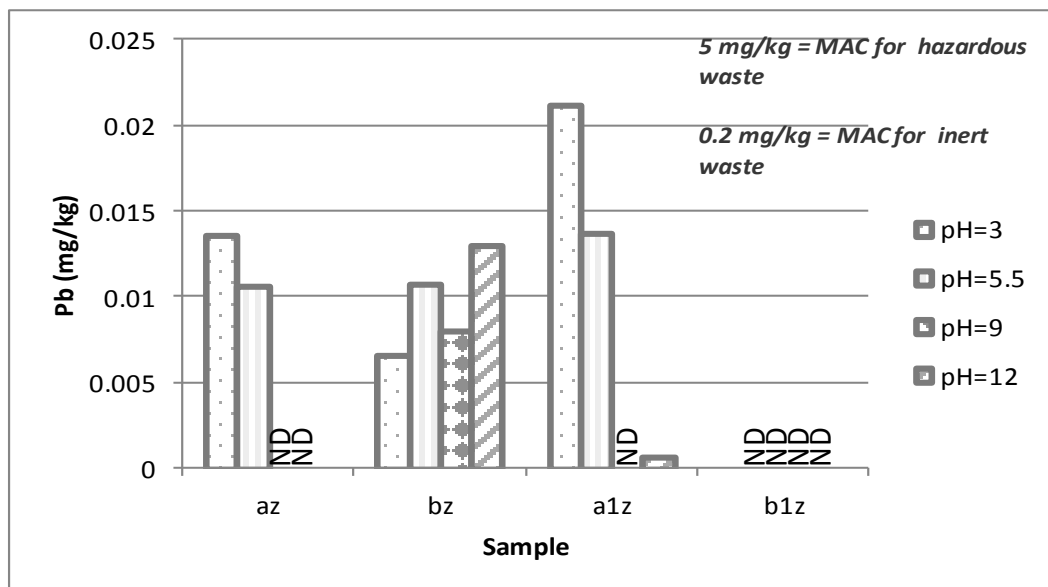


Figure 5 Lead leaching at various pH, during ultrasonic test – samples with zeolite.

Legend: ND – not detected

From figures 4 and 5 results that the between the leached lead concentrations from the samples containing zeolite and those not containing zeolite, aren't great differences, but it can be seen the positive influence of the zeolite.

Due to the fact that the zeolite is not in contact with the waste glass in an aqueous phase, its action cannot be comparable to that in suspension.

Din figurile 4 și 5 rezultă că între concentrațiile de plumb din levigat ale probelor ce conțin zeolit și ale celor care nu conțin zeolit nu sunt diferențe foarte mari, dar se poate observa influența pozitivă a zeolitului.

Datorită faptului că zeolitul nu intră în contact cu deșeurile de sticlă în fază apoasă, acțiunea acestuia nu poate fi comparabilă cu cea din suspensii.

Experimental results have shown that neither Lead registered value exceed CMA for inert waste (0.2 mg/kg). A very good action of the zeolite is observed in samples having the glass cone (with bigger content of lead) of a larger size 7-8 mm. Lead migrates with difficulty from larger fractions except in very acid pH medium.

While comparing the samples: a with a1 and b with b1 at pH 5.5, which mean close to the normal work medium, samples containing waste cone glass with the larger diameter had the best results (from the mechanical point of view it didn't have the same properties). The best behaviour had the samples with uniform grain of waste glass.

Analysing the results it is observed that whether the samples contain zeolite or not, the Lead concentration in leached didn't exceed the maximum permissible limit for inert waste. As a result, the proposed method for recycling glass waste CRT has a very low environmental risk; the composite material can be successfully used as a construction material.

Regarding the mechanical strength of the zeolite composite material, goal is to conduct further studies to analyse the viability of the method, both in terms of environmental benefits and in terms of cost, efficiency and practical applicability.

4. Conclusions

In order to propose practical applications for the obtained composite materials with CRT glass waste, were studied lead leaching mechanisms under different conditions, taking into account the influence of the ratio CRT/cement, the CRT type (panel/cone ratio) and the leachate pH effects.

The experimental results showed that no samples exceed the Lead CMA for inert waste (0.2 mg/kg).

The addition of the zeolite in the composite material composition, improves the behaviour of the lead.

Leaching tests have shown that the proposed material which incorporates CRT glass waste can be used as a construction material.

The proposed method is very important in terms of environmental protection, helping to solve a major objective: the reduction of hazardous waste disposal.

Rezultatele experimentale au demonstrat că nicio probă nu depășește CMA pentru deșeurile inerte (0,2 mg/kg). O acțiune foarte bună a zeolitului se observă la probele care au sticlă de con (cu conținutul cel mai mare de plumb) de dimensiuni mai mari 7-8 mm. Plumbul migrează mai greu din fracțiunile mai mari, cu excepția pH-ului foarte acid.

Deși comparând probele a cu a1 și b cu b1 la pH 5,5 apropiat de mediile normale de lucru, eșantioanele cu conținut de deșeurile de sticlă de con cu diametru mai mare au avut rezultate mai bune, din punct de vedere mecanic nu au avut aceleași proprietăți. Cel mai bun comportament l-au avut probele cu granulație uniformă a deșeurilor de sticlă.

Din analiza rezultatelor se observă că, indiferent dacă probele au conținut de zeolit sau nu, concentrația plumbului în lixiviat nu a depășit limita maximă admisă pentru deșeurile inerte. Ca urmare, metoda propusă pentru reciclarea deșeurilor de sticlă CRT are un risc de mediu foarte scăzut, materialul compozit putând fi folosit cu succes ca material de construcție.

În ceea ce privește rezistența mecanică a materialului compozit cu zeolit scopul este de a realiza studii suplimentare pentru a analiza viabilitatea metodei atât din punct de vedere al beneficiului de mediu, cât și din punct de vedere al costului, eficienței și aplicabilității practice.

4. Concluzii

În scopul de a propune aplicații pentru materialul compozit cu CRT obținut, au fost studiate mecanismele de lixiviere a plumbului, în condiții diferite, ținând cont de influența raportului CRT/ciment, influența tipului de CRT (raportul panou și con) și de efectele pH-ului levigatului.

Rezultatele experimentale au demonstrat că nici o probă nu depășește CMA a Pb pentru deșeurile inerte (0,2 mg/kg).

Adăosul de zeolit în compoziția materialului compozit îmbunătățește comportamentul plumbului.

Testele de levigabilitate au arătat că materialul propus ce încorporează deșeurile de sticlă CRT poate fi utilizat ca material de construcție.

Metoda propusă este foarte importantă din punct de vedere a protecției mediului și contribuie la rezolvarea unui obiectiv important, cel al reducerii depozitării deșeurilor periculoase.

Further mechanical strength studies are required for the zeolite-containing composite material.

În continuare sunt necesare studii de rezistență mecanică a materialului compozit cu conținut de zeolit.

Abbreviation list

CRT- Cathode Ray Tube

EEE – Electric and Electronic Equipments

MAC - Maximum Allowed Concentration

NEPA – National Protection Agency

WEEE – Waste Electric and Electronic Equipments

Lista de abrevieri

CRT – tub cinescopic

EEE – echipamente electrice și electronice

CMA – concentrația maxim admisă

ANPM- Agenția Națională pentru Protecția Mediului

DEEE – deșeuri de echipamente electrice și electronice

References:

- [1] ***, EC Directive, *Directive 2012/19/EU of The European Parliament and of the Council of 4 July 2012, on waste electrical and electronic equipment (WEEE)* (recast), Official Journal of the European Union, L 197/2012, 24.7.2012, Brussels (EN).
- [2] ***, ANPM, (2012), *Information regarding WEEE management*, (RO), on line at: http://www.anpm.ro/upload/74137_Informatii%20privind%20gestionarea%20deșeurilor%20de%20echipamente%20electrice%20si%20electronice%20%28DEEE%29%2025%2007%202012.pdf.
- [3] Popovici, A., Rusu, T., Tofană, V., Dan, V., Popița, G.-E., Hațegan, R., Măruțoiu, C., (2013), *Study on recycling feasibility of activated glass*, Environmental Engineering and Management Journal, Vol.12, No. 2, 1535-1545.
- [4] ***, GD 856, *Government Decision No. 856/2002 regarding waste evidence and approval of waste list, including hazardous waste*, Romania Government, Official Romanian Gazette, 2002, Part I, no. 659.
- [5] Popița, GE., Roba, C., Rédey, A., Popovici, A., Rusu, T., Tofană, V., Mihăiescu, R., *A sustainable method of waste cathode ray tubes recycling*, Book of Abstracts of 14th EuCheMS International Conference on Chemistry and the Environment, ICCE 2013, Barcelona, Spania, 2013, June 25 - 28, 302.
- [6] Corbu, O., Chira, N., Szilagyi, H., *Glass waste in ecological concrete*, Proceedings of the 13th International Multidisciplinary Scientific GeoConference & EXPO – GeoConference on Nano, Bio And Green – Technologies For A Sustainable Future, SGEM 2013, Albena, Bulgaria, 16.06.2013-22.06.2013 ISBN 978-619-7105-06-3 / ISSN 1314-2704, June 16-22, 2013, 411 – 418.
- [7] Smith, A. S., *Final Report - Recycled CRT Panel Glass as an Energy Reducing Fluxing Body Additive in Heavy Clay Construction Products*, 2006, Project code: GLA35-005.
- [8] Dima, V., Eftimie, M., Volceanov, A., Voicu, G., Dincă, R., *Possibilities for recovery of some glass waste from cathode ray tubes*, Romanian Journal of materials, 2012, 42 (1): 76-81.
- [9] ***, Decision1/CMP.8, *Amendment to the Kyoto Protocol*, 8 December 2012, on line at <https://treaties.un.org/doc/Treaties/2012/12/20121217%2011-40%20AM/CN.718.2012.pdf>
- [10] ***, Lafarge Cement, CEM_II_A-L_52.5N_Al, online at http://www.lafarge.ro/CEM_II_A-L_52.5N_Al.pdf
- [11] Kim, D., Quinlan, M., Yen, T. F., *Encapsulation of lead from hazardous CRT glass wastes using biopolymer cross-linked concrete systems*, 2009, Waste Manag. 29, p. 321–328.
- [12] Erdem, E., Karapinar, N., Donat, R., *The removal of heavy metal cations by natural zeolites*, Journal of Colloid and Interface Science 280, 2004, p. 309–314.
- [13] Shaheen Sabry, M., Derbalah, Aly S., Farahat, S. Moghanm, *Removal of Heavy Metals from Aqueous Solution by Zeolite in Competitive Sorption System*, International Journal of Environmental Science and Development, 2012, Vol. 3, 4:362-367.
- [14] Taamneh, Y., Al Dwairi, R., *The efficiency of Jordanian natural zeolite for heavy metals removal*, Appl Water Sci, 2013, vol. 3, p. 77–84.
- [15] Neamțu, C.I., Pică, E.M., Rusu, T., *Zeolite - A Natural Filter Material for Lead Polluted Water*, Proceedings of the 1st International Conference for Doctoral Students, 22 – 23 November 2013, Sibiu, Romania, Engineering Section on CD (ISSN 2344-3448; ISSN-L: 2344-3448) pp. 327-332.
- [16] ***, OM 95, *Order of Ministry no. 95 of 12 February 2005 establishing acceptance criteria and preliminary waste acceptance procedures in the storage and national waste list accepted in each class of landfill* published in Romanian Official Monitor, part I, no. 194 from 08.03.2005 (RO).

THE REMOVAL THROUGH INJECTION OF PRODUCED WATER, AN IMPORTANT WASTE RESULTING FROM THE PROCESS OF NATURAL GAS EXTRACTION

ELIMINAREA PRIN INECȚIE A APEI DE ZĂCĂMÂNT, UN DEȘEU IMPORTANT REZULTAT ÎN URMA PROCESULUI DE EXTRAȚIE A GAZULUI NATURAL

Maria Claudia OTGON*, Tiberiu RUSU

Technical 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 paper shows that the sources which act on environmental factors through specific agents are considered possible pollutants, and also presents proposals for limiting the risk of environmental pollution. Depending on the pollutants physical and chemical properties, their aggressiveness toward the air-water-soil system can be determined. The paper approaches the method for eliminating one of the main wastes resulting from the extraction of natural gas: produced water. The produced water is removed through injection in the injection wells. These waters are categorised as ground waters which saturate the rocks found in proximity of the aquifer zone of an oil or natural gas reservoir. The produced water is syngeneic with hydrocarbons. In primary reservoirs it originates from the oil generating matter, and in secondary reservoirs it originates from the water of the sedimentation environment of the rock in question. In shallow reservoirs, it is admitted that part of the water is from infiltration [.

Keywords: reservoir water, waste, natural gas extraction, pollution, injection wells

Rezumat: În lucrare se arată faptul că, sursele care acționează asupra factorilor de mediu prin agenții specifici sunt considerați posibili poluatori și de asemenea, se fac propuneri pentru reducerea riscului de poluare pentru mediu. În funcție de caracteristicile și proprietățile lor fizico-chimice, se poate stabili agresivitatea acestora în timp, asupra complexului aer-apă-sol. Lucrarea dorește să trateze modul de eliminare al unuia din principalele deșeuri rezultat în urma extracției gazelor naturale și anume, apa de zăcământ. Apa de zăcământ se elimină prin inecție în sondele de inecție apă de zăcământ. Apele de zăcământ fac parte din categoria apelor subterane care saturează rocile din zona acviferă a unui zăcământ de petrol sau gaze. Apa de zăcământ este singenică cu hidrocarburile. În zăcămintele primare, ea provine din materia generatoare de petrol, iar în cele secundare din apa mediului de sedimentare a rocii respective. La zăcămintele puțin adânci se admite că o parte din apă este vadoasă.

Cuvinte cheie: apă zăcământ, deșeu, extracție gaze naturale, poluare, sonde de inecție.

1. Introduction

Produced water is, in fact, salty water and it can be considered as an aggressive and polluting waste resulting in natural gas extraction activities. It has negative impacts on the environmental factors over time, especially on soil and water [1]. The objective of the paper is to determine the characteristics of this type of waste, specific to natural gas extraction. The strong mineralisation (about 50-250 g salts per litre, including sodium chloride, magnesium chloride, calcium chloride, bromine, iodine, hydrogen sulfide, salts of naphthenic acids, etc.), radioactivity, the organic content and their micro-components are specific characteristics of produced water [1 - 3]. Due to high specific weight (about 1.20), as well as its compressibility and capacity to moisten collecting rocks better than oil, produced

1. Introducere

Apa de zăcământ, de fapt este o apă sărăță și se poate considera ca fiind un deșeu poluant și agresiv rezultat din activitatea de extracție a gazului metan, cu efecte negative în timp asupra factorilor de mediu, în principal sol și apă [1]. Obiectivul lucrării este acela de a determina caracteristicile acestui tip de deșeu, specific extracției gazelor naturale. Mineralizația puternică (circa 50-250 g săruri la litru, între care clorura de sodiu, clorura de magneziu, clorura de calciu, brom, iod, hidrogen sulfurat, săruri ale acizilor naftenici, etc.), radioactivitatea, conținutul în substanțe organice și microcomponenti sunt caracteristici specifice ale apelor de zăcământ [1 - 3]. Datorită greutății specifice ridicate (circa 1,20), precum și compresibilității și capacității ei de a uda

*Corresponding author / Autor de corespondență:
Phone: +40.749.331.887; Fax: +40 269.845.550
e-mail: claudiaotgon@yahoo.com

water represents a first-order energy agent in the exploitation of a reservoir [3]. This waste is specific to natural gas extraction and in order for it to be disposed of as required by law, the total annual quantity for 2013 resulted from drilling executed by S.N.G.N. Romgaz S.A. (Tab. 1), and the total injected quantity in the water injection wells have been monitored, in accordance to the technical requirements of the installations.

2. Produced water treatment through elimination in injection wells

The removal of this type of waste is accomplished according to the following schematic, in produced water injection wells, Fig.1 [5]:

rociile colectoare mai bine decât petrolul, apa de zăcământ constituie un agent energetic de prim ordin în exploatarea unui zăcământ [3]. Acest deșeu este specific extracției gazelor naturale, iar pentru a fi eliminată conform cerințelor legale în vigoare, a fost urmărită cantitatea totală generată pe anul 2013 în urma forajelor executate de S.N.G.N. Romgaz S.A. (Tab.1) și cantitatea totală injectată în sondele de injecție apă de zăcământ, conform cerințelor tehnice ale instalațiilor.

2. Tratatrea prin eliminare în sonde de injecție a apei de zăcământ

Eliminarea acestui tip specific de deșeu se realizează conform următoarei scheme, în sonde de injecție a apei de zăcământ, Fig.1 [5]:

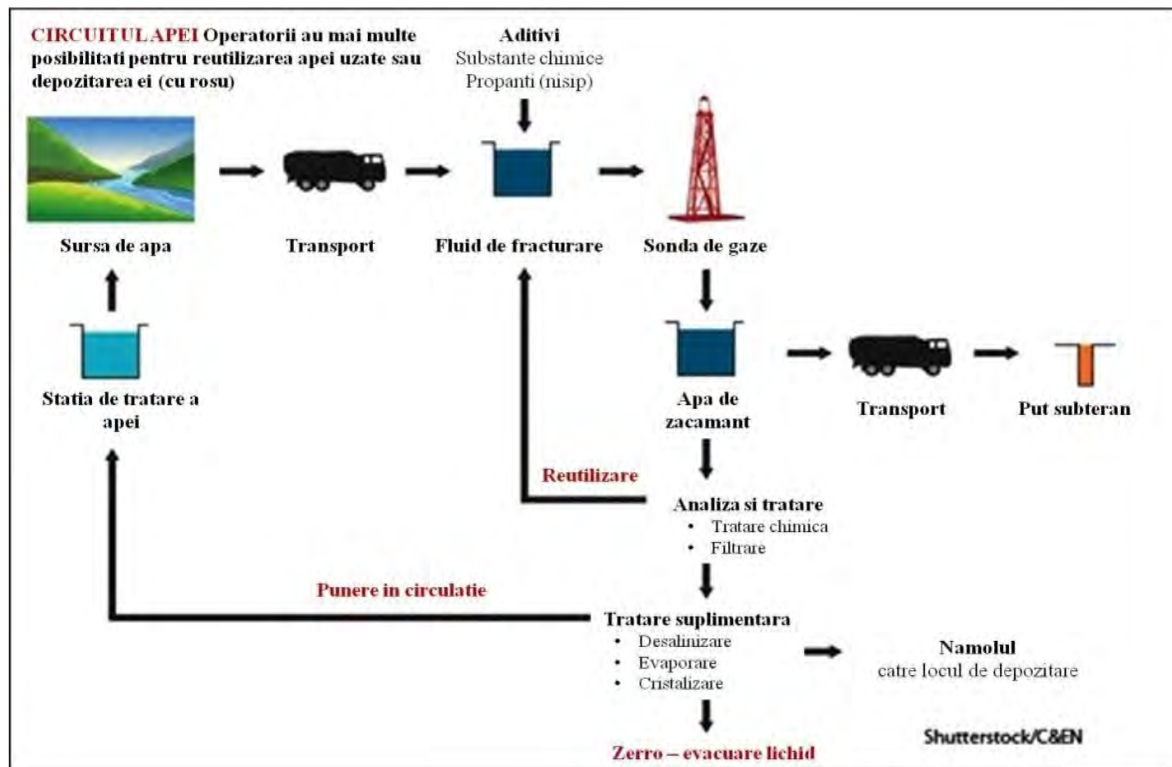


Figure 1. Produced water injection schematic [5]

The fundamental equation of injection debit [4] of water in a well (Eq.1), where:
 K_a = effective permeability of water
 h = thickness of reception range
 μ_a = dynamic viscosity of water
 r_c, r_s = radius of the current water front advancement, of the well, respectively, is of the form [2]:

$$Q = \frac{2\pi h K_a (P_{inj}^{ad} - P_{inj}^c)}{\mu_a \times \ln \frac{r_c}{r_s}} \quad (1)$$

Ecuția fundamentală a debitului de injecție [4] a apei într-o sondă (Ec.1), unde:
 K_a = permeabilitatea efectivă a apei
 h = grosimea intervalului de recepție
 μ_a = vâscozitatea dinamică a apei
 r_c, r_s = raza curentă a frontului de avansare a apei, respectiv a sondei, este de forma [2]:

P_{inj}^{ad} = deep injection pressure

P_{inj}^c = injection pressure corresponding to current range

Deep injection pressure is corresponding to the reception range and is expressed by:

$$P_{inj}^{ad} = P_{inj} + \rho_a g H$$

where:

P_{inj} = pumping pressure

H = height of the water column in the injection well

ρ_a = produced water density

Laboratory determinations of the water's effective permeability through clean sand samples have shown that it varies between 30-60% of the absolute permeability, when water saturation levels are between 70-80%.

Water's viscosity (μ_a) can be measured or can be approximated from graphical representations. The thickness of the layer, h , is equal to the thickness of the water receiving interval.

The effective radius, r_s , of the well may vary between a few centimetres and a few dozen centimetres depending on its construction.

The current radius of the advancement front, r_c , can be expressed at least roughly based on the quantity of injected water and of the available porous layer defined as the porous space occupied by the interstitial water and gas. After establishing the quantity and characteristics of produced water, the next step is its treatment, according to schematic 1 [7], making it ready for injection. Tab. 1 presents the injected volumes of produced water from the gas-bearing structures of S.N.G.N. Romgaz S.A., for the year 2013 [6].

P_{inj}^{ad} = presiunea de injecție de adâncime

P_{inj}^c = presiunea de injecție aferentă razei curente

Presiunea de injecție de adâncime este cea corespunzătoare din dreptul intervalului de recepție și se exprimă prin:

$$P_{inj}^{ad} = P_{inj} + \rho_a g H$$

unde:

P_{inj} = presiunea de pompare

H = înălțimea coloanei de apă din sonda de injecție

ρ_a = densitatea apei de zăcământ

Determinările de laborator ale permeabilității efective a apei pe probe de nisip curat au arătat că ea variază între 30-60% din permeabilitatea absolută, atunci când saturația în apă ia valori între 70-80%.

Vâscozitatea apei (μ_a) poate fi măsurată sau poate fi aproximată din reprezentări grafice. Grosimea h a stratului este egală cu grosimea intervalului care recepționează apa .

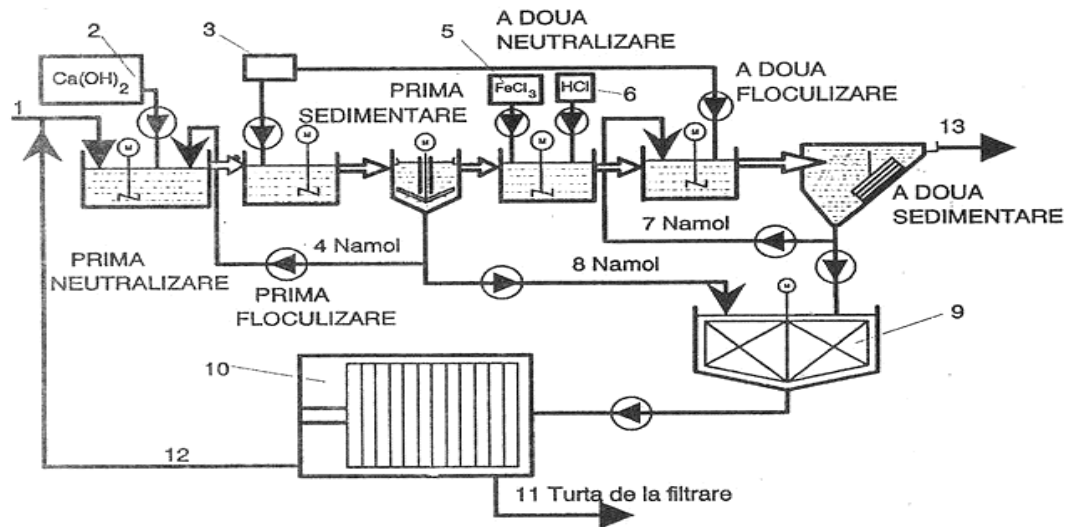
Raza efectivă r_s a sondei, poate varia între câțiva centimetri sau câțiva zeci de cm funcție de construcția ei.

Raza curentă a frontului de avansare, r_c poate fi exprimată cel puțin în mod grosier, pe baza cantităților de apă injectată și a stratului poros disponibil definit ca spațiul poros ocupat de apa interstițială și de gaze. În urma stabilirii cantității și a caracteristicii apei de zăcământ, se trece la tratarea acesteia, conform schemei 1 [7], în vederea injectării. În Tab. 1, sunt redade volumele de apă zăcământ injectate de pe structurile gazeifere ale S.N.G.N. Romgaz S.A., în anul 2013 [6].

Table 1.

The injected volumes of produced water from the gas-bearing structures of S.N.G.N. Romgaz S.A., for the year 2013.

Gas-bearing structures, produced water collection and injection points	Collected and injected produced water volumes [m³]	Injection pressure [bar]	Number of gas wells subordinated to the collection and injection points
Piscu Stejari (GJ)	45.000	60-70	46
Hurezani (GJ)	13.000	50	46
Bibești (GJ)	6.750	-	12
Boldu (BR)	11.800*	75-80	11
Vlădeni (DB)	1.450*	-	11
Grădiște (VL)	1.190	60-70	8
Padina (BR)	1.085*	-	7
21 Sădinca (SB)	100.700	80-90	62



Schematic 1. Schematic for the treatment of produced water for the purpose of injecting into injection wells [7].

3. Properties of produced waters

Water is invariably present in oil and gas reservoirs, being associated to the hydrocarbon system. It is present in a large amount in the reservoir, sometimes its volume being larger than that of the hydrocarbon system. For the exploitation of the reservoirs, several calculations and estimations are needed: the volume occupied by water in the reservoir, its advancement speed into the productive zone, the scale of irreversible saturation in the water, the type of produced water and injected water, etc. [4].

Produced waters are mineralised, having in their composition a great diversity of elements, as a result of the waters' dissolving action during their circulation through the soil and underground rocks.

The mineralisation of produced waters [3]

Produced waters contain large amounts of chloride anions and sodium cations. Likewise, they contain in variable amounts a great diversity of cations, like: K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Li^+ , Fe^{2+} , and anions like: SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , NO_3^- , Br^- , I^- .

In produced waters the concentration of anions and cations is varied.

The fact that waters held in different production areas have different mineral characteristics allows most of the time the identification of the area of origin.

Behaviour of produced water volume [6]

The behaviour of produced water volumes expressed through its volume coefficient (β). The volume coefficient is defined, same as the monophasic volume coefficient of petroleum,

3. Proprietățile apelor de zăcământ

Apa este prezentă invariabil în zăcămintele de petrol și gaze, fiind asociată sistemului de hidrocarburi. Ea este prezentă în măsura mare în zăcământ, uneori volumul acesteia fiind mai mare decât volumul ocupat de sistemul de hidrocarburi. Pentru exploatarea zăcămintelor, sunt necesare estimări și calcule de prevedere privind volumul ocupat de apă în zăcământ, viteza de înaintare a acesteia în zona productivă, mărimea saturației ireductibile în apă, tipul apelor de zăcământ și al apelor injectate, etc. [4]

Apele de zăcământ sunt ape mineralizate, conținând în compoziția lor o mare diversitate de elemente, ca rezultat al acțiunii de dizolvare realizată de ape în timpul circulației lor prin rocile solului și subsolului.

Mineralizarea apelor de zăcământ [3]

Apele de zăcământ conțin în măsura mare anioni de clor și cationi de sodiu. Conțin de asemenea, în măsura mai mare sau mai mică o diversitate mare de cationi ca: K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Li^+ , Fe^{2+} , și anioni ca: SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , NO_3^- , Br^- , I^- . În apele de zăcământ concentrația în anioni și cationi este foarte variată.

Faptul că apele conținute în diferite zone productive au caracteristici diferite din punct de vedere al mineralizației, permite în majoritatea cazurilor identificarea zonei de proveniență.

Comportarea de volum [6]

Comportarea de volum a apei de zăcământ se exprimă prin coeficientul de volum al acesteia (β). Coeficientul de volum se definește, la fel ca și coeficientul de volum monofazic al petrolului, prin

through the relation of the water occupied volume in reservoir conditions and the water occupied volume in normal (standard) conditions.

The volume in reservoir conditions is identical with that of petroleum, larger than in normal conditions. This time, however, due to the low water solubility of gases, especially in mineralised water, at equal influence and opposite pressure and temperature sign, the occupied water volume in reservoir conditions is smaller than that occupied by "gas" in identical conditions.

The volume coefficient of freshwater increases with the decrease of pressure, due to the water's elastic expansion. The increase is small because the compressibility of water is small, smaller than the compressibility of water with gases in its solution (the gas-water solution ratios are very small) and greater than the compressibility of mineralised water. For example, it has been observed that produced water with a gas content of 3,5-6 mc/mc water, has an 18% larger compressibility coefficient than water without dissolved gases, in the same conditions of pressure and temperature.

The volume coefficient of water can be estimated with the equation [4]:

$$b_a = (1 + dv_{ap})(1 + dv_{at}) \quad (2)$$

The values resulted by using this equation differs from experimental values with at most 1%. This equation can be well used in the case of mineralised waters also. The presence in the water of salts leads to a small increase of the dv_{at} parameter and to a small decrease of the dv_{ap} parameter. This variation falls in the $\pm 1\%$, in the regards of salt concentrations varying between 0-30%.

Specific weight of produced waters

The specific weight of produced waters is larger than the specific weight of freshwaters. As frequently seen variation limits: 1050-1190 kg/mc. Regarding low mineralised waters, whose composition is similar to freshwaters, the specific weight in reservoir conditions can be estimated [6]:

$$\rho_{at} / \rho_{ad} = b_a \quad (3)$$

It has been endeavoured to establish a correlation between the water's specific weight, salt concentration and temperature, and between the specific weight, salinity and water saturation with gases. The correlations are useful when there are no direct lab analyses available.

raportul dintre volumul ocupat de apă în condiții de zăcământ și volumul ocupat de aceasta în condiții normale (standard).

Volumul în condiții de zăcământ este ca și în cazul petrolurilor, mai mare decât în condiții normale. De data aceasta însă, datorită solubilității mici a gazelor în apă, mai ales în apa mineralizată, la influența practic egală și de semn contrar a presiunii și temperaturii, volumul ocupat de apă în condiții de zăcământ este mai mic decât cel ocupat de "gaz" în aceleași condiții.

Coeficientul de volum al apei dulci crește cu scăderea presiunii practic, numai datorită expansiunii elastice a apei. Creșterile sunt mici deoarece compresibilitatea apei este mică, mai mică decât compresibilitatea apei cu gaze în soluție (rațiile de soluție gaz-apă sunt foarte mici) și mai mare decât compresibilitatea apei mineralizate. S-a constatat, spre exemplu, că o apă de zăcământ cu un conținut de gaze în soluție de 3,5-6 mc/mc apă, are un coeficient de compresibilitate, la aceleași condiții de presiune și temperatură, mai mare cu 18% decât în cazul în care apa nu conține gaze dizolvate.

Coeficientul de volum al apei poate fi estimat cu relația [4]:

Datele rezultate prin calcul folosind această relație diferă cu până la 1% de valorile obținute experimental. Această relație poate fi folosită bine și în cazul apelor mineralizate. Prezența sărurilor în apă conduce la o creștere mică a termenului dv_{at} și o scădere mică a termenului dv_{ap} , variație care se încadrează aproximativ în gama $\pm 1\%$ în domeniul concentrațiilor în săruri variind între 0-30%.

Masa specifică a apelor de zăcământ

Masa specifică apelor de zăcământ este mai mare decât masa specifică a apelor dulci. Ca limite de variație mai des întâlnite, 1050-1190 kg/mc. În cazul apelor slab mineralizate, a căror compoziție este apropiată de compoziția apelor dulci, masa specifică în condiții de zăcământ, se poate estima ca fiind [6]:

S-a încercat stabilirea unor corelări între masa specifică a apei, concentrația în săruri și temperatură și între masa specifică, salinitate și saturarea apei cu gaze. Corelările sunt utile în măsura în care nu se dispune de determinări directe în laborator.

Viscosity of produced waters

Being a necessary parameter in calculations regarding the exploitation behaviour of reservoirs, water viscosity has been studied especially for non-mineralised waters. Water viscosity varies with temperature and pressure in narrower limits than oil, but in the same sense.

Experimental studies have shown that water viscosity increases with the quantity of dissolved salts.

Compressibility of produced water

The compressibility coefficient of water was systematically determined for non-mineralised water [3]:

$$\beta = -1/V_a \quad (4)$$

Due to the existence of some gas solubility in water, the compressibility coefficient is larger for water in reservoir conditions. As the salinity of water increases, the quantity of dissolved gases in water decreases. Jones, starting from Dodson and Standing's graphical solution, has proposed an analytical solution for estimating the produced water's compressibility coefficient [2]:

$$\beta_a = \beta_{ad}(1 + 0,0230733 r_{ga}) \quad (5)$$

where:

- β_a is the compressibility coefficient of produced water, m^2/N
- β_{ad} is the compressibility coefficient of freshwater
- r_{ga} is the ratio gas-water, în m^3N/m^3

Groundwater associated with hydrocarbon reservoirs

Besides the practical interest regarding the obtaining of hydrocarbon reservoirs during exploitation, groundwater linked to hydrocarbon structures present an economical interest through their use in spas (Govora, Sărata, Bazna) as well as a scientific interest regarding their migrations or their relations with groundwater from the superior horizons. Their genesis has been debated, at one moment, between the advocates of different produced water genesis theories.

Contamination of groundwater

Through contamination or pollution, the organoleptic, physical, chemical and bacteriological properties of water are modified. The causes of groundwater contamination can be direct (for example the introduction of harmful

Vâscozitatea apelor de zăcământ

Parametru necesar a fi cunoscut în calculele de prevederea comportării în exploatare a zăcămintelor, vâscozitatea apelor a fost studiată în special pentru apele nemineralizate. Vâscozitatea apei variază cu temperatura și presiunea în limite mai restrânse decât petrolul, dar în același sens.

Din experiențe, a rezultat că vâscozitatea apei crește cu cantitatea de săruri dizolvate.

Compresibilitatea apelor de zăcământ

Coeficientul de compresibilitate al apei a fost în mod sistematic determinat pentru apa nemineralizată [3]:

Deoarece există o oarecare solubilitate a gazelor în apă, coeficientul de compresibilitate este mai mare în cazul apei prezente în condiții de zăcământ. Cu cât salinitatea apelor crește, cu atât cantitatea de gaze dizolvată în apă este mai mică. Jones, pornind de la metoda grafică a lui Dodson și Standing, a propus o soluție analitică pentru estimarea coeficientului de compresibilitate al apei de zăcământ [2]:

în care:

- β_a este coeficient de compresibilitate al apei de zăcământ, m^2/N
- β_{ad} este coeficient de compresibilitate al apei dulci
- r_{ga} este rația de soluție gaz-apă, în m^3N/m^3

Apele subterane asociate zăcămintelor de hidrocarburi

În afara interesului practic, legat de obținerea zăcămintelor de hidrocarburi în timpul exploatarei, apele subterane legate de structurile de hidrocarburi prezintă și interes economic prin valorificarea lor în scopuri balneare (Govora, Sărata, Bazna) cât și științific, legat de migrarea lor sau de relațiile cu apele subterane din orizonturile superioare; geneza lor a constituit într-o etapă dată o confruntare între susținătorii uneia sau alteia dintre teoriile referitoare la geneza apelor de zăcământ.

Impurificarea apelor subterane

Prin impurificarea sau poluare, se modifică proprietățile organoleptice, fizice, chimice și bacteriologice ale apei. Cauzele impurificării apelor subterane pot fi directe (de exemplu introducerea elementelor nocive prin deversarea apelor reziduale

elements through wastewater spilling in an abandoned well) and indirect, determined by the change in local hydrodynamic conditions, which have as a result an intake of already polluted water or with inadequate natural qualities (for example: salty waters).

The contamination of groundwater can be occur through underground work (drilling, oil and gas pipelines, underground tanks) when no prevention methods are applied, such as the temporary storage of the water in well isolated tanks (Fig. 2).

Deep drilling can cause the contamination of salt water horizons with impure water horizons (even when they are separated by a waterproof layer), if the column with which the well was cased is damaged and allows somewhat important losses. Furthermore, a well can contaminate another, as it happens with abandoned wells which have not been closed.

într-un puț abandonat) și indirect, determinate de schimbarea condițiilor hidrodinamice locale, care au ca urmare un aport de apă fie deja poluat, fie cu calitate naturale necorespunzătoare (de exemplu: de ape sărate).

Impurificarea apei subterane se poate produce prin lucrări subterane (foraje, conducte de petrol și gaze, rezervoare subterane) în cazul în care nu se iau măsuri de prevenire, prin depozitarea temporară a acestora în habe bine izolate (Fig. 2).

Săparea de foraje adânci poate provoca contaminarea orizonturilor de apă curată de către orizonturi cu apă impurificată (chiar când ele sunt separate de un strat impermeabil), dacă coloana cu care s-a tubat sonda este deteriorată și permite pierderi mai mult sau mai puțin importante pe lângă ea. De asemenea, o sondă poate determina impurificarea alteia, așa cum se întâmplă în cazul sondelor abandonate care nu au fost închise.



Figure 2. Produced water storage tanks [5].

4. Conclusion

In Romania, nowadays, due to the poor performing purification technology, treated produced water is injected for production purposes only in a part of the wells, those in which the reservoir's rock characteristics allows the injection of water treated to a relatively low purity level (waters with a content of hydrocarbons and solid suspensions of up to 80 mg/l). In contrast, the rocks with limited permeability do not allow treatment through existing wastewater purification technology and impedes the reinjection for gas extraction purposes.

4. Concluzii

În România, în prezent, datorită tehnologiei neperformante de purificare, apa de zăcământ tratată se reinjectează în scop de producție numai la o parte din sonde, acelea la care caracteristica rocii zăcământului permite injecția apei tratate la un nivel relativ scăzut de puritate (ape cu un conținut de hidrocarburi și de suspensii solide de până la 80 mg/l). Dimpotrivă, rocile care au permeabilitate limitată, nu permit tratarea prin tehnologia existentă de purificare a apei uzate și împiedică reinjecția în scop de extracție a gazului.

Thus, the resulting water is injected in exhausted reservoirs for storage purposes, the whole quantity of water originated in the extraction process being directed for elimination in gas wells which have been taken out of the production flux. In these cases, the economic disadvantages are significant and are determined by the increase in production costs associated with water preparation for injection. These are significant costs, to which the costs of storing wastewater at great depth are added. There are negative influences to the environment, determined by the removal from surface water circuit of a large quantity of water, utilised in the preparation of injection water for production purposes (the consumption of water versus extracted gas can sometimes reach the ratio of 1 to 9). Making investments in advanced treatment facilities will ensure a qualitative performance of all the complex phases of purification, separation, degasification, treatment and filtration of produced water, with an optimised economic efficiency and at the highest technological performance.

5. Acknowledgements

This paper was performed with the help of S.N.G.N. Romgaz S.A. Mediaș.

References

- [1] Ana, I., *Drilling fluids and cements* [Fluide de foraj și cimenturi], I.C.P.P.G., Câmpina, 1986.
- [2] Giurgiu Gh., *Driller's book extract* [Cartea sonderului de extracție], Editura Tehnică, București, 1984.
- [3] Ștefănescu D., *The practice of extracting natural gas* [Practica extracției gazelor naturale] - vol.II, Editura Universității Lucian Blaga, 1998.
- [4] Gavrilescu E., *Sources of pollution and pollutants of the environment agents* [Surse de poluare și agenți poluanți ai mediului] – Editura Sitech, 2007.
- [5] Ștefănescu I., Varvara I., *The impact of exploration and mining drilling for natural gas on the environment in the basin of Transylvania* [Impactul forajelor de explorare și exploatare pentru gaz metan asupra mediului, în Bazinul Transilvaniei]- Revista minelor, 1998.
- [6] ***, *National gas magazine* [Revista națională de gaze naturale], nr.2, octombrie, 2012- Impact of water leachant on the environment [Impactul apei de zăcământ asupra mediului]
- [7] ***, www.labsmn.pub.ro/projects/media/cd/5/4/.htm, online accessed in 28.05.2013.

Astfel, apa rezultată se injectează în zăcăminte epuizate în scop de stocare, întreaga cantitate de apă rezultată din procesul de extracție a gazului fiind dirijată în puțuri gazeifere scoase din fluxul de producție, pentru eliminare. În aceste cazuri, dezavantajele de natură economică sunt semnificative și sunt determinate de creșterea costurilor de producție cu prepararea apei necesare pentru reinjecție, care necesită costuri semnificative, costuri suplimentare la care se adaugă costurile cu stocarea la mare adâncime a apei uzate rezultate din procese. Există influențe negative legate de mediu, determinate de scoaterea din circuitul apelor de suprafață a unor cantități mari de apă, utilizate la prepararea apei de injecție în scop de producție (consumul de apă față de gazul extras ajungând uneori până la raportul de 1 la 9). Realizarea unor investiții ce presupun instalații performante de epurare, va asigura performanța calitativă a tuturor fazelor complexe de epurare, separare, degazeificare, tratare și filtrare a apei de zăcământ, în condiții de eficiență economică optimizată și la cele mai înalte performanțe tehnologice și calitative.

5. Mulțumiri

Această lucrare a fost realizată cu ajutorul S.N.G.N. Romgaz S.A. Mediaș.

INFLUENCE OF ORGANIC FERTILIZER IN BIOREMEDIATION OF SOIL CONTAMINATED WITH DIESEL

INFLUENȚA ÎNGRĂȘĂMÂNTULUI ORGANIC ÎN BIOREMEDIEREA SOLULUI CONTAMINAT CU MOTORINĂ

Andreea COSTE (BÎNĂ)*, Valer MICLE, Simona Cosmina BĂBUȚ

Technical 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 presence of petroleum hydrocarbons in the soil is a widespread environmental problem worldwide, which often leads to the need for cleaning contaminated sites. The influence of organic fertilizer (manure) on the bioremediation of soil artificially contaminated with diesel fuel was determined over a period of six weeks since the controlled contamination of soil at an interval of three weeks. There were 12 soil samples (400 g/sample) of which three samples (C_1 , C_2 and C_3) were contaminated with 6%, 8% and respectively 10% diesel fuel and then they were treated with 80 g manure from three species of animals (poultry, cattle and swine); the samples were kept in the laboratory at a temperature of 22°C, watered and thoroughly mixed every four or five days in order to aerate and homogenize.

Keywords: soil, bioremediation, biostimulation, organic fertilizer, diesel fuel.

Rezumat: Prezența hidrocarburilor petroliere în sol, este o problemă de mediu răspândită la nivel mondial, care duce de cele mai multe ori la necesitatea curățării siturilor contaminate. Influența îngrășământului organic (gunoi de grajd) asupra bioremedierii solului contaminat artificial cu motorină a fost determinată pe o perioadă de 6 săptămâni de la poluarea controlată a solului la un interval de 3 săptămâni. Probele de sol în număr de 12 (400 g sol/probă) din care trei probe de control (C_1 , C_2 , C_3) au fost poluate controlat cu 6%, 8% și respectiv 10% motorină după care au fost tratate cu 80 g gunoi de grajd provenit de la trei specii de animale (pasări de curte, bovine și suine), probele fiind păstrate în laborator la temperatura de 22°C, udate și amestecate intens la interval de patru, cinci zile în vederea aerării și omogenizării.

Cuvinte cheie: sol, bioremediere, biostimulare, îngrășământ organic, motorină.

1. Introduction

The ability of microorganisms to transform environmental contaminants in final products which are harmless to human and the environment has been a subject of laboratory investigations since the 60s. [1]

Contaminants in soil and groundwater are degraded mainly by bacteria and fungi [1], the main types of bacteria and fungi responsible for degrading oil being represented by *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Trichoderma*, *Penicillium* și *Aspergillus*. [2]

The process of biodegradation is developed in a chain reaction, the carbon compounds being transformed by successive degradation in less complex molecules, until obtaining simple subproducts such as water and carbon dioxide. [3, 4]

Natural attenuation is based on natural conditions and native microorganisms' behavior in

1. Introducere

Capacitatea microorganismelor de a transforma contaminanții din mediu în produse finale inofensive pentru om și mediu a fost un subiect de investigații de laborator începând cu anii '60. [1]

Contaminanții din sol și apele subterane sunt degradați în principal de bacterii și ciuperci [1], principalele bacterii și genuri de ciuperci responsabile de degradarea petrolului fiind reprezentate de *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Trichoderma*, *Penicillium* și *Aspergillus*. [2]

Procesul de biodegradare se dezvoltă printr-o reacție de lanț, compușii carbonici fiind transformați prin degradare succesivă în molecule mai puțin complexe până la obținerea de subproduse simple cum sunt apa și dioxidul de carbon. [3, 4]

Atenuarea naturală se bazează pe condițiile naturale și comportamentul microorganismelor

the soil, human intervention being minimal, only for monitoring. [5] Bioaugmentation means the introduction of exogenous microorganisms from outside of the soil environment, which are capable to detoxify the contaminant [5] and biostimulation is a bioremediation strategy that involves the addition of organic or inorganic nutrients, to strengthen the activities of indigenous microorganisms.

The biostimulation is intended to improve the indigenous microorganisms' activity, which are capable of degrading the pollutant in the soil; biostimulation is often applied in bioremediation of soil contaminated with oil. Enrichment nutrient, organic fertilizer similar to phosphorous and nitrogen, which comes from farms is added to the contaminated environment to stimulate the growth of indigenous microorganisms which can degrade contaminants. [6] Microorganisms need an abundance of key elements, such as carbon, hydrogen, nitrogen, oxygen and phosphorous, the organic fertilizer providing these essential elements to reproduce and thrive. [6]

Temperature plays an important role in biodegradation of petroleum hydrocarbons: at low temperature the viscosity of the oil increases, while the volatility of the toxic hydrocarbons with low molecular mass is reduced, thus delaying the onset of biodegradation. The temperature affects the solubility of hydrocarbons, the rate of biodegradation decreases with the decrease of temperature; the highest rate of degradation are generally in the range of 30-40°C in soil environments. [7]

Although microorganisms are present in the contaminated soil, their number might be insufficient for the bioremediation of the site, therefore increasing the number of microorganisms and their activity must be stimulated. Carbon is the basic nutritive substance necessary for the organism to live; besides carbon, bacteria need nitrogen and phosphorous to ensure oil degradation efficiency. [8]

The optimal ratio between nutrients for an efficient biological activity is carbon / nitrogen / phosphorous equal to 100/10/1. [3, 4]

Organic fertilizer (manure) is used to improve soil fertility, being a fertilizer that contains most of the nutritive elements such as: nitrogen, phosphorous, potassium, etc.; the goal of this research is scientific argumentation for the usage of poultry, swine and cattle manure in the bioremediation of soil contaminated with petroleum hydrocarbons (diesel fuel).

indigene în sol, intervenția umana fiind minima doar de monitorizare.[5] Prin bioaugmentarea se înțelege introducerea de microorganisme exogene, provenite din afara mediului de sol, care sunt capabil de detoxifierea contaminantului [5] iar biostimularea este o strategie de bioremediere care presupune adăugarea de nutrienți organici sau anorganici, pentru a consolida activitățile microorganismelor indigene.

Prin biostimularea se urmărește îmbunătățirea activității microorganismelor indigene, care sunt capabile de a degrada poluantul din sol, aceasta fiind aplicată de multe ori în bioremedierea solului contaminat cu petrol. Nutriet de îmbogățire, îngrășământul organic similar cu fosfor și azot, care provine din ferme se adaugă în mediul contaminat pentru a stimula creșterea microorganismelor indigene care pot degrada poluanții.[6] Microorganismele au nevoie de o abundență de elemente-cheie, cum sunt carbonul, hidrogenul, azotul, oxigenul și fosforul, îngrășământ organic oferind aceste elemente esențiale pentru a se reproduce și să prospere. [6]

Temperatura joaca un rol important în biodegradarea hidrocarburilor petroliere, la temperaturi scăzute crește vâscozitatea petrolului, în timp ce volatilitatea hidrocarburilor toxice cu greutate moleculară mică este redusă, astfel se întârzie debutul biodegradării. Temperatura afectează solubilitatea hidrocarburilor, rata de biodegradare scade cu reducerea temperaturii, cele mai mari rate de degradare apar în general în intervalul de 30-40°C în medii de sol. [7]

Deși microorganismele sunt prezente în solul contaminat numărul lor poate să fie insuficient pentru bioremedierea sit-ului de aceea creșterea numărului de microorganisme și activitatea lor trebuie să fie stimulată. Carbonul este substanța nutritivă de bază necesară organismului pentru a trăii, în afara de carbon, bacteriile au nevoie de azot și fosfor pentru a asigura degradarea eficientă a petrolului. [8]

Raportul optim între nutrienți pentru o activitate biologică eficientă este carbon / azot / fosfor egal cu 100/10/1. [3, 4]

Îngrășământul organic (gunoiul de grajd) este folosit în vederea îmbunătățirii fertilității solului, fiind un îngrășământ care conține majoritatea elementelor nutritive cum sunt: azotul, fosforul, potasiu etc., scopul acestei cercetări fiind argumentarea științifică a utilizării gunoiului de pasări, suine respectiv bovine în bioremedierea solului contaminat cu hidrocarburi petroliere (motorină).

2. Materials and method

Sampling of soil with a sandy-loamy structure was conducted at a depth of 0-15 cm, the sampling area (figure 1) being an agricultural land in the village of Bonțida, Bonțida township, Cluj county.

2. Materiale și metodă

Prelevarea probelor de sol, cu o structură nisipo-lutoasă, s-a realizat la o adâncime de 0-15 cm, zona de prelevare (fig. 1) fiind un teren agricol din satul Bonțida, comuna Bonțida, județul Cluj.

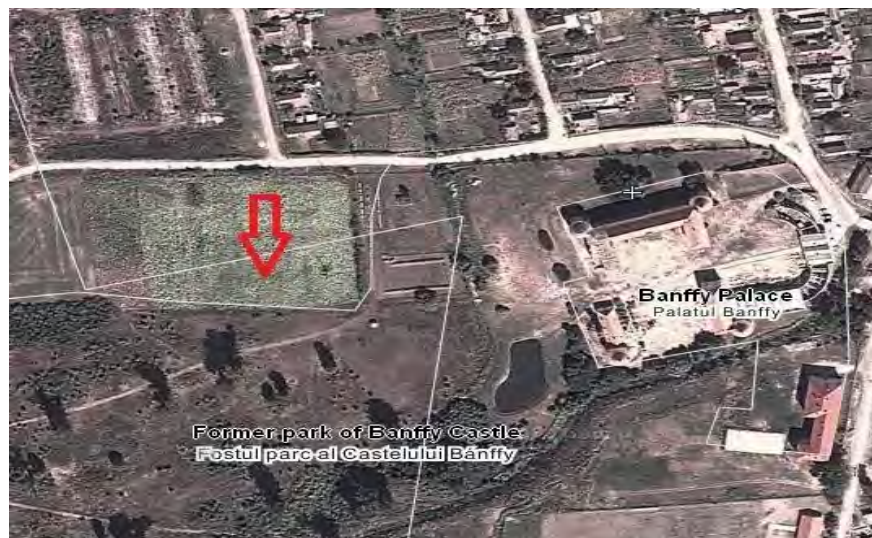


Figure 1: Soil sampling area, Bonțida Township, Bonțida village.

Soil samples were homogenized, dried in the lab for 7 days, sieved through a sieve of 2 mm mesh and stored in a polyethylene bag in the laboratory at a temperature of 22°C. Manure from home grown poultry, cattle, swine were purchased from a micro-farm located near Cluj-Napoca, each type of manure being air dried for four days. The diesel fuel used in this study was purchased from Lukoil Romania.

Soil samples shown in Table 1 were artificially contaminated with 6%, 8% and 10% diesel fuel and treated with 80 g of manure from swine, cattle and poultry.

Probele de sol au fost omogenizate, uscate în laborator timp de 7 zile, cernute printr-o sită cu ochiuri de 2 mm și stocate în pungă din polietilenă, în laborator la o temperatură de 22°C. Gunoiul de grajd provenit de la pasări crescute în sistem gospodăresc, bovine, suine a fost achiziționat dintr-o microfermă localizată în apropierea orașului Cluj, fiecare tip de gunoi fiind uscat în aer liber timp de patru zile. Motorina utilizată în cadrul acestui studiu a fost achiziționată de la Lukoil Romania.

Probele de sol, prezentate în tab. 1, au fost contaminate artificial cu 6%, 8% respectiv 10% motorină și tratate cu 80 g de gunoi de grajd provenit de la suine, bovine și pasări.

Table 1. Experimental samples

Soil (g)	Diesel fuel (%)	Manure type	Manure quantity (g)	Symbol
400	6	-	-	C1
400	6	cattle	80	C1v3
400	6	poultry	80	C1g3
400	6	swine	80	C1p3
400	8			C2
400	8	cattle	80	C2v3
400	8	poultry	80	C2g3
400	8	swine	80	C2p3
400	10			C3
400	10	cattle	80	C3v3
400	10	poultry	80	C3g3
400	10	swine	80	C3p3

Soil samples were maintained at 22°C in a laboratory, while they were watered and mixed for aeration and homogenization. The testing period was 6 weeks, during which the evolution of pH and the concentration of total petroleum hydrocarbons were monitored.

Determination of pH was carried out according to STAS 7184/13-88 [9], after 24h of soil contamination and organic fertilizer application and after a period of six weeks. According to STAS determination of the pH was carried out in an aqueous suspension, the method involving weighing 10 g of ground which are transferred to a 50 ml beaker over which 25 ml of water is added, the suspension being stirred by using a stirrer. Determination of the pH is carried out 2 hours after the preparation of the suspension, while the suspension is stirred intermittently.

Determination of the total content of hydrocarbons in the soil. Trends in the concentration of total petroleum hydrocarbons in soil was monitored for a period of six weeks at an interval of 3 weeks to determine the total hydrocarbons in the soil, for which it was used the specific analyzer (non-dispersive IR) "oil contend" OCMA-310 (HORIBA). The OCMA-310 analyzer uses solvent S-316 to extract petroleum hydrocarbons from water and soil samples.

3. Results and discussion

In the chart in figure 2 is shown the evolution of soil reaction in soil samples contaminated differently with diesel fuel (6%, 8%, and 10%) and treated with different types of manure from cattle, swine and poultry. In samples contaminated with diesel fuel and treated with manure the following pH values are obtained: 7.3 (slightly alkaline soil) and 8.19 (alkaline soil).

Probele de sol au fost păstrate la temperatura de 22°C în laborator, timp în care au fost udate și amestecate în vederea aerării și omogenizării. Perioada de testarea a fost de 6 săptămâni timp în care s-a urmărit evoluția pH-ului și a concentrației de total hidrocarburi petroliere.

Determinarea pH-ului s-a realizat conform STAS 7184/13-88 [9], după 24h de la contaminarea solului și aplicarea îngrășământului organic și după o perioadă de 6 săptămâni. Conform acestui STAS determinarea pH-ului s-a realizat în suspensie apoasă, metoda presupune cântărirea a 10 g de sol care sunt transferate într-un pahar de 50 ml peste care se adaugă 25 ml apă, suspensia astfel obținută se omogenizează cu ajutorul unui agitator. Determinarea pH-ului se realizează după 2 ore de la pregătirea suspensiei, timp în care suspensia este agitată intermitent.

Determinarea conținutului total de hidrocarburi din sol. Evoluția concentrației de total hidrocarburi petroliere din sol s-a urmărit pe o perioadă de 6 săptămâni la un interval de 3 săptămâni, pentru determinarea conținutului total de hidrocarburi din sol fiind folosit analizorul specific (IR nedispersiv) „oil contend” OCMA-310 (HORIBA). Analizorul OCMA - 310 folosește solventul S – 316 pentru extragerea hidrocarburilor petroliere din probe de apă și din probe de sol.

3. Rezultate și discuții

In graficul din fig. 2 este prezentată evoluția reacției solului în probele poluate diferit cu motorină (6%, 8%, 10%) și tratate cu tipuri diferite de gunoi de grajd provenit de la bovine, suine, pasări. In probele contaminate cu motorină și tratate cu gunoi de grajd se obțin următoarele limite ale valori pH-ului: 7.3 (sol slab alcalin) și 8,19 (sol alcalin).

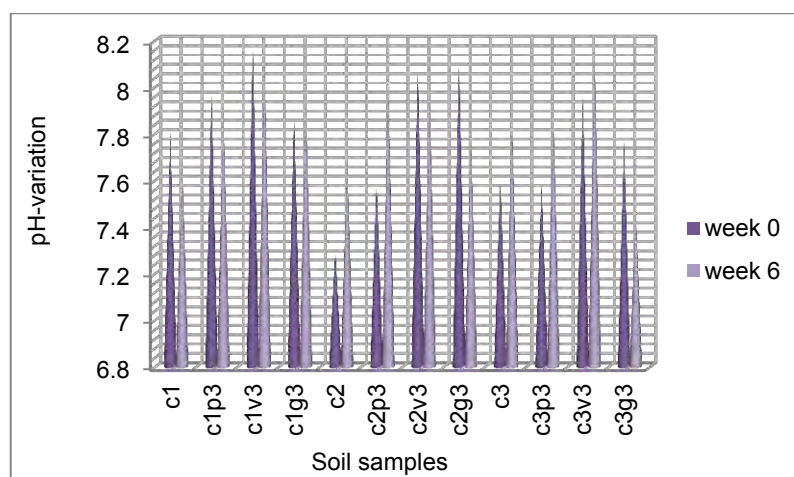


Figure 2. pH variation.

In figures 3, 4 and 5 is shown the reduction of the concentration of total petroleum hydrocarbons in soil artificially polluted with diesel fuel in different concentrations (6%, 8%, and 10%) and treated with manure for a period of six weeks every three weeks.

In diagram from figure 3 is presented the effect of poultry, cattle and swine manure on the bioremediation of soil contaminated with 6% diesel fuel at an interval of 3 weeks for a total of 6 weeks.

Reducerea concentrației de total hidrocarburi petroliere, în solul poluat artificial cu motorină în diferite concentrații (6%, 8%, 10%) și tratat cu gunoi de grajd, pe o perioadă de 6 săptămâni la interval de trei săptămâni este prezentată în fig. 3, 4 și 5.

În graficul din figura 3 este prezentat efectul gunoiului de grajd de pasări, bovine, suine asupra bioremedierii solului contaminat cu 6% motorină la interval de 3 săptămâni timp de 6 săptămâni.

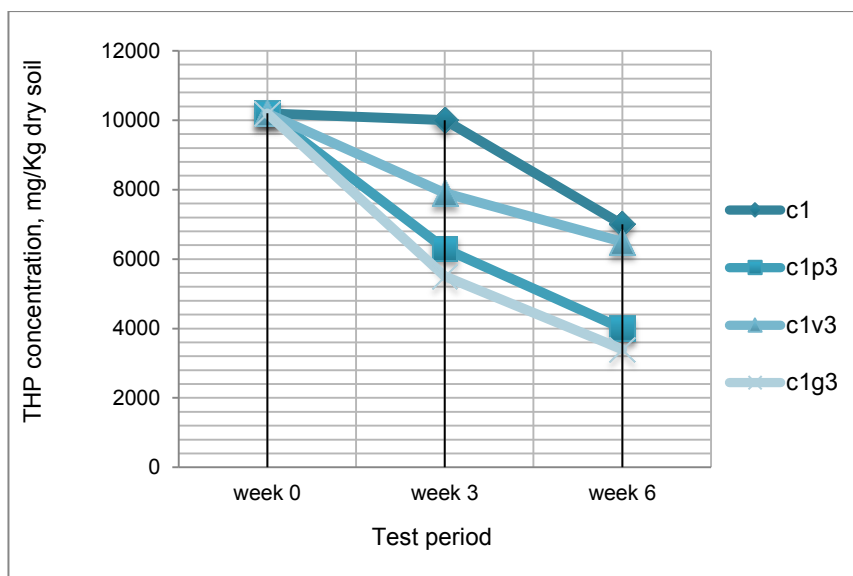


Figure 3. Bioremediation of soil contaminated with 6% diesel fuel.

As shown in figure 3 there is a significant reduction in the total petroleum hydrocarbon concentration of 66.66% which is recorded for the 6% diesel fuel contaminated soil and treated with manure from home grown poultry, reduction for soil treated with swine and cattle manure being 60.78%, respectively 36.27%. For soil contaminated with diesel fuel which was not treated with manure, the degree of degradation of petroleum hydrocarbons is 31.37%.

In conclusion, as shown in figure 3, for bioremediation of soil contaminated with 6% diesel fuel and treated with different types of organic fertilizer derived from three animal species (cattle, swine and poultry) reduction of the concentration of total petroleum hydrocarbons is influenced by the type of manure that is used.

The influence of manure from poultry, cattle and swine in bioremediation of soil contaminated with 8% diesel fuel, determined at an interval of 3 weeks for a total of 6 weeks is presented in the diagram in figure 4.

După cum reiese din fig. 3 se observă o reducere semnificativă a concentrației de total hidrocarburi petroliere de 66,66% care se înregistrează în cazul solului contaminat cu 6% motorină și tratat cu gunoi provenit de la pasări crescute în sistem gospodăresc, reducerea în cazul solului tratat cu gunoi de suine, bovine fiind de 60,78% respectiv 36,27%. În cazul solului contaminat cu motorină, care nu a fost tratat cu gunoi de grajd, gradul de degradarea a hidrocarburilor petroliere este de 31,37%.

Concluzionând, după cum se observă în figura 3, în bioremedierea solului contaminat cu 6% motorină și tratat cu tipuri diferite de îngrășământ organic provenit de la trei specii de animale (bovine, suine și pasări) reducerea concentrației de total hidrocarburi petroliere este influențată de tipul de gunoi de grajd folosit.

Influența gunoiului de grajd provenit de la pasări, bovine, suine în bioremedierea solului contaminat cu 8% motorină, determinată la interval de 3 săptămâni timp de 6 săptămâni este prezentată în graficul din fig. 4.

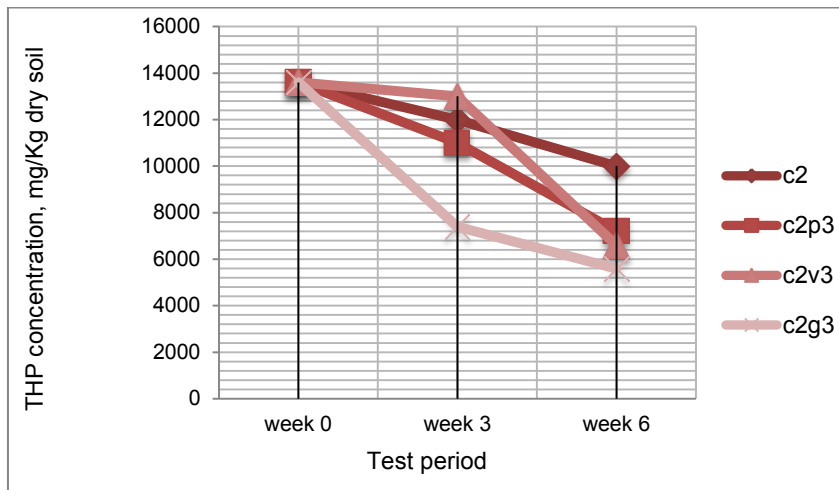


Figure 4. Bioremediation of soil contaminated with 8% diesel fuel.

Application of organic amendments represented by manure has a positive influence on the bioremediation of soil contaminated with petroleum hydrocarbons.

Soil bioremediation is influenced, as shown in figure 4, by the type of manure used in soil treatment. In the control sample there is a more reduced percentage of 26.47% with regard to the reduction of the concentration of total petroleum hydrocarbons.

The concentration of total petroleum hydrocarbons, in samples contaminated with 8% diesel fuel and treated with manure, is reduced at the end of the testing period for soil treated with home grown poultry manure by 58.82%, for soil treated with swine manure by 47.06% and for soil treated with cattle manure by 44.11%.

The effect of various types of manure (poultry, bovine, and swine) on bioremediation of soil contaminated with 10% diesel fuel is shown in figure 5.

Aplicarea de amendamente biologice, reprezentate de gunoi de grajd, influențează pozitiv bioremedierea solului poluat cu hidrocarburi petroliere.

Bioremedierea solului este influențată, după cum reiese din fig. 4, de tipul de gunoi de grajd folosit în tratarea solului. În proba martor se înregistrează un procent mai redus de 26,47% în ceea ce privește diminuarea concentrației de total hidrocarburi petroliere.

Concentrația de total hidrocarburi petroliere, în probele contaminate cu 8% motorină și tratate cu gunoi de grajd, se reduce la sfârșitul perioadei de testare în cazul solului tratat cu gunoi provenit de la pasări crescute în sistem gospodăresc cu 58,82%, în cazul solului tratat cu gunoi de suine reducerea fiind de 47,06% iar în cazul solului modificat cu gunoi de bovine fiind de 44,11%.

Efectul diferitelor tipuri de gunoii de grajd (pasări, bovine, suine) asupra bioremedierii solului contaminat cu 10% motorină este prezentat în fig. 5.

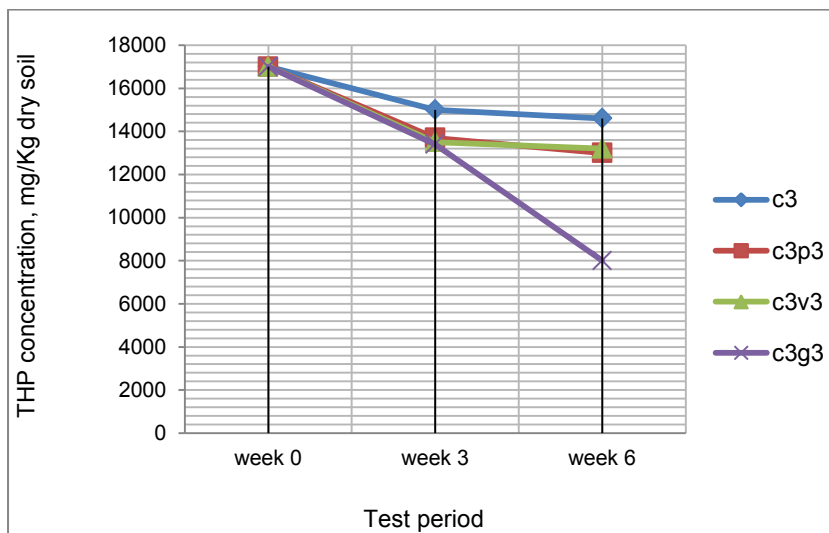


Figure 5. Bioremediation of soil contaminated with 10% diesel fuel.

For soil contaminated with 10% diesel fuel and treated with 80g of manure there is an increase of the degradation rate of petroleum hydrocarbons of up to 52.94% at the end of the testing period for the sample treated with manure from poultry, by 22.35% for soil treated with cattle manure and by 23.52% for soil treated with swine manure. The degradation rate of petroleum hydrocarbons in the control sample (without manure) is 14.11%.

4. Conclusions

Biostimulation is intended to improve the activity of indigenous microorganisms which have the ability to degrade pollutants in the soil; biostimulation consists of adding nutrients to the soil, the enrichment nutrient being manure derived from different species of animals.

Biostimulation is the most mature technology available for bioremediation of soil contaminated with hydrocarbons; using organic fertilizer to degrade petroleum hydrocarbons in the soil could be an ecological method to remedy the ecosystem.

The purpose of this research was to reduce the total petroleum hydrocarbons' concentration by using manure in bioremediation of soil contaminated with diesel fuel, the largest decrease of 66.66% being recorded for soil contaminated with 6% diesel fuel and treated with poultry manure.

In the bioremediation of soil contaminated with diesel fuel and treated with biological amendments, both the type of manure that is used and the degree of contamination of the soil play an important role.

The lowest percentages for bioremediation of soil contaminated with diesel fuel are recorded when using cattle manure, they increase if swine manure is used and they significantly increase if poultry manure is used to treat the soil.

References

- [1] ***, *Manual For Biological Remediation Techniques*, Dessau – 2006, online at: <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3065.pdf>
- [2] Ibekwe V. I., Ubochi K. C., Ezeji E. U., *Effect of organic nutrient on microbial utilization of hydrocarbons on crude oil contaminated soil*, African Journal of Biotechnology, Vol. 5(10), 2006, pp 983-986.
- [3] Micle Valer, Neag Gheorghe, *Procedures and equipment decontamination of soils and groundwater*, U.T. Press, Cluj-Napoca, 2009.
- [4] Micle Valer, *Ecological restoration of degraded areas*, U.T. Press, Cluj-Napoca, 2009.
- [5] ***, Donlon Dana L. and Bauder J. W., *A General Essay on Bioremediation of Contaminated Soil*, online at: <http://waterquality.montana.edu/docs/methane/Donlan.shtml>

În solul contaminat cu 10% motorină și tratat cu 80g gunoi de grajd se înregistrează o creștere a ratei de degradare a hidrocarburilor petroliere de până la 52,94% la sfârșitul perioadei de testare în proba tratată cu gunoi provenit de la pasări, de 22,35% respectiv 23,52% în cazul solului modificat cu gunoi de bovine respectiv suine. Rata de degradare a hidrocarburilor petroliere în proba de control (fără gunoi de grajd) este de 14,11%.

4. Concluzii

Prin biostimularea se urmărește să se îmbunătățească activitatea microorganismelor indigene care au capacitatea de a degrada poluantul din sol, biostimularea constând în adăugarea de nutrienți, nutrientul de îmbogățire putând fi reprezentat de gunoiul de grajd provenit de la diferite specii de animale.

Biostimulare este tehnologia cea mai matură disponibilă pentru bioremedierea solului contaminat cu hidrocarburi, folosirea îngrășământului organic pentru a degrada hidrocarburile petroliere din sol ar putea fi o metoda ecologică de remediere a ecosistemului.

Scopul acestei cercetări a fost de a reduce concentrația de total hidrocarburi petroliere prin utilizarea gunoiului de grajd în bioremedierea solului contaminat cu motorină, cea mai mare diminuare înregistrându-se în cazul solului contaminat cu 6% motorină și tratat cu gunoiul de pasări și anume 66,66%.

În bioremedierea solului contaminat cu motorină și tratat cu amendamente biologice joacă un rol important tipul de gunoi de grajd folosit precum și gradul de contaminare a solului.

Procentele cele mai mici, în ceea ce privește bioremedierea solului contaminat cu motorină, se înregistrează în cazul utilizării îngrășământului provenit de la bovine, cresc în cazul tratării solului cu îngrășământ provenit de la suine și sunt semnificativ crescute în cazul modificării solului cu îngrășământ provenit de la pasări.

- [6] ***, Peter O., *Biological Remediation of Hydrocarbon and Heavy Metals Contaminated Soil*, Soil Contamination, 2011, pp 127-142, online at: <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/19394.pdf>
- [7] P.K. Jain, V.K. Gupta, R.K. Gaur, M. Lowry, D.P. Jaroli and U.K. Ghauhan, *Bioremediation of Petroleum oil Contaminated Soil and Water*, Research Journal of Environmental Toxicology, Vol: 5, No. 1, 2011, pp 1-26.
- [8] Bijay Thapa, Ajay Kumar KC, Anish Ghimire, *A Review on Bioremediation of Petroleum Hydrocarbon Contaminants in Soil*, Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology, Vol. 8, No. 1, 2012, pp 164-170.
- [9] STAS 7184/13-88 – Determinarea pH-ului.

ENVIRONMENTAL IMPACTS OF PRODUCED WATERS FROM METHANE GAS EXTRACTION

IMPACTUL APELOR DE ZĂCĂMÂNT ASUPRA MEDIULUI, ÎN CAZUL EXTRAȚIEI DE GAZ METAN

Maria Claudia OTGON*, Andrei Tudor RUSU

Technical 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: Methane gas extraction processes have as a result an important waste which may pollute the environment. The present paper shows the analyses fulfilled on the produced water resulted from these processes, from several extraction areas. It presents the chemical composition of the produced waters, including proposals regarding the risk reduction of environmental pollution.

Keywords: produced water, waste, water treatment, natural gas extraction, pollution.

Rezumat: Din procesele de extracție a gazului metan rezultă un important deșeu ce poate să polueze mediul. Lucrarea de față prezintă analizele efectuate asupra apelor de zăcământ rezultate din aceste procese, din mai multe zone de extracție. Se prezintă compoziția chimică a acestora și se fac propuneri pentru reducerea riscului de poluare pentru mediu.

Cuvinte cheie: apă zăcământ, deșeu, epurare, extracție gaze naturale, poluare.

1. Introduction

Natural gases are mostly formed by methane (CH₄ – 99.9%), ethane, propane, as well as small quantities of crude oil and varied associated gases. Natural gases also contain H₂, N₂, CO₂ [1] in variable proportions. As a result of the methane gas extraction, two wastes are mainly obtained with a major environmental impact, namely produced water and drilling slurry (named by the experts in the field, detritus contaminated with drilling fluids).

Depending on their physical and chemical characteristics, their aggressiveness toward the air-water-soil ecosystem can be established.

2. Defining produced water

Produced water is, in fact, a salty water which could be considered an aggressive pollutant in the process of methane gas extraction, having, in time, negative consequences upon the environmental factors, soil and water in essence [2].

1. Introducere

Gazele naturale sunt constituite preponderent din metan (CH₄ – 99,9%), etan, propan și mai conțin în cantități mici țiței, precum și diverse gaze asociate. Gazele naturale mai conțin, în proporții variabile H₂, N₂, CO₂ [1]. În urma extracției de gaz metan, rezultă în principal două deșeuri cu impact major asupra mediului și anume, apa de zăcământ și noroaiele de foraj (denumite de specialiștii în domeniu, detritus contaminat cu fluide de foraj).

În funcție de caracteristicile și proprietățile lor fizico – chimice, se poate stabili agresivitatea acestora în timp, asupra ecosistemului aer-apa-sol.

2. Definirea apei de zăcământ

Apa de zăcământ de fapt este o apă sărăță și se poate considera ca fiind un agresiv poluant din cadrul activității de extracție a gazului metan, cu efecte negative în timp asupra factorilor de mediu, în principal sol și apa [2].

Produced water contains:

- Crude oil which forms a superficial pellicle, or even emulsion;
- Organic matters: Calcium bicarbonate $\text{Ca}(\text{HCO}_3)$, magnesium bicarbonate $\text{Mg}(\text{HCO}_3)$, iron bicarbonate $\text{Fe}(\text{HCO}_3)$, sodium bicarbonate $\text{Na}(\text{HCO}_3)$; Calcium sulfates CaSO_4 , magnesium sulfates MgSO_4 , sodium sulfates Na_2SO_4 ; Calcium chloride CaCl_2 , magnesium chloride MgCl_2 , sodium chloride NaCl_2 ;
- Soluble silicates;
- Colloidal inorganic substances $\text{Fe}(\text{OH})_2$, care la $\text{pH}>8$, they can be found in water as colloidal particles and in ferric hydroxide $\text{Fe}(\text{OH})_3$, which for $\text{pH}>6$ exists only under colloidal and suspension form;
- Colloidal organic substances resulted from humic substances found in water, due to their washing away from the soil;
- Dissolved gases: CO_2 , O_2 , H_2S , N_2 , NH_3 , or even gases in some cases.

3. Environmental impact of produced waters

The immediate consequences of the pollution with produced waters are different depending on the composition and the quantity of the water, but generally the effects are [3]:

- the microstructure and the macrostructure state of the soil is destroyed;
- the clay-humic complex is modified;
- porosity and pores percentage having large dimensions is reduced;
- air capacity strongly decreases, CO_2 concentration increases;
- water permeability decreases;
- the dry matter consistency and summer humidity increases heavily;
- plants cannot supply with water anymore;
- soaking and inflation processes occur.

Soil pollution with produced waters and especially the lack of bioremediation intervention, leads to soil degradation through secondary salinization an even alkalizing. Soil salinization caused by salty water reduces approximately twice the biodegradation process of the hydrocarbons from the mixed polluted soils.

In case of produced waters pollution, the biodegradation stages imply a series of mechanical works, as well as the implementation of corrective and amendments and fertilization.

The specific feature of the natural gases extraction lies in the impossibility to separate the two pollutant agents, namely the crude oil and the

Apa de zăcământ conține:

- Țiței ce formeaza o peliculă superficială, sau chiar emulsie;
- Substanțe organice: Bicarbonați de calciu $\text{Ca}(\text{HCO}_3)$, de magneziu $\text{Mg}(\text{HCO}_3)$, de fier $\text{Fe}(\text{HCO}_3)$, de sodiu $\text{Na}(\text{HCO}_3)$; Sulfați de calciu CaSO_4 , de magneziu MgSO_4 , de sodiu Na_2SO_4 ; Clorură de calciu CaCl_2 , de magneziu MgCl_2 , de sodiu NaCl_2 ;
- Silicați solubili;
- Substanțe coloidale anorganice $\text{Fe}(\text{OH})_2$, care la $\text{pH}>8$, se gasesc în apă sub formă de particule coloidale și din hidroxidul feric $\text{Fe}(\text{OH})_3$, care pentru un $\text{pH}>6$ există numai sub formă coloidală și în suspensie;
- Substanțe coloidale organice provenite din substanțe humice prezente în apă, datorită spălării acestora din sol;
- Gaze dizolvate: CO_2 , O_2 , H_2S , N_2 , NH_3 , sau chiar gaze în anumite cazuri.

3. Efectul asupra mediului a apelor de zăcământ

Consecințe imediate ale poluării cu ape de zăcământ, sunt diferite funcție de compoziția și cantitatea de apă, dar în general efectele sunt următoarele [3]:

- se distruge starea de micro si macro structură a solului;
- complexul argilo - humic se modifică;
- scade porozitatea și procentul porilor cu dimensiuni mari din sol;
- scade puternic capacitatea pentru aer, crește concentrația de CO_2 ;
- scade permeabilitatea pentru apă;
- crește foarte puternic consistența la uscat și la umiditate estivală;
- plantele nu se mai pot aproviziona cu apă;
- au loc procese de îmbibare cu apă și umflare.

Poluarea solurilor cu apă de zăcământ și mai ales lipsa intervenției pentru bioremediere, conduce la degradarea solurilor prin salinizare secundară și chiar la alcalinizare. Salinizarea solurilor cauzată de apa sărată reduce de circa 2 ori activitatea de biodegradare a hidrocarburilor din solurile poluate mixt.

Etapile biodegradării în cazul poluării cu apă de zăcământ, implică o serie de lucrări mecanice, precum și aplicarea de amendamente corective și pentru fertilizare.

Specificul activității de extracție a gazelor naturale este faptul că nu pot separa cei doi agenți poluanți și anume țițeiul și apa sărată [4].

salty water [4]. These two agents always coexist, but the extent of damage produced by one of them may be more significant than the other's, a fact which can be established only through field analysis and empirical results.

Each pollution case is distinctive, depending on pedogenetical factors – climate, terrain, substrate, lithology, the frequency of groundwater and static water – and depending on the classification of the field – arable, forest etc. [7]

In order to assess the level of pollution, the drawing and analysis of samples from the area is required.

The results of this analysis can indicate on the severity of soil degradation, as well as possible remediation methods.

As presented in the analysis bulletins, there are major differences regarding the chemical composition of produced water with wide margins, depending on the characteristics of the exploitation area and the extraction technology.

The following table presents the result of a produced water analysis from the Valea Seacă exploitation area. The samples were taken in March, 2013. The salinity of the sample was 30.36 g/l NaCl and the density was 1.022 g/cm³.

Întotdeauna, aceștia coexistă dar gradul de afectare al mediului de către unul dintre ei poate fi mai pregnant decât al celuilalt, ceea ce nu se poate stabili decât prin analiza documentară de teren și pe baza rezultatelor analizelor.

Fiecare caz de poluare are specificul său, în funcție de factorii pedogenetici - clima, relief, substrat, litologie, frecvența apei freactice și a apei stagnate - și în funcție de categoria de încadrare a terenului - arabil, silvic etc. [7]

Pentru a se putea aprecia nivel de poluare, este necesar să se preleveze din zonă probe, care apoi sunt analizate.

Rezultatele acestor determinări ne pot da indicii asupra gravității procesului de degradare al solului, precum și a măsurilor posibile de remediere a solului.

După cum veți vedea din buletinele de analiză, există diferențe majore în ceea ce privește compoziția chimică a apei de zăcământ în limite destul de largi, în funcție de specificul zonei de exploatare și a respectării tehnologiei de extracție.

În tabelul de mai jos, este prezentat rezultatul unei analize asupra unei probe de apă de zăcământ, din zona de extracție Valea Seacă. Probele au fost prelevate în luna martie 2013. Salinitatea probei a fost de 30,36 g/l de NaCl și densitatea 1,022 g/cm³.

Table 1.
Analysis results of produced water from the Valea Seacă area

No.	Parameter	Value	M.U.	Method of analysis
1.	pH/temp	5.1 / 21.5	Units [pH/ ⁰ C]	SR ISO 10523-2009
2.	Chlorides	18425.27	mg/l	SR ISO 9297/2001
3.	Calcium	1163.82	mg/l	SR ISO 6058-2008
4.	Magnesium	165.8	mg/l	SR ISO 6059-2008
5.	Iron(Fe ³⁺)	185.57	mg/l	Internal method
6.	Organic compounds	633.75	mgKMnO ₄ /l	STAS 9887-74
7.	Total alkalinity	854	mgHCO ₃ /l	SR EN ISO 9963/1-2002
8.	Sulfates	40.4	Mg/l	STAS 8601-70
9.	Filtered residue	30.53	g/l	STAS 9187/1984
10.	Suspended solids	3663	Mg/l	STAS 6953-1981

As mentioned above, there are noticeable differences between produced waters. Consequently, an association cannot be accomplished for achieving a study on a single type of produced water. For example, table 2 presents the analysis result of produced water sample from the Huruiești exploitation area. The measured salinity was 48.44 g/l, and the density was 0.983 g/cm³. The samples were taken in March, 2013.

Așa cum am mai precizat, există diferențe destul de mari între diverse ape de zăcământ, astfel că nu putem să le asociem în vederea realizării unui studiu pe un singur tip de apă de zăcământ. Spre exemplu, în tabelul 2 este prezentat rezultatul unei analize pe o probă de apă de zăcământ din zona de exploatare Huruiești. Salinitatea măsurată a fost de 48,44 g/l, iar densitatea 0,983 g/cm³. Probele au fost prelevate în luna martie a anului 2013.

Table 2.
Analysis results of produced water from the Huruiești area.

No.	Parameter	Value	M.U.	Method of analysis
1.	pH/temp	6,1/21	Units [pH/ ⁰ C]	SR ISO 10523-2009
2.	Chlorides	29394,78	mg/l	SR ISO 9297/2001
3.	Calcium	748,89	mg/l	SR ISO 6058-2008
4.	Magnesium	282,48	mg/l	SR ISO 6059-2008
5.	Iron(Fe ³⁺)	5,58	mg/l	Internal method
6.	Organic compounds	1330,82	mgKMnO ₄ /l	STAS 9887-74
7.	Total alkalinity	1342	mgHCO _{3/l}	SR EN ISO 9963/1-2002
8.	Sulfates	34,2	mg/l	STAS 8601-70
9.	Filtered residue	50,43	g/l	STAS 9187/1984
10.	Suspended solids	**	mg/l	STAS 6953-1981

There are special cases in which the salt concentration is extremely high, as for example the produced water from the Tazlău area, where the salinity is 287.77 g/l NaCl and the density is 1.180 g/cm³. The samples were taken in March, 2013.

Există și cazuri deosebite în care concentrația de sare este extreme de mare, ca de exemplu apa de zăcământ din zona Tazlău, unde salinitatea este de 287,77 g/l NaCl și densitatea 1,180 g/cm³. Măsurătorile s-au efectuat tot în luna martie anul 2013.

Table 3.
Analysis results of produced water from the Tazlău area.

No.	Parameter	Value	M.U.	Method of analysis
1.	pH/temp	6.5 / 23.7	Units [pH/ ⁰ C]	SR ISO 10523-2009
2.	Chlorides	174631.08	mg/l	SR ISO 9297/2001
3.	Calcium	21454.82	mg/l	SR ISO 6058-2008
4.	Magnesium	6386.43	mg/l	SR ISO 6059-2008
5.	Iron(Fe ³⁺)	58.6	mg/l	Internal method
6.	Organic compounds	755.7	mgKMnO ₄ /l	STAS 9887-74
7.	Total alkalinity	488	mgHCO _{3/l}	SR EN ISO 9963/1-2002
8.	Sulfates	157.2	Mg/l	STAS 8601-70
9.	Filtered residue	291.26	g/l	STAS 9187/1984
10.	Suspended solids	2420	Mg/l	STAS 6953-1981

4. Methods for reducing pollution risk

As can be seen through the performed analyses, these produced waters are polluted and therefore certain methods for reducing environmental pollution risk are required. One of the possible methods is the treatment of these waters on site, on the installations [5]. Through treatment processes the level of pollutants in produced waters is greatly reduced. Thus, table 4 presents the result of the treatment process. There is a decrease of salinity to the value of 1.5 g/l NaCl. The samples of produced water were taken in the Homocea exploitation area in February, 2013.

4. Măsurile de reducere a riscului de poluare

Așa cum se poate vedea din analizele efectuate, aceste ape de zăcământ sunt poluate și de aceea se impun anumite măsuri pentru reducerea riscului de poluare a mediului. Una din metodele posibile este epurarea acestor ape în situ, pe instalații [5]. Prin procesele de epurare, se reduce mult nivelul poluanților din apele de zăcământ. Astfel, în tabelul 4 se prezintă rezultatul procesului de epurare. Se constată o scădere a salinității până la valoarea de 1,5 g/l NaCl. Prelevarea probei de apă de zăcământ s-a efectuat în zona de exploatare Homocea. în luna februarie 2013.

Table 4.

Analysis result of treated produced water.

No.	Parameter	Value	M.U.	Method of analysis
1.	pH/temp	6.8 / 21	Units [pH/ ⁰ C]	SR ISO 10523-2009
2.	Chlorides	912.66	mg/l	SR ISO 9297/2001
3.	Calcium	56.67	mg/l	SR ISO 6058-2008
4.	Magnesium	24.56	mg/l	SR ISO 6059-2008
5.	Iron(Fe ³⁺)	8.37	mg/l	Internal method
6.	Organic compounds	1318.68	mgKMnO ₄ /l	STAS 9887-74
7.	Total alkalinity	68.32	mgHCO ₃ /l	SR EN ISO 9963/1-2002
8.	Sulfates	49	mg/l	STAS 8601-70
9.	Filtered residue	1836	mg/l	STAS 9187/1984
10.	Suspended solids	27	mg/l	STAS 6953-1981

5. Conclusion

The drilling wastes' composition depends on each drill's requirement, as well as the traversed geological formations. The drilling fluids based on water, have three aquatic components: fresh water, salty water, hard water or soft water, depending on the area [6].

Together with water, reactive solids are utilised, such as commercial clays, incorporated hydrated clays, suspended marls, as well as inert solids: suspended solids, chemically inactive (limestone, dolomite, sand or barite).

In order to eliminate the risk of environmental pollution, the solid-liquid separation and produced water treatment are required.

5. Concluzii

Compoziția deșeurilor de foraj depinde de cerința fiecărui foraj în parte, dar și de formațiunile geologice traversate. Fluidele de foraj pe bază de apă, au trei componente în faza apoasă: apa dulce, apa sărată, apa dură sau cu duritate redusă, în funcție de locație [6].

Alături de apă, se utilizează solide reactive, cum ar fi argile comerciale, argile hidratate încorporate, marne în suspensie în faza lichidă, precum și solide inerte: solide în suspensie, inactive din punct de vedere chimic (calcar, dolomit, nisip sau barită).

Pentru a nu exista riscul de poluare a mediului, se impune tratarea acestora în vederea separării fazei lichide de cea solidă și apoi epurare apei de zăcământ.

6. Acknowledgements

This paper was performed with the support of S.N.G.N. Romgaz S.A. Mediaș.

3. 6. Mulțumiri

Această lucrare a fost realizată cu ajutorul S.N.G.N. Romgaz S.A. Mediaș.

References

- [1] Ana, I., *Drilling fluids and cements* [Fluide de foraj și cimenturi], I.C.P.P.G., Câmpina, 1986.
- [2] Giurgiu, Gh., *Driller's book extract* [Cartea sonderului de extracție], Editura Tehnică, București, 1984.
- [3] Ștefănescu D., *The practice of extracting natural gas* [Practica extracției gazelor naturale], vol.II, Editura Universității Lucian Blaga, 1998.
- [4] Gavrilescu E., *Sources of pollution and pollutants of the environment agents* [Surse de poluare și agenți poluanți ai mediului], Editura Sitech, 2007.
- [5] Ștefănescu I., Varvara I., *The impact of exploration and mining drilling for natural gas on the environment in the basin of Transylvania* [Impactul forajelor de explorare și exploatare pentru gaz metan asupra mediului, în Bazinul Transilvaniei], Revista minelor, 1998.

- [6] ***, *National gas magazine* [Revista națională de gaze natural], nr.2., octombrie, 2012- Impact of water leachant on the environment [Impactul apei de zăcământ asupra mediului]
- [7] ***, www.labsmn.pub.ro/projects/media/cd/5/4/.htm online accesed in 28.05.2013.

CONSIDERATION OF ENERGY CONSUMER BEHAVIOR

CONSIDERAȚII PRIVIND COMPORTAMENTUL CONSUMATORULUI DE ENERGIE

Cristina ȚĂREAN

Technical 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: *Developing and updating the national energy strategy involves determining the energy demand in the medium and long term period. For the best possible forecast of the evolution of energy consumption in the future, to determine the influence of factors is essential. The paper presents the general influences on energy demand, analyze consumption patterns of energy (gas and electricity) for households and highlight the influence of temperature.*

Keywords: *energy, behavior, consumption, electricity, natural gas.*

Rezumat: *Dezvoltarea și actualizarea strategiei energetice naționale implică determinarea cererii de energie pe termen mediu și lung. Pentru o prognoză cât mai bună a evoluției consumului de energie în viitor, determinarea factorilor de influență este esențială. Lucrarea își propune prezentarea generală a influențelor asupra cererii de energie, analiza tiparelor de consum de energie (gaze naturale și electricitate) pentru consumatorii casnici și evidențierea influenței temperaturii.*

Cuvinte cheie: *energie, comportament, consum, electricitate, gaze naturale.*

1. Introduction

A number of issues require global attention now and in the future. Some challenges were successfully addressed, some are still under discussion: what, how and when. Make decisions involving the whole planet is not an easy task and finding solutions is still in progress. The biggest challenge in the world are [1]:

- Population growth, not because of the space occupied but the necessary resources are shrinking as food and drinking water.
- Evolution of the developing countries to an increasingly higher standard of living and therefore to an increasing energy demand.
- Climate change. The climate is permanently changing but the dramatic part is rapidly evolving in last few years.
- Increased importance of electricity. Without electricity there is no lighting, heating, food and water, communications, music, movies, etc. Practically nothing that we used to have to work and leisure, given that almost all technological developments are based on energy.

1. Introducere

O serie de probleme solicită atenția globală acum și în viitor. Unele provocări au fost abordate cu succes, unele sunt încă în discuție: ce, cum și când. A lua decizii cu implicare asupra întregii planete nu este o sarcină ușoară iar căutarea de soluții este încă în curs de desfășurare. Printre cele mai mari provocări la nivel mondial sunt [1]:

- Creșterea populației, nu datorită spațiului ocupat ci a resurselor necesare care sunt în scădere precum hrana și apa potabilă.
- Evoluția țărilor în curs de dezvoltare spre un nivel de trai tot mai ridicat și ca urmare spre o cerere de energie tot mai mare.
- Schimbările climatice. Clima este într-o permanentă schimbare însă dramatică este evoluția rapidă din ultimii ani.
- Creșterea importanței electricității. Fără electricitate nu există iluminat, încălzire, hrană și apă, comunicații, muzică, filme, etc., practic, nimic din ceea ce suntem obișnuiți să avem la muncă și în timpul liber, dat fiind că aproape toate dezvoltările tehnologice se bazează pe energie.

*Corresponding author / Autor de corespondență:

Phone: 0753089531;

e-mail: cristinataorean@yahoo.com

- Energy efficiency. Increased energy production in accordance with the exponential growth in energy demand is almost impossible given the technological limitations and economic resources. Therefore, it is necessary that the energy to be used more efficiently in the modern world.

Developing national strategies for various economic sectors involved correlating energy strategy, energy efficiency and sustainable development. To develop an energy strategy for the medium and long term is necessary to determine the evolution of energy consumption. The paper aims to highlight the factors that influence energy consumption in Romania.

2. Energy demand

From country to country, demand for energy has different patterns both at daily, weekly and seasonal. Differences between countries make difficult to define some general conclusions and recommendations for optimal weighting method of production and demand of electricity and renewable energy integration.

Electricity demand is in a continuous change depending on time of day, day of week, season. After midnight, the demand is at a minimum due to the reduction of human activity. In the morning, when people wakes up, switches devices, transport begins, open offices, stores and businesses increase energy demand. In countries with warm climates, air conditioners are large consumers of electricity. In these countries, the demand for electricity is higher in the afternoon, when solar radiation peak.

Understanding patterns of household consumption involves understanding human behavior. Consumption patterns in Europe differ greatly from those of 50 years ago. The most important factors determining consumption are growing earnings, economic globalization, leaps in technological progress (such as the Internet and mobile phones), decreased family members, aging, and habitats and cultures [2].

Houses become more energy efficient, but are built higher houses for fewer people, and heating energy consumption decreases only slightly. Sustainable consumption is the key action plan regarding sustainable development called Agenda 21 adopted by the United Nations Conference on Environment and Development (CNUMD) in Rio de Janeiro in 1992. The purpose of the United Nations Conference on Sustainable Development (Rio +20) from 2012 is to reach

- Eficiență energetică. Creșterea producției de energie în conformitate cu creșterea exponențială a cererii de energie este aproape imposibilă având limitări tehnologice, economice și de resurse. Ca urmare, este necesar ca energia să fie folosită cu mai multă eficiență într-o lume modernă.

Dezvoltarea strategiilor naționale pentru diverse ramuri economice implică corelarea cu strategia energetică, eficiența energetică și dezvoltarea durabilă. Pentru a dezvolta o strategie energetică pe termen mediu și lung este necesar a putea determina evoluția consumului de energie. Lucrarea își propune a sublinia factorii de influență în consumul de energie din România.

2. Cererea de energie

De la o țară la alta, cererea de energie are tipare diferite atât la nivel de zi, săptămână cât și sezonal. Diferențele între țări fac dificilă definirea unor concluzii și recomandări generale pentru o metodă optimă în ponderarea dintre producție și cerere de electricitate și integrarea resurselor regenerabile de energie.

Cererea de energie electrică variază continuu în funcție de momentul zilei, ziua săptămânii. După miezul nopții, cererea este minim datorat reducerii activității omului. Dimineața, când omul se trezește, comută pe aparate, pornește transportul, se deschid birourile și magazinele iar întreprinderile cresc cererea de energie. În țările cu climă caldă, aparatele de aer condiționat sunt mari consumatoare de electricitate. În aceste țări, cererea de electricitate este mai mare după-masa, când radiația solară atinge maximum.

Înțelegerea tiparelor de consum casnic presupune înțelegerea comportamentului uman. Tiparele de consum în Europa diferă foarte mult de cele de acum 50 de ani. Cei mai importanți factori care determină consumul sunt veniturile crescânde, globalizarea economică, salturile în progresul tehnologic (cum ar fi Internetul și telefoanele mobile), scăderea numărului de membri ai familiilor, îmbătrânirea populației, și habitatele și culturile [2].

Casele devin mai eficiente din punct de vedere energetic, dar se construiesc locuințe mai mari pentru mai puține persoane, iar consumul de energie pentru încălzire scade doar foarte puțin. Consumul sustenabil este cheia planului de acțiune privitor la dezvoltarea durabilă, intitulat Agenda 21, adoptat de Conferința Națiunilor Unite pentru Mediu și Dezvoltare (CNUMD) la Rio de Janeiro în 1992. Scopul Conferinței Națiunilor Unite privind Dezvoltarea Durabilă (Rio+20) din 2012 este să se

agreement on a global framework of programs on sustainable consumption and production.

General factors affecting the energy demand requires a detailed analysis of the impact generated, the evolution over time and to determine the factor of influence for the development and improvement of procedures and software to forecast energy consumption.

To forecast energy consumption is useful to analyze influencing factors such as:

- Weather conditions: temperature, wind speed, humidity, degree of illumination;
- Economic factors: the price, the timing of liberalization of the energy market in Romania, the unemployment rate, the GDP, the economic power of cities.
- Evolution of the number of customers broken down by consumption categories;
- Influence of holidays, day of the week;
- Political factors: unpredictable legislative changes.

Temperature factor has the most influence on resident consumers, according to the National Institute of Statistics [3], represents the largest share of 36% of total final energy consumption in the year 2012.

These factors are guidelines for energy consumption being necessary to identify the particularities of the natural gas consumption respectively of electricity consumption.

3. Consumption behavior

According to the European Environment Agency [4], households of one person consumes on average 38% more products, with 42% more packing and with 55% more energy per person than households of four people. Household energy consumption represents 25% of total emissions of greenhouse gases associated with energy production in the European Union.

In Romania, energy (both gas and electricity) is influenced by the temperature. Temperature influence on consumer behavior is observed during winter in natural gas consumption required for heating, figure 1. Consumption increases for the period from November to March, a period when, depending on the daily temperature, consumption fluctuates. In general, there was an influence on consumption of temperature from day n in day $n+1$, one of the reasons being the thermal inertia of buildings, thermal insulation.

ajungă la un acord cu privire la un cadrul global de programe privind consumul și producția sustenabilă.

Factorii generali cu impact în cererea de energie necesită o analiză detaliată a impactului generat, a evoluției în timp și determinarea coeficientului de influență pentru dezvoltarea și perfecționarea procedurilor și softurilor de prognoză a consumului de energie.

Pentru prognoza consumului de energie este util să se analizeze factori de influență precum:

- Factori meteorologici: temperatura, viteza vântului, umiditate, gradul de iluminare;
- Factori economici: evoluția prețului, calendarul de liberalizare a pieței de energie în România, rata șomajului, evoluția PIB, puterea economică pe localități.
- Evoluția numărului de consumatori defalcat pe categorii de consum;
- Influența zilelor libere (sărbători legale), a zilei săptămânii.
- Factori politici: schimbări legislative imprevizibile;

Factorul temperatură are influența cea mai mare asupra consumatorilor rezidențiali care, conform Institutului Național de Statistică [3], reprezintă ponderea cea mai mare, de 36%, din total consum final energetic la nivelul anului 2012.

Acești factori sunt orientativi, pentru consumul de energie fiind necesar a identifica particularitățile din consumul de gaze naturale respectiv din consumul de electricitate.

3. Comportament de consum

Conform Agenției Europene de Mediu [4], gospodăriile formate dintr-o singură persoană consumă, în medie, cu 38% mai multe produse, cu 42% mai multe ambalaje și cu 55% mai multă energie electrică de persoană decât gospodăriile formate din patru persoane. Consumul de energie la nivelul gospodăriilor reprezintă în total 25% din emisiile de gaze cu efect de seră asociate producției de energie în Uniunea Europeană.

În România, consumul de energie (atât de gaze naturale cât și de electricitate) este influențat de temperatură. Influența temperaturii asupra comportamentului de consum în sezonul rece se observă în consumul de gaze naturale necesar pentru încălzire, figura 1. Consumul crește pentru perioada noiembrie - martie, perioadă când, în funcție de temperatura zilnică, consumul fluctuează. În general, s-a observat o influență a temperaturii zilei n asupra consumului în ziua $n+1$, una din cauze fiind inerția termică a clădirilor, izolațiile termice.

Natural gas consumption curve shows a cyclical component and seasonality

Curba de consumul de gaze naturale prezintă o componentă de ciclicitate și de sezonalitate.

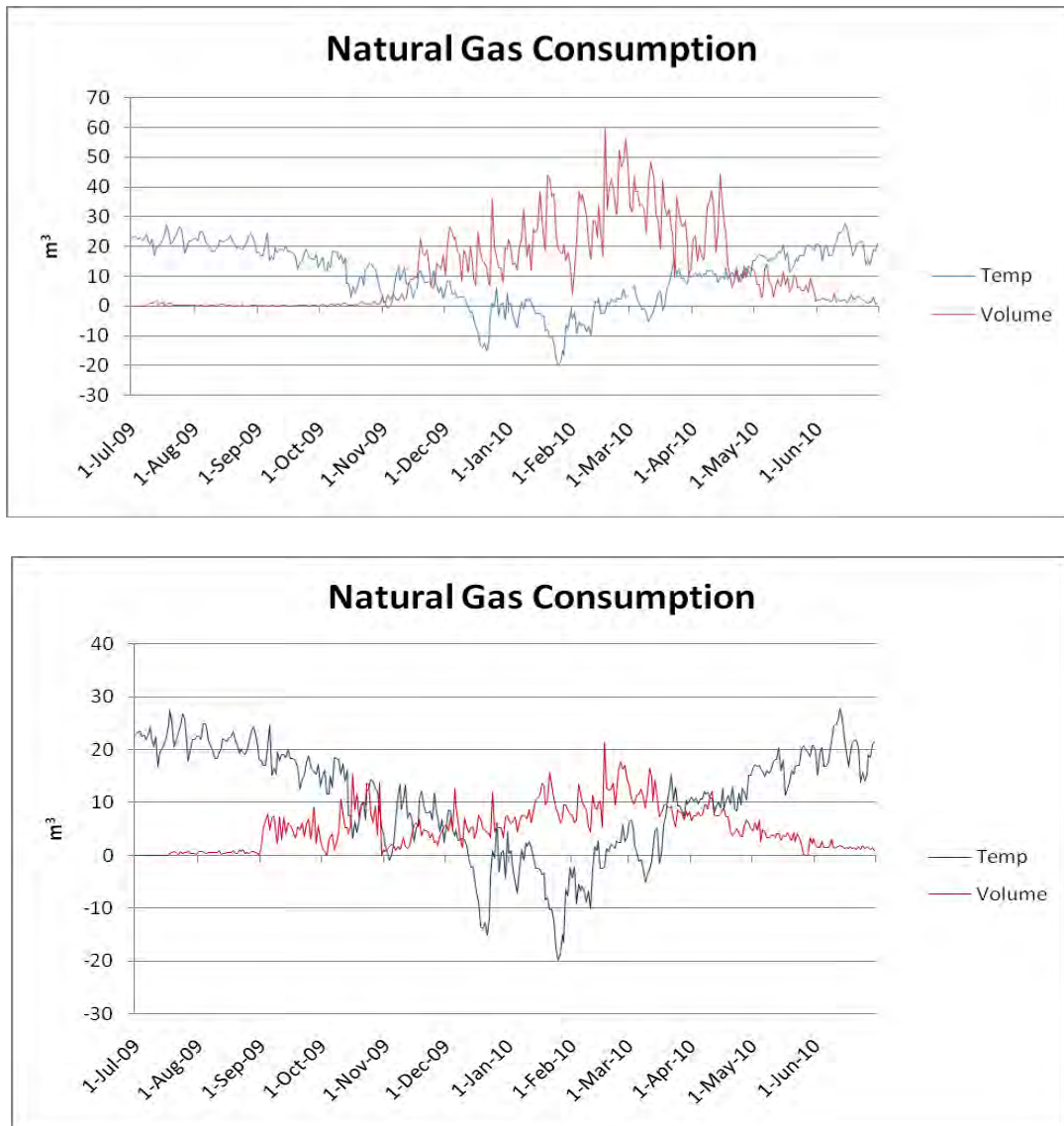


Figura 1. Temperature influence on household natural gas consumption.

In hot season is expected to decrease power consumption as the length of days increase continuous and the nights falls properly, but due to high temperature, this does not happen. Influence of temperature on electricity consumption can be seen in the summer when consumption does not decrease very much influenced by the use of air conditioners and more, figure 2.

In household lighting represents about 20% of the electricity bill, this high percentage is due to the use of energy inefficient light bulbs.

The refrigerator and freezer are the largest consumers of electricity in households, approximately 35 – 40% of the electricity bill [5].

În sezonul cald este de așteptat o scădere a consumului de electricitate dat fiind că durata zilelor crește continuu, iar cea a nopților scade în mod corespunzător, însă, datorită temperaturii ridicate, acest fapt nu se întâmplă. Influența temperaturii asupra consumului de electricitate se poate observa în sezonul cald când consumul nu scade foarte mult fiind influențat de utilizarea aparatelor de aer condiționat și nu numai, figura 2.

Într-o gospodărie iluminatul reprezintă circa 20% din factura de energie electrică, acest procent mare datorându-se utilizării becurilor ineficiente energetic.

Frigiderul și congelatorul sunt cei mai importanți consumatori de energie electrică din gospodărie, aproximativ 35 – 40% din factura de energie electrică [5].

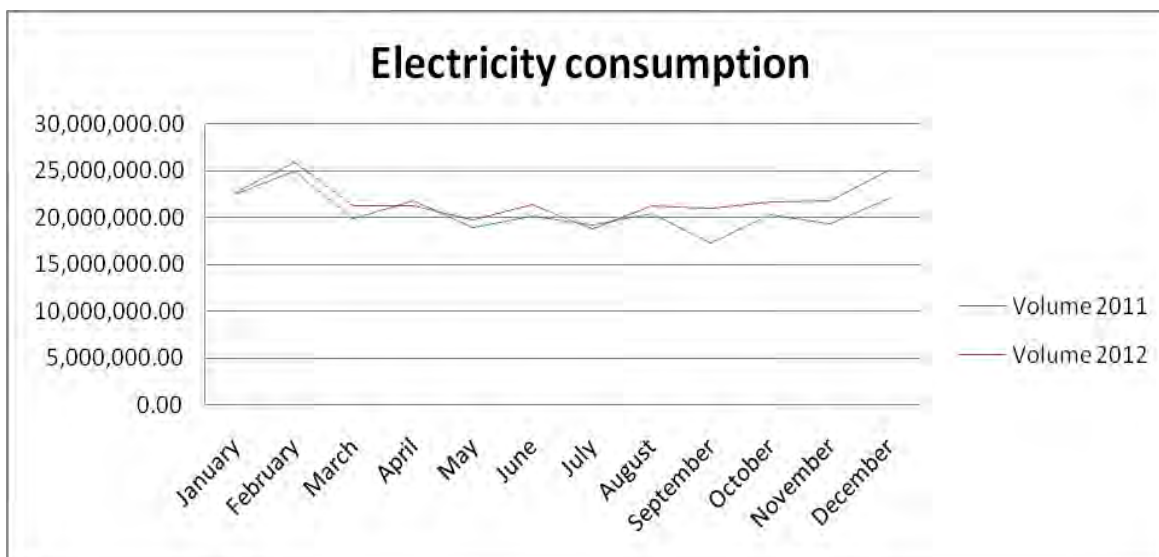


Figura 2. Household electricity consumption evolution.

4. Conclusions

Globally, the expected growth in electricity demand is a challenge for humanity, especially for the energy sector. An ideal solution for a sustainable energy supply and reliable in a country may be unsuitable in another, depending on local climate and natural resources. Selection and promotion of optimal energy production portfolio to meet demand is a difficult task for specialists and decision makers in each country. Must be balanced technical, economic, environmental and social aspects.

Consumer awareness and information generated by smart meters [6, 7] can change consumer behavior. Consumer information on the periods of lower prices and consumer orientation for certain energy activities to those times of the day would promote better dynamic energy system.

These data together with effective forecasting and planning of energy supply and demand related to weather data for intermittent energy production forecasting would encourage taking uncertain resources, renewable energy.

4. Concluzii

La nivel global, creșterea așteptată a cererii de electricitate este o provocare pentru omenire, în special pentru sectorul energetic. O soluție ideală pentru o alimentare cu energie durabilă și de încredere într-o țară poate fi nepotrivită în alta, în funcție de clima locală și resursele naturale. Alegerea și promovarea portofoliului optim de producere a energiei pentru a răspunde cererii este o sarcină dificilă a specialiștilor și a factorilor de decizie din fiecare țară. Trebuie să fie echilibrat aspectele tehnice, economice, de mediu și sociale.

Conștientizarea consumatorilor și informațiile obținute prin contoarele smart [6, 7] pot schimba comportamentul consumatorilor. Informarea consumatorului asupra perioadelor cu prețuri mai mici și orientarea consumatorului pentru anumite activități consumatoare de energie către acele perioade ale zilei ar favoriza o dinamică mai bună a sistemului energetic.

Aceste date împreună cu instrumente eficiente de prognozare și planificare a cererii și ofertei de energie corelate cu datele meteorologice pentru prognozarea producției de energie intermitentă ar favoriza preluarea resurselor incerte, energie regenerabilă.

References

- [1] Klimstra J., Hotakainen M., *Smart Power Generation, The Future Of Electricity Production*, Avain Publishers, 2011, Helsinki.
- [2] ***, Agenția Europeană de Mediu, <http://www.eea.europa.eu/ro/themes/households/intro> (accessed in 20 December 2013)
- [3] ***, Institutul Național de Statistică, Anuarul Statistic al României 2013, pp 522.

- [4] ***, Agenția Europeană de Mediu, On line at: <http://www.eea.europa.eu/soer/europe/consumption-and-environment/date-principale/consumul-gospodariilor-date-principal-2> (accessed in 20 December 2013)
- [5] ***, www.smartergridsolutions.com (accessed in 20 December 2013)
- [6] Birol F., *Outlook for European Gas Demand*, Supply and Investment to 2030, International Energy Agency (IEA), 2003
- [7] ***, SUSPLAN, Development of regional and Pan-European guidelines for more efficient integration of renewable energy into future infrastructure, 2011.

STUDIES AND RESEARCH ON THE TECHNOLOGIES AND MATERIALS USED FOR HEAT RECOVERY FROM MUNICIPAL WASTEWATER

PhD thesis summary

STUDII ȘI CERCETĂRI PRIVIND TEHNOLOGIA ȘI MATERIALELE UTILIZATE LA RECUPERAREA CĂLDURII DIN APELE UZATE ORĂȘENEȘTI

Rezumat teză de doctorat

Timea GABOR

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

Energy, water and food shortages are major problems facing humanity in this century, being important to focus the concerns on these three aspects for sustainable development. For this reason the subject studied in this thesis is focused on water and energy.

The increasing of water consumption in industry and domestic production involves a growing quantity of wastewater. Rather high temperature is an important feature of these waters. The temperature contained by those waters is lost by drainage lines, sewer pipes and treatment plants. In these conditions, wastewater could be considered a useful element that is needed by some industries but it also may represent a potential energy resource.

The reduction of energy consumption or the heat recovery from different sources is an increasingly important activity both at EU level and in Romania. Facilities commonly used for heat recovery are heat exchangers, and of these most common are heat pipe heat recuperators.

Starting from these premises, it was considered appropriate to approach a research on the heat recovery using heat pipe municipal wastewater. The PhD. Thesis titled is „*Studies and research on the technologies and materials used for heat recovery from municipal wastewater*” the research on which the PhD. Thesis is based on

Energia, apa și alimentația reprezintă problemele majore cu care se confruntă omenirea în acest secol, astfel pentru o dezvoltare durabilă este important ca preocupările să se concentreze asupra acestor trei aspecte. Din acest considerent tema studiată este axată pe apă și energia.

Creșterea tot mai mare a consumului de apă la nivel industrial și casnic implică producerea într-o cantitate tot mai mare a apelor uzate. O caracteristică importantă a acestor ape este faptul că au o temperatură destul de ridicată care se pierde pe liniile de drenaj, conductele de canalizare sau la stațiile de epurare. Astfel apa uzată poate constitui elemente utile necesare anumitor industrii dar poate reprezenta și o resursă potențială de energie.

Reducerea consumului de energie sau recuperarea căldurii de la diferite surse reprezintă o activitate tot mai importantă atât la nivelul UE cât și al României. Instalațiile frecvent utilizate în scopul recuperării sunt schimbătoarele de căldură, iar dintre acestea mai utilizate sunt recuperatoarele de căldură cu tuburi termice.

Pornind de la aceste premize, s-a considerat oportun abordarea unei cercetări privind procesul de recuperare a căldurii din apele uzate orășenești utilizând tuburi termice. Cercetarea a stat la baza elaborării tezei de doctorat cu titlul „*Studii și cercetări privind tehnologia și materialele utilizate la recuperarea căldurii din apele uzate orășenești*” și a i

was conducted at the Department of Environmental Engineering Faculty of Engineering and the Environment.

Developed thesis falls in Materials Engineering Domain by its objectives and the research on the effectiveness of the heat pipes on recovery process of heat contained in wastewater.

The heat recovery from wastewater entails a number of advantages such as: possibility for preparation of hot water, heating buildings, reducing the consumption of conventional energy resources and not least the reduction of environmental pollution.

PhD. Thesis actuality and importance

The literature provides many data on the types of heat exchangers used for this process, data on applied technology. Although in many countries heat recovery systems of urban wastewater are implemented, nowadays in our country this process is not applied. Under the circumstances of environmental issues, research on the use of secondary energy resources is of great interest, being a concern in the context of sustainable development.

The appropriateness and the actuality of the PhD.Thesis are fully justified for the following reasons:

- Energy recovery of reusable energy resources has become an important topic in Romania;
- The European Parliament has set a binding target on the "Europe 2020" strategy, to reduce energy consumption by 20% till 2020. Thermal energy recovery from municipal wastewater represents a level of intervention for this purpose;
- To develop a sustainable energy system, efficient, diversified and competitive, materials and financial instruments are necessary to be consolidated. They are devoted to research and technological innovation in energy efficiency, development of secondary energy sources, and not least, waste treatment and recycling of wastes resulted from household and industrial environments.;
- The use of municipal and industrial wastewater could be the future sustainable energy resources;
- Treatment and study of heat pipe heat recuperators, is a research topic of great interest in the use wastewater as a heat source.

fost realizată la Catedra Ingineria Mediului din cadrul Facultății de Ingineria Materialelor și a Mediului.

Teza elaborată se încadrează în domeniul Ingineria Materialelor prin obiectivele propuse și cercetările efectuate privind eficiența tuburilor termice în procesul de recuperare a energiei termice conținute de apele uzate orășenești.

Recuperarea căldurii din apele uzate atrage după sine o serie de avantaje ca: posibilitatea de preparare al apei calde menajere, încălzirea clădirilor, reducerea consumului de resurse energetice convenționale și nu în ultimul rând reducerea poluării mediului înconjurător.

Oportunitatea și actualitatea tezei de doctorat

Literatura de specialitate oferă multe date despre tipurile de schimbătoare de căldură, date cu privire la tehnologia aplicată. Deși în multe țări sunt implementate sisteme de recuperare a căldurii din apele uzate orășenești, la noi în țară la ora actuală acest proces nu este aplicat. În circumstanțele problemelor legate de mediul înconjurător, cercetările privind utilizarea unor resurse energetice secundare sunt de mare actualitate, reprezentând o preocupare în contextul unei dezvoltări durabile.

Oportunitatea și actualitatea temei tratate este pe deplin justificată, din următoarele considerente:

- Recuperarea energiei din resurse energetice refolosibile a devenit un subiect important și la nivelul României;
- Parlamentul European a fixat un obiectiv obligatoriu cu privire la strategia, „Europa 2020”, de a reduce consumul de energie cu 20 % până în anul 2020. Recuperarea energiei termice din apele uzate orășenești reprezintă un nivel de intervenție în acest scop;
- Pentru a dezvolta un sistem energetic durabil, eficient, diversificat și competitiv este necesar consolidarea instrumentelor materiale și financiare. Acestea fiind consacrate cercetării și inovării tehnologice în domeniul eficienței energetice, dezvoltarea surselor energetice secundare, iar nu în ultimul rând tratarea și reciclarea deșeurilor rezultate din mediile gospodărești și industriale;
- Utilizarea apelor uzate orășenești și industriale ar putea reprezenta pe viitor în sectorul energetic resurse energetice durabile;
- Tratarea și studierea recuperatoarelor de căldură cu tuburi termice, constituie o temă de cercetare de mare actualitate, în domeniul utilizării ca sursă de căldură a apelor uzate.

PhD thesis objectives

This PhD thesis proposes a series of research on wastewater's heat recovery using Q - Pipe heat pipe heat recuperator. The research was conducted in collaboration with SC EnergieQ SA Cluj - Napoca.

The topic of the PhD Thesis started based on the following three premises:

- The idea of heat recovery from urban waste water is not enough explored field from the theoretical point of view and has real prospects for future development;
- In the country there are no heat recovery systems in urban wastewaters and worldwide there are no studies on the use of heat pipes for this process;
- The literature available in the country has little information on the technology and materials used to recover heat from urban wastewater.

Taking into account global and national concerns, the main purpose of the research has focused on establishing opportunities for implementing heat recovery technology in municipal wastewater using heat exchanger with heat pipe.

The aim of this doctoral thesis is to perform theoretical and experimental research on urban wastewater's heat recovery. To achieve this goal it was necessary to establish the following objectives:

1. After the current state of national and global level on heat recovery from wastewater and knowledge of existing systems, the advantages, disadvantages and the prices, the heat pipes were proposed to be used for the recovery of heat from wastewater;
2. The study of used materials for build thermal tubes, on the Romanian market, to choose the most appropriate one;
3. The synthesizer of information on Q - Pipe heat tubes used to make laboratory stand;
4. Description of heat recovery process in terms of theoretical knowledge gained from studies conducted worldwide;
5. Conceiving, designing and implementing a laboratory stand to recover heat from warm wastewater by using heat pipes
6. Investigation of heat transfer process at different parameters;
7. Establishing the optimum operating regime in which heat recuperator is most effective;
8. The experimental research realization and establishment of a route for the determination of efficiency and effectiveness of Q - Pipe heat pipe heat recuperator;

Obiectivele tezei de doctorat

În această teză de doctorat s-au propus o serie de cercetări privind recuperarea căldurii din apele uzate utilizând recuperatorul de căldură cu tuburi termice Q – Pipe. Cercetarea s-a realizat în colaborare cu firma SC EnergieQ SA Cluj – Napoca.

În abordarea tematicii tezei de doctorat s-a pornit de la următoarele trei premise:

- Ideea de recuperare a căldurii din apele uzate orășenești este un domeniu insuficient aprofundat din punct de vedere teoretic și cu perspective reale de dezvoltare pe viitor;
- În țară nu există implementate sisteme de recuperare a căldurii din apele uzate orășenești, iar la nivel mondial nu există studii asupra utilizării tuburilor termice pentru acest proces;
- Literatura de specialitate disponibilă în țară prezintă puține informații privind tehnologia și materialele utilizate la recuperarea căldurii din apele uzate orășenești.

Luând în considerare preocupările la nivel mondial și național scopul principal al cercetărilor s-a axat pe stabilirea unor oportunități în vederea implementării tehnologiei de recuperare a căldurii din apele uzate orășenești utilizând recuperatorul de căldură cu tuburi termice.

Scopul acestei teze de doctorat îl reprezintă efectuarea unor cercetări teoretice și experimentale privind recuperarea căldurii din apele uzate orășenești. Pentru a realiza acest scop a fost necesar stabilirea următoarelor *obiective*:

1. După realizarea stadiului actual la nivel național și mondial cu privire la recuperarea căldurii din apele uzate și cunoscând sistemele existente, avantajele, dezavantajele și prețul acestora s-a propus utilizarea tuburilor termice în vederea recuperării căldurii din apele uzate;
2. Studiarea materialelor de realizare a tuburilor termice, existente pe piața românească, pentru alegerea celor mai adecvate;
3. Sintetizarea informațiilor privind tuburile termice Q – Pipe utilizate la realizarea standului de laborator;
4. Descrierea, prin prisma cunoștințelor teoretice acumulate în urma studiilor efectuate pe plan mondial, a procesului de recuperare a căldurii;
5. Conceperea, proiectarea și realizarea unui stand de laborator pentru recuperarea căldurii din apele uzate calde, prin utilizarea tuburilor termice;
6. Investigarea procesului de transfer termic la diferiți parametri;
7. Stabilirea regimului optim de funcționare la care recuperatorul de căldură este cel mai eficient;
8. Realizarea cercetărilor experimentale și stabilirea unui itinerar de calcul pentru determinarea randamentului și eficienței recuperatorului Q-Pipe;

10. The utilization of computer modeling and simulation for analysis of flow and heat transfer in the upper chamber of the heat recuperator;
 11. The identification of process parameters that influence the wastewater's heat recovery using heat pipe heat recuperator.
9. Utilizarea modelării și simulării computerizate pentru analiza curgerii și a transferului termic în camera superioară a recuperatorului de căldură;
 10. Identificarea parametrilor de proces ce influențează recuperarea căldurii din apele uzate folosind recuperatorul de căldură cu tuburi termice.

Organization and structure of the thesis

The thesis is divided into two main parts, comprising a total of six chapters.

Part I. Present-day study of the knowledge in the thesis domain.

In Chapter 1 of the thesis "*Present-day study on the heat exchangers used for heat recovery wastewater form*", the current stage on heat recovery systems from wastewater was treated. Heat recovery from wastewater can be made through the following ways: drainage pipe of buildings, urban sewage network and wastewater treatment plants. For each type of recovery, were described the types of heat exchangers that are used worldwide. Also in this section were presented projects undergoing in Romania which address issues of heat recovery from urban wastewater.

Chapter 2 entitled "*General considerations on heat pipe recuperators*" includes the study of heat exchangers and heat pipes. This chapter is dedicated to a deep analysis on thermal tubes: types of construction, main features, how to choose the working fluid, the filling material and the heat pipe. Because the heat source has a low temperature is optimal the utilization of low temperature heat pipes. The copper heat pipe recuperator is necessary to the laboratory stand construction because it's high thermal conductivity.

Chapter 3 of the paper titled "*Study on urban wastewater*", focused on a brief theoretical study on municipal wastewater. Their classification was performed, after which it was revealed that much of the wastewater's temperature is high enough when are discharged into drains. This chapter has presented the thermal pollution caused by urban wastewater. It is important to provide heat recovery systems of urban wastewater, because in addition to benefits and the thermal pollution generated by them is reduced.

Part II. Personal contributions.

Chapter 4 with the title "*Research on heat recovery laboratory experimental stand*" includes the most important part of the thesis, as described

Organizarea și structura tezei de doctorat

Lucrarea este structurată pe două părți principale, cuprinzând un număr de șase capitole.

Partea I. Stadiul actual al cunoașterii în domeniu

În *Capitolul 1* al tezei „*Stadiul actual privind schimbătoarele de căldură utilizate la recuperarea căldurii din apele uzate orășenești*”, s-a tratat stadiul actual privind sistemele de recuperare a căldurii din apele uzate. Recuperarea căldurii din apele uzate se poate efectua: din conducta de drenaj al clădirilor, din rețeaua de canalizare urbană și din stațiile de epurare a apelor uzate. Pentru fiecare modalitate de recuperare au fost prezentate tipurile de schimbătoare de căldură care se utilizează pe plan mondial. Tot în acest capitol au fost prezentate proiecte care abordează problematica recuperării de căldură din apele uzate orășenești, în curs de derulare în România.

Capitolul 2 intitulat „*Considerații generale privind recuperatoarele de căldură cu tuburi termice*”, include un studiu referitor la schimbătoarele de căldură și tuburi termice. Capitolul este dedicat unei analize profunde privind tuburile termice: tipuri constructive, caracteristici principale, modul de alegere al fluidului de lucru, al materialului de umplură și al tubului termic. Deoarece sursa de căldură are o temperatură scăzută este optim folosirea tuburilor de joasă temperatură. Utilizarea tuburilor termice din cupru, la realizarea standului de laborator, este oportună deoarece conductivitatea termică a acestuia este ridicată.

Capitolul 3 al lucrării cu titlul „*Studiu privind apele uzate orășenești*”, s-a axat asupra apelor uzate orășenești. S-a efectuat o clasificare a acestora, în urma căreia s-a evidențiat faptul că o mare parte din apele uzate au o temperatură destul de ridicată la evacuarea în conductele de canalizare. În acest capitol s-a prezentat poluarea termică generată de apele uzate orășenești. Este important să se prevadă sisteme de recuperare a căldurii din apele uzate orășenești, deoarece pe lângă beneficiile obținute se reduce și poluarea termică generată de acestea.

Partea II. Contribuții proprii

Capitolul 4 având ca titlul „*Cercetări experimentale privind recuperarea căldurii pe standul de laborator*” cuprinde partea cea mai importantă a

laboratory stand and the results of experimental research. Hot water used was achieved by using boiler of 100 l, thermometers and manometers were used to measure process parameters of heat recovery. Performed experimental measurements were conducted at different flow rates and various temperatures of wastewater. The parameters were the following: constant temperature and flow rate of cold water from the network. The facility parameters were measured at predetermined time intervals of recovery process. In this chapter the efficiency of heat pipe heat recuperator was determined for each experiment performed.

In Chapter 5 entitled "*Contributions to the modelling and simulation of heat transfer in the heat exchanger*" was presented a numerical model developed to analyse and simulate the main physical processes underlying the operation of heat pipe heat recuperators: mass transfer, transfer heat and water flow analysis. A mathematical model was adequately described, establishing the governing equation system, initial and boundary conditions. In this chapter is also presented the numerical methods in solving the mesh system of differential equations. Numerical model developed was applied to the heat recuperator laboratory stand. In this chapter were analysed flow and heat transfer in the upper compartment of facility, the parameters closest to real conditions. Computer simulation of processes occurring in heat recuperator heat pipe was made in the programming language Delphi 7.

In Chapter 6, "*General conclusions and personal contributions*" were highlighted the main conclusions drawn from studies and researches, the contributions and finally the establishment of several new research directions for improving heat transfer in the heat recovery from municipal wastewater.

After the last chapter is appended *bibliography*, which includes references used in this thesis.

And finally the Annexes attached and the scientific work papers published and communicated during doctoral internship.

From experimental studies and research, the following general conclusions can be made:

- Bibliographic study aimed both theoretical and practical aspects of the wastewater heat recovery using heat pipe heat recuperator;
- So far, in Romania are not being implemented heat recovery systems of industrial scale for municipal wastewater, using heat exchangers mounted in pipes or in

tezei de doctorat, descrierea standului de laborator și rezultatele obținute la cercetările experimentale. Prepararea apei calde uzate s-a realizat prin utilizarea unui boiler electric de 100 l. Pentru măsurarea parametrilor procesului de recuperare s-au utilizat contoare de energie termică și termomanometre. Măsurătorile experimentale au fost realizate la debite diferite și temperatura apei uzate variat. Parametrii constanți au fost temperatura și debitul apei reci de la rețea. La funcționarea instalației, au fost mășurați parametrii procesului de recuperare la intervale prestabilite de durată. În cadrul acestui capitol s-a determinat și randamentul recuperatorului cu tuburi termice pentru fiecare experiment efectuat.

În Capitolul 5 intitulat „*Contribuții privind modelarea și simularea transferului termic în recuperatorul de căldură*” a fost prezentat modelul numeric elaborat pentru analiza și simularea principalelor procese fizice: transferul de masă, de căldură și analiza curgerii apei. A fost descris modelul matematic corespunzător, stabilindu-se sistemul ecuațiilor guvernante, condițiile inițiale și la limită. Au fost prezentate metodele numerice de discretizare în rezolvarea sistemului de ecuații diferențiale. Modelul numeric realizat a fost aplicat în cazul recuperatorului de căldură din standul de laborator. În cadrul acestui capitol s-au analizat curgerea și transferul termic în compartimentul superior, la parametrii cei mai apropiați de condițiile reale. Simularea computerizată a proceselor care au loc în recuperatorul de căldură cu tuburi termice au fost realizat în limbajul de programare Delphi 7.

În Capitolul 6 „*Concluzii generale și contribuții proprii*” au fost evidențiate principalele concluzii desprinse în urma studiilor și a cercetărilor efectuate, contribuțiile proprii aduse și în final stabilirea câtorva direcții noi de cercetare privind îmbunătățirea transferului termic în procesul de recuperare a căldurii din apele uzate orășenești.

După ultimul capitol este anexat *Bibliografia*, care cuprinde referințele bibliografice utilizate în cadrul acestei teze de doctorat.

Iar în final sunt atașate *Anexele și Lucrări științifice publicate și comunicate* pe perioada stagiului de doctorat.

Din studiile și cercetările experimentale efectuate se desprind următoarele concluzii generale:

- Studiul bibliografic a vizat atât aspectele teoretice, cât și cele practice al recuperării de căldură din apele uzate cu tuburi termice;
- Până în prezent, în România nu s-au implementat sisteme de recuperare a căldurii din apele uzate orășenești la scară industrială, utilizând schimbătoare de căldură, montate în

- sewage treatment plants;
- Increasing flow of municipal wastewater is the starting point for the recovery of this waste liquid discharged into drains;
 - The quantity of urban wastewater is growing such that their use as heat sources represents for next future a high potential energetic resource;
 - Municipal wastewater temperature has values from 16 °C to 50-60 °C, depending on the source of discharge;
 - The heat recuperator, used in experimental research does not produce emissions of greenhouse gases and does not consume energy from conventional sources;
 - In recent years more and more scientists have discussed the possibility and opportunity to use the heat from municipal wastewater. Thus worldwide have been used a number of heat exchangers to recover heat from the municipal and industrial wastewater.;
 - Novelty approach of heat transfer process in this doctoral thesis is to develop and implement new heat recovery systems in urban wastewater by using heat pipe heat recuperator. Many researchers have shown that by recovering heat from wastewater the duration and therefore energy consumption required for domestic hot water preparation are reduced.;
 - After studying the structural and functional details of the heat pipe has been established that the materials from which heat pipes were made (copper - tube wall material, thermal water - working fluid) can be used for the low temperature heat recovery. Applicability of heat pipe heat recuperators can be an feasible solution in the heat recovery from urban wastewater and a solution to save energy and reduce pollution;
 - Experimental research efficiencies show the applicability of the method at pilot scale and even industrial scale;
 - The heat recovery from urban wastewater is influenced by several parameters such as wastewater flow, operating time and temperature in the lower compartment of recuperator at the start of measurements;
 - From the measurements undertaken it can be concluded that thermal energy recovery from wastewater is even more higher when the two heat flows are higher;
 - Effective use of heat pipe heat recuperator (EnergieQ) was confirmed by laboratory stand, following the experimental results obtained;
- conductele de canalizare sau stații de epurare;
 - Debitul tot mai mare al apelor uzate orășenești constituie punctul de plecare pentru valorificarea acestor deșeuri lichide în momentul evacuării în conductele de canalizare orășenești;
 - Cantitatea apelor uzate orășenești este în creștere astfel, utilizarea lor ca surse de căldură poate reprezenta un potențial energetic ridicat în viitor;
 - Temperatura apelor uzate orășenești are valori de la 16 °C până la 50 – 60 °C, depinzând de sursa de evacuare;
 - Recuperatorul de căldură, utilizat în cadrul cercetărilor experimentale, nu produce emisii de gaze cu efect de seră și nu consumă energie din surse convenționale;
 - În ultimii ani tot mai mulți oameni de știință au abordat posibilitatea și oportunitatea utilizării căldurii din apele uzate orășenești. Astfel pe plan mondial au fost utilizate un număr mare de schimbătoare de căldură cu scopul de a recupera căldura din apele uzate orășenești și industriale;
 - Noutatea abordării procesului de transfer de căldură, în această teză de doctorat, constă în dezvoltarea și implementarea unor noi sisteme de recuperare a căldurii din apele uzate orășenești prin utilizarea recuperatoarelor de căldură cu tuburi termice. Numeroși cercetători au demonstrat că prin recuperarea căldurii din apele uzate se reduce durata și, implicit, consumul de energie necesar preparării apei calde menajere;
 - În urma studierii detaliilor constructiv - funcționale al tuburilor termice s-a stabilit că materialele din care au fost confecționate tuburile termice (cuprul – material perete tub termic, apa – fluid de lucru) pot fi utilizate pentru procesul de recuperare a căldurii de joasă temperatură. Aplicabilitatea recuperatoarelor de căldură cu tuburi termice poate fi o soluție fezabilă pentru apele uzate orășenești, precum și o soluție de a economisii energie și a reduce poluarea;
 - Randamentele obținute evidențiază aplicabilitatea cercetărilor experimentale la scară pilot și chiar industrială;
 - Procesul de recuperare a căldurii din apele uzate orășenești este influențat de o serie de parametrii cum sunt: debitul apelor uzate, timpul de funcționare și temperatura apei din compartimentul inferior la începerea măsurătorilor;
 - Din măsurătorile realizate se poate concluziona faptul că recuperarea energiei termice din apele uzate este cu atât mai mare cu cât debitul celor doi agenți termici este mai ridicată;
 - Eficiența utilizării tuburi termice (EnergieQ) a fost confirmată pe standul de laborator, în urma rezultatelor experimentale obținute;

- The simulation of heat transfer through the upper chamber of heat pipe heat recuperator has shown that a higher rate of the two heat agents determined a higher recovered temperature by cold water (the temperature difference of 15 °C);
 - In the case of modeling for Q-Pipe heat pipe heat recuperator a computational standard theory was applied;
 - The experimental research effectuate in this PhD. thesis have shown the effectiveness of heat pipes for low temperature hot-agent;
 - The results of computer simulation obtained for the parameter's values much closer to real conditions of the two hot agents validate the results of experimental research;
 - Data obtained for the experimental research and for the computer simulation are useful for rigorous design of heat exchangers for heat recovery from municipal wastewater.
- Modelarea simulării privind transferul căldurii prin compartimentul superior al recuperatorului de căldură cu tuburi termice a evidențiat faptul că la un debit mai ridicat al celor doi agenți termici, temperatura recuperată de apa rece fost mai mare (diferența de temperatură fiind de 15 °C);
 - În cadrul modelării s-a aplicat o teorie computațională standard, pentru recuperatorul de căldură cu tuburi termice Q-Pipe;
 - Cercetările experimentale efectuate în cadrul acestei teze au evidențiat eficiența tuburilor termice pentru un agent termic cald de joasă temperatură;
 - Rezultatele obținute la simularea computerizată, cu valori ale parametrilor mai apropiate de condițiile reale ale celor doi agenți termici, validează rezultatele obținute la cercetările experimentale;
 - Datele obținute în urma realizării cercetărilor experimentale și a simulării transferului termic sunt utile pentru proiectarea riguroasă a unor schimbătoare de căldură pentru recuperarea energiei termice din apele uzate orășenești.

The personal contributions are listed as follows:

(a) By presenting the present-day state of studies on heat recovery from urban wastewater were obtained the following contributions:

- The preparation of a bibliographic study on heat pipes, by highlighting the types, characteristics, advantages, their properties and find the best material for heat pipes used in experimental research;
- The opportunity, actuality and importance of the theme of this doctoral thesis was outlined by providing an overview of current trends and methods of heat recovery from urban waste water;
- Study on urban wastewater, the pollution generated by those waters and the negative impact on the environment.

(b) To achieve the objectives of the work, experimental research on the technological process of heat recovery from municipal wastewater were carried out, the following contributions being revealed:

- The developing, designing and implementing a laboratory stand for heat recovery from urban wastewater;
- Preparation of an appropriate experimental research methodology that allowed the determination of optimal work values to recover thermal energy from urban waste water;
- The complex characterization of equipments and measuring and controlling instruments used for the laboratory stand.

Ca și contribuții proprii se enumeră următoarele:

(a) Prin prezentarea stadiului actual la nivel mondial și național privind recuperarea căldurii din apele uzate orășenești s-au obținut următoarele contribuții:

- Întocmirea unui studiu bibliografic asupra tuburilor termice, prin evidențierea tipurilor, caracteristicilor, avantajelor, proprietăților acestora și găsirea celui mai bun material pentru tuburile termice utilizate în cadrul cercetărilor experimentale;
- Oportunitatea, actualitatea și importanța temei acestei teze de doctorat a fost conturat prin realizarea unei sinteze a tendințelor și metodelor actuale de recuperare a căldurii din apele uzate orășenești;
- Realizarea unui studiu asupra apelor uzate orășenești, poluarea termică generată de acestea și impactul negativ produs asupra mediului.

(b) Pentru atingerea obiectivelor au fost efectuate cercetări experimentale asupra procesului tehnologic de recuperare a căldurii din apele uzate orășenești. Toate acestea au scos în evidență următoarele contribuții proprii:

- Elaborarea, proiectarea și realizarea unui stand de laborator pentru recuperarea căldurii din apele uzate orășenești;
- Întocmirea unei metodologii de cercetare experimentală corespunzătoare ce a permis determinarea și fundamentarea valorilor optime de lucru pentru recuperarea energiei termice din apele uzate orășenești;
- Caracterizarea complexă, a echipamentelor și aparatelor de măsură și de control, utilizate la standul de laborator.

(c) For the application of heat recovery process for municipal wastewater has been identified important parameters on which the recovery process depends on. The experimental tests were performed varying the main parameters of the process aiming: the inlet and outlet flow of wastewater, inlet and outlet temperature of wastewater during the operation of the recuperator and temperature output of preheated water. These were realized through:

- Successive measurements every five minutes, with a cycle of 20, 40 and 80 minutes, the heat recuperator after a longer time period became steady;
- The high efficiency was obtained from the experimental tests when wastewater's temperature was of 70 °C;
- A efficiency of 49.42% was achieved at a water temperature of 30 °C;
- The process of heat recovery was sought by correlating the input and output temperatures and the time which was function for different flows of wastewater.

(d) The computer modelling and simulation of heat recovery from urban wastewater, was built a virtual model to analyze flow and heat transfer in the upper compartment of the heat recuperator. This model emphasized the efficiency of heat pipe in the process of preheating the cold water using wastewater:

- The adaptation of the conservation equations of heat, mass and quantity of movement to achieve the analysis for the superior compartment of heat recuperator;
- The development of distribution diagrams of temperature and velocity in the upper compartment at different sections and periods of operation of heat pipe heat recuperator;
- The results demonstrate the applicability of the heat pipe heat recuperator in the heat recovery technology from municipal wastewater. Highest efficiency from running the program was of 68%.

(c) În vederea aplicării procesului de recuperare a căldurii din apele uzate orășenești s-au identificat parametrii importanți de care depinde acest proces de recuperare. Astfel s-au efectuat încercări experimentale urmărind varierea parametrilor principali ai procesului: debitul de intrare și ieșire apă uzată, temperatura de intrare și ieșire apă uzată, timpul de funcționare a recuperatorului și temperatura apei preîncălzite la ieșire. Acestea s-au realizat prin:

- Măsurători succesive din cinci în cinci minute, cu o durată de funcționare de 20, 40 și 80 de minute, recuperatorul de căldură după o durată de funcționare mai lungă a intrat în regim staționar;
- Temperatura apei preîncălzite cu valoarea cea mai ridicată s-a obținut la încercarea experimentală cu temperatura apei uzate de 70 °C;
- La o temperatură a apei uzate de 30 °C s-a obținut un randament de 49,42 %;
- Desfășurarea procesului de recuperare a căldurii a fost urmărit prin corelarea temperaturilor de intrare și ieșire și intervalul de timp în care a funcționat pentru diferite valori a debitului apei uzate.

(d) Modelare și simularea computerizată a recuperării de căldură din apele uzate orășenești, a fost realizat un model virtual, pentru analiza curgerii și a transferului termic în compartimentul superior al recuperatorului de căldură. Modelul a scos în evidență eficiența tuburilor termice în procesul de preîncălzire a apei reci utilizând ca și sursă de căldură apele uzate:

- Adaptarea ecuațiilor de conservare a căldurii, a masei și al cantității de mișcare pentru realizarea analizei proceselor din compartimentul superior al recuperatorului de căldură;
- Elaborarea unor diagrame privind distribuția temperaturii și a vitezei în compartimentul superior la diferite secțiuni și perioade de funcționare al recuperatorului de căldură cu tuburi termice;
- Rezultatele obținute în urma modelării demonstrează aplicabilitatea recuperatorului de căldură cu tuburi termice în procesul tehnologic de recuperare a căldurii din apele uzate orășenești și la debite mult mai mari. Eficiența cea mai ridicată în urma rulării programului s-a obținut de 68%.

RESEARCH CENTRE FOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING

Contact details

Name	RESEARCH CENTRE FOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING	
Acronym	IngMed	
Logo		
Site	www.imadd.utcluj.ro	
Address	103 – 105, Muncii Blvd., 400641, Cluj-Napoca, Romania	
Faculty Department	Faculty of Materials and Environmental Engineering Environmental Engineering and Sustainable Development Entrepreneurship	
Telephone	+40 264 401624	
Fax	+40 264 415054	
E-mail	tiberiu.rusu@imadd.utcluj.ro	

Areas of expertise

clean technologies, waste recovery, recycling materials, ecological reconstruction, sustainable development, new materials, sustainable energy, structural modeling, risk assessment, impact studies, monitoring systems

Team

Prof. Dr. Eng. Tiberiu Rusu, Prof. Dr. Eng. Valer Micle, Prof. Dr. Eng. Valer Micle, Assoc. Prof. Dr. Eng. Viorel Dan, Assoc. Prof. Dr. Eng. Ovidiu Nemeș, Assoc. Prof. Dr. Eng. Emil Riți-Mihoc, Lect. Dr. Eng. Marius Crișan, Lect. Dr. Eng. Dan Porcar, Lect. Dr. Eng. Ioana Deneș-Pop, Lect. Dr. Eng. Cristina Horju-Deac, Lect. Dr. Eng. Simona Avram, Assist. Prof. Dr. Eng. Timea Gabor, Assist. Prof. Dr. Eng. Bianca Soporan, Assist. Prof. Dr. Eng. Andrei Rusu, Assist. Prof. Dr. Eng. Anuța Tiuc.

Representative projects

Network of Excellence HighTech Europe, FP7-222824, 2009-2013
Biomedical application of metal compounds – Metallomics, PCCE Project, 2010 - 2013
Center for Molecular Modeling and Quantic Computational Chemistry, Capacities Project, 2007 - 2009
Innovative technology for contaminated soils remediation by metallurgical specific activities, PNCDI II Project, 2008-2011
Regeneration system for recycling organic waste chemically bonded molding sand in the foundry industry, CEEEX Project – Modulul I, 2006-2008
Studies and research on monitoring and risk assessment of pollution in the industrial North Somes, CNCSIS Project, 2001-2003
Technologies for metals and plastics recovery from waste and telecommunications equipment, CEEEX Project, 2005-2007
Advanced optimization methods of bonded joints in metal, composite and mixed materials, PN-II-ID 103/01.10.2007 Project, 2007 - 2010.
Modeling and optimization of cylindrical bonded joints, CEEEX 5951/18.09.2006 Project, 2006 – 2009.
Technology to reuse waste from the manufacture of bathtubs and GRP products, 59/10.07.2013 Industry Research Project
Rehabilitation study of 32 t crane from boiler room hall, 66/30.05.2005 Industry Research Project

Significant results

Articles in ISI rated journals, in the past 5 years:

1. Tiuc, A.B., Rusu, T., Ionescu, S., Nemeş, O., Determinarea Proprietăţilor Fonoabsorbante Ale Unor Noi Materiale Compozite Realizate Din Deşeuri | [Determination of the sound absorption properties of some new composite materials obtained from wastes], Revista Romana de Materiale/ Romanian Journal of Materials 42 (4), pp. 405-414. **IF 2012 - 0,61.**
2. Cociş, E.A., Soporan, V.F., Ilea, P., Imre-Lucaci, F., Soporan, B.M., Bere, P., Nemeş, O., Characterisation of generated ash from hazardous waste incineration, Studia Universitatis Babes-Bolyai Chemia, Volume: 57, Issue: 2, pp. 147-156. **IF 2012 - 0,089.**
3. Vac Soporan, M.B., Soporan, V.F., Cociş, E.A., Bătrînescu, G., Nemeş, O., Gas analysis of municipal landfill emissions, Studia Universitatis Babes-Bolyai Chemia, Volume: 57, Issue: 3, pp. 23-30. **IF 2012 - 0,089.**
4. Sabău, E., Bâlc, N., Bere, P., Nemeş, O., New materials from waste glass fibre, Studia Universitatis Babes-Bolyai Chemia, Volume: 57, Issue: 4, pp. 201-208. **IF 2012 - 0,089**
5. Bere, P., Berce, P., Nemeş O., Phenomenological fracture model for biaxial fibre reinforced composites, Composites Part B: Engineering, Vol. 43, Issue 5, pp. 2236-2243, ISSN 1359-8368. DOI: 10.1016/j.compositesb.2012.01.073, 2012. **IF 2012 – 2,143.**
6. Nemes, O., Chiper, A. M., Rus, A. R., Tataru, O., Soporan, B.M., Bere, P., Adhesive fracture in double-lap adhesive assemblies, Studia Universitatis Babes-Bolyai Chemia, Vol. 56 Issue: 4, ISSN 1224-7154, pp. 249-254. **IF 2011 - 0,129**
7. Nemeş, O., Lachaud, F., Double-Lap Adhesive Bonded-Joints Assemblies Modeling, International Journal of Adhesion and Adhesives, Vol. 30, Issue 5, 2010, pp. 288-297, ISSN 0143-7496. DOI: 10.1016/j.ijadhadh.2005.07.009, **IF 2010 - 1,944.**
8. Nemeş, O., Chiper, A.M., Rus, A.R., Soporan, V.F., Tătaru, O., Bere, P., New composite materials plates from vegetal fibres, Studia Universitatis Babes-Bolyai Chemia, Volume LIV, special issue 1, ISSN 1224-7154, **IF 2010 – 0,236.**
9. Nemeş, O., Lachaud, F., Modeling of cylindrical adhesive by bonded joints, Journal of Adhesion Science and Technology, vol. 23, nr. 10-11, pp. 1383 - 1393, 2009, ISSN 0169-4243. DOI: 10.1016/j.ijadhadh.2005.07.009, **IF 2009 - 1,175.**
10. Prodan, C.V., Micle, V., Rogozan, G.C., Szanto (Prodan) M., Mathematical modeling of thermal desorption using linear regression analysis, Environmental Engineering and Management Journal, February 2013, Vol.12, No. 2, p.365-369, Print ISSN: 1582-9596, eISSN: 1843-3707, **IF 2010 = 1.435.**
11. Berar (Sur) Ioana Monica, Micle, V., Avram, S., Şenilă, M., Oros, V., Bioremediation of some heavy metals from polluted soils, Environmental Engineering and Management Journal, August 2012, Vol.11, No. 8, p.1389-1393, Print ISSN: 1582-9596, eISSN: 1843-3707, **IF 2010 = 1.435.**

Significant solutions:

New technologies for waste recycling; New technologies for soil remediation; New and improved solution for water treatment

Products and technologies:

1. New materials from multi-layer packages, wood saw dust and vegetal wastes
2. New technologies for soil remediation
3. New technologies for water treatment

Patents:

1. RO128093-A0 - Process and device for making plates of polymeric composite materials reinforced with fibers.

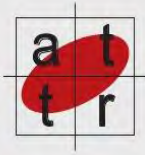
Authors: Bere Paul, Berce Petru, Nemeş Ovidiu, Bâlc Nicolae.

2. A 00336/30.04.2013 – Sound absorbent composite material and obtaining process. Authors: Ancuţa Tiuc, Tiberiu Rusu, Ovidiu Nemeş

The offer addressed to the economic environment

Research & development	<ul style="list-style-type: none"> • Research in development of new methods and technologies of soil remediation • Research and development of new methods and technologies of water treatment • Research in environmental risk assessments • Research in waste recycling and new materials manufacturing
Consulting	<ul style="list-style-type: none"> • Consulting in soil remediation • Consulting in water treatment technologies • Consulting in waste management and recycling technologies • Consulting in risk assessments
Training	<ul style="list-style-type: none"> • Training courses in waste management • Training courses in recycling technologies • Training courses in soil remediation technologies • Training courses in water treatment

Assoc.Prof.Dr.Eng. Ovidiu NEMEŞ



The 22nd Romanian Foundry Conference

June 4 - 6th 2014, Cluj-Napoca

The works take place at the:

TECHNICAL UNIVERSITY

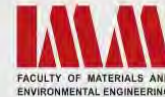
OF CLUJ-NAPOCA

FACULTY OF MATERIALS AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING

103-105, Muncii Blvd, ROOM A123



THE 22nd ROMANIAN
FOUNDRY CONFERENCE



The ROMANIAN FOUNDRY TECHNICAL ASSOCIATION
and the TECHNICAL UNIVERSITY OF CLUJ-NAPOCA
organize

The NATIONAL FOUNDRY CONFERENCE

and
INTERNATIONAL EXHIBITION
22nd edition

June 4-6th 2014, Cluj-Napoca, Romania

(persoana invitată)

INVITATION

Cluj-Napoca, the Transylvanian “capital of the soul”, with its six state universities and almost 80,000 students, is awaiting your participation at the 22nd edition of the National Foundry Conference. We want you to be an active representative at the events and debates that will take place at a moment when the European Union discusses the new European industry and the repositioning of the productive activities during the 2014-2020 period. Your point of view is very important, more so as our association aims to formulate an institutional perspective regarding the problem mentioned above.

The event is organized by the Romanian Foundry Technical Association (A.T.T.R.) and the Technical University of Cluj-Napoca. Between the tradition of hot metal processing and the perspectives of the participation of the respective industry to the increasingly globalized processes, we propose, with your support, to organize debates regarding the place of the foundry manufacturing industry in the Romanian and European economy, the state of the existing equipment and technologies as compared to the European and global average, the energy efficiency of the foundry industry, the impact of the productive activities on the environment and the development of environmental technologies, entrepreneurial perspectives for the sustainable development requirements, the state of training and performance of research activities and their application in the global economy.

The conference will take place between June 4-6th 2014 and will include the following:

- The general assembly of A.T.T.R.
- Three sessions:
 - “Perspectives of the foundry manufacturing industry in the Romanian and European economy”
 - “Advanced materials and technologies in the foundry industry” and
 - “Environmental technologies in the production of foundries”
- Technical and touristic visit
- “Foundry specialists” evening
- exhibition of equipment, technologies, materials and services of the foundry industry

President:

Prof.Eng. Iulian RIPOȘAN PhD.
Phone. +4-0745-371-462
Fax: +4-021-311-0906
e-mail: i_riposan@rectorat.pub.ro
e-mail: riposan@foundry.pub.ro

INFORMATION

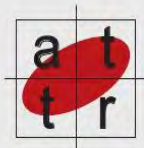
Executive Secretary:

Eng. Ion Alexandru BĂCANU PhD.
Phone/Fax: +4-021-320-0172
Mobil: +49-151-2860-0368
e-mail: ibacanu@foundry-attr.ro
ibacanu@huettenes-albertus.ro

INFORMATION

Contact:

Eng. Emil RIȚI-MIHOC PhD.
Tel. +4-074-553-2173
Fax: +4-026-441-5054
e-mail: emil_riti@yahoo.com



Conferința Națională de Turnătorie

Ediția 22

4 - 6 iunie 2014, Cluj-Napoca

Lucrările se desfășoară la:

UNIVERSITATEA TEHNICĂ

DIN CLUJ-NAPOCA

FACULTATEA DE INGINERIA MATERIALELOR ȘI A MEDIULUI

B-dul Muncii 103-105, sala A123



CONFERINȚA NAȚIONALĂ DE TURNAȚORIE ediția 22



ASOCIAȚIA TEHNICĂ DE TURNĂTORIE DIN ROMÂNIA
și UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ NAPOCA
organizează

CONFERINȚA NAȚIONALĂ DE TURNĂTORIE

Ediția 22

și

EXPOZIȚIE CU PARTICIPARE INTERNAȚIONALĂ
4 - 6 Iunie 2014, Cluj-Napoca, România

(persoana invitată)

INVITAȚIE

Capitala de suflet a Transilvaniei, municipiul Cluj-Napoca, cu cele șase universități de stat și aproape 80.000 de studenți, vă așteaptă cu drag să participați la cea de-a 22-a ediție a Conferinței Naționale de Turnătorie, în dorința de a fi un reprezentant activ la evenimentele și dezbaterile care vor avea loc, într-un moment, în care, la nivelul Uniunii Europene se discută despre noua industrie europeană și despre re poziționarea activităților productive pentru perioada 2014-2020. Părerea dumneavoastră este foarte importantă, cu atât mai mult cu cât asociația noastră își propune formularea unui punct de vedere instituțional referitor la problematica menționată.

A acțiunea este organizată de Asociația Tehnică de Turnătorie din România - A.T.T.R. și Facultatea de ingineria materialelor și a mediului din cadrul Universității Tehnice din Cluj Napoca. Între tradiția prelucrării la cald a metalelor și perspectivele participării industriei de profil la procesele tot mai globalizate, ne propunem, cu sprijinul Dumneavoastră, organizarea unor dezbateri cu privire la locul industriei de fabricație a pieselor turnate în economia românească și europeană, starea echipamentelor și tehnologiilor existente în comparație cu nivelul mediu european și global, eficiența energetică a industriei pieselor turnate, impactul activităților productive asupra mediului și dezvoltarea tehnologiilor de mediu, perspectivele antreprenoriale la cerințele dezvoltării durabile, starea formării profesionale, nivelul și performanța activităților de cercetare științifică și aplicarea acestora în contextul economic global.

Conferința se va desfășura în perioada 4-6 Iunie 2014 și va cuprinde:

- adunarea generală A.T.T.R.;
- trei sesiuni:
 - „Perspectivele industriei de fabricație a pieselor turnate în economia românească și europeană”
 - „Tehnologii și materiale avansate în industria pieselor turnate” și
 - „Tehnologiile de mediu în producția de piese turnate”;
- o vizită cu caracter tehnic și turistic;
- „Seara Turnătorilor”;
- expoziția de echipamente, tehnologii, materiale și servicii în industria pieselor turnate.

Președinte:

Prof.Eng. Iulian RIPOȘAN Ph.D.
Phone. +4-0745-371-462
Fax: +4-021-311-0906
e-mail: i_riposan@rectorat.pub.ro
e-mail: riposan@foundry.pub.ro

INFORMAȚII

Secretar executiv:

Eng. Ion Alexandru BĂCANU Ph.D.
Phone/Fax: +4-021-320-0172
Mobil: +49-151-2860-0368
e-mail: ibacanu@foundry-attr.ro
ibacanu@huettene-albertus.ro

INFORMAȚII

Persoană de contact:

Conf.Dr.Ing. Emil RIȚI-MIHOC
Tel. +4-074-553-2173
Fax: +4-026-441-5054
e-mail: emil_riti@yahoo.com



vă invită la conferința:

„Antreprenoriat, Mediu de Afaceri și Dezvoltare Durabilă

ce va avea loc în zilele de **3 și 4 iulie 2014**
începând cu ora **9:00**

Sala M14, CORP M
Universitatea Tehnică
(B-dul Muncii 103-105)



Privind spre antreprenoriat, privim spre viitor !

un eveniment



CPADDD

pentru mai multe detalii caută la:

<http://cpaddd.utcluj.ro/evenimente>

conferinta.amdd@cpaddd.utcluj.ro

contact:





invites you to the conference:

"Entrepreneurship, Business Environment and Sustainable Development"

which will take place on **2014, July 3th and 4th**
starting from **9:00 a.m.**

location: **Room M 14, Building M**
Technical University of Cluj-Napoca
(103-105 Muncii Boulevard)

AMDD 2014



By looking at entrepreneurship, we look towards the future !

CPADDD



event

search or ask for more details at:

<http://cpaddd.utcluj.ro/evenimente>

conferinta.amdd@cpaddd.utcluj.ro

contact:



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 aliniate 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 aliniate 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.

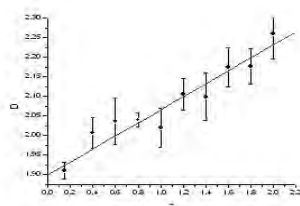


Figure 1. Distribution (Arial 8 Center).

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 mariraportate 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.