

UNIVERSITATEA TEHNICĂ “GHEORGHE ASACHI” DIN IAȘI
FACULTATEA DE ȘTIINȚA ȘI INGINERIA MATERIALELOR

TEZA DE ABILITARE

**CONTRIBUȚII LA DEZVOLTAREA DE NOI
MATERIALE ANORGANICE ECOLOGICE**

Conf.univ.dr.ing. Andrei Victor SANDU

2023

CUPRINS

Cuprins	2
1. Rezumatul tezei	4
Thesis summary	7
2. Repere din viața profesională	
2.1. Introducere	9
2.2. Internaționalizarea	10
2.3. Activitate didactică	11
2.4. Publicații	11
2.5. Management și proiecte de cercetare	15
2.6. Premii	16
2.7. Publicații reprezentative	17
2.8. Contribuții în domeniul științei și ingineriei materialelor	20
Contribuții personale	
3. Geopolimerii – o alternativă ecologică la cimentul Portland ?	
3.1. Introducere	23
3.2. Geopolimerizarea	27
3.3. Aluminosilicații	28
3.3.1. Argila	28
3.3.2. Zgura	30
3.3.3. Cenușa	31
3.3.4. Dolomita	31
3.4. Factori care afectează proprietățile betonului geopolimer	31
3.4.1. Alcalinitatea	32
3.4.2. Raportul solid - lichid	32
3.4.3. Raportul silicat de sodiu: hidroxid de sodiu	33
3.5. Metode de obținere a geopolimerilor	34
3.6. Clasificarea geopolimerilor	35
3.7. Cercetări asupra geopolimerilor cu aplicații diverse	38
3.7.1. Rezistența la compresiune și conductibilitatea termică a geopolimerilor ...	39
3.7.2. Caracterizarea chimică și fizică a cenușii de termocentrală din deșeurile industriale de ulei de palmier pentru compozit geopolimer	51
3.7.3. Geopolimerii ușori pe bază de cenușă zburătoare	55

3.7.4. Studiul rezistenței și distribuția elementală a compozitului geopolimer de dolomit/cenușă zburătoare la temperaturi ridicate	59
3.7.5. Studiul rezistenței geopolimerilor cu zgură de furnal măcinată (GGBFS)	67
3.7.6. Comportamentul cenușii zburătoare activate alcalin prin plasarea subacvatică	76
3.7.7. Geopolimer pe bază de metacaolin/nămol pentru adsorbția Cu^{2+}	85
3.8. Concluzii generale	92
3.9. Referințe bibliografice	94
4. Perspective	
4.1. Perspective didactice	101
4.2. Perspective în cercetare	103
Anexa 1. Abrevieri	104
Anexa 2. Listă publicații și brevete	106

1. Rezumatul tezei

Domeniul ingineriei materialelor a cunoscut o creștere importantă în ultimele decenii, atrăgând un număr din ce în ce mai mare de cercetători, aspect reflectat și în prezenta lucrare.

Prin conținutul său, teza de abilitare cu titlul ***Contribuții la dezvoltarea de noi materiale anorganice ecologice***, se încadrează într-un domeniu prioritar, cel al ingineriei materialelor.

Teza de abilitare prezintă cele mai importante realizări și direcții de dezvoltare a carierei academice, în contextul actual al cercetării științifice la nivel internațional. În perioada dezvoltării mele profesionale, de la asistent, la șef lucrări și apoi conferențiar, am **participat** la activitățile didactice, administrative, științifice și de cercetare din cadrul Universității Tehnice „Gheorghe Asachi” din Iași.

Astfel, parcurgerea unor module complementare de specializare și training mi-a oferit posibilitatea dobândirii unor competențe necesare activităților inter- și transdisciplinare de cercetare, permițându-mi o consolidare a cunoștințelor atât din punct de vedere didactic, cât și științific. Formația de bază, ca inginer, și implicarea activă în proiecte de cercetare științifică mi-au permis dobândirea și aprofundarea cunoștințelor și abilităților specifice domeniului de Ingineria Materialelor.

Specializarea pe tehnici moderne de analiză (SEM, microFTIR, DSC, microscopie optică, profilometrie etc.) a deschis noi orizonturi și colaborări cu specialiști de marcă din Franța, Polonia, Malaesia, Tailanda, Bulgaria, Spania și nu numai.

După obținerea titlului științific de doctor în domeniul Ingineria Materialelor (2012), activitatea mea științifică a fost orientată în mod prioritar pe o direcție principală de cercetare aparținând domeniului vizat: noi materiale anorganice ecologice.

Rezultatele activității profesionale au fost valorificate prin publicarea a 9 cărți, din care șapte la edituri recunoscute CNCSIS și două în Statele Unite ale Americii, 5 capitole în cărți publicate la editura INTECH Open, peste 300 de articole științifice în jurnale cu factor de impact indexate Web of Science, 97 de articole fiind publicate în reviste cu factor de impact peste 2, dintre care la 80 de articole sunt autor principal. În ultimii ani, publicațiile au vizat în mare parte revistele în zona roșie Q1 și respectiv zona galbenă Q2 (peste 70). Indicele

Hirsch (Web of Science) este de 26, având peste 1800 de citări (excluzând autocitările). De asemenea, până în prezent am coordonat un proiect de cercetare științifică în calitate de director, un proiect ca responsabil științific, unul ca director al unui grant intern, fiind membru în 10 proiecte naționale și internaționale. Am fost recompensat cu numeroase premii de excelență, dar și medalii pentru brevetele de invenții obținute, în urma participării la concursuri și saloane internaționale de invenții. Recunoașterea internațională este evidențiată și de numărul mare de proceedinguri unde sunt editor, guest editor la reviste Q1 (Materials) și Q2 (Applied Sciences, Coatings, Crystals), membru în comitetul editorial al unor reviste științifice indexate ISI, dar și referent la mai mult de 20 de jurnale.

În paralel cu cercetarea științifică, activitatea didactică este o parte semnificativă a carierei mele academice. Este una dintre modalitățile prin care sper să consolidez programul de formare integrată pentru crearea de resursă umană cu înaltă calificare în domeniul ingineriei materialelor. Cariera academică se fundamentează pe profesionalism, etică, autodisciplină și ideea de a dobândi, construi și disemina cunoștințe acumulate prin cercetarea științifică. Rețeaua internațională creată permite o dezvoltare puternică a unei echipe de cercetare, care pe plan didactic poate furniza ingineri calificați în cele mai noi domenii ale industriei.

Capitolul 1 prezintă rezumatul tezei atât în limba română cât și engleză, facilitând o parcurgere rapidă a întregului conținut al lucrării.

În capitolul 2 sunt redate reperele din viața profesională, evidențiind internaționalizarea, activitatea didactică, activitatea de cercetare concretizată prin publicații, proiecte de cercetare și premii, iar în final sunt redate contribuțiile în domeniul științei și ingineriei materialelor.

În capitolul 3 se prezintă cercetările asupra geopolimerilor – o alternativă ecologică la cimentul Portland. Astfel, se evidențiază aceste noi materiale sustenabile, alături de clasificarea lor, dar și câteva studii de caz din cele mai recente publicații. În acest sens, se prezintă rezistența la compresiune a unor rețete noi, respectiv caracterizarea chimică și fizică a cenușii de termocentrală pentru utilizarea în cadrul geopolimerilor și a betoanelor ușoare, dar și rezistența la temperaturi înalte, sau chiar activarea sub apă, iar în cele din urmă pentru adsorbția de metale grele.

În capitolul 4 se prezintă perspectivele din punct de vedere didactic, fiind pus accentul pe disciplinele din portofoliu și diversificarea materialelor pentru studenți. De asemenea, un interes deosebit este acordat și infrastructurii aferente, precum și perspectivelor de cercetare, cu obiectivele și activitățile vizate pentru a fi îndeplinite.

În final, este prezentată lista integrală de publicații și brevete, care stau la baza prezentei teze de abilitare.

Thesis summary

The field of materials engineering has experienced exponential growth in recent decades, attracting more and more researchers.

Through its content, the habilitation thesis with the title ***Contributions on the development of new ecological inorganic materials***, falls within current priority field of materials engineering.

The habilitation thesis presents the most important achievements and development directions of the academic career, in the current context of international scientific research. Throughout my university career, from assistant to lecturer, I participated in teaching, administrative, scientific and research activities within the „Gheorghe Asachi” Technical University of Iași.

Thus, completing some complementary specialization and training modules gave me the opportunity to acquire skills necessary for inter- and transdisciplinary research activities, strengthening myself, both from a didactic and scientific point of view. The basic training as an engineer and the active involvement in scientific research projects allowed me to acquire and deepen the knowledge and skills specific to the field of Materials Engineering.

Specialization in modern analysis techniques (SEM, microFTIR, DSC, optical microscopy, profilometry, etc.) has opened new horizons and collaborations with top specialists from France, Poland, Malaysia, Thailand, Bulgaria, Spain and not only.

After obtaining the scientific title of doctor in the field of Materials Engineering (2012), my scientific activity was mainly oriented on the mainresearch direction belonging to the targeted field: new innorganic ecological materials.

The results of the scientific research activity are valued in the form of 9 books, seven of which were published by CNCSIS-recognized publishing houses and two in the United States of America, 5 chapters in books published by the INTECH Open publishing house. Also I have published over 300 scientific articles in Journals with impact factor indexed by Web of Science, 97 articles being published in journals with an impact factor over 2, out of which at 80 articles at main author. Most of the last published articles are in red zone Q1 and yellow zone Q2 (more than 70). Hirsch index is 26, having more than 1800 citations (excluding self-citations). Also, to date I have coordinated one scientific research project as director, one project as scientific supervisor, one as director of an internal grant and being a member of 10 national and international projects. I was rewarded with numerous awards of excellence, as well as medals for patents, participating in international invention competitions and salons.

The international recognition is also evidenced by the large number of proceedings where I am editor, guest editor in Q1 (Materials) and Q2 (Applied Sciences, Coatings, Crystals) areas, member of the editorial committee of some ISI indexed scientific journals, but also as a referent for more than 20 journals.

In parallel with scientific research, teaching activity is a significant part of my academic career. It is one of the ways in which I hope to strengthen the integrated training program to create a highly qualified human resource in the field of materials engineering. Academic career is based on professionalism, ethics, self-discipline and the idea of acquiring, building and disseminating knowledge accumulated through scientific research. The international network created, allows a strong development of a research team, which on a didactic level can provide qualified engineers in the newest fields of industry.

Chapter 1 presents the abstract of the thesis in both Romanian and English language.

In chapter 2, the milestones from professional life are presented, highlighting the internationalization, the didactic activity, the research activity realized through publications, research projects and awards, and finally the contributions in the field of materials science and engineering are presented.

Chapter 3 presents the research on geopolymers – an ecological alternative to Portland cement. These new sustainable materials are presented, along with their classification, but also some case studies, from the most recent publications. Thus, the compression resistance of new recipes is presented, namely the chemical and physical characterization of power plant ashes for use in geopolymers and lightweight materials, but also high temperature resistance, or even underwater activation and finally for heavy metal adsorption.

Chapter 4 presents the perspectives from a didactic point of view, focusing on the subjects in the portfolio and the diversification of materials for students and the related infrastructure, and respectively the research perspectives, with objectives and targeted activities to be fulfilled.

In the final part, the thesis presents the list of publications and patents of the author.

2. REPERE DIN VIAȚA PROFESIONALĂ

2.1. Introducere

Activitatea mea științifică a început încă de când eram student la Facultatea de Știința și Ingineria Materialelor, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași (2003-2008). După obținerea diplomei de licență (de inginer) am urmat cursurile programului de masterat în materiale avansate și tehnici de analiză experimentală (2008-2009). Pe parcursul anilor de studenție am lucrat alături de profesorii mei și, de asemenea, în laboratorul **profesorului Ion SANDU** de la Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, unde am avut ocazia să mă specializez pe mai multe tehnici, precum microscopia electronică de scanare – SEM, analiza termică – STA, spectrometria în infraroșu – microFTIR și colorimetrie. În această perioadă am reușit să public câteva articole împreună cu profesorii mei, dar și cu alți doctoranzi din cadrul universităților ieșene.

Încă din perioada masteratului am inițiat o cercetare care s-a încheiat printr-o teză de doctorat (2009-2012), susținută în octombrie 2012 cu “*Summa cum laudae*” (cinci articole cu factor de impact ca prim-autor și două cereri de brevet). În anul 2011 am beneficiat de un stagiul doctoral de șase luni la Université de Technologie Belfort-Montbéliard, Franța, la laboratorul LERMPS (Laboratoire d'Etudes et de Recherches sur les Matériaux, les Procédés et les Surfaces), unde am avut oportunitatea de a lucra și a mă specializa în profilometrie optică, spectrometrie de difracție de raze X și tribometrie. Aici am lucrat sub supravegherea savantului de renume mondial Prof. Christian CODDET (fostul rector al universității, cu un index H = 64, având peste 500 de publicații).

În 2004 am început să lucrez ca secretar și asistent cercetător la Forumul Inventatorilor Români (FIR), fiind implicat în activitatea de cercetare și inovare, iar alături de mulți parteneri internaționali am deschis diverse oportunități de colaborare. FIR este o asociație profesională care are scopul de a sprijini, stimula, dezvolta și valorifica creativitatea științifică, tehnică și artistică a persoanelor sau instituțiilor din România și din străinătate. FIR este înregistrată ca unitate de cercetare din Nomenclatorul Național al Instituțiilor de Cercetare.

De asemenea, pe perioada dezvoltării personale, am participat la mai multe cursuri precum: Școala de inventică, Manager în Inovare, Expert achiziții publice.

2.2. Internaționalizarea

Sub îndrumarea profesorilor Facultății de Știința și Ingineria Materialelor și cu sprijinul membrilor Forumului Inventatorilor Români, am lucrat la elaborarea a numeroase brevete de invenție și articole științifice. Acestea au fost diseminate la expoziții internaționale de invenții, unde au fost evaluate și premiate în cadrul unor competiții academice, precum cele de la Moscova, Sevastopol, Londra, Bruxelles, Barcelona, Zagreb, Pittsburgh etc.

Prin participarea la numeroase manifestări științifice din domeniul Științei și Ingineriei Materialelor din țară și din străinătate, am stabilit o serie de relații profesionale cu specialiști din diverse domenii conexe, aspect cu o influență pozitivă asupra evoluției mele profesionale și a domeniului de cercetare propus.

Astfel, am colaborat cu un număr mare de profesori și cercetători de la Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, Universiti Malaysia Perlis, Universitatea de Medicină și Farmacie „Grigore T. Popa”, Universitatea Politehnica din București, Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava, Institutul de Chimie Macromoleculară „Petru Poni”, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Universitatea „Dunarea de Jos” din Galați, Université de Technologie Belfort-Montbéliard, Universitatea de Tehnologie Czestochowa, Polonia, Universitatea de Tehnologie Chimică și Metalurgie, Sofia, Bulgaria, Universitatea Kazimierz Wielki Bydgoszcz Polonia, Universitatea de Tehnologie West Pomeranian Szczecin, Polonia etc.

În urma bunelor relații cu aceste instituții, asociații profesionale din domeniul invenției și universități din diferite țări, în anul 2009 am pus bazele unui eveniment internațional de prestigiu - EUROINVENT - Expoziția Europeană a Creativității și Inovației (www.euroinvent.org), care promovează creativitatea sub toate formele ei. La acest eveniment (14 ediții, 2022 inclusiv) au participat anual inventatori, cercetători, profesori și studenți din peste 30 de țări. Începând cu anul 2015, alături de EUROINVENT, am început organizarea Conferinței Internaționale ICIR EUROINVENT – axată pe Știința și Ingineria Materialelor, unde anual sunt invitați cercetători de renume din toate colțurile lumii (www.euroinvent.org/conference).

Începând cu anul 2014 am fost invitat ca cercetător asociat la Universiti Malaysia Perlis, iar din 2015 ca profesor invitat, certificat reînnoit în 2022. Astfel, am deschis o colaborare fructuoasă între Facultatea de Știința și Ingineria Materialelor din cadrul Universității Tehnice „Gheorghe Asachi” din Iași și Center of Excellence Geopolymer and Green Technology (CEGeoGTech), Universiti Malaysia Perlis (UniMAP).

2.3. Activitatea didactică

În ceea ce privește activitatea didactică, în anul 2012 am fost angajat ca asistent universitar la Departamentul de Tehnologii și Echipamente pentru Prelucrarea Materialelor a Facultății de Știința și Ingineria Materialelor, în 2016 ca șef lucrări, iar în 2019, în urma concursului, am promovat pe postul de conferențiar universitar. În această perioadă am colaborat cu aproape toți profesorii departamentului, având contact cu majoritatea temelor aflate în coordonarea departamentului nostru. Cursurile la care am fost sau sunt titular s-au axat pe probleme de ingineria materialelor și respectiv mediu, având un fundament de cercetare pe acest subiect și anume: *Sisteme industriale de reciclare a materialelor*, *Materiale Refractare*, *Sisteme moderne pentru aplicații medicale*, *Ecotehnologii*, *Management de mediu în ingineria materialelor*, *Management și etică*, *Tehnici avansate de analiză termică*, *Suprafețe, interfețe, aderență*, *Ingineria suprafețelor* și altele.

În ultimii ani de activitate didactică am lucrat, în principal, cu studenții de la nivelul de studii masterale, coordonând peste 50 de masteranzi și peste 30 studenți de licență. Am fost implicat și în comisia de îndrumare a mai multor doctoranzi, și împreună cu domnul Prof. Petrică VIZUREANU (Director de Departament și Coordonator de doctorat), au fost dezvoltate noi teme de cercetare în universitatea noastră.

2.4. Publicații

Cunoștințele în domeniul propus se bazează pe mulți ani de experiență, în special în ceea ce privește cercetarea din domeniile ingineriei materialelor/ingineriei mediului/managementului mediului, precum și din domenii conexe în strânsă legătură cu cursurile predate. Astfel, am publicat un număr mare de articole științifice recunoscute internațional (peste 300 de articole indexate Web of Science, care sunt citate de peste 2000 de ori, cu un indice Hirsch = 26) și peste 40 de cereri de brevete (din care 32 indexate de Derwent Innovation Index – patentate în România, Republica Moldova și Malaezia).

Sunt editor (Publishing Editor) la *International Journal of Conservation Science* (indexat de Thomson Reuters, ESCI și SCOPUS), respectiv *European Journal of Materials Science and Engineering* (indexat de DOAJ, CAS și CiteFactor). În plus, în calitate de redactor, am coordonat peste 23 proceeding-uri pentru conferințe. De asemenea, am fost numit *guest editor* (7) pentru: MATERIALS (MDPI, Q1, IF: 3.748), APPLIED SCIENCES (MDPI, Q2, IF: 2.838), CRYSTALS (MDPI, Q2, IF: 2.67).

În ceea ce privește monografiile și cursurile, menționez că am două cărți publicate în limba engleză în SUA (A.V. SANDU, C. BEJINARIU, I.G. SANDU, M.M.A.B. ABDULLAH, *Modern Technologies of Thin Films Deposition. Chemical Phosphatation*, Material Research Forum, SUA, ISBN 978-1-945291-90-6, 2018, 149 p. și D.P. BURDUHOS-NERGIS, C. BEJINARIU, A.V. SANDU, *Fosphate Coatings Suitable for Personal Protective Equipment*, Material Research Forum, SUA, ISBN 978-1-64490-110 -6, 2021, 179 p. – prima indexată în Web of Science) și alte șapte la editurile naționale (trei dintre acestea pentru studenți). De asemenea, sunt autor a cinci capitole internaționale publicate la INTECH OPEN (biomateriale și geopolimeri), respectiv un capitol publicat la Archaeopress Publishers of the British Archaeological Reports.

În ceea ce privește articolele științifice, 329 de articole sunt indexate în Web of Science, 280 dintre acestea în reviste cu factor de impact. Dintre acestea, 97 de articole sunt publicate în reviste cu factor de impact peste 2, iar cinci au factorul de impact peste 6.

Tabelul 2.1. Lista revistelor cu impact ridicat în care am publicat

Revista	Categoria	Factor de impact	Număr articole
Construction And Building Materials	Q1	7.693	3
Journal of Alloys and Compounds	Q1	6.371	1
Journal of the European Ceramic Society	Q1	6.364	1
Ceramics International	Q1	5.532	1
Microchemical Journal	Q1	5.304	1
Materials	Q1	3.748	41
Case Studies in Construction Materials	Q1	4.934	1
Microscopy Research and Technique	Q1	2.893	4
Reviews on Advanced Materials Science	Q2	5.028	2
Materials Chemistry and Physics	Q2	4.778	3
Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials	Q2	4.042	1
RSC Advances	Q2	4.036	1
Sustainability	Q2	3.889	3
Micromachines	Q2	3.523	2
Materials Science And Engineering B-Advanced Functional Solid-State Materials	Q2	3.407	1
Coatings	Q2	3.236	9
Applied Sciences	Q2	2.838	10
Crystals	Q2	2.670	2

În concluzie, din cele peste 300 de articole publicate și indexate în Web of Science, la 80 de studii sunt autor principal (nouă ca prim autor, iar restul ca autor corespondent), aspect relevant în devenirea mea științifică de până acum.

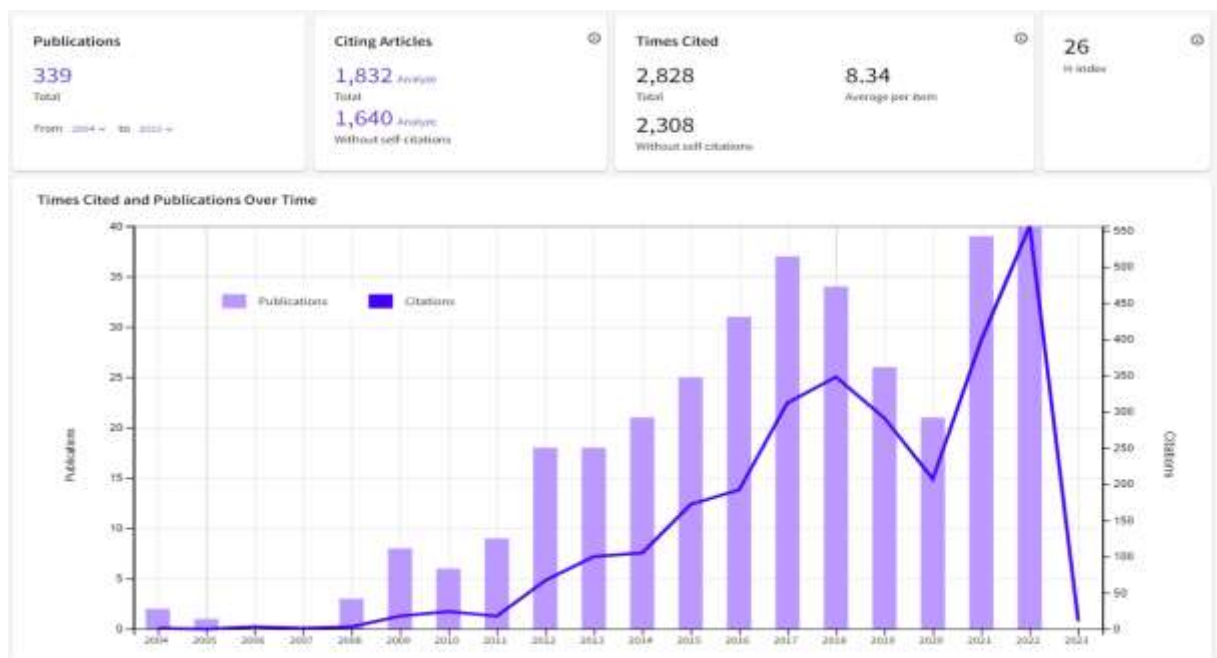
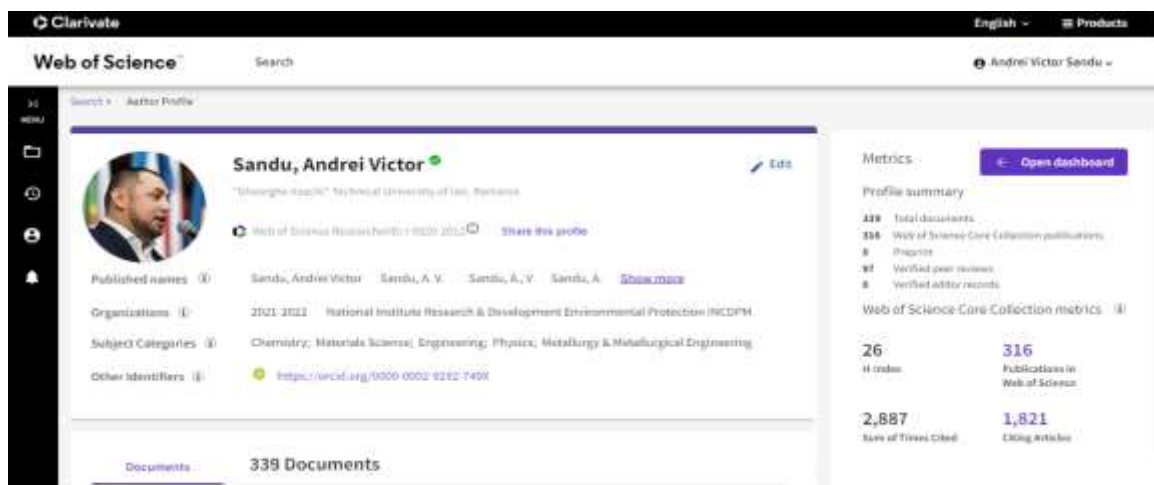
Alte reviste în care am publicat studii sunt: *Bulletin of the Polish Academy of Sciences-Technical Sciences*; *Archives of Metallurgy and Materials*; *Journal of Applied Physics*; *Bulletin of Materials Science*; *Environmental Engineering and Management Journal*; *Environmental Monitoring and Assessment*; *Advances in Cement Research*; *Journal of Superconductivity and Novel Magnetism*; *Revista de Chimie*; *Materiale Plastice*, *Instrumentation Science & Technology*, *Archives of Civil Engineering* etc.

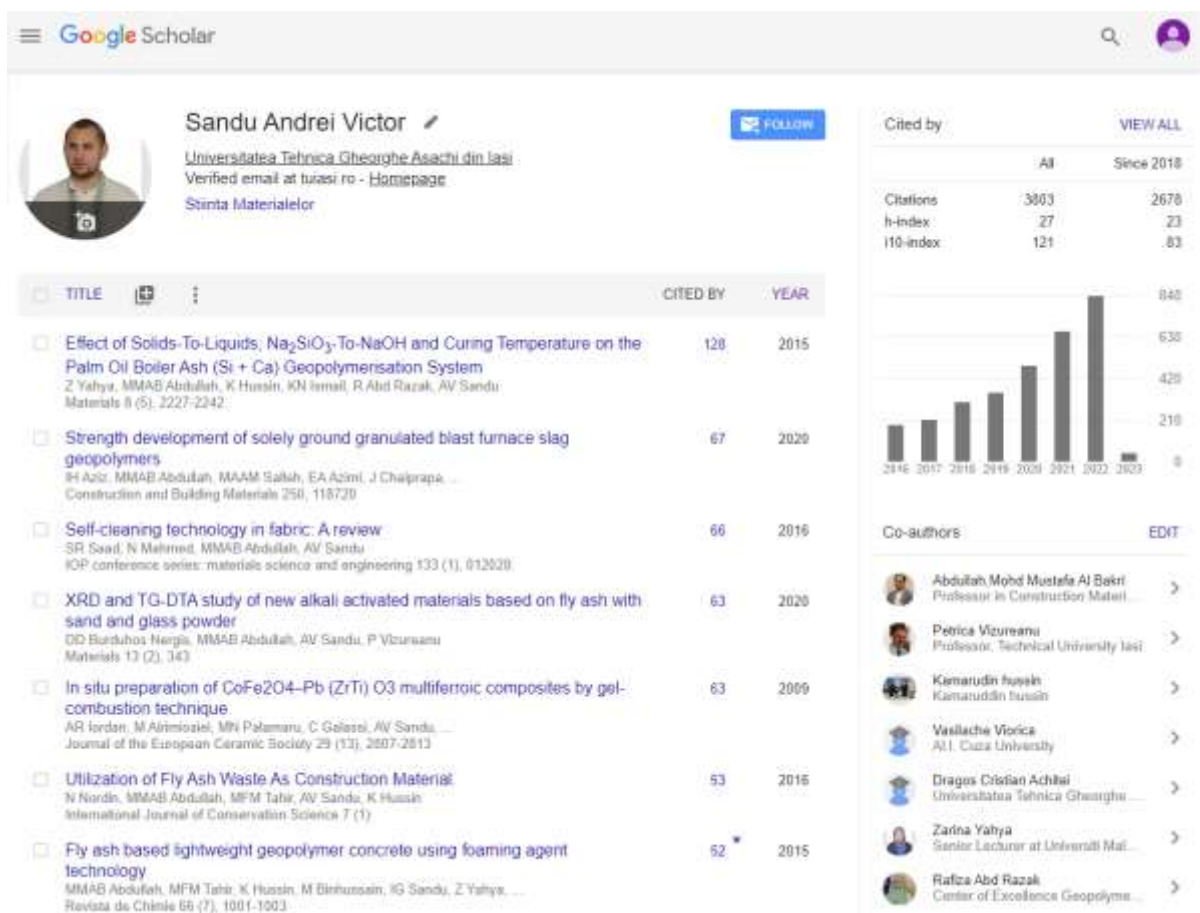
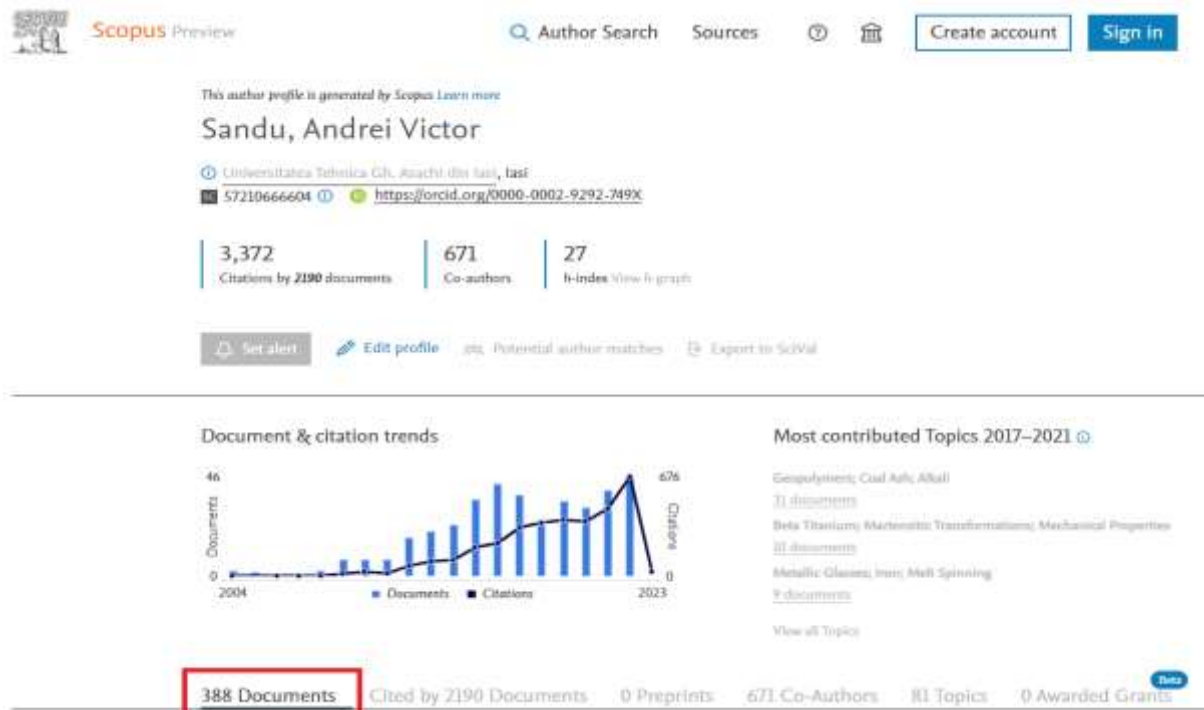
ORCID: 0000-0002-9292-749X

SCOPUS Author ID: 23502325600

Web of Science ResearcherID: I-9320-2012

BrainMap UEFISCDI ID (UEF-ID): U-1700-038N-5134





2.5. Management și proiecte de cercetare

Așa cum am menționat anterior, sunt membru în câteva comisii îndrumătoare de doctorat și, de asemenea, sunt membru al Consiliului Departamentului de Tehnologii și Echipamente pentru Procesarea Materialelor. Mai mult, sunt și membru al comisiilor de examinare pentru nivelurile de studii de licență și masterat. În plus, am mai participat ca referent oficial în trei comisii de atribuire a titlului de doctor la Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, respectiv Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași și la o comisie de concurs pentru poziția de conferențiar universitar la Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca.

În prezent sunt cercetător principal la *Institutul Național de Cercetare și Dezvoltare pentru Protecția Mediului-INCDPM* (unde am fost Director al unui Proiect Sectorial), președinte al *Forumului Inventorilor Români-FIR*, reprezentant pentru România la *Federația Internațională a Asociațiilor Inventatorilor-IFIA*, membru al comitetului executiv și director de cercetare și dezvoltare la *World Invention Intellectual Property Associations-WIIPA*.

Am fost numit **evaluator** pentru proiecte internaționale (Polonia 2020-2022 și Qatar 2020), dar și pentru Programul Nucleu (2022) al institutelor naționale de cercetare din România.

După cum am menționat anterior, sunt editor la mai multe reviste și revizor pentru un număr mare de reviste (Materials; Metals; Coatings; Applied Science; Advances in Civil Engineering; Advances in Materials Science and Engineering; Applied Surface Science; Materials and Design; Materials Chemistry and Physics; International Journal of Materials Research; Instrumentation Science & Technology; Case Studies in Construction Materials; Surface and Coatings Technology; Journal of Industrial and Engineering Chemistry; Construction & Building Materials; Materials; Arabian Journal of Chemistry; Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects; Optik – International Journal for Light and Electron Optics; Resources, Conservation & Recycling etc.).

Am fost **Responsabil Partener** TUIASI pentru Proiectul 4 în Consorțiul MedicalMetMat: 60 PCCDI/2018 PN-III-P1-1.2-PCCDI-2017-0239 (Obținerea și expertiza materialelor noi biocompatibile pentru aplicații medicale) finanțat de UEFISCDI România, unde alături de un consorțiu format din 10 universități și institute de cercetare din România au fost realizate 5 proiecte componente cu rezultate deosebite. Dintre obiectivele specifice realizate cu succes în cadrul proiectului se pot enumera: (i) proiectarea, realizarea și testarea

diferitelor tipuri de materiale biocompatibile și îmbunătățirea acestora, (ii) asigurarea dezvoltării competențelor de ordin practic în realizarea și testarea de noi materiale biocompatibile cu utilizări în domeniul medical, prin identificarea unor compoziții optime ce au fost brevetate și diseminate către mediul de afaceri interesat, respectiv (iii) asigurarea transferului tehnologic a rezultatelor obținute în cadrul Proiectului Complex la nivel regional și național.

De asemenea, datorită experienței didactice (*titular pe disciplinele: Management de Mediu în Ingineria Materialelor, Management de Mediu în Ingineria Procesării Materialelor, Protecția mediului în Industrie și respectiv Ecotehnologii, cu aportul experienței din activitățile de cercetare în domeniu*), am câștigat prin competiție națională un proiect în calitate de **Director** - Determinarea metodologiei și coeficienților specifici României în vederea cuantificării emisiilor și absorbțiilor de GES în vederea cuantificării schimbărilor climatice - Planul Sectorial de Cercetare, Dezvoltare și Inovare al Ministerului Cercetării și Inovării România (valoare totală 2.000.000 lei). Proiectul a reprezentat un parteneriat între Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Protecția Mediului, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru mașini și Instalații Destinate Agriculturii și Industriei Alimentare București, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Inginerie Electrică, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Chimie și Petrochimie, CEPROCIM S.A. și Institutul de Metale Neferoase și Rare. În cadrul acestui proiect desfășurat în perioada 2019-2020, au fost îndeplinite o serie de obiective prin realizarea mai multor activități, precum (i) identificarea parametrilor de cuantificare a emisiilor și absorbțiilor de GES, (ii) stabilirea metodologiei de lucru privind poluarea ce implică inclusiv evaluarea metalelor grele rezultate din industrie și transporturi, (iii) identificarea, monitorizarea și controlul proceselor industriale în urma cărora sunt generate materiale cu risc de poluare, (iv) elaborarea unui ghid pentru asigurarea respectării normelor în vigoare, implicând tehnici de modelare și software pentru elaborarea prognozelor, acestea culminând cu elaborarea unui set de propuneri privind controlul și reducerea poluanților. Prin această modalitate, experiența mea în domeniul Ingineria Materialelor și-a adus aportul prin coordonarea, cuantificarea și stabilirea unui protocol avansat de analiză a materialelor în cadrul proiectului, acesta fiind finalizat cu succes.

Totodată, am fost **directorul** unui Grant GI/P20/2021, proiect pentru susținerea capacității de publicare – PUBLICAȚII, competiție organizată în cadrul TUIASI. Acest proiect a avut ca obiectiv general susținerea cadrelor didactice, stimulând cercetarea și diseminarea rezultatelor obținute în jurnale indexate Web of Science, clasificate în quartilul

Q2 (Coatings, Applied Sciences) și anume: studiul arheometalurgic al unor piese antice cu valoare deosebită, respectiv studiul unui strat metalic pe baza de Cr-Ni-V rezistent la forțe dinamice pentru roțile supuse la sarcini mari.

Am fost, de asemenea, membru în echipa de cercetare a mai multor proiecte precum Proiect POSDRU/86/1.2/S/62307, 2011-2013 – expert lungă durată, Proiect Leonardo da Vinci (2007-2009) LLP-LDV-TOI-2007-IT-166 – cercetător, Parteneriate în domenii prioritare, PNCDI II, TMSF 71-086/18.09.2007 – cercetător, Membru al echipei de proiect cu IUCN, Moscova, Rusia, Ordin nr. 397 / 27.05.2019, cu titlul *Studiul structurii și proprietăților biomaterialului funcțional nou prin împrăștiere neutronică și metode complementare*, contract nr. 4860-4-19/20 cod temă 04-4-1121-2015/2020, respectiv Proiect IUCN, Moscova, Rusia, Ordin nr. 395/27.05.2019, intitulat *Aliaje pe bază de Ti ca biomaterial nou utilizat în aplicații medicale*, cod temă 04-4-1121-2015/2020, dar și la câteva granturi interne (MedTech_8 /2022, GI/P6/2021, GI/P31/2021) în cadrul TUIASI, dar și *manager științific* în cadrul Proiectul de Cooperare Transfrontalieră, România-Ucraina-Republica Moldova, Cod MIS ETC 2302, „Its Science Time”.

2.6. Premii

Am fost distins de Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași (Premii pentru Excelență în Cercetare): *Premiul pentru tânărul cercetător cu cele mai bune performanțe în cercetare științifică* (2015 și 2018) și *Premiul pentru cele mai bune performanțe în inovare și transfer tehnologic* (2016), respectiv ***Cercetătorul cu cele mai bune performanțe în cercetare științifică*** (2021).

Pe lângă acestea, am fost premiat cu peste 60 de medalii de aur, 30 de argint și 15 de bronz la Expoziția Internațională de Invenții. Am fost numit Cavaler al *Inventive Mérite*, Bruxelles – Belgia (2004) și am primit numeroase premii speciale de la universități și instituții internaționale.

În cadrul UEFISCDI prin programul Premiera rezultatelor cercetării – articole, am avut peste 40 de articole premiate.

2.7. Publicații reprezentative
publicate în ultimii ani în domeniul de interes

1. Tahir, M.F.M., Abdullah, M.M.A., Abd Rahim, S.Z., Hasan, M.R.M., Sandu, A.V., Vizureanu, P., Ghazali, C.M.R., Kadir, A.A., Mechanical and Durability Analysis of Fly Ash Based Geopolymer with Various Compositions for Rigid Pavement Applications, **MATERIALS**, 2022, 15, 10, art. 3458, 10.3390/ma15103458 (Corresponding author) Q1
2. Sofri, L.A., Abdullah, M.M.A., Sandu, A.V., Imjai, T., Vizureanu, P., Hasan, M.R.M., Almadani, M., Ab Aziz, I.H., Rahman, F.A., *Mechanical Performance of Fly Ash Based Geopolymer (FAG) as Road Base Stabilizer*, **MATERIALS**, 2022, 15, 20, 7242. DOI10.3390/ma15207242 (Corresponding author) Q1
3. Ramli, MII; Salleh, MAAM; Abdullah, MMA; Aziz, IH; Ying, TC; Shahedan, NF; Kockelmann, W; Fedrigo, A; Sandu, AV; Vizureanu, P; Chaiprapa, J; Nergis, DDB, The Influence of Sintering Temperature on the Pore Structure of an Alkali-Activated Kaolin-Based Geopolymer Ceramic, **MATERIALS**, 2022, 15, 7, 2667, 10.3390/ma15072667 (Corresponding author) Q1
4. Kamarzamann, F.F., Abdullah, M.M.A., Rahim, S.Z.A., Kadir, A.A., Jamil, N.H., Ibrahim, W.M.W., Sandu, A.V., *Hydroxyapatite/Dolomite alkaline activated material reaction in the formation of low temperature sintered ceramic as adsorbent materials*, **CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS** 2022, 349, 128603. DOI10.1016/j.conbuildmat.2022.128603 Q1
5. Zailan, SN; Mahmed, N; Abdullah, MMA; Rahim, SZA; Halin, DSC; Sandu, AV; Vizureanu, P; Yahya, Z, Potential Applications of Geopolymer Cement-Based Composite as Self-Cleaning Coating: A Review, **COATINGS**, 2022, 12, 2, 133, 10.3390/coatings12020133 (Corresponding author) Q2
6. Arokiasamy, P., Abdullah, M.M.A.B., Abd Rahim, S.Z., Mohd Arif Zainol, M.R.R., Mohd Salleh, M.A.A., Kheimi, M., Chaiprapa, J., Sandu, A.V., Vizureanu, P., Abdul Razak, R., Jamil, N.H., Metakaolin/sludge based geopolymer adsorbent on high removal efficiency of Cu²⁺, **CASE STUDIES IN CONSTRUCTION MATERIALS**, 2022, 17, e01428. 10.1016/j.cscm.2022.e01428 Q1
7. Yahya, Z., Abdullah, M.M.A., Li, L.Y., Nergis, D.D.B., Hakimi, M.A.A., Sandu, A.V., Vizureanu, P., Razak, R.A., *Behavior of Alkali-Activated Fly Ash through Underwater Placement*, **MATERIALS**, 14 (22), 2021, Article Number 6865, DOI10.3390/ma14226865. (Corresponding author) Q1

8. Aziz, I.H., Abdullah, M.M.A., Salleh, M.A.A.M., Azimi, E.A., Chaiprapa, J., **Sandu, A.V.**, *Strength development of solely ground granulated blast furnace slag geopolymers*, **CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS**, 250, 2020, 118720, DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2020.118720 **Q1**
9. Burduhos Nergis, D.D., Abdullah, M.M.A.B., **Sandu, A.V.**, Vizureanu, P., *XRD and TG-DTA Study of New Alkali Activated Materials Based on Fly Ash with Sand and Glass Powder*, **MATERIALS**, 13, 2020, 343; doi:10.3390/ma13020343 **(Corresponding author) Q1**
10. Nergis, D.D.B., Vizureanu, P., Ardelean, I., **Sandu, A.V.**, Corbu, O.C., Matei, E., *Revealing the Influence of Microparticles on Geopolymers' Synthesis and Porosity*, **MATERIALS**, 13, 14, 2020, **3211**, DOI: 10.3390/ma13143211 . **(Corresponding author) Q1**

Cărțile reprezentative, atât pe plan didactic cât și de cercetare sunt:

1. **A.V. SANDU**, **Managementul de Mediu în Ingineria Materialelor, I. Teorie și aplicații pentru studenți**, Ed. Pim, (ISBN 978-606-13-4328-7), 2018, 164 p.
2. **A.V. SANDU**, C. BEJINARIU, I.G. SANDU, M.M.A.B. ABDULLAH, **Modern Technologies of Thin Films Deposition. Chemical Phosphatation**, Material Research Forum, USA (ISBN 978-1-945291-90-6), 2018, 149 p.
3. D.P. BURDUHOS-NERGIS, C. BEJINARIU, **A.V. SANDU**, **Phosphate Coatings Suitable for Personal Protective Equipment**, Material Research Forum, USA (ISBN 978-1-64490-110-6), 2021, 179 p.

Cele mai reprezentative capitole de carte publicate internațional sunt:

1. V. GEANTA, I. VOICULESCU, P. VIZUREANU, **A.V. SANDU**, *High Entropy Alloys for Medical Applications*, **High Entropy Alloys**, 2019 (DOI: 10.5772/intechopen.89318).
2. P. VIZUREANU, D.D. BURDUHOS NERGIS, **A.V. SANDU**, D.P. BURDUHOS NERGIS, M.S. BALTATU, *The Physical and Mechanical Characteristics of Geopolymers Using Mine Tailings as Precursors*, **Advances in Geopolymer-Zeolite Composites - Synthesis and Characterization**, 2021 (DOI 10.5772/intechopen.97807)
3. P. VIZUREANU, M.S. BĂLȚATU, **A.V. SANDU**, D.C. ACHITEI, D.D. BURDUHOS NERGIS, M.C. PERJU, *New Trends in Bioactive Glasses for Bone Tissue: A Review*, **Current Concepts in Dental Implantology - From Science to Clinical Research**, 2021 (DOI: 10.5772/intechopen.100567)

2.8 Contribuții în domeniul științei și ingineriei materialelor

Cu sprijinul colegilor de departament și a partenerilor internaționali am fost implicat în numeroase cercetări, prin intermediul cărora am reușit să-mi dezvolt structura de cercetător și profesor.

Această carieră a început cu teza de doctorat intitulată „Obținerea și caracterizarea de noi straturi fosfatate pe suport de fier cu proprietăți anticorozive și lubrifiante”, sub îndrumarea domnului Prof. Dr. Ing. Costică BEJINARIU, unde am reușit să rezolv probleme științifice și tehnologice legate de obținerea straturilor subțiri de fosfat cu rol de protecție împotriva coroziunii și capacitate lubrifiantă utilizate în prelucrarea plastică a materialelor, dar și ca protecție a piesei finite, precum și modelarea formării straturilor de fosfat prin detalierea reacțiilor implicate. Această experiență m-a îndreptat către studiul straturilor subțiri, aliajelor și studiul coroziunii.

Ulterior obținerii titlului de doctor, cu ajutorul altor cercetători, am început să mă concentrez pe dezvoltarea de noi materiale anorganice ecologice.

Astfel, am fost implicat în numeroase teme de cercetare cu o mare influență asupra carierei mele, majoritatea fiind reprezentate de colaborări internaționale:

- Obținerea de noi materiale geopolimerice;
- Obținerea și caracterizarea de noi biomateriale – aliaje biocompatibile;
- Studii asupra peliculelor subțiri – obținere și caracterizare;
- Studii de coroziune asupra materialelor și posibilități de protecție;
- Procesarea aliajelor și a materialelor;

Pentru fiecare temă abordată am folosit o metodologie ce pornește de la studiul critic al literaturii de specialitate, urmând dezvoltarea (fundamentarea), obținerea, caracterizarea și optimizarea (Fig. 2.1.).

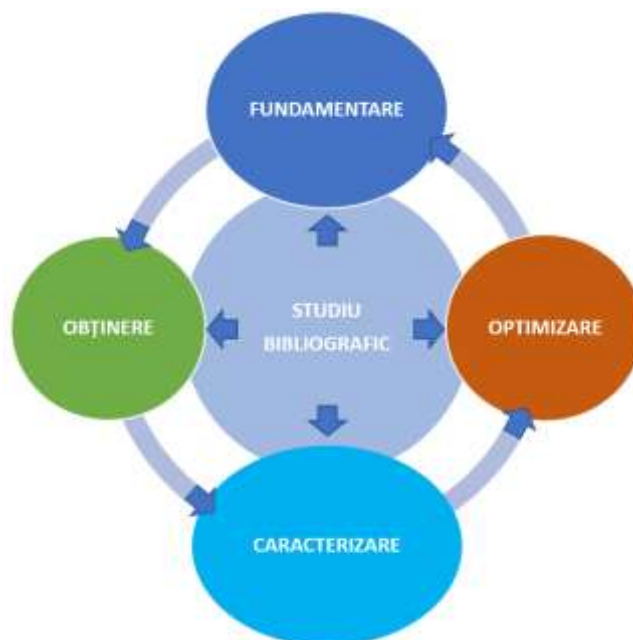


Fig. 2.1. Schema de lucru aplicată în cercetarea fundamentală și aplicativă

Astfel, după cum este intitulată și prezenta teză de abilitare, *:Contribuții la dezvoltarea de noi materiale anorganice ecologice*, prin sintetizarea cercetărilor din ultimii ani, am considerat oportună prezentarea domeniului principal de interes, și anume:

- dezvoltarea unor noi geopolimeri utilizând materiale autohtone (inclusiv deșeuri).

Principalele realizări și contribuții științifice sunt prezentate în capitolul 3, prin detalierea și fundamentarea acestor tipuri de materiale.

CONTRIBUȚII PERSONALE

Noi materiale anorganice ecologice: Geopolimerii

3. GEOPOLIMERII.

O ALTERNATIVĂ ECOLOGICĂ LA CIMENTUL PORTLAND ?

Această teză a fost realizată pentru a evidenția contribuțiile la dezvoltarea de noi materiale anorganice ecologice și respectiv a unor aliaje biocompatibile. În acest capitol se prezintă ultimele contribuții legate de studiul unor noi materiale anorganice ecologice cum sunt geopolimerii (numiți și betoane geopolimerice sau materiale geopolimerice), care sunt de fapt o categorie de materiale anorganice sintetice pe bază de aluminosilicați.

În noiembrie 2011, participând la un eveniment științific la Zagreb am cunoscut o echipă cu un potențial deosebit, și anume colectivul coordonat de Prof.dr. Mohd Mustafa Al Bakri Abdullah de la Universiti Malaysia Perlis, acesta prezentându-mi un material cu totul și cu totul nou pentru mine la acel moment. La inițiativa directorului de departament (Prof. Petrică Vizureanu), alături de alți colegi și doctoranzi, am reușit să demarăm cercetările în acest domeniu nou, cel al geopolimerilor.

3.1. Introducere

Geopolimerii sunt o clasă de materiale oxidice obținute prin activarea cu soluții alcaline sau acide a materialelor bogate în oxizi de siliciu și aluminiu. Termenul a fost introdus în literatură în anii '90, de către J. Davidovits [1,2]. Geopolimerii, cunoscuți și ca polimeri anorganici sau lianți activați, în majoritatea cazurilor, de metale alcaline, au generat interes la nivel global. În general, geopolimerii prezintă structură amorfă sau semicristalină și compuși tridimensionali de oxizi de siliciu. Geopolimerii pot fi produși prin amestecarea materialelor reactive ce conțin aluminosilicați, cum ar fi cenușa zburătoare, caolinul sau metacaolinul, zgura de furnal și dolomita, cu soluții alcaline cu concentrații ridicate (3-12 M). Soluțiile alcaline cele mai utilizate pentru a produce geopolimeri sunt hidroxidul de sodiu (NaOH), hidroxidul de potasiu (KOH), silicatul de sodiu și silicatul de potasiu [3-6].

Unii cercetători au explorat, de asemenea, utilizarea deșeurilor industriale, cum ar fi nămolul roșu, cenușa de coajă de orez și nămolul de la stațiile de epurare, în producția de geopolimeri. Compoziția și proprietățile exacte ale unui geopolimer vor depinde de materialele specifice utilizate și de condițiile în care este realizat [3-6].

Având în vedere contextul actual al schimbărilor climatice, este necesară reducerea consumului de materii prime și energetice, respectiv, reutilizarea materialelor și chiar a

deșeurilor [3]. Astfel, geopolimerii pot fi utilizați în diverse aplicații. Domeniul industriei construcțiilor devine zona cu cel mai mare potențial în comparație cu alte aplicații precum tratarea deșeurilor rezistente la foc, bio-materiale, industria plastică, industria auto și aerospațială.

Astfel, prin geopolimerizare putem obține materiale similare betonului OPC utilizând deșeurile de aluminosilicat [7-10]. Practic, se dizolvă un material alumino-silicic într-o soluție alcalină, obținându-se o structură tetragonală de Si-O-Al în urma eliminării parțiale a apei. Prin urmare, un geopolimer este un material oxidic pe bază de grupări de aluminiu și siliciu, echilibrat chimic de atomi de Na^+ , K^+ etc., care se formează în urma reacției de geopolimerizare.

Datorită simplității procesului de obținere, aplicațiile geopolimerilor sunt variate, de la izolații termice, materiale rezistente la foc, căptușeli refractare, materiale de construcții, materiale pentru industria metalurgică, obiecte decorative și până la încapsularea deșeurilor radioactive și toxice etc. [7-10].

Totuși, geopolimerii ies în evidență ca betoane ecologice cu un consum redus de energie, respectiv o amprentă mică de CO_2 [3]. Prin urmare, geopolimerizarea este o tehnică avantajoasă pentru obținerea de materiale ecologice care au proprietăți similare sau superioare cu cele ale materialelor convenționale, dar utilizează deșeuri ca sursă de materie primă.

Conform specialiștilor în domeniu [1-3], orice material bogat în aluminiu și siliciu, care poate fi dizolvat în condiții alcaline, poate fi folosit pentru a obține un geopolimer.

La nivel global, au fost identificate mai multe deșeuri cu potențial de geopolimerizare, cum ar fi cenușa zburătoare, nămolul roșu și zgura de furnal etc. După reacția chimică dintre materia primă solidă (deșeuri) și activatorul alcalin (o soluție de silicat de sodiu sau silicat de potasiu și hidroxid de sodiu), se obține un material anorganic cu o structură similară cu cea a zeoliților.

Astfel, geopolimerii sunt formați printr-o reacție chimică, cunoscută sub numele de geopolimerizare, care are loc ca urmare a amestecării a cel puțin doi constituenți (un solid bogat în siliciu și oxizi de aluminiu și o soluție alcalină). Geopolimerizarea (Figura 3.1) începe cu dizolvarea hidraților de siliciu, aluminiu și calciu (dacă există) din materialul solid (materia primă) sub acțiunea activatorului alcalin. În a doua etapă au loc nuclearea, oligomerizarea, polimerizarea și policondensarea, prin urmare, grupurile de atomi sunt reorientate și se creează grupări numite polisialați.

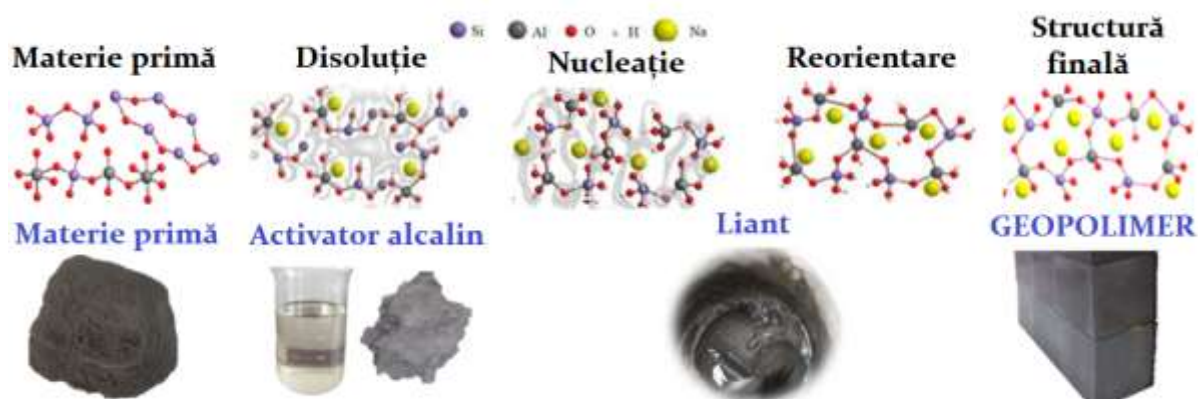


Figura 3.1. Etapele geopolimerizării [3]

Cu alte cuvinte, după disocierea compușilor Si-O-Si și Si-O-Al, se eliberează specii de Al^{3+} și Si^{4+} foarte reactive care, în urma interacțiunii dintre acestea și oxigen, formează oligomeri de $(\text{SiO}_4)^{4-}$ și $(\text{AlO}_4)^{5-}$ care vor crea în continuare lanțuri polimerice 3D de Si-O-Al-O, împreună cu eliminarea apei [3,11]. Tipul și structura compușilor din lanțurile polimerice create sunt influențate de raportul Si la Al, bazat pe relația empirică (3.1) [1-3]:

$$\text{R}^+_{\text{v}} \cdot \{-(\text{SiO}_2)_x-\text{AlO}_2-\}_{\text{v}} \cdot \text{aH}_2\text{O} \quad (3.1)$$

unde: R^+ – cationul alcalin din soluția de activare (Na^+ , K^+ etc.); v – gradul de polymerizare; x – raportul Si:Al, a – numărul de molecule de apă.

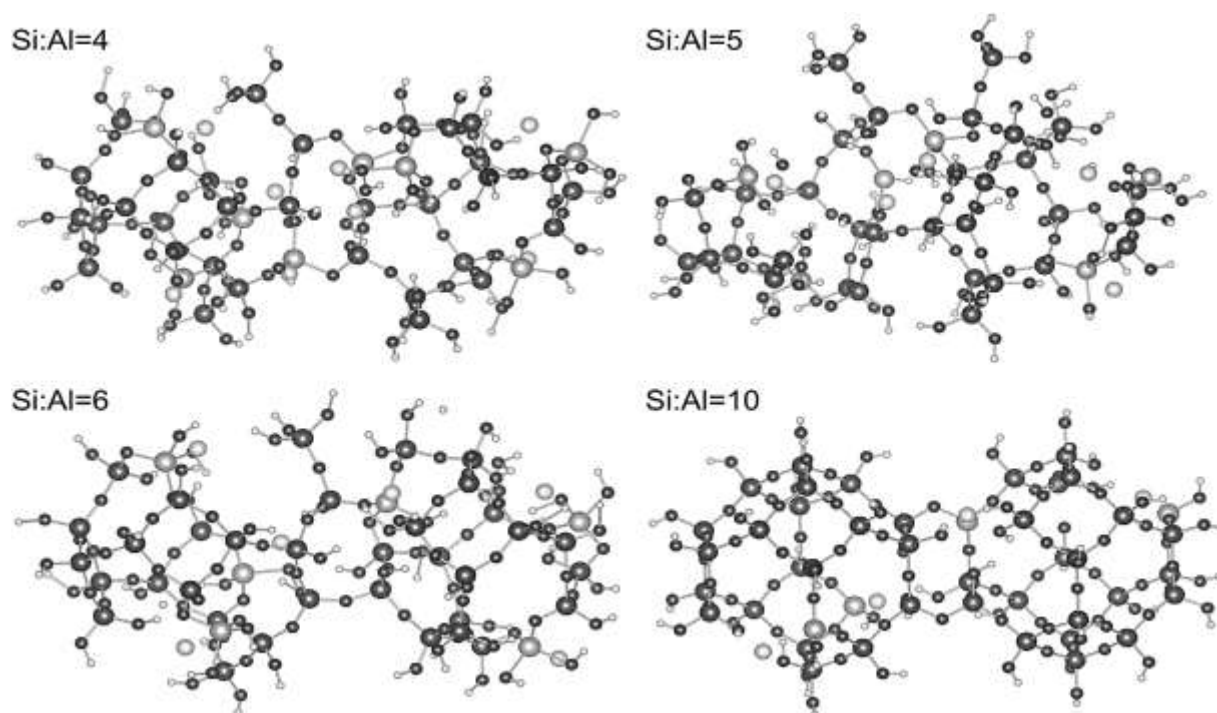


Figura 3.2. Structura 3D a geopolimerilor în funcție de raportul Si:Al [12]

În domeniul construcțiilor, geopolimerii sunt utilizați, în general, ca înlocuitor pentru materialele pe bază de Ciment Portland obișnuit (OPC). În fabricarea betoanelor, geopolimerii sunt utilizați ca lianți datorită performanței lor termice excepționale, a proprietăților mecanice superioare, precum și a durabilității considerabile ale acestora. Principalul factor motivațional în înlocuirea betoanelor convenționale (cele pe bază de OPC) cu cele geopolimerice este legat de problemele de mediu privind consumul enorm de energie și emisiile de dioxid de carbon (CO_2) în timpul fabricării acestuia [13]. Producția de beton în industrie este unul dintre cei mai importanți contributory la încălzirea globală. Dezvoltarea industriei cimentului este unul dintre adevărații susținători ai poluanților atmosferici. S-a calculat că 13.500 de milioane de tone de CO_2 sunt create din acest proces la nivel mondial, evidențiind aproximativ 7% din substanțele dăunătoare ale ozonului livrate în fiecare an [14].

În zilele noastre, industria construcțiilor a început să pună accent pe tehnologia verde și materialele ecologice. Geopolimerii au fost introduși în industrie, oferind practic performanță acoperirilor obișnuite de ciment în diverse aplicații, dar cu emisii de efect de seră mai mici. Tabelul 3.1 arată comparația dintre geopolimeri și betonul obișnuit.

Tabelul 3.1 Comparația dintre geopolimeri și betonul obișnuit [3, 12-14]

Beton obișnuit	Geopolimeri
• Producția cimentului se realizează în loc separat înainte de a trece la procesul de amestecare • Produce dioxid de carbon • Trebuie să fie compactat și produce suprafețe rugoase • Metoda de proiectare bazată pe raportul amestec ciment/apă	• Procesul de amestecare a tuturor ingredientelor se realizează simultan • Producție mai mică de dioxid de carbon și mai ecologic • Conține proprietăți reglabile (autonivelare) și produce o suprafață netedă • Metoda de proiectare bazată pe raportul chimic și materialele pozzolane

Geopolimerii au obținut un potențial uriaș de performanță în comparație cu standardul actual al cimentului obișnuit. Între timp, prelucrarea acestuia poate fi efectuată fie la temperatură mai scăzută, fie la temperatura camerei cu emisii mai mici de dioxid de carbon. În majoritatea producției de geopolimeri, 70% din rezistența finală la compresiune poate fi obținută în primele 4 ore de la întărire [15].

În concluzie, geopolimerii sunt materiale anorganice pe bază de siliciu și aluminiu, echilibrați chimic de ioni alcalini din grupa I [3]. Acestea sunt geluri rigide, create relativ în condiții normale de temperatură și presiune, care pot fi apoi transformate în materiale cristaline sau ceramice, asemănătoare zeoliților. Un geopolimer este un lanț reticular foarte lung cu grupe de siliciu $(\text{SiO}_4)^{4-}$ și rețea tetragonală specifică de oxizi de aluminiu $(\text{AlO}_4)^{5-}$ rezultat din procesul exotermic al unor oligomeri. Legăturile dintre aceste structuri tetraedrice sunt echilibrate de ioni alcalini de K^+ , Na^+ sau Li^+ [3,4].

3.2. Geopolimerizarea

Geopolimerul este produsul rezultat din reacția de policondensare a unor compuși anorganici ca urmare a dizolvării alumino-silicaților într-o soluție alcalină [1-3].

Astfel, geopolimerul denumește un material tridimensional de aluminat de siliciu amorf până la semicristalin. În plus, geopolimerul este format prin inițierea materialului sursă de aluminosilicat, cum ar fi argila, cenușa și zgura cu soluție alcalină. Aceste materiale există în mod natural, dar și ca deșeuri industriale sau produse secundare ale materialelor celor care necesită relativ mai puțină energie de fabricație. Expunerea acestor substanțe aluminosilicate activate termic la mediul înalt alcalin (combinație de silicați și hidroxizi) a contribuit la formarea unei structuri Si-O-Al bidimensionale. Mai mult, materialele geopolimerice răspund unei solicitări de produse pe bază de ciment care să confere proprietăți zeolitice și ceramice [16, 17].

Geopolimerii au apărut printr-o ordine de procese complexe de reacție începute cu activarea puzzolanică. Principalele procese au fost dizolvarea componentei de aluminosilicat în mediu alcalin, polimerizarea mineralelor dizolvate în gel, precipitarea produselor de hidratare formate și întărirea finală a matricei prin excluderea excesului de apă [18].

Astfel, prima reacție implicată este dizolvarea, care are loc direct la contactul dintre aluminosilicat și soluția alcalină, alocând astfel interfața ionică și ruperea legăturilor covalente dintre atomii de siliciu, aluminiu și oxigen. Apoi, are loc procesul de polimerizare prin care se asociază o reacție chimică rapidă în mediu alcalin pe legături Si-O-Al. Gelul geopolimer format conține cationi alcalini care compensează sarcinile deficitare supuse substituției aluminiului cu siliciul [19, 20].

Reacțiile continuă cu dezvoltarea moderată a structurii cristaline pe măsură ce nucleele gelului polimerizat ating dimensiunea crucială. Cristalinitatea matricei corespunde ratei cu care se formează precipitarea. Reacțiile spontane între alcali și cenușă reduce timpul de

creștere a unui mediu cristalin, fiind reprezentativ pentru zeoliții tipici [21]. Cu toate acestea, produsul final al geopolimerilor constă dintr-o fază de “ciment” amorfă și semicristalină.

3.3. Aluminosilicații

Un aluminosilicat este descris ca fiind o serie de materiale silicioase sau aluminoase și silicioase fin separate, care reacționează chimic cu varul stins la temperatură obișnuită și în prezența umidității pentru a forma cimentul și cu întărire lentă. Materialul bogat în siliciu (cenușa zburătoare sau zgură) și materialul bogat în aluminiu (argila) se transformă într-o condiție prealabilă esențială pentru geopolimerizare.

3.3.1. Argila

Caolinitul este unul dintre mineralele argiloase normale utilizate în producția de geopolimeri. Caolinitul conține structură de strat dioctaedric neîncărcat 1:1, așa cum se arată în Figura 3.3, cu formula sintetică de $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ [22].

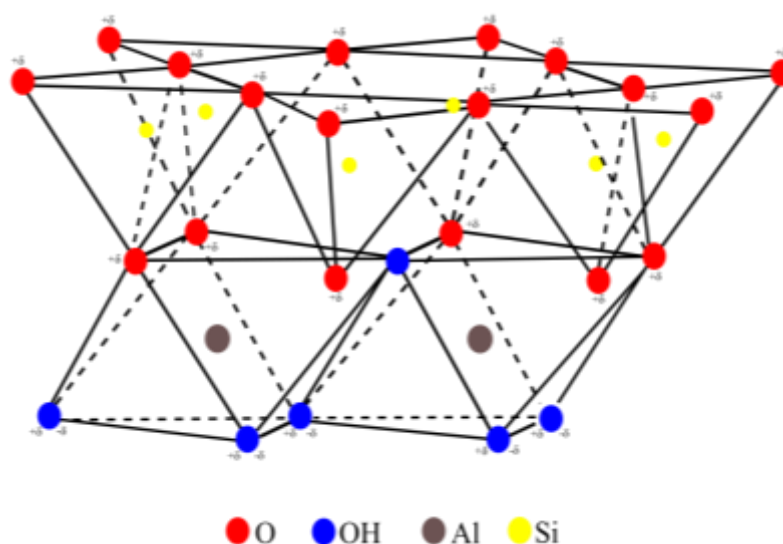


Figura 3.3. Structura caolinitului [22]

Componenta $(\text{Si}_2\text{O}_5)^{2-}$ și $\text{Al}(\text{OH})_3$ a fost conectată prin împărțirea atomilor de oxigen care s-au ținut împreună prin legături de hidrogen și van der Waals [23]. În cele din urmă, caolinitul conține o zonă de suprafață mică pentru geopolimerizare în comparație cu cenușa zburătoare care are particule rotunde. Astfel, suprafața mică permite doar dizolvarea redusă

prin reactant alcalin și, în consecință, obține o rezistență mai mică [24]. În plus, utilizarea exclusiv a caolinitului în reacția de geopolimerizare a produs o structură slabă.

De obicei, proprietățile mecanice mai bune sunt evidențiate de geopolimerii generați din surse de căldură sau calcinare, cum ar fi zgura de furnal, cenușa zburătoare și metacaolinul [1-10]. Procesul de sinterizare ajută la îmbunătățirea reactivității caolinitului față de răspunsul la geopolimerizare. Prin urmare, calcinările favorabile ale caolinitului conduc la faze amorfe puternic puzzolanice. Aceste faze amorfe furnizează un constituent activ care dobândește rezistența maximă a geopolimerului. La un număr dat de calcinări procesate la 550°C până la 800°C, ionii hidroxil puternic legați din stratul constitutiv de Al se dehidroxilează prin pierderea de apă [25]. Astfel, a avut loc transformarea caolinitului în fază metastabilă dezordonată a metacaolinului.

Potrivit lui Rowles *et al.* [6], metacaolinul poate fi produs prin încălzirea caolinitului la 750°C în aer timp de douăzeci și patru de ore. Metacaolinul poate fi generat la aceeași temperatură de calcinare, totuși se realizează într-o perioadă mai scurtă de timp, de aproape 10 ore. La peste 900°C, metacaolinul a obținut proprietăți mecanice scăzute, cauzate probabil de supraîncălzirea în timpul calcinărilor, având un rezultat nereactiv față de fazele cristaline.

3.3.2. Zgura

Zgura de furnal granulată măcinată (GGBFS) este unul dintre subprodusele industriale generate de răcirea rapidă cu apă a oțelului topit. Aceasta este generată în urma obținerii fontei de primă fuziune, ca urmare a introducerii agenților de zgură, cum ar fi cenușa de cocs, minereul de fier și calcarul, acestea se amestecau cu minereul de fier pentru a îndepărta impuritățile. În timpul procesului de reducere a minereului de fier, o zgură topită se formează sub formă de lichid nemetalic (constând practic din silicați, aluminați, calciu și alte baze) care plutește deasupra fierului topit [26]. Apoi, zgura topită și metalul lichid sunt separate înainte de procesul de răcire. Metode diferite de răcire conduc la producerea diferitelor tipuri de zgură, și anume expandată, răcită cu aer și granulată.

Zgura de furnal granulată măcinată a fost produsă din zgura topită stinsă suficient de rapid de apă și clasificată ca material hidraulic latent, care conține caracteristici cementoase și puzzolanice. În plus, GGBFS este utilizat în mod obișnuit ca material aditiv în betonul de ciment obișnuit în timpul hidratării cimentului datorită îmbunătățirii reactivității acestuia.

Compoziția chimică a zgurii este crucială pentru un cadru de aluminosilicat de calciu echilibrat cu supraîncărcare. Componenta principală a GGBFS include rețeaua CaO-SiO₂-MgO-Al₂O₃ și este definită ca o combinație de sticlă de aluminosilicat de calciu

depolimerizată cu akermanit asemănător ($2\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$) și gehlenită ($2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$) [27]. Cationii cheie care formează structura vitroasă sunt Si^{4+} și Al^{3+} , iar Ca^{2+} și Mg^{2+} divalenți, acționează ca modificatori de rețea împreună cu orice alcalin prezent [28]. Prezența abundentă a Ca^{2+} care a coexistat în structura de sticlă a GGBFS a prezentat o mai bună reactivitate a cimentului decât materialul geopolimer format din sticlă omogenă și faze cristaline.

Zgura granulată măcinată de furnal are diverse aplicații industriale. În mod obișnuit, GGBFS este utilizat ca înlocuitor de ciment (30% până la 50%) în betonul normal, în timp ce poate înlocui până la 70% în aplicații grele în cazul betonului marin. Mai mult, GGBFS a fost folosit cel mai des în industria cimentului. De exemplu, GGBFS poate fi utilizat separat sau împreună cu un clincher de ciment obișnuit și sulfat de calciu. GGBFS subteran poate fi aplicat ca agregat de greutate normală în beton și este potrivit ca material de strat de bază în construcția drumurilor. Unele utilizări ale GGBFS includ fabricarea sticlei, sub-bază de teren sportiv (aplicație de drenaj), mediu de sablare care necesită gravare fină și fabricarea blocurilor de beton.

3.3.3. Cenușa

În mod constant, există o extindere a utilizării surselor de energie neregenerabile pentru a crea vitalitate. Cărbunele este folosit în cea mai mare parte pentru a crea abur în epoca modernă și contemporană. Astfel, cenușa de cărbune este dobândită ca un deșeu care ar trebui aruncat într-un mod natural. Oricum ar fi, din cauza cantității uriașe create, majoritatea tipurilor de cenușă, inclusiv cenușă zburătoare și cenușă de fund, sunt aruncate în gropile de gunoi. Acest proces de transfer provoacă probleme naturale și diferite.

Cenușa zburătoare, numită în general cenușă de ardere, este produsă la aprindere și conține particule fine care se ridică odată cu gazele de ardere. Aceasta este, de obicei, captată de precipitatoarele electrostatice sau alte echipamente de filtrare a gazelor, înainte ca acestea să ajungă la coșurile de evacuare ale centralelor pe cărbune. În funcție de sursa cărbunelui care este ars, caracteristicile fizice și chimice ale cenușii zburătoare se schimbă considerabil. Totuși, toată cenușa zburătoare conține concentrații semnificative de dioxid de siliciu (SiO_2), oxid de aluminiu (Al_2O_3) și oxid de calciu (CaO) [29-31].

Cenușa zburătoare este în general clasificată în două tipuri, una este clasa C (cu conținut ridicat de calciu) și a doua clasa F (cu conținut scăzut de calciu). Cenușa zburătoare care a fost obținută din cărbuni subbituminoși, în conformitate cu ASTM C618 (2012) este clasa C, care conține peste 20% oxid de calciu (CaO). Între timp, clasa F, care include o compoziție

scăzută de calciu, provine din consumul de cărbune bituminos și antracit. Parametrii cruciali care trebuie luați în considerare în selectarea cenușii zburătoare ca materie primă sunt dioxidul de siliciu, faza amorfă, gradul și, în plus, conținutul de calciu [32].

3.3.4. Dolomita

Materialele carbonatate de calciu, de exemplu, calcitul (CaCO_3) și dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) sunt minerale naturale abundente și în cea mai mare parte economice. Dolomitul este unul dintre cele mai recunoscute minerale carbonatice din structurile geologice. Este un mineral carbonat anhidru creat din calciu, magneziu și carbonat, altfel spus $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Cuvântul dolomit este folosit suplimentar pentru a descrie piatra sau roca carbonată sedimentară, care este făcută în mare parte din dolomit mineral (altfel numit dolostone). Dolomita este una dintre resursele naturale care vor fi folosite ca material de aprovizionare pentru compozitele geopolimerice. Dolomita minerală se va solidifica într-un cadru trigonal-romboedric. Culorile acesteia se încadrează în alb închis, cafeniu sau roz cristal. Dolomitul conține carbonat dublu, care are un aranjament structural alternativ de particule de calciu și, de asemenea, de magneziu. Spre deosebire de calcit, dolomita nu se dizolvă rapid în mediu coroziv diluat (acid clorhidric) [33-35].

Dolomitul se formează într-o clasă alternativă de cristale, variind de la grupul de minerale calcite. Acest lucru se poate identifica prin formele de cristale mai alungite pentru dolomit în comparație cu cele formate de calcit. În plus, mineralele din grupa calcitului apar în cristalele scalenoedrice, în timp ce dolomitele nu apar niciodată sub forma acestor cristale [36].

3.4. Factori care afectează proprietățile geopolimerilor

Diversele produse secundare industriale oferă caracteristici fizice, chimice și mineralogice diferite, astfel încât rata de formare a geopolimerului este influențată de diferiți parametri, cum ar fi metoda de întărire, concentrația alcalină și proiectarea amestecului. În plus, efectele factorilor majori asupra fabricării geopolimerilor depind de tipul de utilizare a activatorului chimic, distribuția mărimii particulelor materialului sursă, fabricarea regimului de întărire și expunerea la mediu agresiv.

3.4.1 Alcalinitatea

Concentrația soluției de MOH ($M = Na^+, K^+$ etc.) dă un impact semnificativ asupra performanței mecanice a geopolimerilor. Alcalii încurajează dizolvarea și solubilitatea aluminosilicaților și măresc și viteza reacției de geopolimerizare [37]. Alegerea unei soluții alcaline de activare reprezintă un criteriu important, iar soluția de NaOH, precum și soluția de KOH au fost utilizate în principal ca un agent de activare adecvat. Cu toate acestea, soluția de NaOH a fost preferată în mod obișnuit pentru eficiența sa mai mare în eliberarea de silicați și aluminați din materialul precursor, precum și pentru eficacitatea economică [38].

De obicei, creșterea concentrației de NaOH în intervalul de la 4 M până la 12 M sporește rezistența geopolimerilor metacaolini. Analiza XRD a evidențiat faptul că faza amorfă se dezvoltă odată cu creșterea concentrației de NaOH [16]. În timpul reacției de dizolvare, NaOH a furnizat OH^- și Na^+ care sunt ca un catalizator pentru reacția aluminosilicei.

Soluțiile alcaline utilizate ca activatori în tehnologia geopolimerilor pot fi clasificate după cum urmează, (R - reprezintă cationul alcalin) [1-10]:

- Alcaline, ROH;
- Săruri cu aciditate scăzută, R_2CO_3 , R_2SiO_3 , R_3PO_4 ;
- Silicați, $R_2O \cdot nSiO_3$;
- Aluminați, $R_2O \cdot nAlO_3$;
- Aluminosilicați, $R_2O \cdot nAl_2SO_3 \cdot (2-6)SiO_2$.

Cercetătorii au concluzionat că o concentrație mare de alcali dăunează rezistenței geopolimerilor. De exemplu, rezistența geopolimerilor a crescut odată cu concentrația de NaOH și a scăzut după ce a fost atinsă o concentrație optimă. Concentrația optimă de NaOH la 9 M a fost obținută pentru geopolimerii metacaolinului. Peste acest punct optim, reacția de polimerizare este inacceptabilă.

3.4.2 Raportul solid-lichid

În timpul producției de geopolimeri, partea solidă este reprezentată de aluminosilicați, iar cea lichidă de reactantul alcalin. Raportul solid-lichid este crucial deoarece determină cantitatea optimă de solid și lichid pentru procesul de amestecare, având efect asupra lucrabilității, dizolvării, reacției de geopolimerizare și, prin urmare, asupra rezistenței finale a produsului. Raportul S/L mai mic de 0,8 a prezentat o lucrabilitate mai bună în timpul reacției

de geopolimerizare [1-10]. Conținutul inițial de solid precursor a fost afectat de viteza de formare a rețelei de geopolimer; geopolimerul pe bază de caolin cu cel mai scăzut raport S/L (0,60) a necesitat mai mult timp pentru a fi întărit. De asemenea, s-a format inițial o structură slabă datorită naturii sale de reactivitate scăzută care a condus la rata redusă de dezvoltare a geopolimerizării [39].

Raportul solid-lichid are asociat un grad de impact deosebit asupra lucrabilității pastei de geopolimer. Raportul S/L mai mare a contribuit la o lucrabilitate mai scăzută. În caz contrar, raportul S/L scăzut încetinește reacția de geopolimerizare din cauza interacțiunii inter-particule a materialelor precursore care împiedică creșterea lucrabilității geopolimerului [24].

3.4.3 Raportul silicat de sodiu:hidroxid de sodiu

Raporturile de activatori alcalini joacă un rol major în reacția de geopolimerizare. Raportul dintre soluția de NaOH și Na_2SiO_3 lichid a fost esențial pentru a forma geopolimerul. De fapt, Na_2SiO_3 acționează ca un liant, iar NaOH acționează ca dizolvant în reacția de geopolimerizare. Raportul $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ a influențat lucrabilitatea geopolimerilor. Lucrabilitatea a fost identificată ca o proprietate a liantului proaspăt care măsoară ușurința cu care pasta poate fi amestecată, plasată, consolidată și finisată [29]. Lichidul de silicat de sodiu generează o vâscozitate ridicată în comparație cu soluția de NaOH, îmbunătățește simultan conținutul de silicat de sodiu și, astfel, îmbunătățește lucrabilitatea geopolimerului.

Pe baza studiului lui Sathonsaowaphak *et al.* [40] s-a afirmat că rezistența geopolimerului a fost dezvoltată odată cu creșterea raportului $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ la 1,5. Creșterea conținutului de silicat de sodiu în soluția de activator alcalin a afectat lucrabilitatea și timpii de priză a geopolimerului pe bază de cenușă zburătoare. Scăderea lucrabilității și a timpilor de priză a amestecului de geopolimeri a fost inclusă pe lista dificultăților în formarea geopolimerului întărit. Prin urmare, dificultatea consolidării a dus la un grad mai scăzut de geopolimerizare și, implicit, de rezistență a acestuia [41].

În caz contrar, raportul activatorului alcalin ar trebui să fie considerat așa cum este reprezentat în termenii raportului molar $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$. Îmbunătățirea raportului $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ duce la reacția pasivă și întrerupe setarea pastei. Sistemul cu soluție de silicat de Na a obținut o viteză de reacție mai mică decât cea a soluției de silicat de K [42]. Din punct de vedere economic, granula de NaOH este mai economică decât cea de Na_2SiO_3 lichid, prin urmare

promovează utilizarea unui raport mai scăzut de activator alcalin în reacția de geopolimerizare, fără a demola lucrabilitatea și rezistența produsului întărit.

3.5. Metode de obținere a geopolimerilor

Procesul de obținere a unui geopolimer (Figura 3.4) începe prin amestecarea a cel puțin doi constituenți, materialul de bază și activatorul alcalin. Decizia de a alege materialul de bază este influențată de mai mulți factori, cum ar fi costul sau disponibilitatea acestuia, precum și domeniul de aplicare a geopolimerului rezultat.

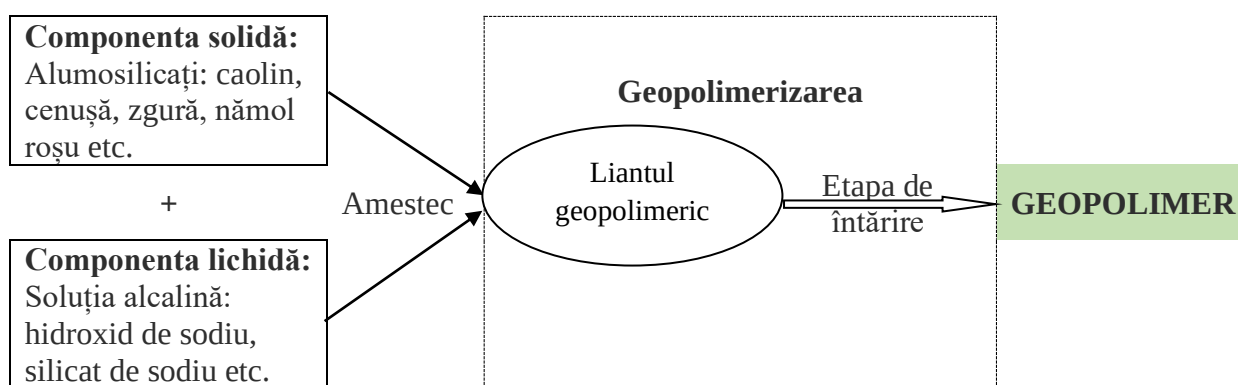


Figura 3.4. Reprezentarea schematică a procesului de obținere a unui geopolimer [3]

În majoritatea studiilor, activatorul alcalin utilizat este o soluție care combină capacitatea de dizolvare a hidroxidului de sodiu și capacitatea de agregare a silicaturii de sodiu. După amestecarea componentelor, procesul este urmat de o perioadă de întărire în condiții normale de mediu ($\approx 20^{\circ}\text{C}$) sau la temperaturi ușor ridicate ($<100^{\circ}\text{C}$). În timpul etapei de întărire are loc reacția chimică de geopolimerizare. În prima etapă, componenta solidă este dizolvată datorită prezenței soluției de activare. După îndepărtarea unei cantități mici de apă, începe reorientarea, unde grupurile de atomi își ocupă poziția în structură și, în același timp, conturează structura solidă a geopolimerului. În plus, apa este îndepărtată aproape complet și materialul este transformat la forma sa finală.

Deoarece reacția de geopolimerizare este guvernată de timp, după sfârșitul etapei de întărire, aceasta continuă la nivel micro/nanosopic datorită reacției dintre particulele nereacționate și soluția din porii de tip gel. Acest fenomen conferă geopolimerilor capacitatea de a repara (auto-vindecare) unele dintre fisurile formate prin deshidratare [1-11].

3.6. Clasificarea geopolimerilor

Geopolimerii au o gamă largă de aplicații potențiale, inclusiv construcții, gestionarea deșeurilor și remedierea mediului. Unele dintre principalele domenii de aplicare pentru geopolimeri includ [1-30]:

- Construcții: pot fi utilizați ca o alternativă cu emisii scăzute de carbon la cimentul și betonul tradițional. Aceștia pot fi folosiți pentru a face beton ușor, materiale de izolare, dar și lianți în materialele de construcție.
- Gestionarea deșeurilor: pot fi fabricați din deșeuri industriale, cum ar fi cenușa zburătoare și zgura, ceea ce îi face o soluție durabilă și rentabilă pentru gestionarea acestor materiale.
- Remedierea mediului: pot fi utilizați pentru încapsularea și stabilizarea deșeurilor periculoase, cum ar fi metalele grele, materialele radioactive și poluanții organici.
- Ignifugare: sunt cunoscuți pentru proprietățile lor de ignifugare, putând fi utilizați pentru a face acoperiri ignifuge, izolații și plăci ignifuge.
- Ceramică și materiale refractare: pot fi utilizați pentru a face ceramică, materiale refractare și alte aplicații la temperaturi înalte.
- Biomedicale: unii geopolimeri sunt biocompatibili și pot fi utilizați pentru a face cimenturi osoase, materiale de umplutură dentare și alte aplicații biomedicale.

Este de remarcat faptul că aceste aplicații sunt în stadiu de cercetare și dezvoltare și nu sunt încă comercializate pe scară largă.

Geopolimerii cuprind următoarele unități moleculare (sau grupări chimice) [43]:

- -Si-O-Si-O- siloxo, poli(siloxo)
- -Si-O-Al-O- sialat, poli(sialat)
- -Si-O-Al-O-Si-O- sialat-siloxo, poli(sialat-siloxo)
- -Si-O-Al-O-Si-O-Si-O- sialat-disiloxo, poli(sialat-disiloxo)
- -P-O-P-O- fosfat, poli(fosfat)
- -P-O-Si-O-P-O- fosfo-siloxo, poli(fosfo-siloxo)
- -P-O-Si-O-Al-O-P-O- fosfo-sialat, poli(fosfo-sialat)
- -(R)-Si-O-Si-O-(R) organo-siloxo, poli-silicon
- -Al-O-P-O- alumino-fosfo, poli(alumino-fosfo)
- -Fe-O-Si-O-Al-O-Si-O- fero-sialat, poli(fero-sialat)

Geopolimerii sunt în prezent dezvoltați și aplicați în 10 clase principale de materiale [1-3]:

- Geopolimer pe bază de sticlă de apă, poli(siloxonat), silicat solubil, Si:Al=1:0
- Geopolimer pe bază de caolinit/hidrosodalit, poli(sialat) Si:Al=1:1
- Geopolimer pe bază de metacaolin MK-750, poli(sialat-siloxo) Si:Al=2:1
- Geopolimer pe bază de calciu, (Ca, K, Na)-sialat, Si:Al=1, 2, 3
- Geopolimer pe bază de rocă, poli(sialat-multisiloxo) $1 < \text{Si:Al} < 5$
- Geopolimer pe bază de silice, legătură sialat și legătură siloxo în poli(siloxonat) Si:Al>5
- Geopolimer pe bază de cenușă zburătoare
- Geopolimer pe bază de fero-sialat
- Geopolimer pe bază de fosfat, geopolimer pe bază de AlPO_4
- Geopolimer organic-mineral

În tabelul 3.2. se prezintă clasificarea în funcție de raportul Si:Al. , iar în tabelul 3.3. se prezintă clasificarea geopolimerilor în funcție de tip, activator, precursor și respectiv aplicabilitatea

Tabelul 3.2. Clasificarea geopolimerilor în funcție de raportul Si:Al [44]

Raportul Si:Al	Aplicația
1	• Cărămizi • Ceramici • Materiale pentru protecție la foc
2	• Cimenturi și betoane cu amprentă mică de CO_2 • Încapsularea deșeurilor toxice și radioactive
3	• Compozite cu fibră de sticlă pentru protecție la foc • Echipamente pentru turnătorii • Compozite rezistente la foc (200-1000°C) • Unelte pentru Aeronautică – procesarea titanului
> 3	• Material de etanșare pentru industrie (200-600°C) • Unelte pentru Aeronautică – aliaje superplastice de aluminiu
20-35	• Compozite rezistente la foc și temperatură

Tabelul 3.3. Clasificarea generală a geopolimerilor [3-10]

Tipul geopolime- rului	Lanțul polimeric	Soluția de activare	Precursorul		Aplicația
Sialați	Polisialat	Alcalină	Natural	Caolin	Căramizi
	Polisialat- siloxo			Caolinit	Ceramici
				Metacaolin	Ciment/Beton
				Zeoliți	Încapsulare deseuri toxice
	Polisialat- disiloxo		Sintetic	Fum de silice	Echipamente de turnare
Alumina	Echipament aeronautic				
Fosfați	Fosfat	Acidă	Natural	Zeolit	Suport membrane
	Fosfat- siloxo			Caolin	Materiale izolatoare
				Metacaolin	Acoperiri refractare
	Fosfat- sialat-siloxo		Sintetic	Fum de silice	Acoperiri monolitice
			Alumina	Spume	
Sialați de Fier	Poli-sialați de fier	Alcalină	Nămol roșu (bauxita)		Imobilizare deșeuri periculoase
					Căramizi
					Lianți și cimenturi
			Zgură de furnal		Reparații sculpturi
					Adsorbție de metale grele
					Mortar/beton
Materiale de construcții și pavimente					
Organic/ anorganic	Poli-organo- siloxo	Alcalină și acidă	Rețea polimerică organică	Petrol	
	Kerogen			Alcool polivinilic	Beton cu rezistență înaltă la compresiune
				Rășină epoxidică	Imobilizare deșeuri periculoase
				Lignină	Sursă de gaz sau ulei
				Acid humic	Beton cu rezistență flexurală înaltă
				Metacaolin	
			Caolin		

3.7. Cercetări asupra geopolimerilor cu aplicații diverse

Din multitudinea studiilor efectuate împreună cu colegii și colectivul de cercetare de la Universitatea Malaysia Perlis, au fost selectate câteva contribuții semnificative, publicate după susținerea tezei de doctorat (2012). Acestea au fost publicate în reviste cu factor de impact, din zona roșie, Q1: *Construction and Buildings Materials* (IF 7.693), *Case Studies in Construction Materials* 4.934; *Materials* 3.748, etc; acestea sunt prezentate în continuare ca studii de caz:

- Rezistența la compresiune și conductivitatea termică a geopolimerilor;
- Caracterizarea chimică și fizică a cenușii de termocentrală din deșeurile industriale de ulei de palmier pentru compozit geopolimer;
- Geopolimeri ușori pe bază de cenușă zburătoare;
- Studiul rezistenței și distribuția elementală a compozitului geopolimer de dolomit/cenușa zburătoare la temperaturi ridicate;
- Studiul rezistenței geopolimerilor cu zgură de furnal măcinată;
- Comportamentul cenușii zburătoare activate alcalin prin plasarea subacvatică;
- Geopolimer pe bază de metacaolin/nămol pentru adsorbția Cu^{2+} ;

3.7.1. Rezistența la compresiune și conductivitatea termică a geopolimerilor [45]

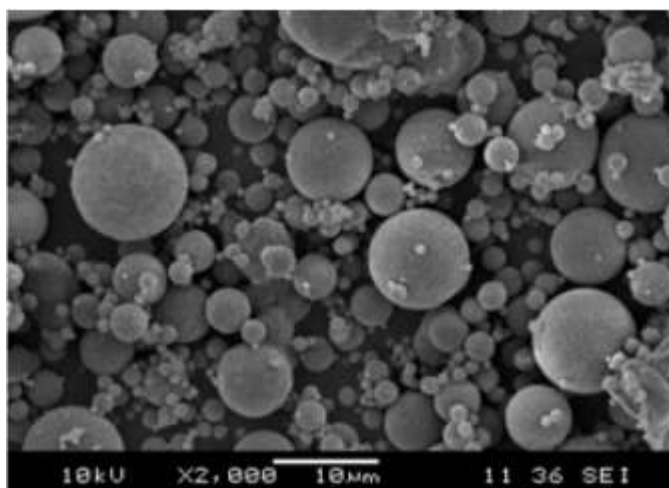
Acest studiu investighează efectul încorporării agregatului ușor și a spumei în prepararea betonului geopolimer cu agregat ușor (LWAGC – lightweight aggregate geopolymer concrete) și a betonului geopolimer spumat cu agregat ușor (LWAFGC - lightweight aggregate geopolymer concrete). Pasta de geopolimer a fost formată prin activarea alcalină a cenușii zburătoare de clasa F în amestec de silicat de sodiu și soluție de hidroxid de sodiu. LWAGC a fost încorporat cu argilă expandată, agregat ușor și nisip de râu, în timp ce ca agent de spumare pentru LWAFGC a fost adăugat peroxid de hidrogen. Rezultatele au arătat că LWAGC și LWAFGC au obținut o rezistență la compresiune excelentă pe 28 de zile de 60 MPa și, respectiv, 20 MPa. Densitățile în vrac au fost de 1815 kg/m³ pentru LWAGC și 1593 kg/m³ pentru LWAFGC. Chiar și în acest caz, a fost raportată o conductivitate termică scăzută de 0,12 W/mK și 0,09 W/mK. S-a ajuns la concluzia că efectul de îmbinare al agregatului ușor și al spumei a produs beton geopolimer cu rezistență mecanică bună, având în același timp proprietăți excelente de izolare termică. Betoanele geopolimerice au avut un raport mare rezistență-densitate pentru a fi considerate structuri ușoare de înaltă performanță [45-51].

Cenușa zburătoare colectată de la centrala electrică pe cărbune din Manjung (Malaezia) a fost folosită ca sursă de aluminosilicat. Tabelul 3.4 prezintă compoziția chimică a cenușii zburătoare determinată folosind fluorescența cu raze X (XRF). Pe baza ASTM C618 [52], cenușa zburătoare este clasificată ca cenușă zburătoare de clasă F. Figura 3.5 prezintă micrografia SEM a particulelor de cenușă zburătoare. Particula de cenușă zburătoare are formă sferică (microsferă) cu suprafață sticloasă.

Hidroxidul de sodiu (NaOH) și silicatul de sodiu lichid (Na₂SiO₃) au fost utilizate ca activator alcalin. Peletul de NaOH este sodă caustică cu 98% de puritate. Na₂SiO₃ lichid are un modul SiO₂/Na₂O de 3,2 cu vâscozitate la 20°C de 0,40 Pa·s. Soluția de NaOH 12M a fost preparată prin dizolvarea granulelor de NaOH în apă distilată, lăsată să se răcească la temperatura camerei înainte de utilizare. Apoi, soluția de activator alcalin cu raport Na₂SiO₃/NaOH de 2,5 a fost preparată cu o zi înainte de amestecare pentru a permite echilibrarea. Agregatul ușor de argilă expandată (LWA) a fost folosit ca agregat grosier, în timp ce nisipul de râu a fost folosit ca agregat fin pentru a produce geopolimer cu agregat ușor (LWAGC) și beton spumat cu agregat ușor (LWAFGC). Raportul dintre LWA și nisipul de râu a fost fixat la 2:3. În LWAFGC, a fost adăugat *peroxid de hidrogen* (H₂O₂) cu 30% g/g ca *agent de spumare*.

Tabelul 3.4. Compoziția chimică a cenușii zburătoare [45]

Compusul	Procent de masă (%)	
	Cenușă zburătoare	ASTM C618
SiO ₂	52.30	-
Al ₂ O ₃	25.90	-
Fe ₂ O ₃	10.52	-
CaO	5.90	-
TiO ₂	2.92	-
K ₂ O	1.81	-
SO ₃	0.06	≤ 5
LOI	1.47	≤ 6
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	88.72	≥ 70

**Figura 3.5.** Imaginea SEM a cenușii zburătoare [45]

La prepararea LWAGC și LWAFGC, cenușa și activatorul alcalin preparat (raport cenușă zburătoare/activator de 2,5) au fost amestecate împreună într-un mixer mecanic timp de 3 minute pentru a obține o pastă omogenă. Nisipul de râu a fost adăugat în pastă și amestecat încă 3 minute. LWA au fost apoi adăugate în amestec pentru încă 3 minute. Pasta a fost turnată în forme de 100 mm și întărită la temperatura camerei (29°C) timp de 24 de ore, urmată o încălzire la 60°C în cuptor pentru încă 24 de ore. După întărire, probele au fost păstrate la temperatura camerei până în ziua testării.

Pentru LWAGC, conținutul total de agregat al pastei a fost variat la 50%, 55%, 60%, 65%, 70% și 75% din masă. Pentru LWAFGC, peroxidul de hidrogen a fost amestecat în pastă timp de 2 minute, urmat de procesul de turnare și întărire. Doza de peroxid de hidrogen a fost variată la 0,2%, 0,4%, 0,6%, 1,0%, 1,5% și 2,0% în funcție de greutatea cenușii zburătoare. Detaliul amestecului este prezentat în tabelul 3.5.

Tabelul 3.5. Detalii ale amestecului geopolimeric [45]

Proba	Masa (g)					
	Cenușă zburătoare	Na ₂ SiO ₃	NaOH	LWA	Nisip de râu	H ₂ O ₂
LWAGC50	1114	318	127	63	94	-
LWAGC55	1003	287	115	69	103	-
LWAGC60	891	255	102	75	112	-
LWAGC65	780	223	89	81	122	-
LWAGC70	669	191	76	87	131	-
LWAGC75	557	159	64	94	140	-
LWAFGC0.2	669	191	76	87	131	1.34
LWAFGC0.4	669	191	76	87	131	2.68
LWAFGC0.6	669	191	76	87	131	4.01
LWAFGC1.0	669	191	76	87	131	6.69
LWAFGC1.5	669	191	76	87	131	10.04
LWAFGC2.0	669	191	76	87	131	13.38

Densitatea bulk (vrac) a LWAGC și LWAFGC a fost măsurată conform BS EN12390-7 [53] prin cuantificarea dimensiunii și masei geopolimerului. Testul de absorbție al apei și măsurarea porozității au fost efectuate în conformitate cu ASTM C642 [54]. Probele au fost uscate în cuptor la 105°C până la obținerea unei greutate constante. Greutatea rezultată în urma uscării în cuptor a fost înregistrată, apoi, probele au fost scufundate în apă timp de 24 de ore. Au fost măsurate greutatele probelor scufundate în apă și a probelor uscate pe suprafață.

Conductivitatea termică a fost măsurată după 28 de zile folosind metoda căldurii tranzitorii cu analizorul termic KD2 Pro. Proba a fost forată cu burghiu cu diametrul de 4 mm și lungimea de 60 mm. Senzorul RK-1 a fost acoperit cu unsoare termică înainte de a fi introdus în orificiul forat pentru a asigura un contact termic bun între senzor și eșantion. Măsurătorile au fost efectuate pentru câte trei orificii pentru a obține o medie a citirilor.

Un SEM model JSM-6460LA (JEOL) a fost utilizat pentru a analiza morfologia cenușii zburătoare, geopolimerilor de cenușă zburătoare, LWAGC și LWAFGC. Detectoarele de electroni secundari au fost utilizate pentru imagistica probelor. Pentru analiza microstructurală a cenușii zburătoare, a fost examinată pulberea de cenușă zburătoare. Pentru geopolimer de cenușă zburătoare, LWAGC și LWAFGC, specimenul a fost reprezentat de suprafața de rupere după rezistența la compresiune. Proba pentru analiză a fost acoperită cu paladiu înainte de analiză.

Densitatea, porozitatea și adsorbția apei

Figura 3.6. prezintă valorile densității în vrac, absorbției de apă și porozității geopolimerului, LWAGC și LWAFGC. Geopolimerii de cenușă zburătoare au avut o

densitate în vrac de 1901 kg/m^3 . După cum se știe deja, încorporarea agregatelor ușoare și a agenților de spumare produce pori în matricea geopolimerului care se așteaptă să reducă densitatea și, prin urmare, să crească porozitatea și absorbția de apă a LWAGC și LWAFGC. LWAGC a prezentat o densitate în vrac de $1689 - 1815 \text{ kg/m}^3$. Densitatea în vrac a fost redusă cu aproximativ 8% în comparație cu geopolimerul de cenușă zburătoare fără LWA. Pe de altă parte, adăugarea de spumă a scăzut și mai mult densitatea în vrac a LWAFGC la $1426 - 1593 \text{ kg/m}^3$ (redușă cu aproximativ 16% în comparație cu LWAGC). Densitățile LWAGC și LWAFGC înregistrate au fost încă sub 1850 kg/m^3 pentru a fi considerate beton ușor conform comitetului ACI [55].

Geopolimerii de cenușă zburătoare au prezentat porozitate și absorbție de apă de 20%, respectiv 11%. Creșterea conținutului total de agregate (LWAGC50) a dus la creșterea porozității și absorbției de apă. Cu toate acestea, a fost observată o tendință de scădere odată cu creșterea în continuare a conținutului total agregat. Porozitatea și absorbția de apă a LWAGC au fost în intervalul 11 – 27% și, respectiv, 6 – 11%. Porozitatea minimă (6%) și absorbția de apă (11%) cu cea mai mare densitate în vrac (1815 kg/m^3) au fost înregistrate pentru LWAGC70. Raportul S/L mai ridicat a implicat un conținut mai mare de solid, ceea ce crește masa geopolimerilor, în timp ce un raport mai mare de activator induce mai multă silice pentru reacția de geopolimerizare pentru a produce o structură mai densă.

LWAFGC cu agent de spumare a avut o porozitate (28-42%) și absorbție de apă (11-21%) mai mare. Rezultatele porozității și absorbției de apă au fost în conformitate cu rezultatul densității în vrac, adică, cu cât densitatea în vrac este mai mică, cu atât porozitatea și absorbția de apă sunt mai mari. Peroxidul de hidrogen descompus în soluție alcalină a eliberat oxigen gazos care a format goluri în mortarul geopolimer. Acest lucru creează o structură celulară de interconectare (pori deschiși) care permite pătrunderea apei în LWAFGC. Odată cu creșterea conținutului de spumă, porozitatea și absorbția de apă au crescut.

Figura 3.7 arată rezistența la compresiune după 7 și 28 de zile de LWAGC și LWAFGC. Rezistența la compresiune a crescut odată cu ziua îmbătrânirii atât pentru LWAGC, cât și pentru LWAFGC. Adăugarea unui conținut scăzut de LWA și nisip de râu (50% conținut total de agregat) a determinat o reducere a rezistenței la compresiune cu 57% până la 24 MPa după 28 de zile în comparație cu geopolimerii de cenușă zburătoare (56 MPa). Încorporarea de LWA slab și poros a scăzut densitatea (Figura 3.6) și, astfel, a slăbit rezistența la compresiune a LWAGC. Rezistența la compresiune a crescut exponențial odată cu conținutul total de agregat și a ajuns la 60 MPa cu 70% conținut total de agregat

(LWAGC70). Se presupune că îmbunătățirea rezistenței la compresiune a LWAGC este determinată de zona puternică de tranziție interfacială (ITZ) dintre agregat și matricea geopolimerului, așa cum este discutat în secțiunea ulterioară. Rezistența ridicată la compresiune s-a datorat și densității în vrac ridicate (Figura 3.6).

Creșterea suplimentară a conținutului de agregat a deteriorat rezistența la compresiune. Cu toate acestea, în această lucrare, a fost fixată proporția de LWA și nisip de râu. LWAGC a fost produs cu un conținut total de agregat în creștere, indicând mai mult LWA și nisip de râu, în timp ce a utilizat un conținut mai mic de lianți în amestecul de geopolimeri. S-a crezut că liantul reducător duce la o legătură slabă între agregat și matrice (ITZ slab) care a cauzat degradarea rezistenței pentru LWAGC75.

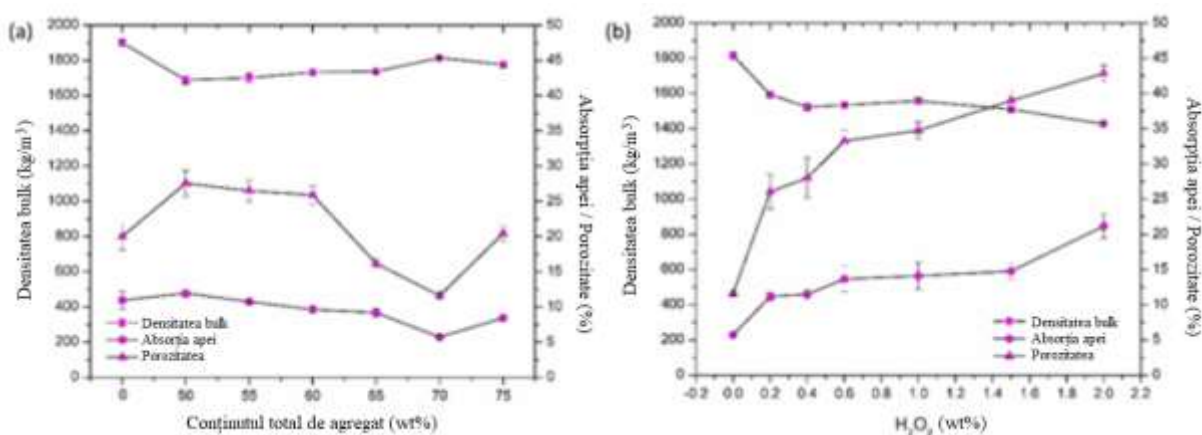


Figura 3.6. Densitatea bulk, absorbția apei și porozitatea după 28 de zile:

(a) LWAGC și (b) LWAFCG [45]

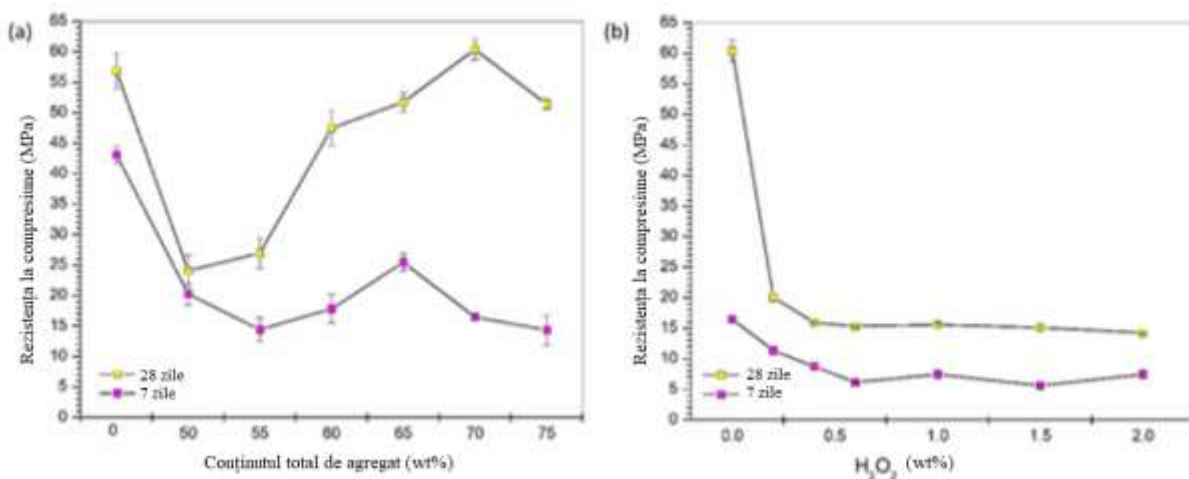


Figura 3.7. Rezistența la compresiune după 7 și 28 de zile de:

(a) LWAGC și (b) LWAFCG [45]

Tabelul 3.6. Compararea raportului rezistență-densitate al geopolimerului, LWAGC și LWAFGC [45]

Tip	Material precursor	Agregat ușor	Spumă	Rezistență la compresiune	Densitate	Raport rezistență/densitate	Referințe
				MPa	Kg/m ³	kN·m/kg	
Geopolimer	Cenușă zburătoare	-	-	59.9	1901	29.9	Acest studiu [39]
	Cenușă zburătoare	-	-	30.1	1800	16.7	
Geopolimer cu agregat ușor	Cenușă zburătoare	Argilă expandată	-	60.4	1815	33.3	Acest studiu
	Cenușă zburătoare	Polistiren expandat	-	22.06	1010	22.04	[56]
	Cenușă combustibil ulei de palmier, zgură	Coajă de ulei de palmier	-	28.3	1940	14.6	[36]
	Cenușă zburătoare	Cenosferă	-	12.8	1020	12.5	[56]
	Cenușă zburătoare	Argilă expandată	-	18.0	1438	12.5	[48]
	Zgură	Argilă expandată	-	19.1	1615	11.8	[53]
	Cenușă zburătoare	Beton ușor reciclat	-	17.5	1500	11.7	[51]
	Cenușă zburătoare	Căramidă de argilă zdrobită	-	18.3	1749	10.5	[9]
	Cenușă zburătoare, steril	Argilă expandată	-	17.0	1774	9.6	[18]
	Cenușă zburătoare	Agregat de piatră ponce	-	7.0	1111	6.3	[9]
	Cenușă zburătoare	Agregat de cenușă de cărbune	-	8.6	1500	5.7	[37]
	Cenușă combustibil ulei de palmier, cenușă zburătoare	Coajă de ulei de palmier	Sika AER	25.8	1700	15.2	[39]
Beton spumat cu agregat ușor	Cenușă zburătoare	Argilă expandată	H ₂ O ₂	20.1	1593	12.6	Acest studiu
	Cenușă combustibil ulei de palmier, cenușă zburătoare	Coajă de ulei de palmier	Sika AER	13.5	1500	9.0	[40]
	Cenușă combustibil ulei de palmier, cenușă zburătoare	Coajă de ulei de palmier	Sika AER	8.3	1300	6.4	[40]
	Cenușă zburătoare, zgură	-	Spumă preformată	48.0	1600	30.0	[43]
Beton spumat	Metacaolin	-	Pudră Al	14.0	1200	11.7	[57]
	Cenușă	-	Spumă	9.0	950	9.5	[23]

Tip	Material precursor	Agregat ușor	Spumă	Rezistență la compresiune	Densitate	Raport rezistență/densitate	Referințe
	zburătoare		preformată				
	Metacaolin, zgură	-	H ₂ O ₂	12.2	1340	9.1	[58]
	Metacaolin, Nano SiO ₂	-	H ₂ O ₂	5.2	690	7.5	[59]
	Cenușă zburătoare, metacaolin	-	H ₂ O ₂	2.2	300	7.4	[31]

Rezistența la compresiune de 60 MPa după 28 de zile cu o densitate de 1815 kg/m³ pentru LWAGC raportată în această lucrare a fost extrem de mare.

Adăugarea de agent de spumare a redus și mai mult rezistența la compresiune a LWAFGC (Figura 3.7b). Rezistența la compresiune a LWAFGC a fost în intervalul 14–20 MPa după 28 de zile, cu un interval de densitate de 1426–1593 kg/m³. Reducerea rezistenței a fost în medie de 72% în raport cu LWAGC70 (Figura 3.7a). Acest lucru a fost previzibil din cauza scăderii densității în vrac (Figura 3.6b), deoarece agentul de spumare creează mai mulți pori. Odată cu creșterea conținutului de agent de spumă, a fost eliberat mai mult oxigen gazos pentru a forma pori, rezistența la compresiune fiind mai mică.

LWAGC și LWAFGC obținute în acest studiu ar putea fi aplicate ca beton structural ușor (Clasa I) în conformitate cu comitetul ACI [56], menționat mai sus. Un material de construcție cu un raport rezistență-densitate mai mare este avantajos pentru structurile ușoare de înaltă performanță deoarece ar putea reduce costul total de construcție și, în același timp, ar crește stabilitatea.

Conductivitatea termică (TC)

Conductivitatea termică este o măsură importantă pentru a determina proprietățile de izolare termică ale unui material. Conductivitatea termică scăzută indică o bună izolare termică. După cum se vede în Figura 3.9a, geopolimerul de cenușă zburătoare a prezentat o valoare TC de 0,683 W/mK. În general, geopolimerul are un TC cu 50% mai mic decât betoanele PC cu 1,5 W/mK.

Adăugarea de LWA în geopolimer a fost eficientă pentru a reduce TC al geopolimerului de cenușă zburătoare cu 83% datorită structurii celulare a LWA. TC al LWAGC a fost în intervalul 0,09 -0,12 W/mK (Figura 3.8a). Chiar și cu o densitate în vrac mai mare, valoarea TC înregistrată pentru LWAGC a fost scăzută. Acest lucru s-ar putea datora, cel mai probabil, conținutului de pori mai mare al agregatului de argilă expandată în comparație cu cărămida de argilă zdrobită și agregatul de piatră ponce.

TC al LWAFGC (0,07 -0,09 W/mK) a scăzut în continuare cu 46%, o dată cu adăugarea de agent de spumă (Figura 3.8b). Valoarea TC a fost chiar mai mică decât spuma geopolimer fără adăugare de agregat ușor.

Valorile TC au respectat rezultatul densității (Figura 3.6) și rezistenței la compresie (Figura 3.7), prin care porozitatea mai mică are ca rezultat o densitate și rezistență la compresie mai mari și, prin urmare, o valoare TC mai mare. După cum se știe deja, LWA și agentul de spumare au format bule în matricea geopolimerului care cresc porozitatea totală a LWAFGC. Acest lucru a cauzat scăderea TC al betonului poros deoarece aerul are TC extrem de scăzut în comparație cu cel solid sau lichid.

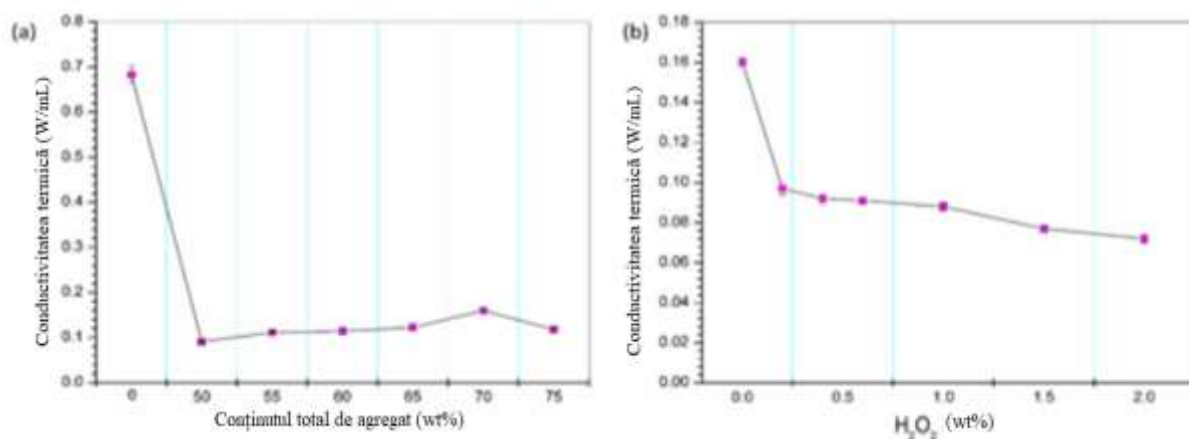


Figura 3.8. Valorile conductivității termice ale (a) LWAGC și (b) LWAFGC după 28 de zile [45]

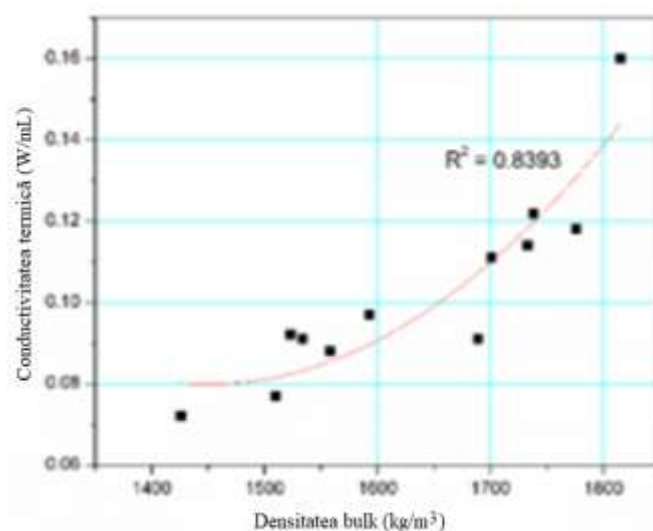


Figura 3.9. Relația dintre conductivitatea termică și densitatea LWAGC și LWAFGC [45]

Curba de corelație, așa cum este prezentată în Figura 3.9, a indicat că TC este proporțională cu densitatea. Coeficientul de corelație a fost cu $R^2 = 0,8393$. Pentru a recapitula, LWAGC și LWAFGC cu rezistență la compresiune de 60 MPa și, respectiv, 20 MPa și conductivitate termică de 0,12 W/mK și respectiv 0,09 W/mK, ar putea fi clasificate ca beton ușor de clasa I pentru aplicare structurală. În același timp, valorile scăzute ale TC le-au permis să fie materiale izolante. Încorporarea agregatului ușor și a agentului de spumare a obținut un TC la fel de scăzut ca spuma geopolimer, cu o reducere minimă a rezistenței la compresiune. Cu o densitate în vrac mai mare înregistrată, conductivitatea termică a fost scăzută (Figura 3.10).

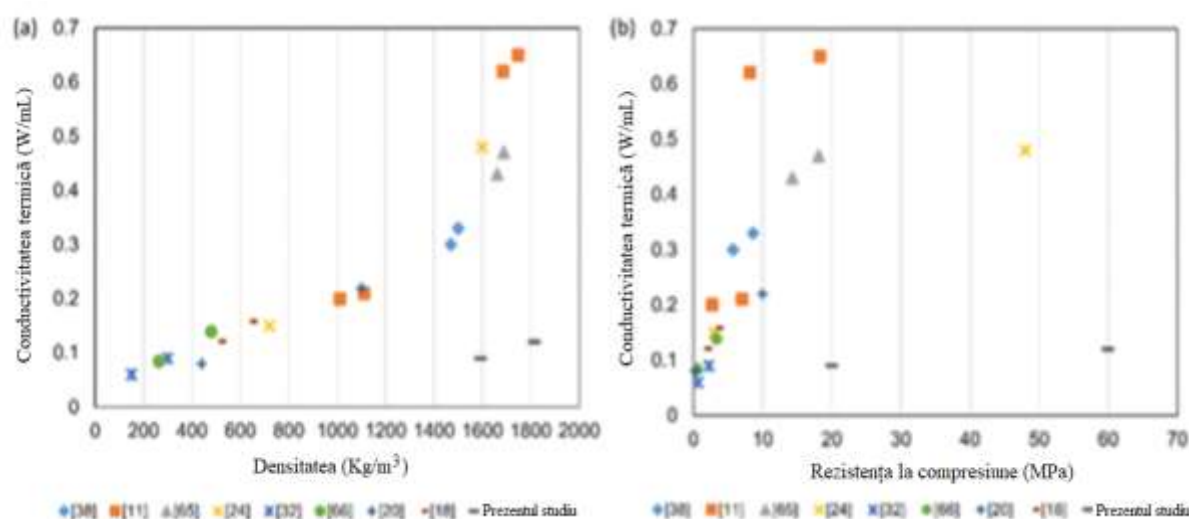


Figura 3.10. Comparație între (a) densitate față de TC și (b) rezistență la compresiune față de TC a betoanelor ușoare obținute în acest studiu comparabil cu cele obținute de alții [45]

Figura 3.11 dezvăluie microstructura geopolimerului de cenușă zburătoare care prezintă o matrice netedă și compactă. Prezența particulelor de cenușă zburătoare rămase în combinație cu matricea geopolimerului este tipică pentru geopolimeri.

După cum se vede în microstructura LWAGC (Figura 3.12), LWA a apărut mai întunecat cu structură poroasă, în timp ce mortarul geopolimer a apărut dens și relativ neted. Pori și golurile din LWA au cauzat reducerea conductivității termice (Figura 3.8a). În general, ITZ indistinct fără fisurare a arătat o interconectare bună între LWA și mortar (matrice geopolimerică și nisip). În plus, nu au putut fi detectați pori clari în ITZ-ul tuturor LWAGC. Se părea că pasta de geopolimer a pătruns în suprafața aspră a LWA. Acest lucru implică faptul că suprafața rugoasă a LWA ar putea oferi o bună aderență între ele și ar fi

responsabilă pentru performanța mecanică excelentă a LWAGC. În mortarul geopolimer s-au observat o serie de pori, în special pentru LWAGC75. Comparativ, ITZ-ul LWAG75 a fost legat mai slab, ceea ce a redus rezistența la compresiune (Figura 3.7a).

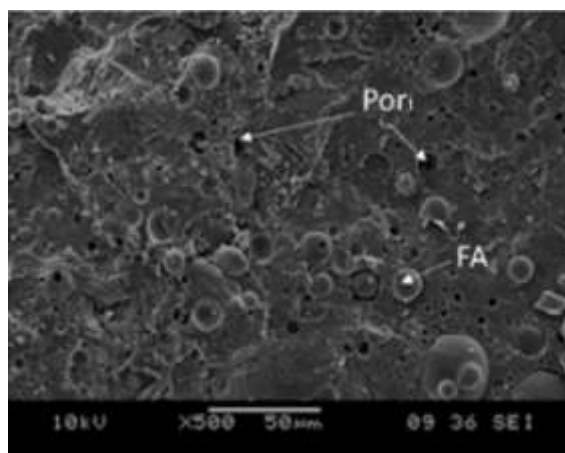


Figura 3.11. Micrografie SEM a geopolimerului de cenușă zburătoare [45]

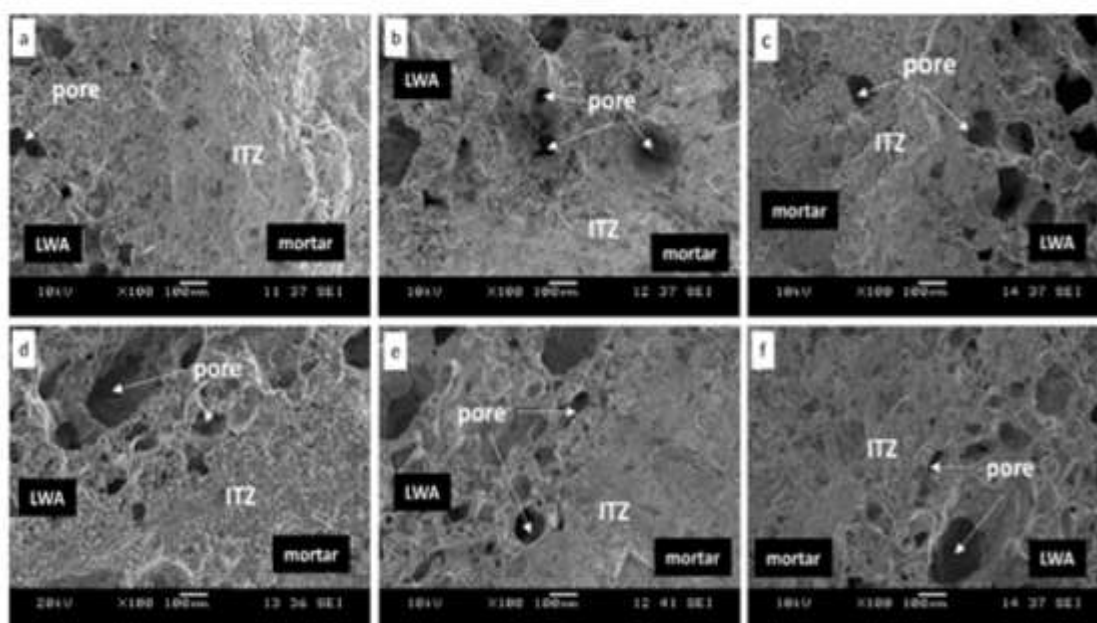


Figura 3.12. Micrografii SEM ale LWAGC cu un conținut total de agregat în procente de masă (a) 50%; (b) 55%; (c) 60%; (d) 65%; (e) 70%; (f) 75% [45]

Referindu-ne la microstructura LWAFGC (Figura 3.13), s-a observat o structură neomogenă și liberă în matricea geopolimerului. ITZ poate fi detectat cu ușurință. În comparație cu LWAGC (nescumat), ITZ din LWAFGC a apărut poros și liber datorită adăugării de agent de spumă. Acest lucru a indicat o legătură mai slabă între agregat și

matricea geopolimerului, ceea ce a reprezentat motivul semnificativ pentru reducerea rezistenței în LWAFGC. ITZ slab a devenit punctul de concentrare a tensiunii pentru a iniția defectarea probei atunci când se aplică sarcina de compresiune. Odată cu creșterea conținutului de spumă, ITZ a devenit din ce în ce mai poros și mai liber, cu o linie de despărțire clară. Acest lucru a condus, în consecință, la scăderea rezistenței odată cu creșterea conținutului de spumă (Figura 3.7b).

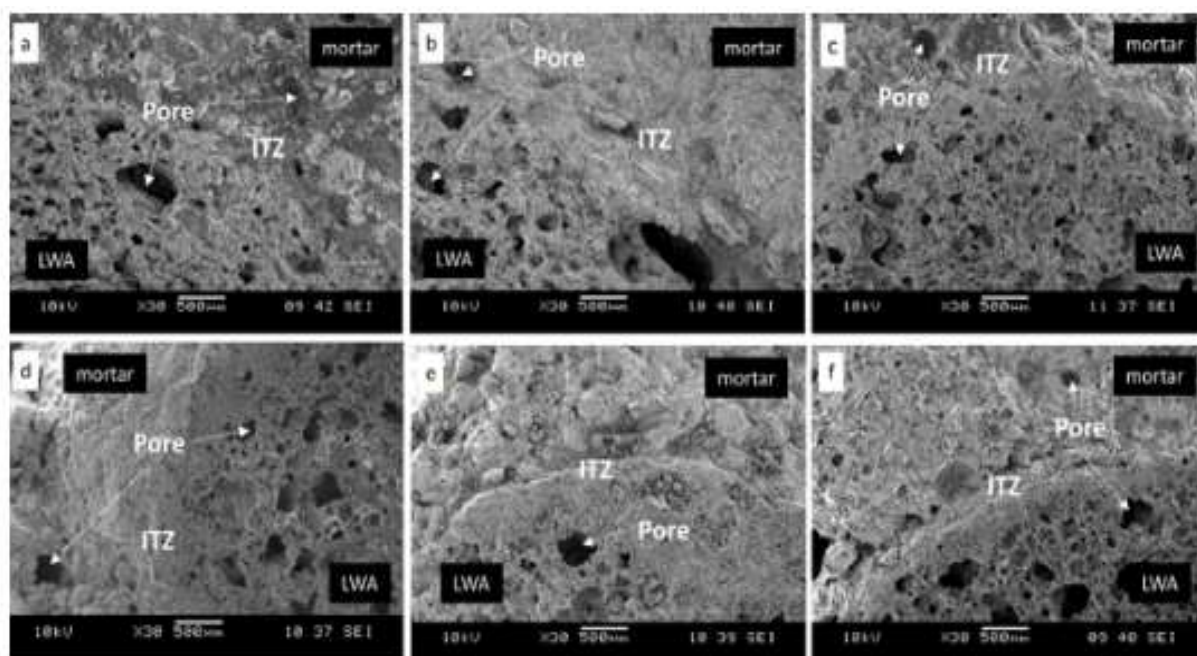


Figura 3.13. Micrografii SEM ale LWAFGC cu conținut de spumă cu următoarele procente de masă (a) 0,2%; (b) 0,4%; (c) 0,6%; (d) 1,0%; (e) 1,5%; (f) 1,0% [45]

Acest studiu a investigat încorporarea agregatului ușor de argilă expandată (LWA) și a agentului de spumă în formarea geopolimerilor cu agregat ușor (LWAGC) și a geopolimerilor spumați cu agregat ușor (LWAFGC). LWAGC de înaltă rezistență a fost obținută cu o rezistență excelentă la compresiune de 60 MPa după 28 de zile cu densitatea de 1815 kg/m^3 și TC de $0,12 \text{ W/mK}$. Microstructura LWAGC a arătat ITZ puternic între matricea geopolimerului și LWA. Pe de altă parte, LWAFGC a atins o rezistență ridicată de 20 MPa după 28 de zile la o densitate scăzută de 1593 kg/m^3 cu TC scăzut de $0,09 \text{ W/mK}$. Adăugarea de agent de spumă a redus rezistența LWAFGC. Adăugarea de agent de spumare a creat pori care slăbesc legătura dintre matricea geopolimerului și LWA. Cu toate acestea, atât LWAGC, cât și LWAFGC au avut un raport mare rezistență-densitate, care sunt avantajoase ca structuri ușoare de înaltă performanță. Pe baza ACI, LWAGC și LWAFGC au fost clasificate ca beton

ușor de clasa I pentru scopuri structurale. Între timp, ele pot fi considerate și materiale termoizolante cu valori scăzute ale TC raportate. Astfel, efectul comun al LWA și agentul de spumare a produs o conductivitate termică scăzută cu o deteriorare scăzută a rezistenței la compresie.

3.7.2. Caracterizarea chimică și fizică a cenușii de termocentrală din deșeurile industriale de ulei de palmier pentru compozit geopolimer [57]

Au fost efectuate caracterizările deșeurilor de cenușă de cazan din deșeurile din industria uleiului de palmier. Cenușa cazanului a fost obținută de la cazanul din fabrica de prelucrare a uleiului de palmier. Caracterizarea chimică și fizică a fost analizată folosind fluorescența cu raze X (XRF), difracția cu raze X (XRD), distribuția mărimii particulelor, spectroscopie cu infraroșu cu transformată Fourier (FTIR) și microscopul electronic cu scanare (SEM). Din analiza XRF, componenta majoră a cenușii cazanului este oxidul de silice (SiO_2), urmat de oxidul de calciu (CaO) și oxidul de fier (Fe_2O_3). Pentru a produce un geopolimer, materia primă trebuie să conțină suficient SiO_2 și oxid de aluminiu (Al_2O_3). Cu toate acestea, conținutul de Al_2O_3 este de numai 3,7%, dar conține o cantitate mare de SiO_2 (40,60%) și CaO care pot influența rezistența geopolimerului. Dimensiunea medie a particulelor cenușii cazanului a fost comparată cu cenușa zburătoare, morfologia particulelor cenușii cazanului a arătat dimensiunea și forma neregulate a acestora.. Particula de suprafață a cenușii cazanului arată similar cu caolinul calcinat, dar nu a fost observată nicio structură asemănătoare plăcii. Prin urmare, credem că acest material are o potențială utilizare ca materie primă pentru producția de geopolimeri.

Cenușa cazanului a fost obținută de la moara de ulei de palmier din Penang (Malaezia), fiind măcinată și cernută printr-o sită de 100 μm pentru a îndepărta particulele mai groasre.

Rezultatul analizei XRF, așa cum este prezentat în tabelul 3.7, arată că principala compoziție chimică a cenușii cazanului este oxidul de silice SiO_2 , urmat de CaO , Fe_2O_3 și oxidul de potasiu (K_2O). Cenușa cazanului conținea aproximativ 44% SiO_2 și Al_2O_3 , fiind cea mai dezirabilă compoziție pentru a produce geopolimer [57-62]. Mai mult, caolinul calcinat, clasa F și C de cenușă zburătoare, care a fost produs cu succes în geopolimer, conținea și aproximativ 97,1, 83,7 și 35,7 % de SiO_2 și Al_2O_3 [57]. Deoarece concentrația de SiO_2 și Al_2O_3 din cenușa cazanului este în acest interval, acest material este potențialul de a fi utilizat ca geopolimer. Conținutul de CaO este al doilea cel mai mare în compoziție, raportându-se faptul că influențează proprietățile amestecului de geopolimer proaspăt și, de asemenea, geopolimer întărit [60-62].

În plus, raporturile Si/Al joacă un rol important în determinarea aplicației geopolimerice în domeniul industriei. Raportul Si/Al pentru cenușa cazanului este de 14, ceea ce este potrivit pentru a fi utilizat ca etanșant pentru industrie.

Tabelul 3.7.. Compozițiile chimice ale cenușii cazanului, caolinului calcinat, clasa F și clasa C de cenușă zburătoare [57]

Compoziții	Cenușa cazanului (%)	Caolin calcinat (%) [38]	Cenușă zburătoare de clasă F (%) [24]	Cenușă zburătoare de clasă C (%) [25]
SiO ₂	40.60	55.90	55.07	26.40
Al ₂ O ₃	3.71	41.20	28.61	9.30
Fe ₂ O ₃	15.74	0.36	6.22	30.10
CaO	19.60	0.06	1.97	21.60
MgO	1.30	0.04	1.08	-
P ₂ O ₅	2.73	0.24	-	-
K ₂ O	13.80	0.93	2.63	2.58
SO ₃	0.44	-	0.19	1.30
TiO ₂	0.35	0.35	-	3.10
MnO	0.28	-	-	0.30
LOI	5.01	-	1.82	-
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	44.31	97.10	83.68	35.70

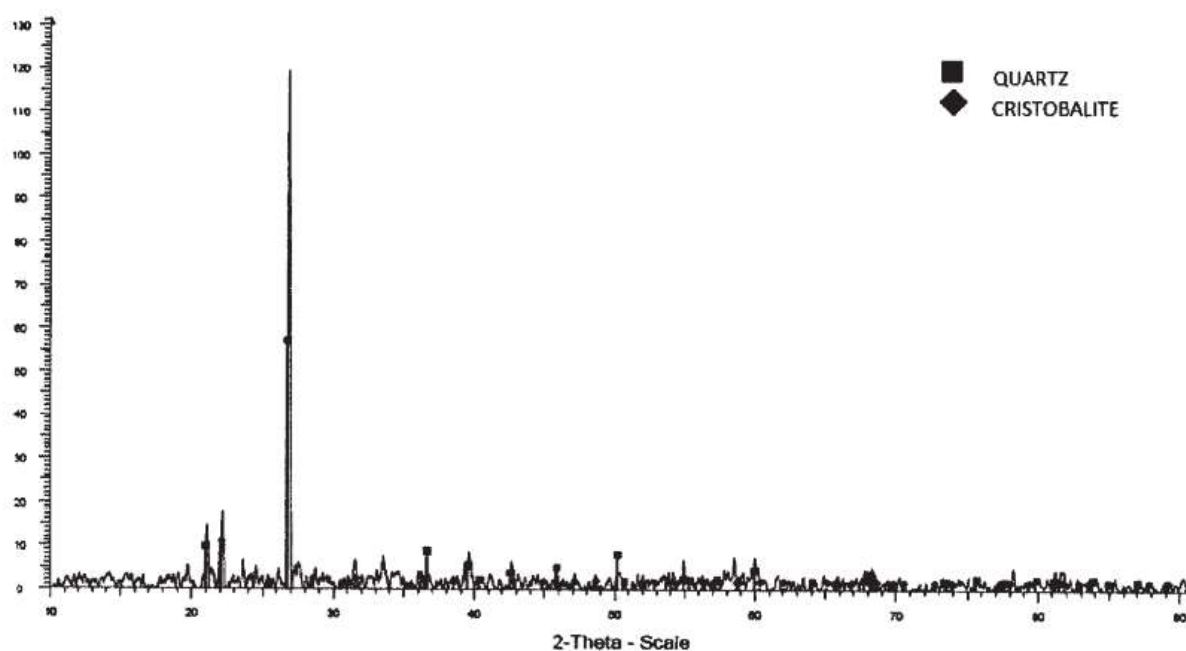


Figura 3.14. Diagrama de raze X pentru cenușă [57]

Faza cenușii cazanului a fost examinată prin XRD, compusul identificat a fost prezentat în Figura 3.14. Modelul XRD indică faptul că cenușa cazanului constă din cuarț (SiO₂) ca fază cristalină majoră la $2\theta = 27^\circ$. Intensitatea mare a fazei de cuarț a fost susținută de analiza XRF unde s-a găsit 40,60% SiO₂. În afară de aceasta, a fost detectat și cristobalit care reprezintă cristalinul minor. Pentru cenușa zburătoare de clasa C, s-a constatat că principalele componente minerale au fost cuarțul, mulitul, anhidrita și CaO, unde vârful maxim de cuarț a fost detectat la $2\theta = 27^\circ$. Între timp a fost constatat faptul că cenușa zburătoare de clasa F conținea o fază vitroasă majoră între $2\theta = 20^\circ$ și $2\theta = 35^\circ$ cu existența unor faze cristaline

minore, cum ar fi cuarț, mullita, hematit, magnetit și urme de CaO și TiO₂ [57]. Conform cercetărilor anterioare, caolinul calcinat a produs vârful maxim de cuarț la $2\theta = 27^\circ$ și a prezentat fază semicristalină până la amorfă, deși vârfurile caolinitului pot fi și mai puțin intense [60].

Din datele FTIR despre cenușa cazanului, cea mai mare parte a benzii a contribuit prin vibrația de întindere a (-OH) și (HOH) care apare între 3600 – 2200 cm⁻¹. În plus, grupul (-OH) a detectat, de asemenea, la banda 1426 cm⁻¹ și în jurul regiunii 1009 cm⁻¹, a fost detectată întinderea (Si-O) și, de asemenea, Al-O. În același timp, grupul (Al-O) sau (Si-O-Al) a fost găsit în jurul regiunii 829-791 cm⁻¹. Tabelul 3.8 prezintă rezumatul legăturilor chimice dintre cenușa cazanului, caolinul calcinat și cenușa zburătoare. Urmărind Tabelul 3.8, se poate observa că există o anumită legătură care nu este prezentă în cenușa cazanului. Cu toate acestea, o comparație suplimentară ar putea fi elaborată atunci când cenușa cazanului a fost utilizată ca geopolimer.

Tabelul 3.8. Benzile caracteristice FTIR de caolin calcinat și cenușă zburătoare [57]

Legături	Cenușa cazanului (cm ⁻¹)	Cenușă zburătoare (cm ⁻¹)	Caolin calcinat (cm ⁻¹) [7]
Vibrații de întindere (-OH, HOH)	3600-2200	3500-2300 [42,43]	3422
Vibrații de întindere (-OH)	1426	-	-
Întinderi asimetrice (Si-O-Si, Al-O-Si)	-	1200-950 [44]	-
Vibrații de întindere (Si-O, Al-O)	1009	1060 [14,45]	1031
Al-O sau Si-O-Al	829-791	-	781
Vibrații de întindere simetrice	-	800-780 [46]	-

Morfologia cenușii cazanului este în formă unghiulară, neregulată și zdrobită, cu particule de diferite dimensiuni, așa cum se arată în Figura 3.15a. Între timp, Figura 3.15b arată închiderea particulei de cenușă a cazanului, unde se vede clar suprafața neregulată, sub formă de fulgi. Pe de altă parte, diferite forme de particule de cenușă zburătoare au fost prezentate clar în Figura 3.15c, unde este alcătuită din particule sferice cu dimensiuni diferite. Particulele de cenușă zburătoare sunt de obicei goale, cu o anumită formă sferică, care pot conține particule mai mici în interiorul lor. Primul plan al suprafeței cenușii zburătoare a afișat o suprafață netedă, iar fragmentul neformat de particule de cuarț poate fi, de asemenea, văzut. Caolinul calcinat a prezentat structuri asemănătoare plăcilor cu straturi ca în Figura 3.15d. Suprafața neregulată a cenușii cazanului a determinat obținerea unei suprafețe mai mici pentru procesul de geopolimerizare în comparație cu cenușa zburătoare, care are microstructură sferică.

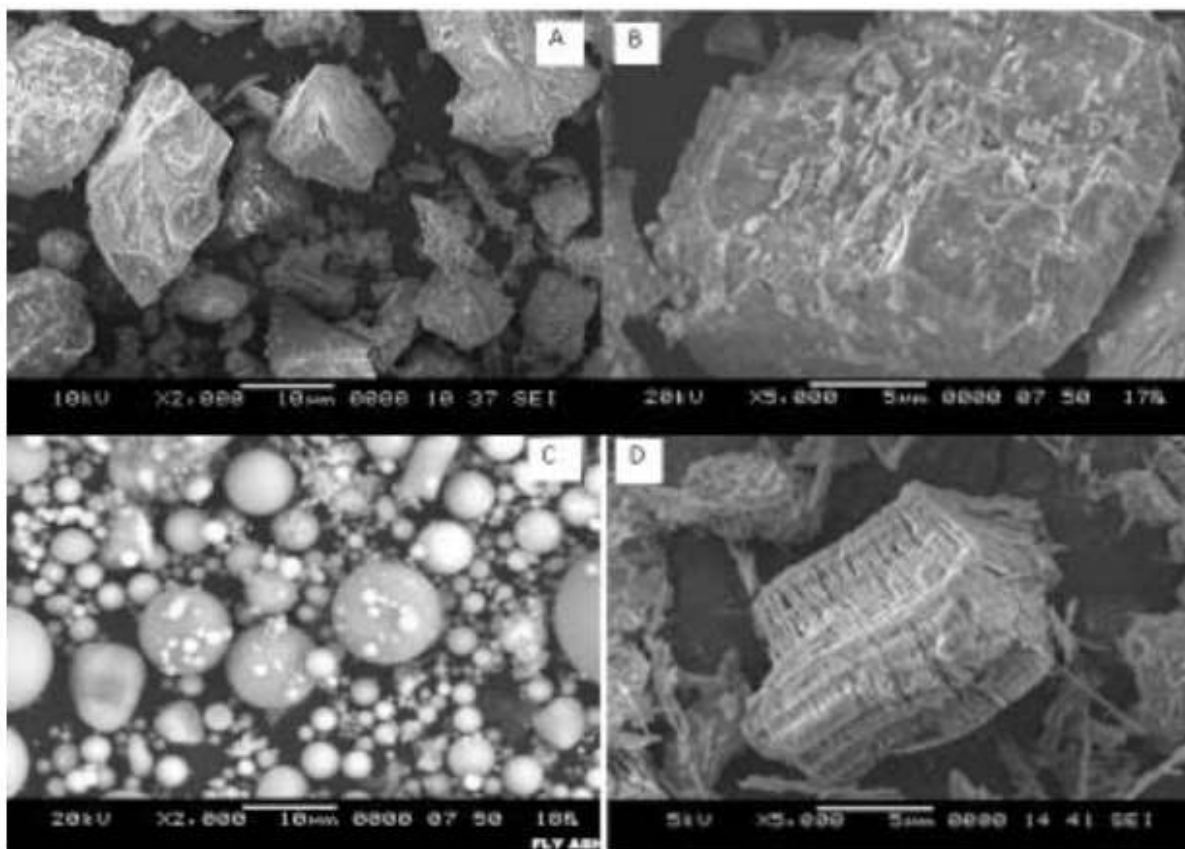


Figura 3.15. Studii de morfologie ale (a) cenușii cazanului, (b) măririi mai mari a cenușii cazanului, (c) cenușii zburătoare, (d) caolinului calcinat [57]

Din acest studiu s-au desprins următoarele concluzii:

- componenta majoră a cenușii cazanului este SiO_2 , urmată de CaO și de asemenea Fe_2O_3 . Caracterul adecvat al materialului pentru a fi utilizat în geopolimer este existența SiO_2 și Al_2O_3 . Deoarece cenușa cazanului conține ambele componente, are potențialul de a fi utilizată ca materie primă pentru geopolimer;
- din analiza XRD s-a arătat că cenușa cazanului conținea cuarț ca fază cristalină majoră;
- distribuția mărimii particulelor a arătat că cenușa cazanului are o dimensiune medie a particulei de $46,51 \mu\text{m}$;
- Spectrele FTIR au arătat vibrația de întindere a Si-O și Al-O la 1009 cm^{-1} , Al-O sau Si-O-Al la $829\text{-}791 \text{ cm}^{-1}$ și vibrația de întindere a –OH, HOH la 1426 și $3600\text{-}2200 \text{ cm}^{-1}$;
- microstructura cenușii cazanului a arătat că aceasta constă dintr-o suprafață neregulată cu particule de diferite dimensiuni și forme. Datorită morfologiei microstructurii sale a fost previzibil faptul că cenușa cazanului necesită mai puțin lichid (raport S/L mic) decât cenușa zburătoare.

3.7.3. Geopolimerii ușori pe bază de cenușă zburătoare [63]

Studiul prezintă proprietățile mecanice ale unui geopolimer ușor obținut prin activarea alcalină a unei surse de cenușă zburătoare (FA) produsă prin amestecarea unei paste de geopolimer cu spumă produsă prin utilizarea generatorului de spumă. Se folosesc două condiții de întărire, întărirea la temperatura camerei și întărirea într-un cuptor cu o temperatură constantă, care este de 60°C. Densitatea în vrac a arătat că betonul ușor geopolimer pe bază de cenușă zburătoare este ușor, cu o densitate de 1225 kg/m³ - 1667 kg/m³ și cu o rezistență la compresiune acceptabilă de 17,60 MPa pentru o densitate de 1667 kg/m³.

Agentul de spumare

Geopolimerul ușor (cunoscut și ca beton spumant) este produs prin amestecarea unei paste de geopolimer cu spumă produsă prin utilizarea generatorului de spumă, care utilizează aditivi plastifianți ca agent de spumă comprimată în mașini pentru a reduce costurile de producție.

Amestecul

Raportul dintre pasta de geopolimer și spumă este între 1:1, 1:2 și 1:3 după metoda raportului de volum fără utilizarea agregatului ușor. Capacitatea de proiectare este utilizată în orice condiție de amestecare cu producție de 4 litri de spumă pe secundă. Raportul dintre cenușa zburătoare/soluția de activator alcalin și raportul Na₂SiO₃/NaOH este derivat din raportul de pastă de geopolimer posibil. Tabelul 3.9 prezintă proiectarea amestecului de geopolimer ușor. Sunt utilizate două condiții de întărire, întărirea la temperatura camerei și întărirea într-un cuptor cu o temperatură constantă, obținută din proiectarea optimă bazată pe temperatura de întărire experimentală anterioară.

Tabelul 3.9. Designul amestecului de geopolimer ușor [63]

Probă	Cenușă zburătoare: activator alcalin	Na ₂ SiO ₃ /NaOH	Spumă: pastă geopolimer	Temperatură de uscare
LC1	2:1	2.5:1	1:1	Temperatura camerei
LC2	2:1	2.5:1	1:1	60°C
LC3	2:1	2.5:1	2:1	Temperatura camerei
LC4	2:1	2.5:1	2:1	60°C
LC5	2:1	2.5:1	2.5:1	Temperatura camerei
LC6	2:1	2.5:1	2.5:1	60°C

Rezistența și densitatea

Tabelul 3.10 prezintă densitatea și rezistența la compresiune a geopolimerului ușor. Designul de amestec al acestui studiu este preluat din cel mai bun model de amestec pentru geopolimer peste raportul dintre cenușa zburătoare/soluție de activator alcalin care este de 2,0 și raportul silicat de sodiu/NaOH care este de 2,5, cu o temperatura de întărire de 60°C și, de asemenea, întărit la temperatura camerei. Acest tabel arată că eșantionul L1 și L2 nu ating obiectivul de a crea beton ușor, care are o densitate mai mare de 1800 kg/m³ în comparație cu alte mostre, deși a atins cea mai mare rezistență.

Din tabelul 3.10, se arată că rezistența la compresiune a probelor LC2 oferă cea mai mare rezistență la compresiune în ziua 7 cu 22,19 MPa în comparație cu LC4 și LC6. LC2 a obținut o rezistență ridicată datorită raportului dintre spumă și pasta de geopolimer de 1:1. Cu toate acestea, rezistența nu este în concordanță cu densitatea dorită, care ar trebui să fie mai mică de 1800 kg/m³, similar cu studiul lui Narayanan [64]. Densitatea este între 300 - 1800 kg/m³. LC2 atinge densitatea 2216 kg/m³ care depășește densitatea țintă în comparație cu alte probe, cum ar fi cea de 1722 kg/m³ pentru proba LC3, 1667 kg/m³ pentru LC4, și 1357 kg/m³ și 1215 kg/m³ pentru probele LC5, respectiv LC6. Probele LC4 și LC6 au ambele o densitate mai mică de 1800 kg/m³. LC4 arată o rezistență mai mare de 17,60 MPa comparativ cu 6,75 MPa pentru proba LC6 pentru rezistența testată în ziua 7 în cuptorul de întărire. Întărirea la temperatura camerei prezintă densități scăzute datorită căldurii suficiente pentru a stimula procesul de geopolimerizare [65].

Tabelul 3.10. Densitatea și rezistența la compresiune a geopolimerului în a 7-a zi întărit la 60°C [63]

Probă	Cenușă zburătoare: activator alcalin	Na ₂ SiO ₃ : NaOH	Spumă: pastă geopolimer	Densitate (kg/m ³)	Rezistență (MPa)
LC1	2:1	2.5:1	1:1	2293	17.32
LC2	2:1	2.5:1	1:1	2216	22.19
LC3	2:1	2.5:1	2:1	1722	13.45
LC4	2:1	2.5:1	2:1	1667	17.60
LC5	2:1	2.5:1	2.5:1	1357	3.89
LC6	2:1	2.5:1	2.5:1	1215	6.75

Rezistență la compresiune, porozitate și absorbție de apă cu diferite condiții de întărire

Figura 3.16. arată rezistența la compresiune în ziua 1, 7, 28 și 90 pentru geopolimer cu temperatura de întărire la temperatura camerei (25 până la 27°C) și întărit la 60°C. Pentru fiecare zi a testului (1, 7, 28 și 90 de zile), s-a observat rezistența maximă la compresiune a

probelor întărite la temperatura camerei (LC3) și întărite la 60°C în cuptor (LC4). Proba LC4 arată valori ale rezistenței la compresiune mai mari pentru zilele 1, 7, 28 și 90 și a fost comparată cu probele întărite la temperatura camerei, care au o rezistență la compresiune de 11,0 MPa, 17,6 Mpa, 18,2 Mpa și, respectiv, 19,6 Mpa.

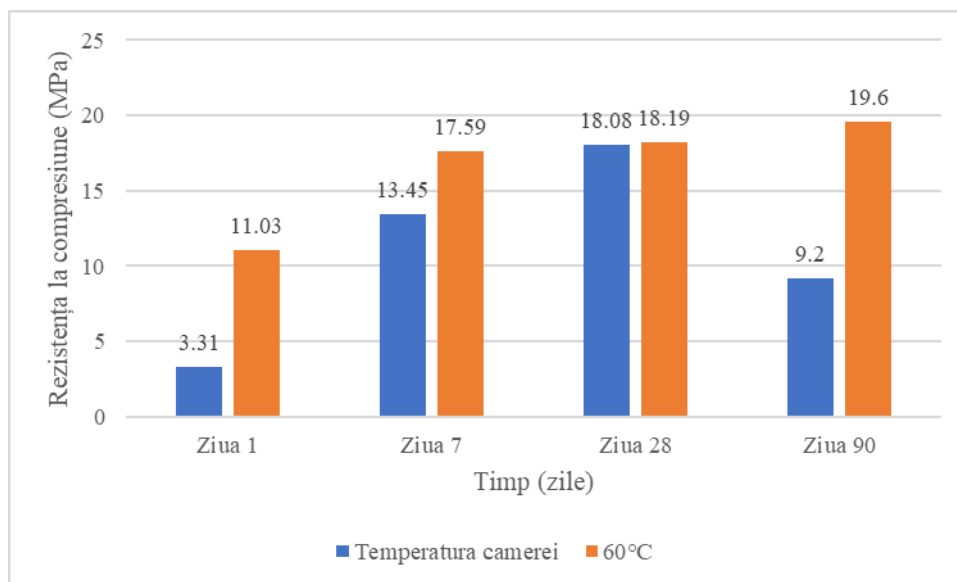


Figura 3.16. Rezistența la compresiune în zile diferite [63]

Tendențele interesante obținute în Figura 3.16 care arată puterea în zilele 28 și 90 pentru ambele probe LC3 și LC4 este aproape aceeași. Prin urmare, se poate concluziona că temperatura de întărire afectează rezistența la compresiune timpurie a geopolimerului, așa cum a raportat Hardjito [66]. Creșterea rezistenței probei LC4 este aproape completă după ziua a șaptea. S-a dovedit faptul că rata de dezvoltare a rezistenței a crescut doar puțin până în ziua 28 și după aceea. Cu toate acestea, pentru LC3, rezultatele arată o diferență semnificativă de rezistență față de ziua 1, 7, 28 și 90. Acest lucru demonstrează că tratamentul termic este necesar pentru a accelera procesul de geopolimerizare.

Ambele probe arată că rezistența la compresiune în ziua 28 și 90 nu a determinat o diferență majoră, fiind înregistrată o creștere mai mică de 8% între 28 de zile și 90 de zile. Acest lucru arată că geopolimerul ușor a atins maturitatea în cele 28 de zile și poate mai devreme, deoarece rezistența crește de la 7 zile la 28 de zile și este de aproximativ 3%. Scăderea rezistenței după 90 de zile a probelor întărite la temperatura camerei este cauzată de geopolimerizarea inițială care nu are loc în mod corespunzător și aceasta creează o structură solidă instabilă în ciuda rezistenței inițiale ridicate. Acest lucru se datorează faptului că procesul de geopolimerizare are loc încă după a 90-a zi.

Porozitatea geopolimerului ușor este definită ca o cantitate de goluri și goluri de aer antrenat în pasta de geopolimer. Porozitatea și absorbția de apă a probei LC4 este cea mai scăzută, contribuind la o rezistență la compresiune mai mare. Acest lucru se datorează faptului că proba este mai compactă și conține mai puțini pori, ceea ce contribuie la o rezistență ridicată la compresiune. Proba LC3 oferă rezultate de porozitate și absorbție de apă 15,29% și, respectiv, 2,35%, în timp ce proba LC4 a prezentat valori mai mici ale porozității și absorbției de apă, care sunt de 6,78% și respectiv 1,22%.

Pe baza metodei de încercare și eroare selectată, acest studiu a produs cu succes un geopolimer ușor utilizând spuma produsă de mașina de spumare cu o soluție de plastifiant. Densitatea în vrac a arătat că geopolimerul pe bază de cenușă zburătoare este ușor, cu o densitate de 1225 kg/m^3 - 1667 kg/m^3 , cu o rezistență la compresiune acceptabilă de 17,60 MPa pentru o densitate de 1667 kg/m^3 . Acest rezultat va fi o referință pentru cercetările viitoare, deoarece există puține studii care au ca subiect astfel de materiale ușoare.

3.7.4. Studiul rezistenței și distribuția elementală a compozitului geopolimer de dolomit/cenușă zburătoare la temperaturi ridicate [68]

În acest studiu, compozitele geopolimer dolomit/cenușă zburătoare (DFA) au fost produse cu dolomit, cenușă zburătoare, hidroxid de sodiu și silicat de sodiu lichid. A fost efectuat un test de compresie pe geopolimerii DFA pentru a determina rezistența compozitului, în timp ce a fost efectuat un test de fluorescență cu raze X sincrotron (Micro-XRF) pentru a evalua distribuția elementală în compozitul geopolimer. Temperatura aplicată în acest studiu a generat proprietăți promițătoare ale geopolimerilor DFA, în special în ceea ce privește rezistența, care au afișat incremente de până la 74,48 MPa ca valoare optimă. Căldura părea să îmbunătățească dezvoltarea rezistenței compozitelor geopolimerice DFA. Analiza distribuției elementale a evidențiat rezultate excepționale pentru compozite, în special expunerea la 400°C a accelerat dezvoltarea rezistenței, crescând astfel rezistența compozitelor DFA. Acest lucru pare a fi unic deoarece rezistența cimentului Portland obișnuit (OPC) și a altor geopolimeri compuși din alte materii prime este de obicei fie menținută, fie scăzută din cauza căldurii crescute.

Dolomita a fost aplicată ca materie primă geopolimeră în acest studiu. Dolomita a fost furnizată de Perlis Dolomite Industries Sdn. Bhd., Perlis, Malaezia. Dimensiunea dolomitei a fost stabilită sub 63 μm . Duritatea dolomitei a variat între 3,5 și 4,0 (duritate Mohs) cu o greutate specifică între 2,8 și 2,9. Dolomita solidă a fost măcinată pentru a obține forma sa de pulbere cu particule de forme neregulate. Dolomita rezultată a fost folosită ca materie primă în investigația efectuată în acest studiu. În tabelul 3.11 se prezintă compoziția dolomitului.

Cenușa zburătoare de clasa F a fost strânsă de la o instalație de ardere a cărbunelui situată în Manjung, Perak, Malaezia. Cenușa zburătoare se referă la deșeurile generate de YTL Corporation Berhad. Dimensiunea cenușii zburătoare a fost fixată la sub 63 μm . Cenușa zburătoare colectată a fost sub formă de pulbere fină, cu o formă în general sferică. Cenușa zburătoare a fost aplicată ca materie primă în acest studiu. Compoziția chimică a cenușii zburătoare a fost prezentată în tabelul 3.12.

Tabelul 3.11. Compoziția dolomitului [68]

Compusul chimic	Compoziție (wt%)
CaO	80.21
Al ₂ O ₃	1.52
SiO ₂	2.50
Fe ₂ O ₃	0.15
MgO	15.50
CuO	0.07
MnO	0.02

Tabelul 3.12. Compoziția cenușii zburătoare [68]

Compusul chimic	Compoziție (wt%)
SiO ₂	55.3
Al ₂ O ₃	25.8
Fe ₂ O ₃	5.5
CaO	2.9
MgO	0.8
SO ₃	0.3

NaOH utilizat în acest studiu se referă la fulgii de sodă caustică numiți Formosoda-P furnizați de Formosa Plastic Corporation, Taiwan. NaOH sub formă de fulgi a fost diluat în apă pentru a forma o soluție alcalină. Greutatea moleculară a NaOH a fost de 40 g/mol cu o puritate de 99,0%. Utilizarea hidroxidului de sodiu de tip fulgi a dat o soluție cu puritate ridicată (poate fi controlată în timpul procesului de diluare), în comparație cu cea sub formă lichidă.

Na₂SiO₃ lichid de calitate tehnică a fost furnizat de South Pacific Chemical Industries Sdn. Bhd. (SPCI), Malaezia. Na₂SiO₃ lichid este incolor și se dizolvă ușor în 60,5% apă. Silicatul de sodiu, care este ușor solubil în apă, pare a fi cel mai bogat în siliciu în comparație cu forma sa de pulbere. Na₂SiO₃ este compus din 30,1% silice și 9,4% oxid de sodiu. Greutatea moleculară a Na₂SiO₃ este de 122,06 g/mol. Atât conținutul de silice, cât și vâscozitatea acestui silicat de sodiu sunt adecvate pentru aplicare în geopolimer. Silicatul de sodiu a fost aplicat ca parte a soluției de activator alcalin în acest studiu.

Soluția de NaOH cu concentrație 22M a fost preparată într-un balon cotat, care a fost pus în baie de apă circulantă pentru a asigura răcirea soluției. Soluția de NaOH a fost amestecată cu soluție de Na₂SiO₃ cu un raport Na₂SiO₃/NaOH de 2,5 pentru a formula soluția de activator alcalin cu 24 de ore înainte de analiză. Apoi, DFA cu un raport 60/40 și o soluție de activator alcalin a fost amestecat cu un raport solid la lichid de 2,5, fiind bine agitate folosind un mixer mecanic. Pasta proaspătă a fost turnată rapid într-o matriță de oțel și a fost comprimată în fiecare compartiment cub la fiecare strat prin aderarea la ASTM C109. Probele au fost uscate în cuptor timp de 24 de ore la 80°C pentru întărire. În timpul procesului de întărire, probele au fost sigilate cu plastic subțire în partea expusă a matriței. Probele au fost supuse la temperaturi ridicate de la 200 la 1000°C după 28 de zile de întărire, pentru a atinge obiectivul studiului.

Testerul mecanic Instron seria 5569 a fost folosit pentru a evalua rezistența la compresiune a tuturor probelor.

Caracterizarea microstructurală a compozitelor geopolimer DFA a fost realizată utilizând microscopul electronic cu scanare model JSM-6460LA (JEOL) cu detectoare de electroni secundari.

O mașină de microfluorescență cu raze X (XRF) care utilizează o sursă de radiație sincrotron la linia fasciculului 6b (BL6b) a Institutului de Cercetare a Luminii Sincrotronului (SLRI) a fost aplicată pentru a determina compoziția chimică și distribuția elementală a produselor de reacție.

Spectrometrul Perkin Elmer FTIR Spectrum RX1 a fost utilizat pentru a determina grupele funcționale ale unui compozit geopolimer DFA.

Un XRD-6000 Shimadzu X-Ray difractometrul a fost aplicat pentru a caracteriza compozitul geopolimer DFA.

Figura 3.17 ilustrează microstructura compozitelor geopolimer DFA pentru (a) înainte de expunerea la temperatură, precum și după expunerea la temperatură, la (b) 200, (c) 400 și (d) 1000°C.

În Figura 3.17a, morfologia microstructurii indică faptul că matricea geopolimerului nu a fost complet dezvoltată în sistem, în principal pentru că unele materii prime și-au păstrat forma inițială (de exemplu, cenușă zburătoare sferică). Microstructura din Figura 3.17b nu prezintă nicio apariție a unor fisuri pe suprafața compozitului geopolimer. Creșterea matricelor de geopolimer a continuat când au fost expuse căldurii. Pe baza Figurii 3.17c, microstructura prezintă apariția unor goluri mici. Geopolimerul care a servit ca liant în compozitul DFA a fost complet întărit. În Figura 3.17d, sunt observate fisuri pe structura compozitului DFA, ceea ce înseamnă, de asemenea, porozitate ridicată. Microstructura din Figura 3.17 exemplifică dezvoltarea matricei geopolimerului și densitatea crescută a structurii geopolimerului de la (a) la (c), în timp ce porozitatea și densitatea au scăzut de la (c) la (d).

Analiza distribuției elementale

În această investigație au fost determinate distribuțiile elementelor Ca, Si, Al, Mg și Fe. De asemenea, sunt prezentate hărțile micro-XRF ale unei imagini de ansamblu de ~961 x 50 μm a compozitelor geopolimer DFA înainte (control) și după expunerea la 400°C.

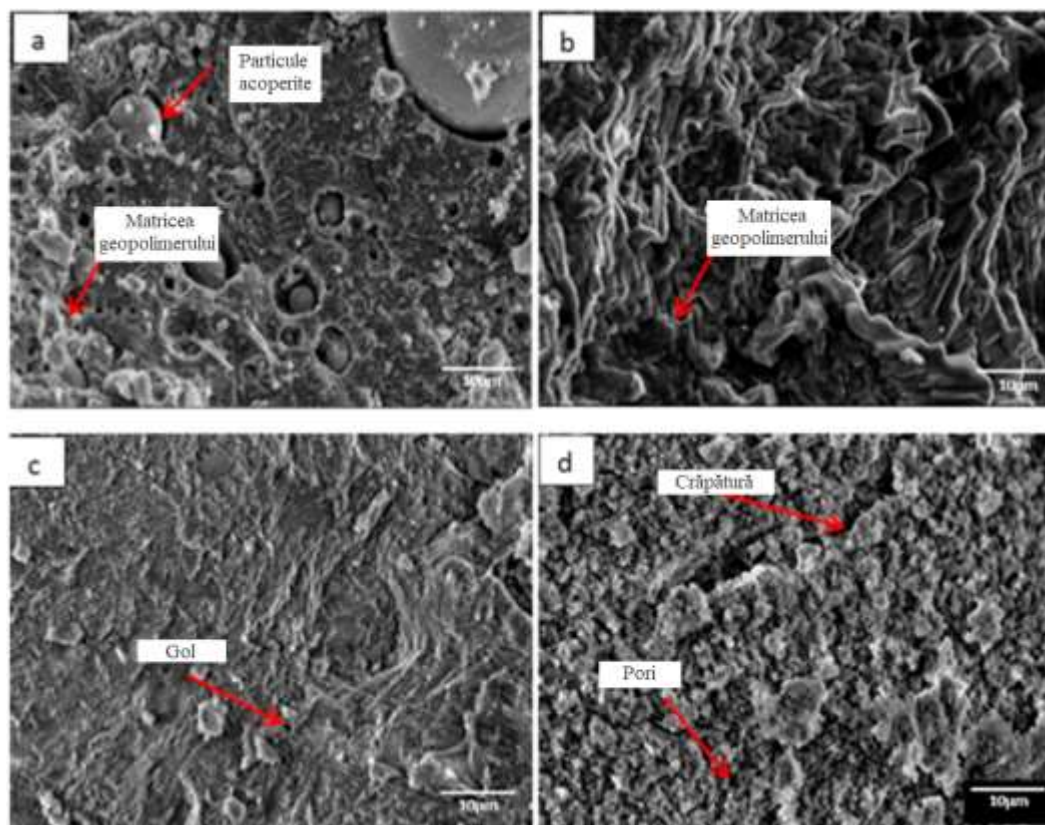


Figura 3.17. Microstructura compozitului geopolimer de dolomit/cenușă zburătoare (a) înainte de expunerea la temperatură, după expunerea la foc la (b) 200, (c) 400 și (d) 1000°C [68]

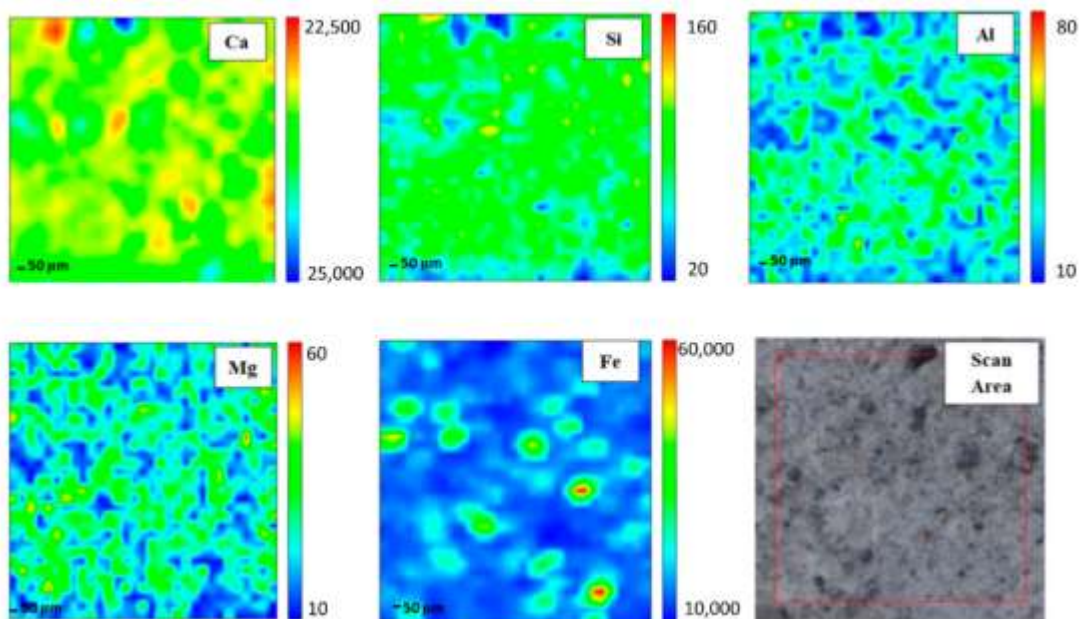


Figura 3.18. Cartografierea elementală Micro-XRF a Ca, Si, Al, Mg și Fe într-o prezentare generală de a compozitelor geopolimer dolomit/cenușă zburătoare neexpuse la temperatură ridicată [68]

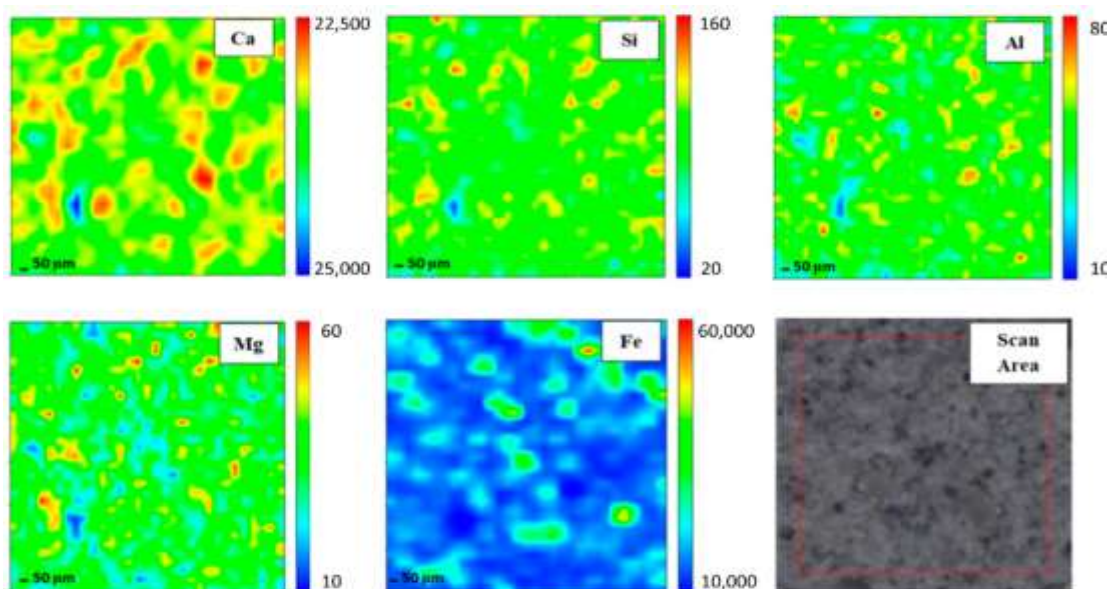


Figura 3.19. Cartografierea elementală Micro-XRF a Ca, Si, Al, Mg și Fe a compozitelor geopolimer de dolomit/cenușă zburătoare după expunerea la 400°C [68]

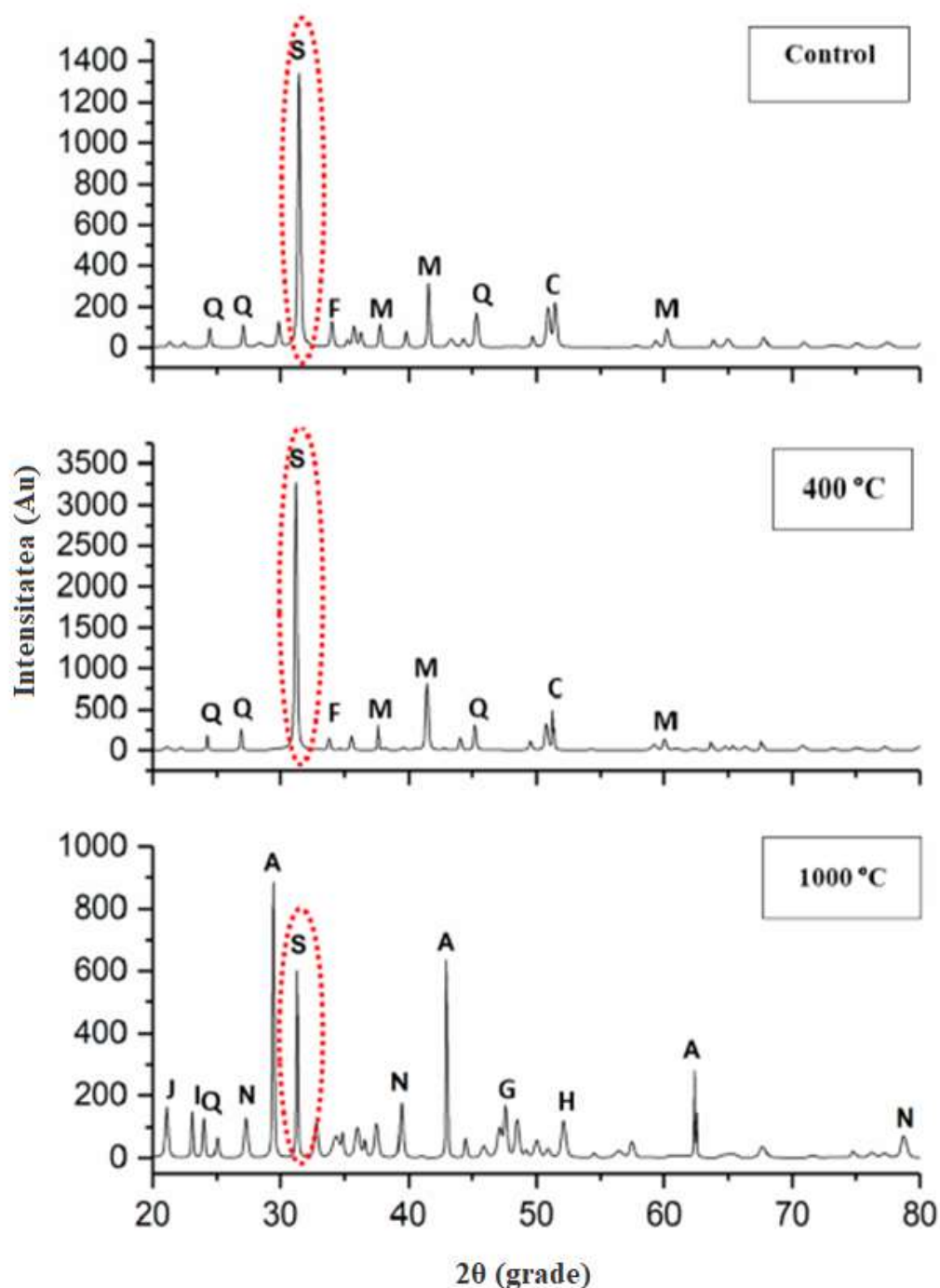
Elementele bine distribuite în probele de compozit geopolimer au indicat producerea unui compozit geopolimer omogen. Un amestec omogen de compozite geopolimerice sporește rezistența materialului. Combinația hărților de Ca, Si și Al a condus la formarea unei faze de hidrat de aluminat de calciu (C-A-S-H) [68-71]. O regiune de concentrație mare crescută pentru Ca, Si și Al în harta compozitului după expunerea la 400°C reflectă o creștere a fazei C-A-S-H în compozite. Compozitele geopolimerice care conțineau elementul Ca au generat faza C-A-S-H după ce au trecut prin procesul de geopolimerizare. Furnizarea de căldură a îmbunătățit dezvoltarea rezistenței compozitelor geopolimerice. Odată cu creșterea dezvoltării forței, formarea fazei C-A-S-H a crescut. Acest lucru este dovedit prin formarea mai multor matrici geopolimer în microstructura probelor expuse la 400°C.

Analiza de fază

Figura 3.20 ilustrează modelul XRD al compozitului geopolimer DFA înainte (Control) și după expunerea la 400 și 1000°C.

Apariția Mg, împreună cu compoziția ridicată a Ca, a perturbat structura lanțului geopolimer și i-a scăzut rezistența [72, 73]. Figura 3.21 ilustrează interferența conținutului de Mg în sistemul geopolimer. Fazele cristaline ale nefelinei sunt detectate în mod obișnuit din difractogramele XRD ale probelor de geopolimer după ce au fost expuse la temperatură ridicată. Nefelina este cunoscută ca un material stabil termic. Prezența fazelor cristaline care sunt stabile termic este critică pentru stabilitatea termică a structurii geopolimerului. Cu toate

acestea, prezența nefelinei în compozitul geopolimer DFA a fost minimă și a avut o intensitate scăzută, în comparație cu faza de akermanit.



C-A-S-H, N = Nefelina ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), A = Akermanit ($\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$), C = Calcit, F = Magnetită (Fe_3O_4), M = Mulit ($\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$), G = Juanit ($\text{Ca}_{10}\text{Mg}_4\text{Al}_2\text{Si}_{11}\text{O}_{29} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), H = Clinohumit ($(\text{MgFe})_9(\text{SiO}_4)_4(\text{FOH})_2$), I = Dichit ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_3(\text{OH})_4$), J – Epsomit ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)

Figura 3.20. Modelul de difracție a razelor X (XRD) al geopolimerului cu dolomit/cenușă zburătoare înainte (control) și după expunere la 400 și 1000°C [68]

Rezistența la compresiune

Rezultatul rezistenței la compresiune observată în compozit înainte (de control) și după expunerea la temperatura de 200, 400, 600, 800 și 1000°C este prezentat în Figura 3.22. Graficul arată că rezistența la compresiune a compozitelor DFA a crescut pe măsură ce temperatura a crescut la 400°C, rezistența la compresiune a compozitelor geopolimer DFA a fost cu 23% mai mare decât cea a compozitelor DFA originale (fără expunere la temperatură). Cu toate acestea, rezistența compozitelor a început să scadă atunci când temperatura de expunere a fost ridicată de la 600 la 1000°C.

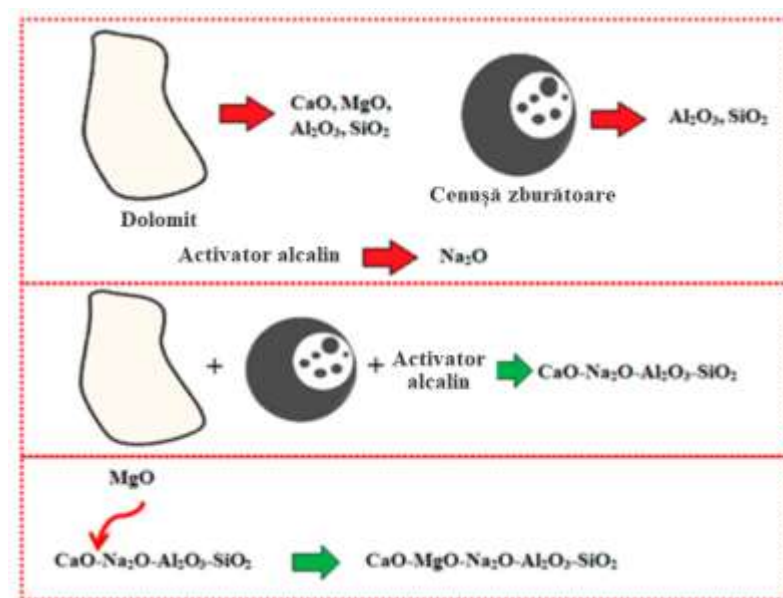


Figura 3.21. Schema interferenței oxidului de magneziu (MgO) în sistemul geopolimer [68]

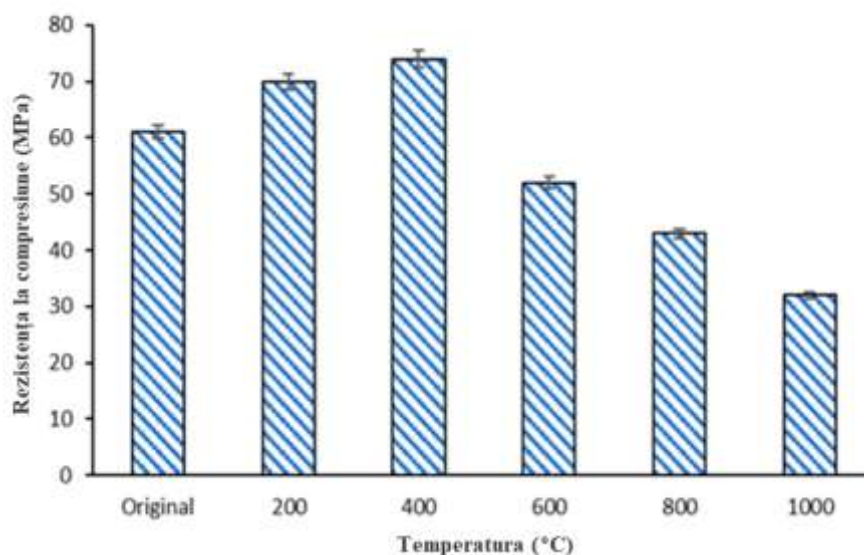


Figura 3.22. Rezistența la compresiune a compozitelor geopolimer de dolomit/cenușă zburătoare înainte și după expunerea la foc la 200, 400, 600, 800, 1000°C [68]

Cea mai mare rezistență a fost de 74,48 MPa, după expunerea la 400°C, în timp ce cea mai mică rezistență a fost de 32,54 MPa, la expunerea la 1000°C. Diferența dintre cea mai mare și cea mai scăzută rezistență a fost de 51,31%.

Dolomita are potențialul de a fi folosită ca materie primă pentru geopolimer. Cu toate acestea, produce o reactivitate scăzută în procesul de geopolimerizare, ceea ce duce la o dezvoltare lentă a rezistenței. Aplicarea expunerii la căldură sau la temperatură compozitelor geopolimerice DFA pare să aibă succes în creșterea reactivității procesului de geopolimerizare, contribuind astfel la îmbunătățirea dezvoltării rezistenței. În mod surprinzător, rezistența compozitului a crescut după ce a fost expus la 400°C. Acest rezultat este considerat unic, în principal pentru că OPC, sau un geopolimer care utilizează alte materiale, ar începe să scadă sau să-și păstreze rezistența inițială. Pe baza analizei distribuției elementale, elementele din compozitele geopolimer au fost bine distribuite, ceea ce înseamnă o probă compozită omogenă.

3.7.5. Studiul rezistenței geopolimerilor cu zgură de furnal măcinată (GGBFS) [74]

Acest studiu investighează dezvoltarea rezistenței geopolimerilor de zgură de furnal granulat exclusiv măcinat (GGBFS). O combinație optimă de GGBFS cu diferite raporturi de activator solid/lichid și alcalin a fost determinată prin efectuarea unui număr de teste de rezistență la compresiune. S-a descoperit că GGBFS cu un raport solid/lichid de 3,0 și un raport de activator alcalin de 2,5 a dus la o rezistență ridicată la compresiune la 168,7 MPa după 28 de zile de întărire. Analiza microstructurii geopolimerilor GGBFS folosind SEM, FTIR și XRD a relevat formarea fazelor de tobermorit și calcit (CaCO_3) într-un sistem tridimensional. În plus, a fost realizată o tehnică nedistructivă de caracterizare avansată folosind micro-XRF sincrotron pentru a dezvălui distribuția de detaliu a fazei în sistem. Aceasta a arătat că o concentrație de calciu mai mare a fost înregistrată în regiunile de silice și alumina, ceea ce a descris formarea de tobermorit și CaCO_3 ca factor care contribuie la rezistența ridicată la compresiune.

Compoziția chimică a GGBFS pe baza spectroscopiei de fluorescență cu raze X (XRF) este prezentată în tabelul 3.13. Pe baza mineralului precursor al geopolimerului, care este compus în principal din mineral Si și Al în structură chimică, compoziția totală a GGBFS a fost de 40,9% din conținutul de SiO_2 și Al_2O_3 . Cel mai mare conținut de CaO (50,37%) din materialul de zgură se datorează utilizării calcarului în timpul producției de zgură pentru a elimina impuritățile din reducerea minereului de fier. Un produs secundar industrial GGBFS a fost utilizat ca sursă de material pentru a sintetiza geopolimeri în acest studiu. GGBFS a fost furnizat de Ann Joo Integrated Steel Sdn. Bhd., Penang.

În acest studiu, amestecul de hidroxid de sodiu (NaOH) și soluție de silicat de sodiu (Na_2SiO_3) a fost utilizat ca soluție de activator alcalin. Fulgii de NaOH (99% puritate, achiziționați de la Formosa Plastic Corporation, Taiwan) au fost dizolvați în apă distilată pentru a produce soluție de hidroxid de sodiu. Soluția de silicat de sodiu cu compoziții chimice de 30,1% SiO_2 , 9,4% Na_2O și 60,5% H_2O (raport $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ de 3,20) a fost achiziționată de la South Pacific Chemical Industries Sdn. Bhd., Malaezia. Soluția limpede de NaOH a fost amestecată cu soluție de silicat de sodiu și răcită la temperatura camerei cu o zi înainte de amestecare.

Proporția amestecului și prepararea probei

Probele de geopolimer au fost preparate prin amestecarea GGBFS, soluție de hidroxid de sodiu (NaOH) și soluție de silicat de sodiu (Na_2SiO_3), așa cum este prezentat în Figura 3.23. Pulberea GGBFS a fost uscată în cuptor timp de 24 de ore la 105°C pentru a elimina

umiditatea din materialul brut [75]. NaOH 10 M a fost preparat cu o greutate fixă de fulgi de NaOH care apoi a fost dizolvată într-un litru de apă distilată. Soluția de activator alcalin a fost preparată prin amestecarea soluției de NaOH cu soluție de Na_2SiO_3 (raporturi de la 1,5 la 2,5), care a fost răcită la temperatura camerei timp de cel puțin 24 de ore înainte de utilizare. Raportul activator alcalin a fost amestecat cu pulbere GGBFS în raporturi solid/lichid, în masă cuprinsă între 1,0 și 3,0.

Tabelul 3.13. Compoziția chimică a GGBFS [74].

Oxizi	Compoziție (wt%)
CaO	50.37
SiO_2	30.4
Al_2O_3	10.5
MgO	3.2
Fe_2O_3	0.53
TiO_2	0.98
ZrO_2	0.05
MnO_2	0.71
LOI	0.32

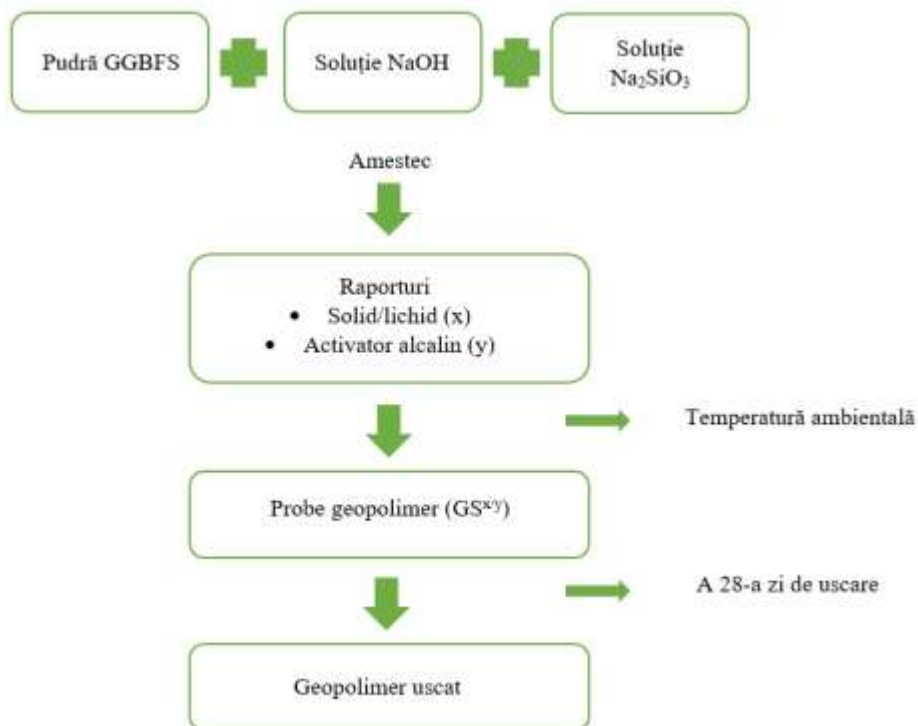


Figura 3.23. Procesul de geopolimer bazat exclusiv pe GGBFS [74].

Tabelul 3.14. Proporția de amestec de geopolimer GGBFS [74].

Proba	GGBFS (kg/m ³)	Soluție NaOH (kg/m ³)	Soluție de silicat de sodiu (kg/m ³)	Raport solid/lichid	Raport activator alcalin
GS ^{1,0/1,5}	625	250	375	1.0	1.5
GS ^{2,0/1,5}	833.3	166.67	250	2.0	1.5
GS ^{3,0/1,5}	937.5	125	187.5	3.0	1.5
GS ^{1,0/2,0}	625	208.3	416.7	1.0	2.0
GS ^{2,0/2,0}	833.3	138.9	277.8	2.0	2.0
GS ^{3,0/2,0}	937.5	104.2	208.3	3.0	2.0
GS ^{1,0/2,5}	625	178.6	446.4	1.0	2.5
GS ^{2,0/2,5}	833.3	119.1	297.6	2.0	2.5
GS ^{3,0/2,5}	937.5	89.3	223.21	3.0	2.5

Au fost implicate următoarele dispozitive:

- Microscop electronic cu scanare model JSM-6460LA (JEOL);
- Spectrometru Perkin Elmer FTIR Spectrum RX1;
- XRD-6000, difractometru cu raze X Shimadzu;
- sincrotron m-XRF la linia fasciculului BL6b la Institutul de Cercetare a Luminii Sincrotron (SLRI) Thailanda.

Microstructura

Microfotografiile SEM au dezvăluit caracteristicile morfologice ale geopolimerilor GGBFS la diferite raporturi de activator solid/lichid și alcalin, așa cum este afișat în Figura 3.24-3.26. Aceste imagini arată în mod clar că reacțiile de geopolimerizare ale probelor GGBFS activate cu soluție alcalină au produs o microstructură mai densă, crescând raportul activator solid/lichid și respectiv alcalin.

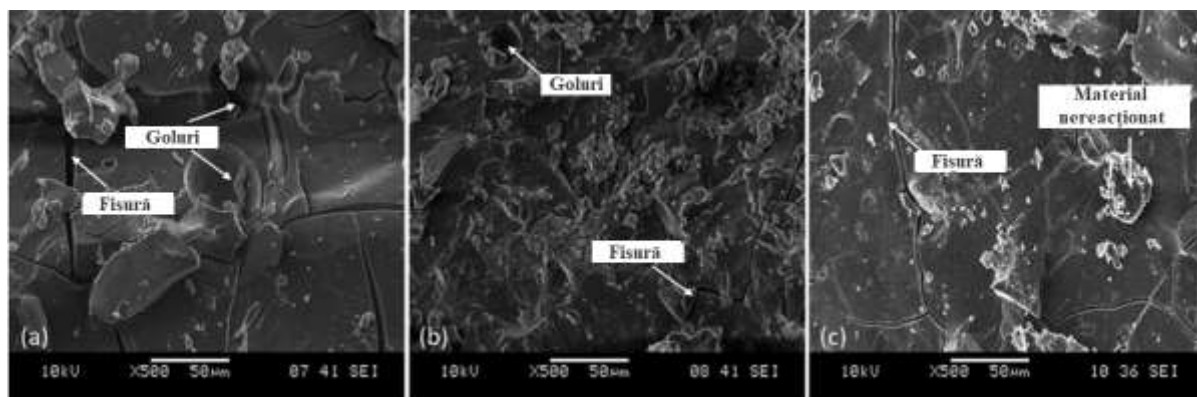


Figura 3.24. Micrografii SEM ale activatorului alcalin 1,5 la diferite raporturi solid/lichid, (a) GS^{1,0/1,5}; (b) GS^{2,0/1,5}; (c) GS^{3,0/1,5} [74]

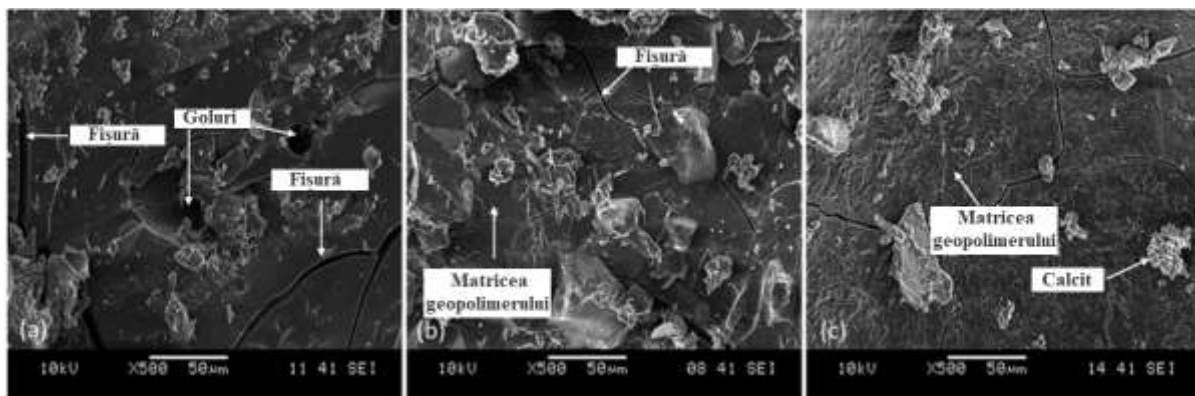


Figura 3.25. Micrografii SEM ale activatorului alcalin 2.0 la diferite raporturi solid/lichid, (a) $GS^{1,0/2,0}$; (b) $GS^{2,0/2,0}$; (c) $GS^{3,0/2,0}$ [74]

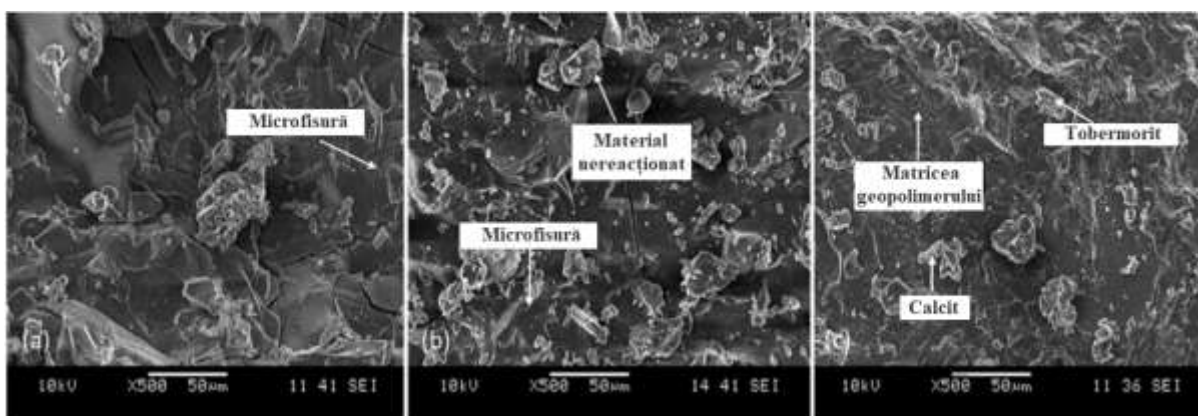


Figura 3.26. Micrografii SEM ale activatorului alcalin 2,5 la diferite raporturi solid/lichid, (a) $GS^{1,0/2,5}$; (b) $GS^{2,0/2,5}$; (c) $GS^{3,0/2,5}$ [74]

Micrografia SEM a geopolimerilor GGBFS din acest studiu a descris o microstructură omogenă și compactă. Aspectul structurii compacte este atribuit dizolvării suficiente a speciilor activate de alcali (Al^{3+} , Si^{4+} și Ca^{2+}) și a produsului hidratat din structura geopolimerului.

Din microstructurile cu densitate mare, a fost evidențiat faptul că geopolimerii GGBFS au suferit o geopolimerizare completă și au fost încorporați în structura lanțului polimeric (Si-O-Si/Al) cu produsele hidratate. Dizolvarea GGBFS în soluție de activator alcalin a fost extrem de rapidă și a condus la dezvoltarea rapidă a tobermoritului, precum și la formarea unei structuri puternice.

Analiza legăturilor chimice

Figura 3.27 ilustrează spectrele IR ale geopolimerilor GGBFS cu o gamă de rapoarte de activator solid/lichid și alcalin. Transformarea a avut loc pe parcursul sintezei geopolimerilor, care a fost specificată de frecvențele variate de absorbție ale reacției de geopolimerizare

GGBFS. În spectrul IR al GGBFS, modurile slabe de vibrație la $3200\text{--}3300\text{ cm}^{-1}$ și $1640\text{--}1650\text{ cm}^{-1}$ au fost în corespondență cu vibrația de întindere OH și, respectiv, cu modul de îndoire OH [76,77].

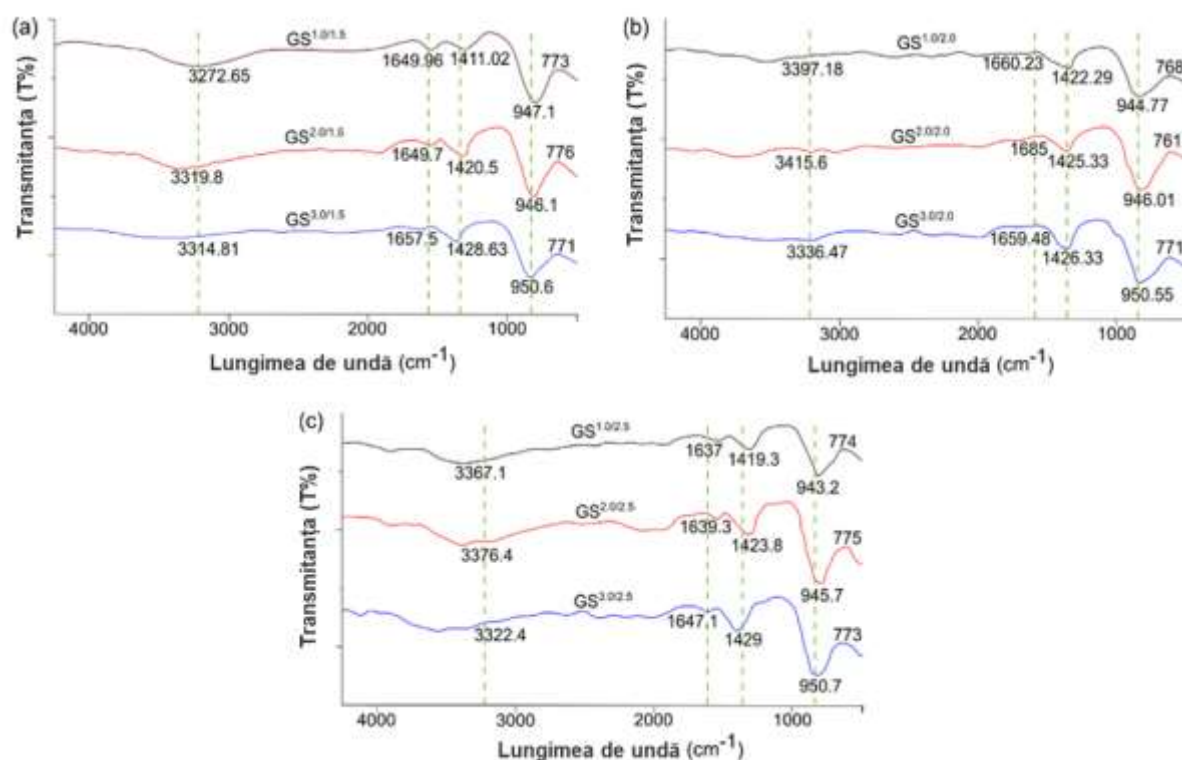


Figura 3.27. Spectrele FTIR ale geopolimerilor GGBFS pentru diferite rapoarte solid/lichid și raporturi activatoare alcaline

(a) GS^{1,0/1,5} - GS^{3,0/1,5}; (b) GS^{1,0/2,0} - GS^{3,0/2,0}; (c) GS^{1,0/2,5} - GS^{3,0/2,5} [74]

Aceste vibrații OH au fost urmărite în principal deoarece o structură polimerică tipică conține rețele de aluminosilicat, iar legătura de apă este absorbită în produsele de hidratare [78].

Evaluarea rezistenței la compresiune

Figura 3.28 prezintă rezistența la compresiune a geopolimerilor pe bază de GGBFS la diferite raporturi solid/lichid și raportul activator alcalin cu molaritatea NaOH constantă de 10 M. Rezultatele generale au exemplificat că rezistența la compresiune a crescut odată cu creșterea raportului activator solid/lichid și alcalin. De fapt, îmbunătățirea masivă impresionantă a rezistenței s-a datorat în primul rând faptului că geopolimerii pe bază de GGBFS au fost compuși din oxid de calciu ridicat, care a avut rolul cheie în obținerea unei rezistențe îmbunătățite. Formarea tobermoritului în coloana vertebrală a geopolimerului poate

fi considerată ca un factor de creștere al rezistenței. Suficiența activatorului în timpul geopolimerizării tinde să stimuleze structura stabilizată a geopolimerilor.

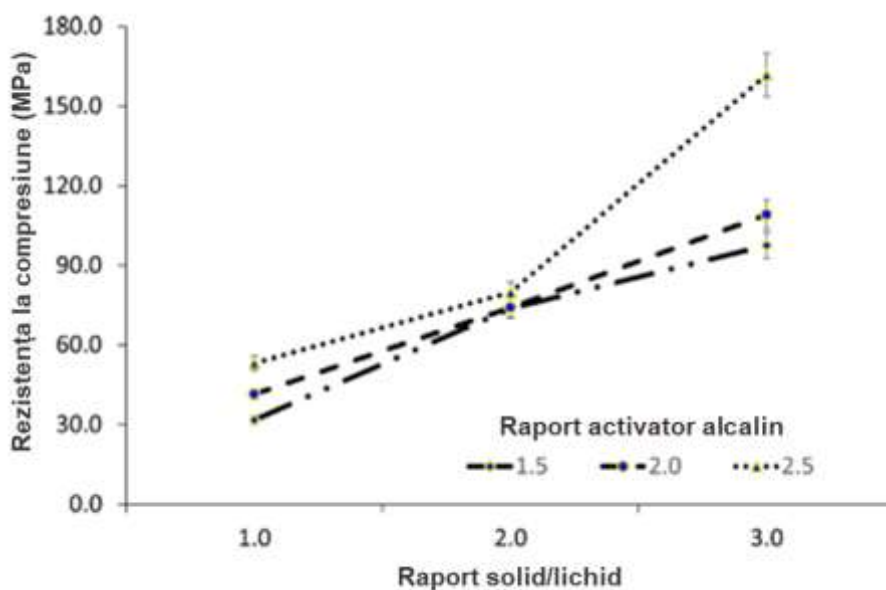


Figura 3.28. Rezistența la compresiune a geopolimerilor GGBFS rezultați pentru diferite raporturi solid/lichid și raporturi activatoare alcaline [74]

Analiza fazelor și distribuției elementare

Figura 3.29a ilustrează modelul XRD cu cea mai mare rezistență a geopolimerilor GGBFS cu un raport solid/lichid de 3,0 și un raport de activator alcalin de 2,5. Amestecul selectat ($GS^{3.0/2.5}$) a fost aplicat pentru a studia în detaliu contribuția mineralelor de calciu la creșterea rezistenței la compresiune a geopolimerilor GGBFS. Difractograma XRD a afișat un platou larg la 2 ore, între 20 și 40, cu prezența fazei cristaline, cum ar fi calcitul ($CaCO_3$), tobermoritul ($Ca_5Si_6O_{16}(OH)_2 \cdot 4H_2O$) și dolomitul ($CaMg(CO_3)_2$), cu referire la Figura 3.29. Banda lată reprezintă și prezența fazei de geopolimer. În timpul activării alcaline, Ca, Si și Al au fost disipate pentru a forma legătura Si-O-Si/Al/Ca a geopolimerilor și fazei de tobermorit.

Pentru a obține o imagine de ansamblu asupra distribuției elementelor, precum și a potențialului de formare a tobermoritului și calcitului cu cea mai mare rezistență la compresiune, geopolimerii GGBFS au fost analizați în continuare prin cartografierea micro-XRF sincrotron. Figura 3.30 ilustrează zona localizată și maparea micro-XRF în Al-Si-Ca-Fe-Mg a geopolimerilor GGBFS, ceea ce înseamnă că Ca, Al și Si sunt localizate în cea mai mare parte în probele de geopolimeri.

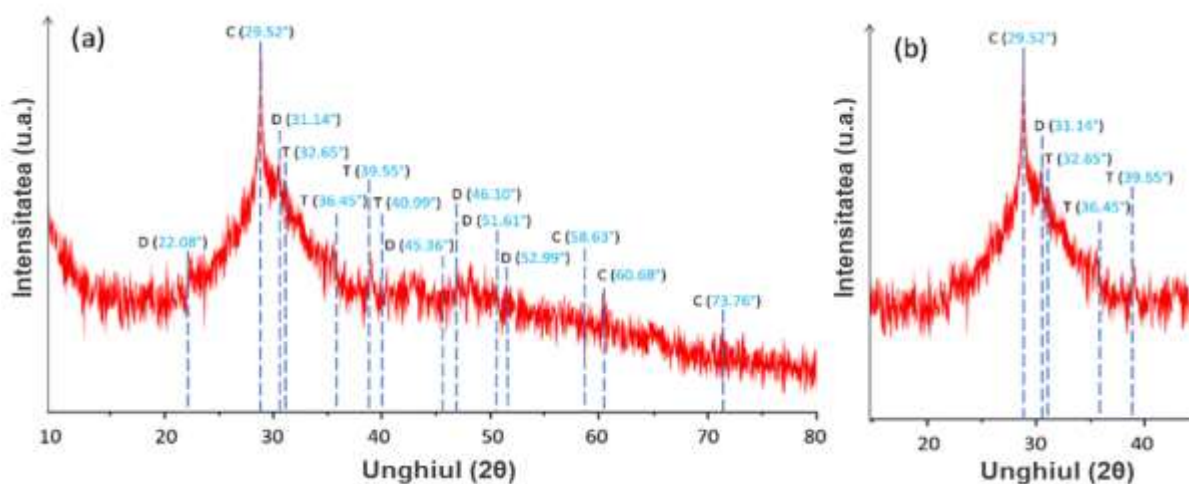


Figura 3.29. (a) Difractograma XRD a geopolimerilor GGBFS, C-Calcit, T-Tobermorit, D-Dolomit și (b) Zona largă la 2 ore de geopolimeri GGBFS [74]

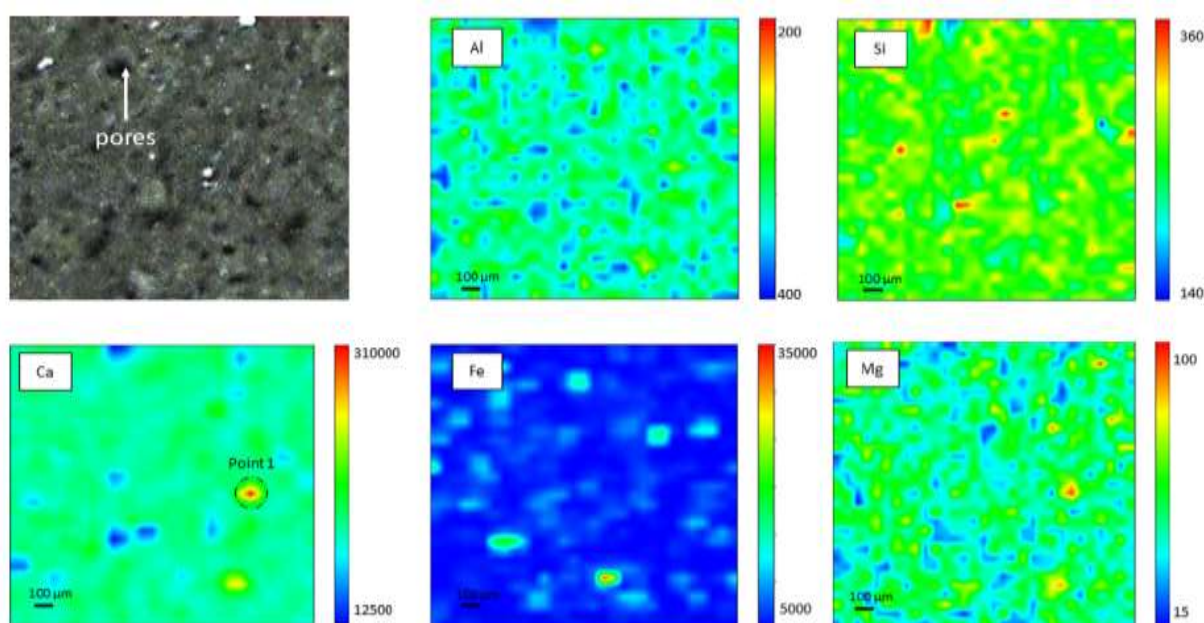


Figura 3.30. Hărți de distribuție elementală Micro-XRF ale Al, Si, Ca, Fe și Mg pe probe de geopolimeri GGBFS [74]

Analiza detaliată a elementelor punctiforme a Ca, Al, Si și Mg relevată de spectrul de analiză „Punctul 1” este ilustrată în Figura 3.31. Cele mai intense vârfuri au fost observate la 3,68 keV și 4,01 keV, care au fost asociate cu Ca-K alfa și, respectiv Ca-K beta. Cantitățile relativ mici de Al (K-beta, la 1,48 keV), Si (K-beta, la 1,74 keV), Mg (K-alfa, la 1,25 keV) și Fe (K-alfa, la 6,39 keV) au fost detectate și în geopolimerii GGBFS. Aceste vârfuri au semnalizat prezența tobermoritului, calcitului și dolomitei în cadrul rețelei de geopolimeri.

Majoritatea mineralelor pe bază de calciu au prezentat o rezistență mai constantă și mai mare [79,80].

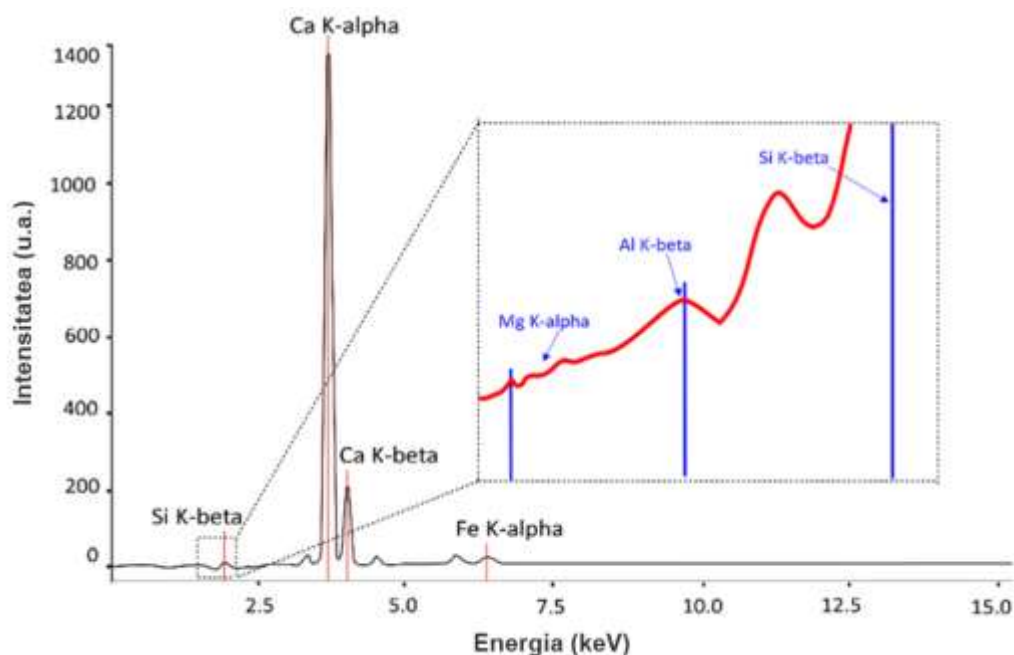


Figura 3.31. Spectrul de analiză pentru punctul 1 [74]

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ din sistem a oferit legături covalente în matricea geopolimerului datorită formării de CaCO_3 legat de trei atomi de oxigen prin legături covalente, așa cum este ilustrat în Figura 3.32. O astfel de formare a produsului de hidratare poate contribui la proprietățile geopolimerului de compresiune ridicată.

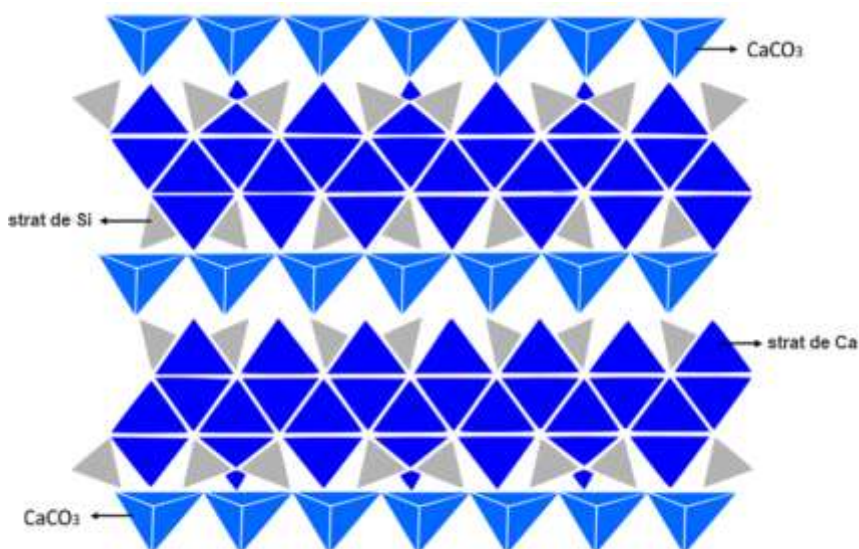


Figura 3.32. Structura propusă de tobermorit și CaCO_3 [74]

În această cercetare, au fost sintetizați geopolimeri GGBFS cu liant unic. Geopolimerii GGBFS întăriți au dus la o rezistență constantă la compresiune după 28 de zile de întărire. Concluziile desprinse din acest studiu sunt următoarele:

(a) Apariția microstructurii dense, precum și a tobermoritului și a calcitului, a fost influențată de o rezistență mecanică mai bună a geopolimerilor GGBFS. La un raport solid/lichid mai mic, s-au observat fisuri în timpul analizei microstructurii.

(b) Formarea calcitului (CaCO_3) și extinderea tobermoritului au putut fi identificate pe baza vârfurilor FTIR la $\sim 1430 \text{ cm}^{-1}$ și $\sim 780 \text{ cm}^{-1}$.

(c) Compoziția optimă a fost observată cu un raport solid/lichid de 3,0 și un raport de activator alcalin de 2,5, care a prezentat cea mai mare rezistență de 168,7 MPa. Coexistența componentelor CaCO_3 și tobermorit a contribuit în mod semnificativ la o performanță mecanică mai mare.

(d) Tehnica nedistructivă m-XRF și-a arătat capacitatea de a ilustra distribuția Si, Al și Ca ca element principal în geopolimerul GGBFS, care reprezintă formarea mineralului pe bază de calciu. Concentrația mare de Ca a semnalat apariția structurii tobermoritei și formarea de CaCO_3 în structura geopolimerului, așa cum sa observat în analiza de fază XRD.

3.7.6. Comportamentul cenușii zburătoare activate alcalin prin plasarea subacvatică [81]

Betonul subacvatic este un beton autoconsolidat coeziv utilizat pentru betonarea structurilor subacvatice, cum ar fi pilonii de poduri. Betonul convențional folosește un aditiv anti-spălare (AWA – anti-washing additive) pentru a forma un beton subacvatic cu vâscozitate ridicată, ce minimizează dispersia materialului de beton în apa înconjurătoare. Scăderea calității betonului convențional se datorează în principal spălării cimentului și a particulelor fine la turnarea în apă. Această cercetare s-a concentrat pe investigațiile detaliate privind timpul de priză, efectul de spălare, rezistența la compresiune și analiza compoziției chimice a pastei de cenușă zburătoare activată de alcali (AAFA – alkali activated fly ash) prin plasarea subacvatică în apă de mare și apă dulce. Pentru acest studiu au fost utilizate cenușa zburătoare de clasa C ca sursă, silicat de sodiu și soluție de hidroxid de sodiu ca activator alcalin. Specimenele produse prin plasarea subacvatică în apa de mare au prezentat performanțe impresionante, cu o rezistență de 71,10 MPa în 28 de zile. Conform standardului Societății Japoneze de Ingineri Civili (JSCE), rezistența specimenelor pentru plasarea subacvatică nu trebuie să fie mai mică de 80% din rezistența specimenului pregătit în condiții uscate. Ca rezultat, speciemenle AAFA au prezentat doar o reducere de 12,11% a rezistenței în comparație cu specimenul preparat în condiții uscate, dovedind astfel că pasta AAFA are un potențial ridicat de a fi utilizată în aplicații cu apă de mare și apă dulce.

În acest studiu, *cenușa zburătoare* a fost folosită ca material sursă pentru AAM, care este furnizată de Cement Industries din Malaysia Berhad (CIMA), Perlis, Malaezia. S-a remarcat faptul că elementele majore din cenușa zburătoare sunt silice (SiO_2), alumină (Al_2O_3), fier (Fe_2O_3) și calciu (CaO). Conform Societății Americane pentru Testarea Materialelor (ASTM C618), cenușa care conține mai mult de 70% în greutate SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 și CaO scăzut este considerată clasa F; în timp ce totalul de SiO_2 , Al_2O_3 și Fe_2O_3 variază între 50-70% în greutate, definită în clasa C. Datorită conținutului relativ ridicat de calciu (22,30%), cenușa zburătoare utilizată în acest experiment este clasificată ca fiind de clasa C conform ASTM C618 [52].

Sticlă de apă sau soluție de silicat de sodiu a fost furnizată de South Pacific Chemical Industries Sdn. Bhd. (SPCI), Malaezia. Paharul de apă este format din 30,1% SiO_2 , 9,4% Na_2O și 60,5% H_2O (modul $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O} = 3,2$). Greutatea specifică și vâscozitatea sunt de 1,4 g/cm^3 și, respectiv, 0,4 Pa.

A fost utilizată *pudră de hidroxid de sodiu* (NaOH), marca Formosoda-P din Taipei, Taiwan, cu o puritate de 99%. Concentrația dorită de soluție de NaOH a fost preparată cu 24

de ore înainte de experimente prin diluarea pulberii de NaOH cu apă distilată. Soluția de activator a fost preparată prin amestecarea de sticlă de apă și soluție de NaOH într-un raport de 2,5.

În acest studiu, probele de apă de mare, apă de râu și apă de lac sunt colectate din jurul Perlis, Malaezia. Apa colectată a fost lăsată la decantat în laborator pentru a permite impurităților să precipite la baza recipientului. Ulterior, apa a fost transferată într-un rezervor de plastic prin infiltrare și a fost înregistrată valoarea pH-ului pentru fiecare tip de apă.

Concentrația soluției de NaOH este fixată la 12M [82], raportul dintre sticla de apă la NaOH și raportul cenușă zburătoare la activator alcalin fixat la 2,0 și respectiv 2,5 [83]. Detaliile proiectării amestecului sunt rezumate în Tabelul 3.15.

Tabelul 3.15. Detalii ale pastei AAFA [81]

Parametrul	Valoare
Raport cenușă zburătoare/activator alcalin	2
Raportul de sticlă de apă /NaOH	2.5
Masă de cenușă zburătoare (kg)	6.9
Masa soluției de NaOH (kg)	0.99
Masa soluției de silicat de sodiu (kg)	2.46

Timpul de priză a pastei AAFA prin plasarea subacvatică a fost măsurat utilizând testul Vicat [82]. Testul a fost efectuat la temperatura camerei folosind aparatul Vicat, unde matrița a fost plasată sub nivelul apei. Au fost înregistrate setarea inițială și timpul final de priză a pastei AAFA.

Rezistența la compresiune a probei a fost determinată pe baza ASTM C109 [56] utilizând testerul mecanic Instron 5582 (Instron, Massachusetts, Statele Unite ale Americii). Au fost testate minimum trei probe pentru fiecare proiect de amestec, fiind înregistrată media rezultatelor. AAFA au fost testate în zilele a 3-a, a 7-a și a 28-a, atât pentru speciimenele de control, cât și pentru cele aflate sub apă.

Compoziția chimică a pastei AAFA după plasarea sub apă și starea uscată este determinată folosind fluorescența cu raze X (XRF). Analiza XRF a fost efectuată folosind spectrometrul de fluorescență cu raze X PA Nanalytic PW 4030, MiniPAL 4 (Malvern Panalytical, Malvern, Marea Britanie). După 28 de zile de plasare în diferite tipuri de apă, speciimenele au fost zdrobite sub formă de pulbere pentru analize.

Un SEM model JSM-7001F (JEOL, Tokyo, Japonia) cu emisie de câmp echipat cu spectroscop cu dispersie de energie (EDS) a fost folosit pentru a vizualiza morfologia AAFA și pentru a determina compoziția elementală după plasarea sub apă. Specimenele au fost tăiate în bucăți mici și acoperite cu carbon folosind Auto Fine Coater (JEOL, Tokyo, Japonia).

Valoarea pH-ului apei și temperatura înainte și după plasarea subacvatică a AAFA sunt ilustrate în Figura 3.33 și Figura 3.34. pH-ul inițial al apei de mare este 7,5, în timp ce valoarea pH-ului apei de râu și a lacului este de 7,4.

Temperatura pentru toate tipurile de apă a crescut atunci când pasta AAFA a fost introdusă în rezervoare, dovedind că reacția AAFA este exotermă, deoarece căldura este eliberată în timpul procesului de întărire.

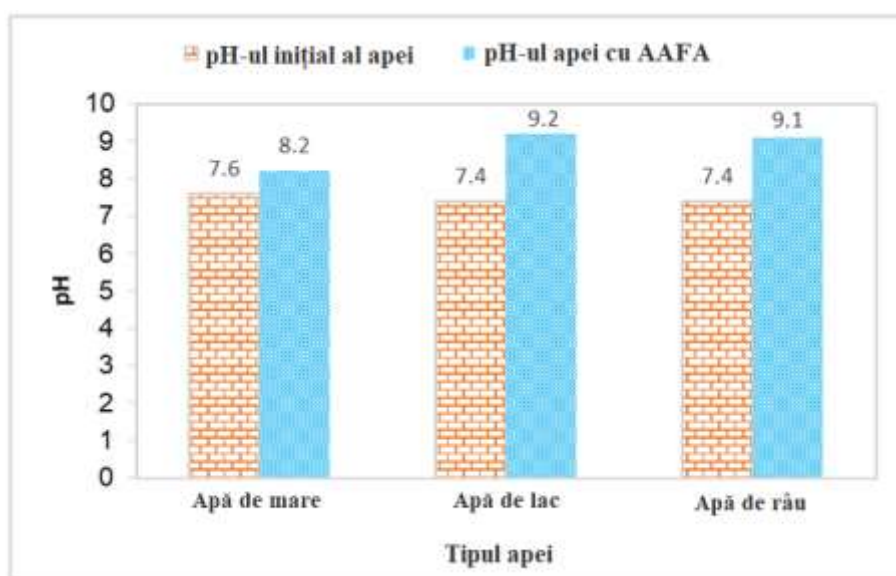


Figura 3.33. Efectul asupra valorii pH-ului pentru diferite tipuri de apă datorită plasării pastei AAFA [81]

Timpul de priză a cimentului sau a liantului a avut loc atunci când acesta își pierde plasticitatea și se formează lent într-un material de tip rocă tare. Timpul de priză inițial poate fi definit ca timpul necesar pastei pentru a începe să se întărească; iar timpul final de priză este atunci când pasta începe să se întărească și poate suporta unele sarcini.

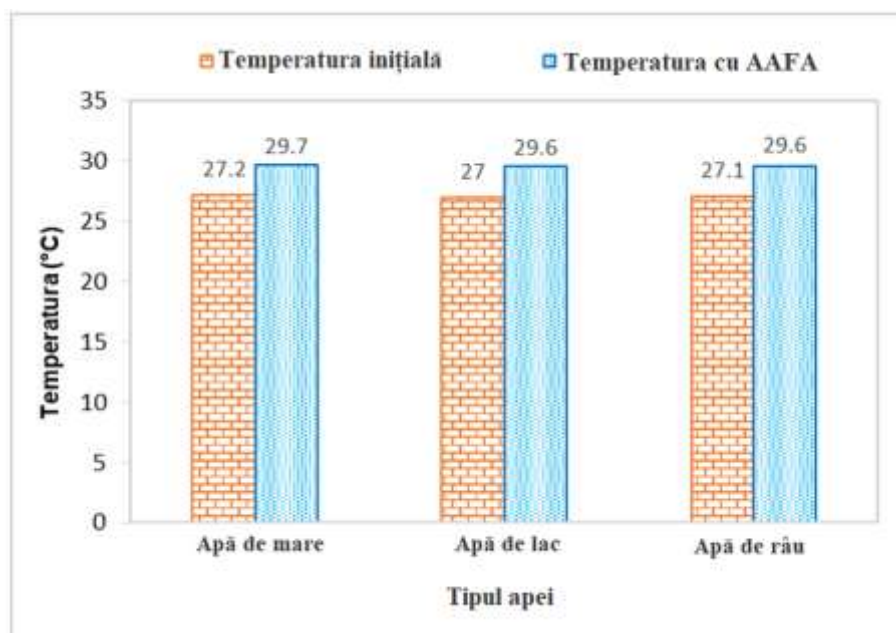


Figura 3.34. Efectul asupra temperaturii la turnarea AAFA în apă [81]

Timpul inițial și final de priză pentru pasta AAFA prin plasarea subacvatică în diferite tipuri de apă sunt prezentate în Tabelul 3.16. Pentru timpul inițial de priză, speciamentele AAFA introduse în apă de mare au fost înregistrate la cel mai rapid timp de 26 de minute, în timp ce speciamentele de apă de râu înregistrează cel mai lung timp, de 30 de minute. Pentru timpul final de priză, exemplarele din apa de mare și apa lacului au înregistrat aceeași valoare de 35 de minute, iar pentru apa de râu au înregistrat 37 de minute.

Tabelul 3.16. Timpul de setare a AAFA turnat sub apă [81]

Tipul de apă	Timpul de priză (minute)	
	Inițial	Final
Uscat	31	40
Apă de mare	26	35
Apă de râu	30	37
Apă de lac	28	35

Rezistența la compresiune a speciamentelor AAFA prin plasare sub apă a fost evaluată în a 3-a, a 7-a și a 28-a zi. Toate probele au prezentat o creștere a rezistenței în raport cu zilele de îmbătrânire conform Figura 3.35. Speciamentele AAFA turnate în apă de mare au prezentat cea mai mare rezistență la compresiune pentru toate zilele de îmbătrânire; de exemplu, în a treia zi, speciamentele AAFA au raportat o rezistență de 36,8 MPa. Între timp, cea mai scăzută

rezistență la compresiune a fost găsită la speci­menele turnate în apa râului cu rezistență de 34,6 MPa în a treia zi. Pentru probele de control (con­diție uscată), rezistența la compresiune în a treia zi este de 79,1 MPa. Eprubetele turnate în apă de mare au înregistrat o scădere a rezistenței lor la compresiune cu 54% față de speci­menele turnate în stare uscată pentru a treia zi de testare.

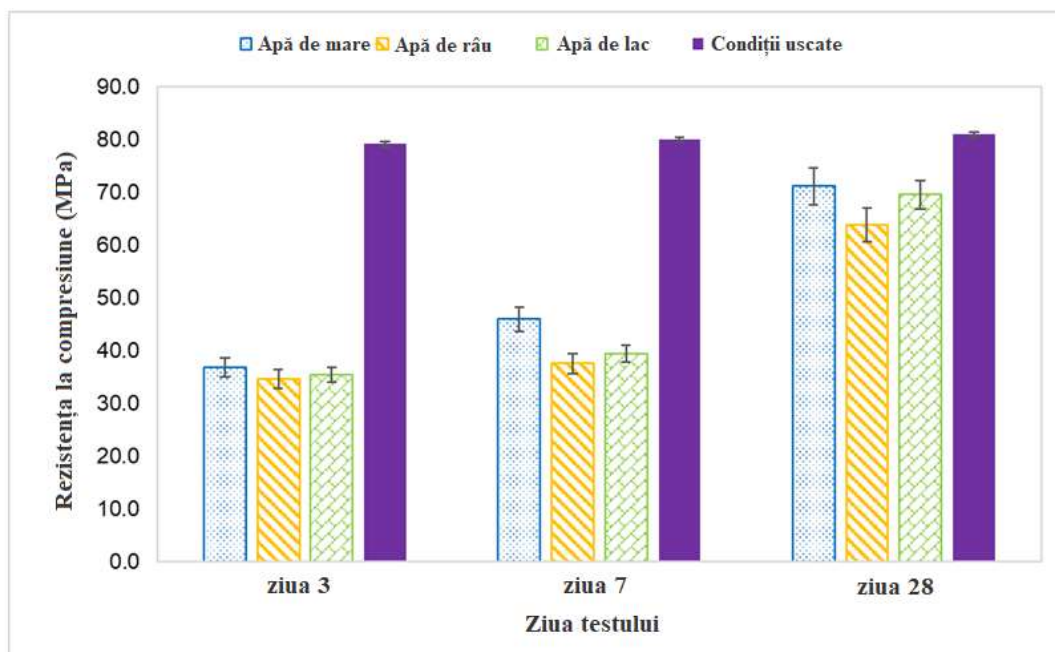


Figura 3.35. Rezistența la compresiune a pastei AAFA turnate în apă [81]

Compoziția chimică a probelor martor și AAFA plasate în diferite tipuri de apă este prezentată în Tabelul 3.17. Toată pasta AAFA a prezentat o creștere a conținutului de SiO_2 datorită reacției cenușii zburătoare cu sticla de apă (Na_2SiO_3). Între timp, conținutul de Al_2O_3 a arătat o reducere a pastei AAFA în raport cu cenușa zburătoare brută. Acest lucru se datorează participării Al_2O_3 la timpul de priză al AAFA prin accelerarea condensării formării produsului AAFA [84, 85]. Conținutul de Fe_2O_3 a crescut și în pasta AAFA, în special la cele turnate în stare uscată, contribuind astfel la rezistența maximă la compresiune. S-a sugerat că Fe^{3+} a contribuit la formarea rețelei AAFA datorită sarcinii și razei ionice similare cu Al^{3+} [86-87]. Cu toate acestea, creșterea majorității compoziției chimice între diferitele speci­mene este aproape similară, ceea ce este legat de rezistența la compresiune. Rezistența la compresiune a AAFA depinde de câțiva factori, cum ar fi formarea produselor de reacție, distribuția raportului Si-Al, conținutul de calciu și reacția de suprafață între particulele de Si-Al nereacționate [88-89].

Tabelul 3.17. Comparația compoziției chimice pentru toate probele [81]

AAFA Paste (wt. %)					
Composition	Cenușă zburătoare	Condiții uscate	Apă de mare	Apă de râu	Apă de lac
SiO ₂	30.80	34.30	34.60	34.20	34.00
Al ₂ O ₃	13.10	10.60	10.80	10.70	10.70
CaO	22.30	21.50	22.00	21.20	21.20
Fe ₂ O ₃	22.99	24.75	24.38	23.64	23.47
MgO	4.00	3.10	3.10	3.00	3.20
TiO ₂	0.89	0.94	0.93	0.88	0.88
K ₂ O	1.60	1.43	1.42	1.30	1.33
SO ₃	2.67	2.02	1.20	0.93	0.91
MnO	0.21	0.22	0.22	0.21	0.20
Raportul Si/Al	2.35	3.24	3.20	3.20	3.18
Raportul Ca/Si	0.72	0.63	0.64	0.62	0.62
Raportul Fe/Si	0.75	0.72	0.70	0.69	0.69
Rezistență (MPa)	-	80.9	71.1	63.7	69.5

Figura 3.36-3.39 arată microstructura și compoziția EDS ale specimenelor în trei puncte selectate (reprezentate prin numerele spectrului) din matrice. Elemente precum Si, Na, Fe, Al, Ca și O au fost identificate în matricea AAFA pentru fiecare specimen. Locul selectat pentru fiecare specimen este adesea diferit, ceea ce înseamnă că compoziția elementală EDS este incomparabilă între fiecare specimen.

Pentru speciemenele AAFA în stare uscată prezentate în Figura 3.36, compoziția elementală a spectrului 15 este ocupată de Si, Al și Fe, cu Ca și Na mai puțin de 5% în greutate.

Figura 3.37 prezintă specimenul turnat în apă de mare, unde spectrul 1 este dominat în principal de Si cu Na, Al, Ca și Fe mai puțin de 5 % în greutate. Spectrul 3 este dominat de Ca, Na și Si, care indică formarea C-S-H. De asemenea, spectrul 4 prezintă o concentrație mare de Si și Al care reprezintă cenușă zburătoare nereacționată.

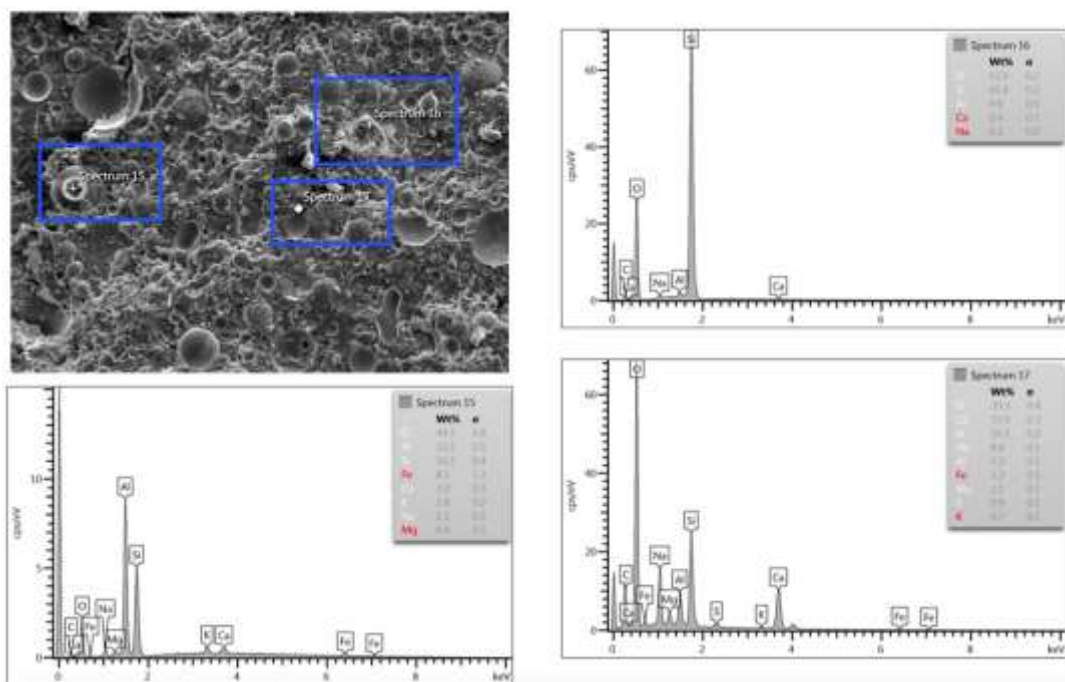


Figura 3.36. FESEM-EDS pentru specimene AAFA turnate în stare uscată [81]

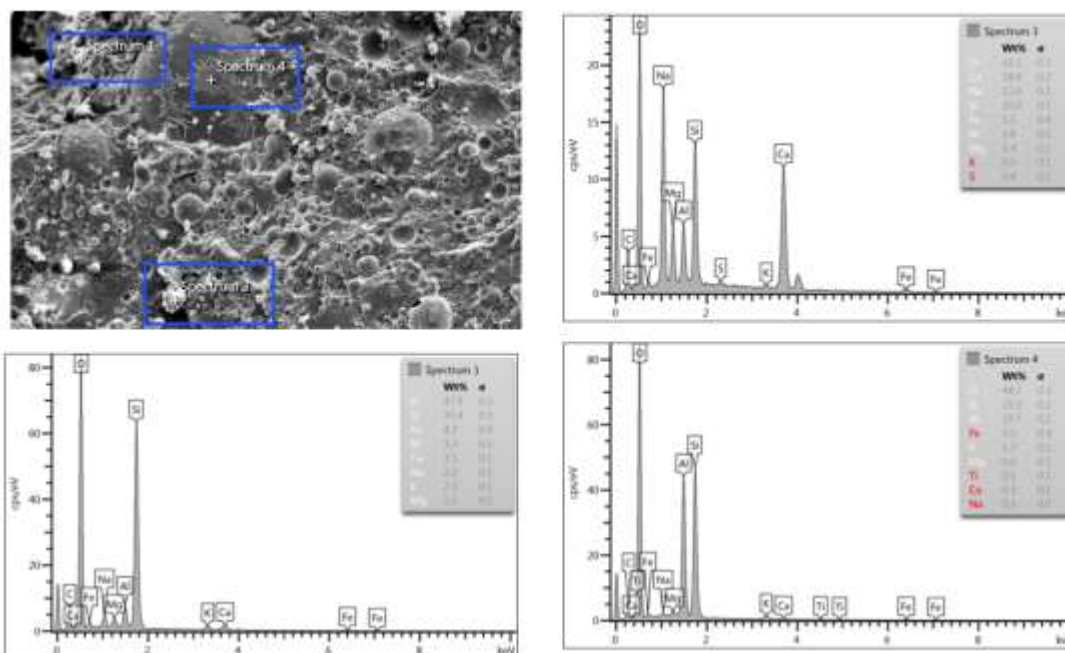


Figura 3.37. FESEM-EDS pentru specimene AAFA turnate în apă de mare [81]

Compozițiile elementale ale specimenului AAFA turnate în apa râului (Figura 3.38) sunt reprezentate de spectrul 27, 28 și 29. Din cele trei puncte diferite, Ca și Si sunt predominante indicând existența silicatlui de calciu hidrat (C-S-H). Cenușa zburătoare nereacționată rămâne prezentă în matricea AAFA, așa cum este confirmat de imaginea FESEM.

Microstructura specimenelor turnate în apa lacului (Figura 3.39) a prezentat micro-fisuri care s-ar putea datora pregătirii probei pentru FESEM. Pentru spectrul 54 este dominat de Ca, Na și Si, ceea ce înseamnă formarea C-S-H. Cu toate acestea, spectrul 55 este dominat în cea mai mare parte de Ca, Si, Al, Fe și, prin referire la imaginea FESEM, locația acestui spectru este pe forma sferică de cenușă zburătoare. Compoziția elementală a spectrului 56 este predominantă de Si, Al și Fe.

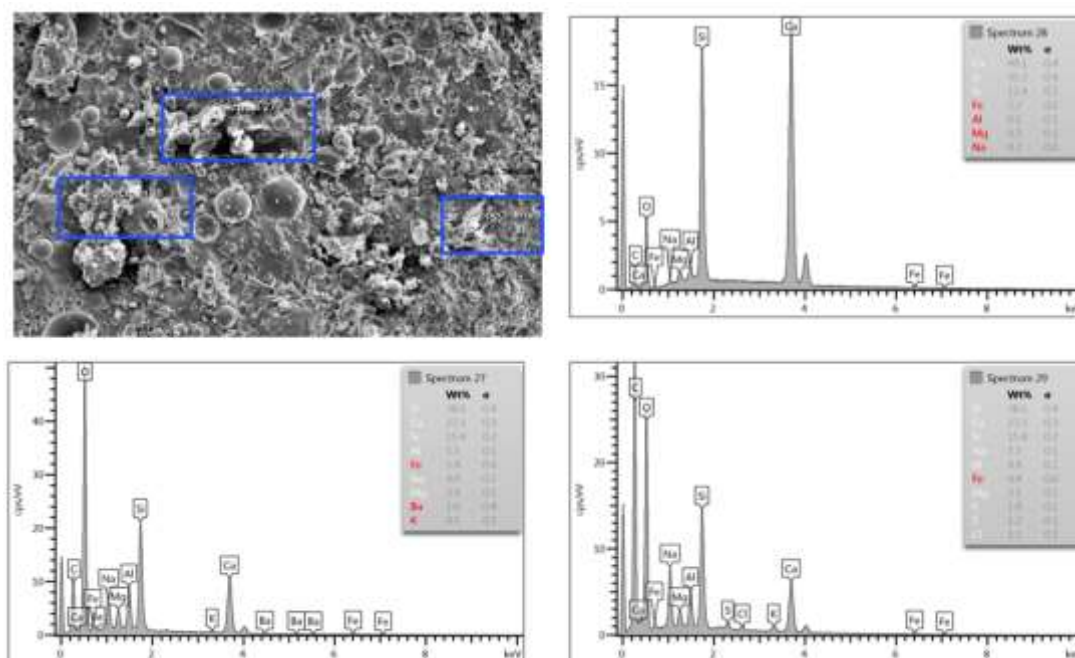


Figura 3.38. FESEM-EDS pentru AAFA turnat în apa râului [81]

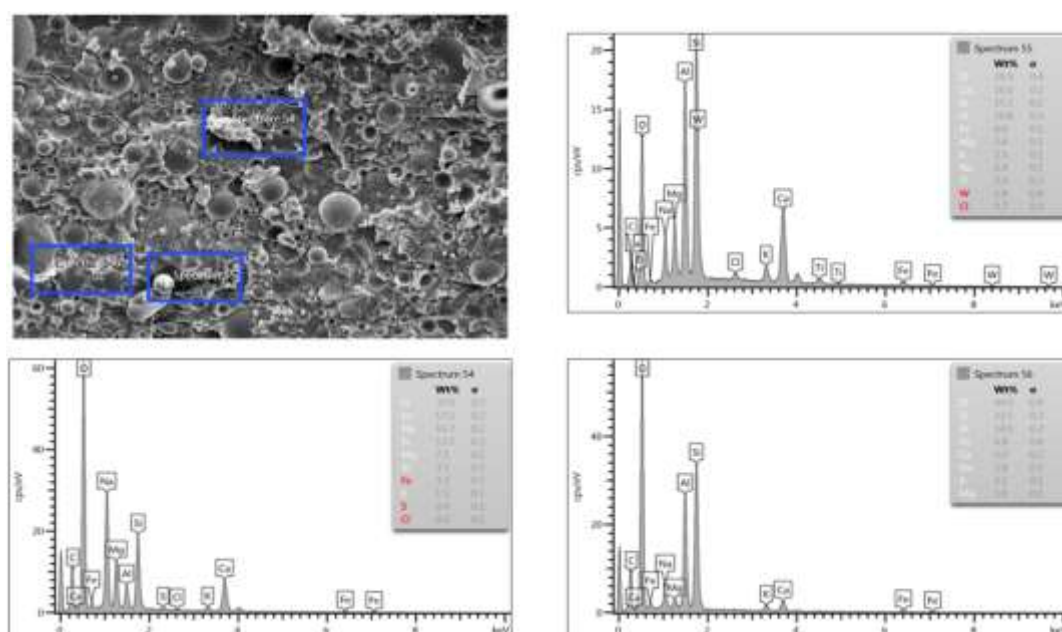


Figura 3.39. FESEM-EDS pentru specimene AAFA turnate în apa lacului [81]

Utilizarea betonului pentru amplasarea subacvatică este o provocare semnificativă datorită efectului de spălare, precum și prezenței diverșilor ioni în apă care pot influența proprietățile betonului. Studiul de față a analizat rezistența, modificările pH-ului apei și timpul de întărire AAFA atunci când trec prin plasarea subacvatică în apă de mare și apă dulce. Compoziția chimică a pastei AAFA este analizată folosind XRF și EDS. Prin urmare, se poate concluziona că:

a. Efectul de spălare a arătat că apa din lac a contribuit la cele mai mari modificări ale pH-ului (7,4 pH la 9,2 pH).

b. Timpul de priză nu a arătat o diferență semnificativă între specițiile introduse în apă de mare și apă dulce. Cei mai rapizi timpi de priză inițială și finală (26 de minute și 35 de minute) au fost determinați de specițiile turnate în apă de mare. S-a constatat că prezența ionilor de Cl⁻ în apa de mare duce la formarea clorurii de calciu (CaCl₂) care acționează ca un accelerator pentru timpul de priză timpurie și dezvoltarea rezistenței.

c. Rezistența maximă la compresiune a pastei AAFA a fost adusă de specițiile turnate în apă de mare cu o valoare de 71,10 MPa în a 28-a zi. Astfel, se demonstrează o reducere de rezistență de 12,11% în comparație cu specițiile turnate în stare uscată și conform standardului JSCE, specițiile AAFA sunt calificate pentru utilizarea la turnarea subacvatică.

d. Prin analiza XRF au fost identificate patru compoziții principale detectate în fiecare specimen, care sunt SiO₂, CaO, Fe₂O₃ și Al₂O₃. Aceste compoziții joacă un rol important în formarea rețelei AAFA și influențează proprietățile finale ale AAFA întărite.

e. Produsul de reacție al tuturor probelor a fost măsurat folosind FESEM-EDS. Pe fiecare specimen au fost selectate trei pete și fiecare dintre acestea a arătat compoziții elementale diferite. Cu toate acestea, toate specițiile au prezentat un conținut ridicat de Si, Al, Ca și Fe, ceea ce este în concordanță cu rezultatele XRF. Prezența C-S-H, C-A-S-H, fero-sialat-siloxo și fero-sialat-disiloxo poli ca produs de reacție a fost detectată prin EDS.

3.7.7. Geopolimer pe bază de metacaolin/nămol pentru adsorbția Cu^{2+} [90]

Scopul acestei cercetări a fost dezvoltarea unui adsorbant geopolimer pe bază de metacaolin (MK) cu încorporarea a două tipuri de nămol industrial (S1 și S3) care ar putea fi folosit ca adsorbant pentru îndepărtarea cuprului (Cu^{2+}) din soluția apoasă prin procesul de adsorbție. Au fost studiate efectele raportului variat solid la lichid (S/L) asupra sintezei adsorbantului geopolimer pe bază de metacaolin/nămol și eficiența de îndepărtare a Cu^{2+} de către adsorbantul de sinteză. Materiile prime și geopolimerul sintetizat au fost caracterizate prin utilizarea fluorescenței cu raze X (XRF), difracției cu raze X (XRD), microscopului electronic cu scanare (SEM), spectroscopiei în infraroșu cu transformată Fourier (FTIR), Brunauer-Emmett-Teller (BET) și micro XRF. Concentrația de Cu^{2+} înainte și după adsorbție a fost determinată prin spectroscopie de absorbție atomică (AAS) și a fost calculată eficiența de îndepărtare. Datele experimentale au indicat că geopolimerul sintetizat la un raport S/L scăzut a atins cea mai mare eficiență de îndepărtare a Cu^{2+} de aproximativ 99,62 % și 99,37 % la 25 %:75 % MK/S1 și, respectiv, 25 %:75 % MK/S3 comparativ cu geopolimerul pur pe bază de MK cu 98,56 %. Cel mai bun raport S/L pentru MK/S1 și MK/S3 este 0,6 la care reacția dintre activatorul alcalin și materialele aluminosilicate a îmbunătățit procesul de geopolimerizare. În cele din urmă, această lucrare a indicat în mod clar că nămolul industrial poate fi utilizat în dezvoltarea adsorbantului cu costuri reduse, cu o eficiență ridicată de îndepărtare [91-94].

În acest studiu, ca materii prime au fost utilizate *caolinul (K)*, *nămolul industrial (S1)* și *nămolul industrial (S3)*. Caolinul a fost furnizat de Associated Kaolin Industries Sdn Bhd, Petaling Jaya, Selangor, Malaezia, în timp ce S1 și S3 au fost furnizate de Alam Aliran Kualiti (M) Sdn Bhd, Bukit Mertajam, Penang, Malaezia. Caolinul calcinat a fost folosit ca materie primă, iar S1 sau S3 (ca umplutură în geo) au fost folosite pentru a face activator alcalin. NaOH și NaSiO₃ au fost furnizate de Formosa Plastic Corporation, Taiwan și, respectiv, South Pacific Chemical Industries Sdn Bhd, Perai, Penang, Malaezia.

Prepararea materialului

Sinteza adsorbantului geopolimer implică mai multe etape. Mai întâi, S1 și S3 sunt uscate la cuptor la 100°C timp de 24 de ore pentru a elimina umiditatea. Apoi, caolinul este calcinat la 750°C timp de 5 ore pentru a crește reactivitatea [95, 96]. Potrivit Oualit și colab. [97], prima etapă de descompunere a caolinului începe la aproximativ 80°C până la 150°C cauzată de pierderea umidității din caolin. În a doua etapă, cea mai mare pierdere de masă are loc la temperaturi cuprinse între 400°C și 700°C, ceea ce este legat de pierderea apei din

caolinit (dehidroxilare) și de crearea fazei de metacaolinit. La temperaturi cuprinse între 650°C și 750°C, caolinitul este complet transformat în metakaolin. În timpul calcinării, apa structurală se pierde treptat, coordonarea aluminiului se schimbă de la șase la patru, iar structura devine amorfă. După aceea, materiile prime sunt cernute pe 300 μm pentru a obține particule fine. În prima etapă, MK a fost amestecat cu S1 sau S3 pentru a prepara precursori solizi la raporturi variate de MK/S1 și MK/S3, așa cum se arată în Tabelul 3.18.

Tabelul 3.18. Parametrii adsorbanților geopolimeri de sinteză. [90]

Parametru	Detalii
MK: S1	100:0, 75:25, 50:50, 25:75
MK: S3	100:0, 75:25, 50:50, 25:75
NaSiO ₃ :NaOH	1.5
S: L	0.4, 0.6, 0.8, 1.0
Temperatura de uscare	60°

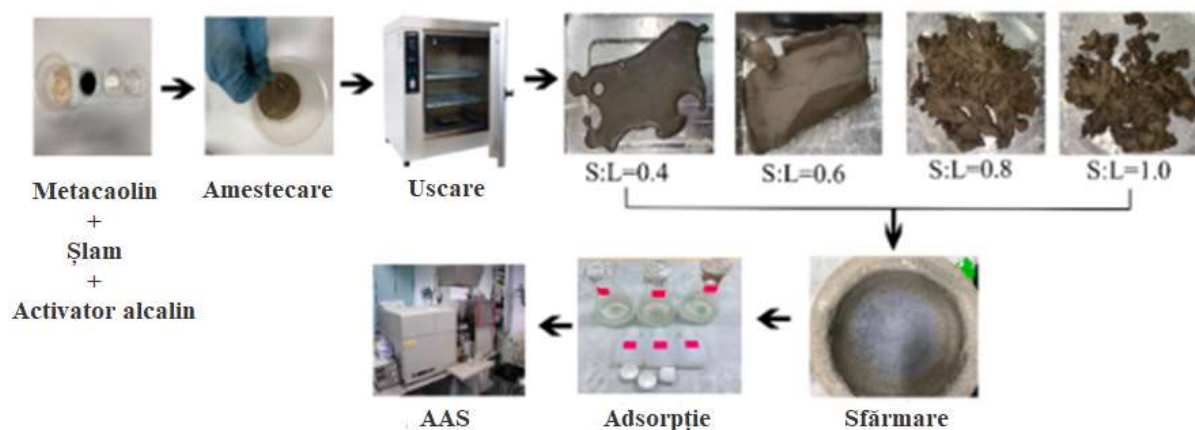


Figura 3.40. Sinteza amestecului și analiza [90]

Compoziția chimică a materiilor prime a fost determinată prin fluorescență cu raze X (XRF), iar fazele prezente au fost caracterizate printr-un sistem difractometru-XRD (model Bruker D2 Phaser).

Microstructura materiilor prime și a adsorbanților geopolimeri înainte și după adsorbție a fost observată folosind un microscop electronic cu scanare (SEM) JEOL JSM-6460LA.

După adsorbție, lichidul supernatant al reacției a fost filtrat și separat. Modificările concentrației de Cu²⁺ au fost determinate prin efectuarea spectroscopiei de absorbție atomică (AAS) (modelul Perkin Elmer Analyst 800). Rezultatele obținute au fost utilizate pentru a

calcula eficiența de îndepărtare a Cu^{2+} prin adsorbanți geopolimeri sintetizați folosind formula prezentată în Eq. (3.2).

$$\text{Eficiența} = (\text{concentrația inițială} - \text{concentrația finală}) / \text{concentrația inițială} \cdot 100\% \quad (3.2)$$

Parametrii experimentului sunt următorii: Doza de adsorbit 0.15g, pH 5, temperatura 25°C, timp 1 oră.

În tabelul 3.19 se prezintă câteva exemple de rețete, iar compoziția chimică a materiilor prime este prezentată în tabelul 3.20.

Tabelul 3.19. Exemple de rețete în funcție de proces [90]

Proces	Proba	Proces	Proba	Raport S/L
Fără geopolimelizare	MK	Cu geopolimelizare (G)	GMK100	0.4, 0.6, 0.8, 1.0
	S1		GMK75S1	0.4, 0.6, 0.8, 1.0
	S3		GMK75S3	0.4, 0.6, 0.8, 1.0
	MK75S1		GMK50S1	0.4, 0.6, 0.8, 1.0
	MK75S3		GMK50S3	0.4, 0.6, 0.8, 1.0
	MK50S1		GMK25S1	0.4, 0.6, 0.8, 1.0
	MK50S3		GMK25S3	0.4, 0.6, 0.8, 1.0

Tabelul 3.20. Compoziția chimică a materiilor prime. [90]

Compoziția chimică	K wt (%)	MK wt (%)	S1 wt (%)	S3 wt (%)
SiO_2	48.85	42.68	91.64	20.09
Al_2O_3	43.17	52.96	0.01	31.50
Na_2O	0.17	0.49	2.75	1.07
MgO	0.41	-	3.80	4.76
CaO	0.20	0.01	0.10	11.97
K_2O	3.53	1.95	0.16	1.21
TiO_2	0.78	0.44	0.02	0.81
Fe_2O_3	2.31	1.28	1.20	18.66
P_2O_5	-	-	0.07	0.21
SO_2	0.22	0.02	0.21	0.29
LOI	0.36	2.12	0.04	9.43

Compoziția minerală a materiilor prime determinată XRD este prezentată în Figura 3.41. K conține ca fază principală caolinit, cu muscovit și cuarț ca faze minore. După calcinare la 750°C, caolinul este complet transformat în metacaolin cu cuarț ca fază principală și muscovit ca fază minoră.

Grupările funcționale ale unui adsorbant sunt importante pentru a ajuta procesul de adsorbție, deoarece oferă locuri de atașare pentru adsorbanți și apoi crește capacitatea de legare cu ioni de metale grele.

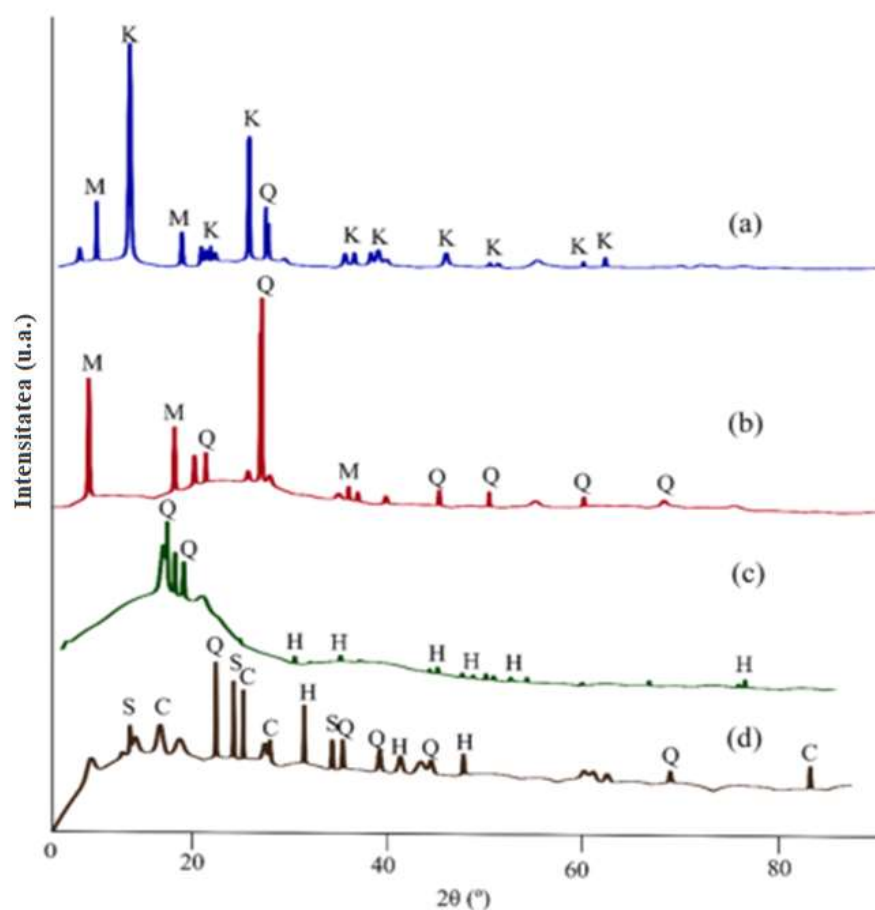


Figura 3.41. Modele XRD ale (a) K, (b) MK, (c) S1 și (d) S3 [90]

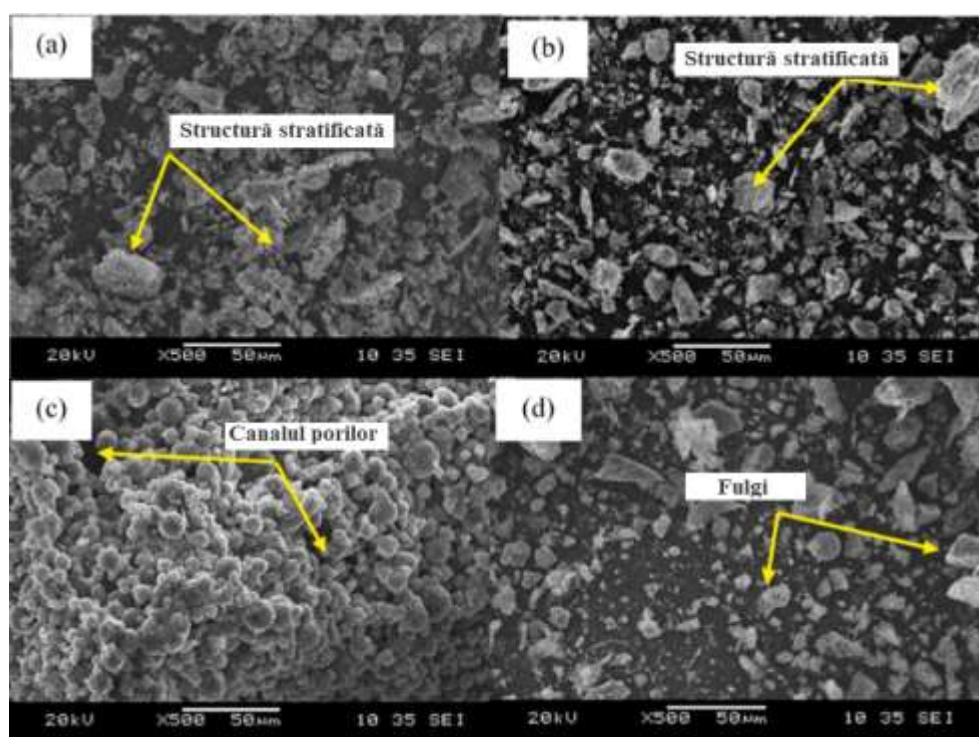


Figura 3.42. Morfologia materiilor prime (a) caolin, (b) metacaolin, (c) S1, (d) S3 [90]

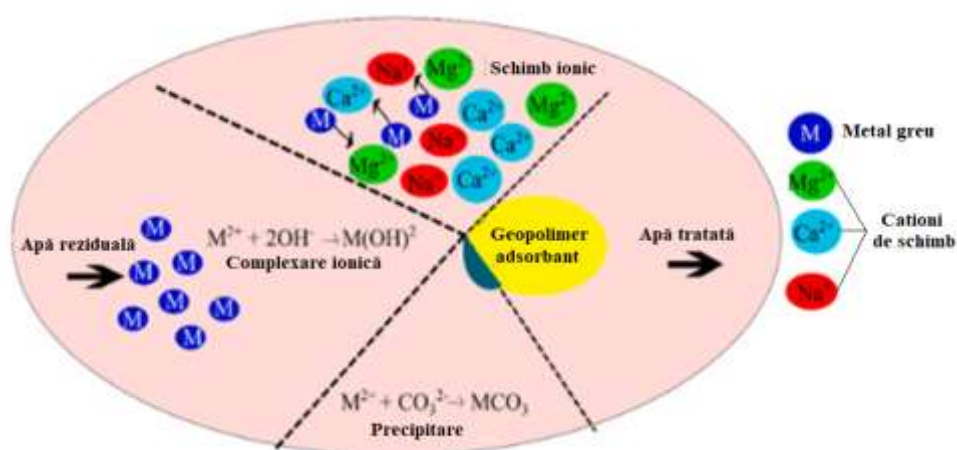


Figura 3.43. Mecanismul de adsorbție al adsorbantului geopolimer sintetizat [90]

Figura 3.44 prezintă eficiența de îndepărtare a Cu^{2+} prin MK, S1 și S3 fără geopolimerizare. Figura 3.45 prezintă eficiența de îndepărtare a Cu^{2+} cu 100% adsorbant pe bază de MK cu și fără geopolimerizare. Adsorbantul pur pe bază de MK fără geopolimerizare are cea mai scăzută eficiență de îndepărtare (6,85%) în comparație cu adsorbantul pur pe bază de geopolimer MK.

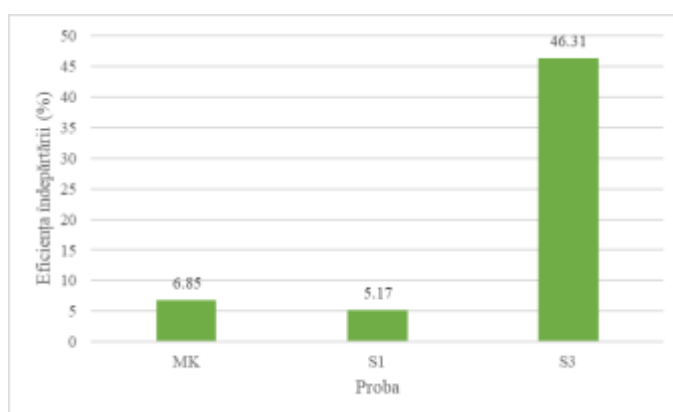


Figura 3.44. Eficiența de îndepărtare a materiilor prime 100 % [90]

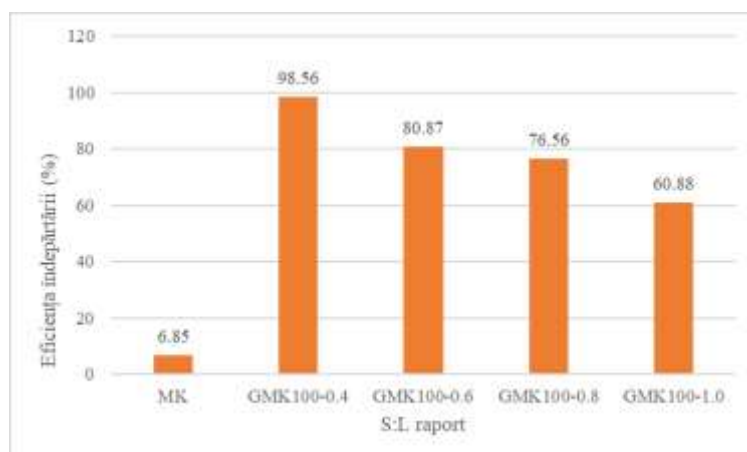


Figura 3.45. Eficiența de îndepărtare cu 100% MK fără și cu geopolimerizare (G) [90]

Efectul raportului S:L asupra eficienței de îndepărtare a Cu^{2+} de către adsorbantul pe bază de MK/S1 și MK/S3 fără și cu geopolimerizare la 75%, 50% și 25% din MK este prezentat în Figura 3.46. Proba cu 75%, 50% și 25% din MK fără geopolimerizare are Cu^{2+} mai scăzut în comparație cu proba cu geopolimerizare. Eficiența de îndepărtare a Cu^{2+} de către GMK75S1 fluctuează odată cu creșterea raportului S:L de la 0,4 la 1,0 așa cum se arată în Figura 3.46(a).

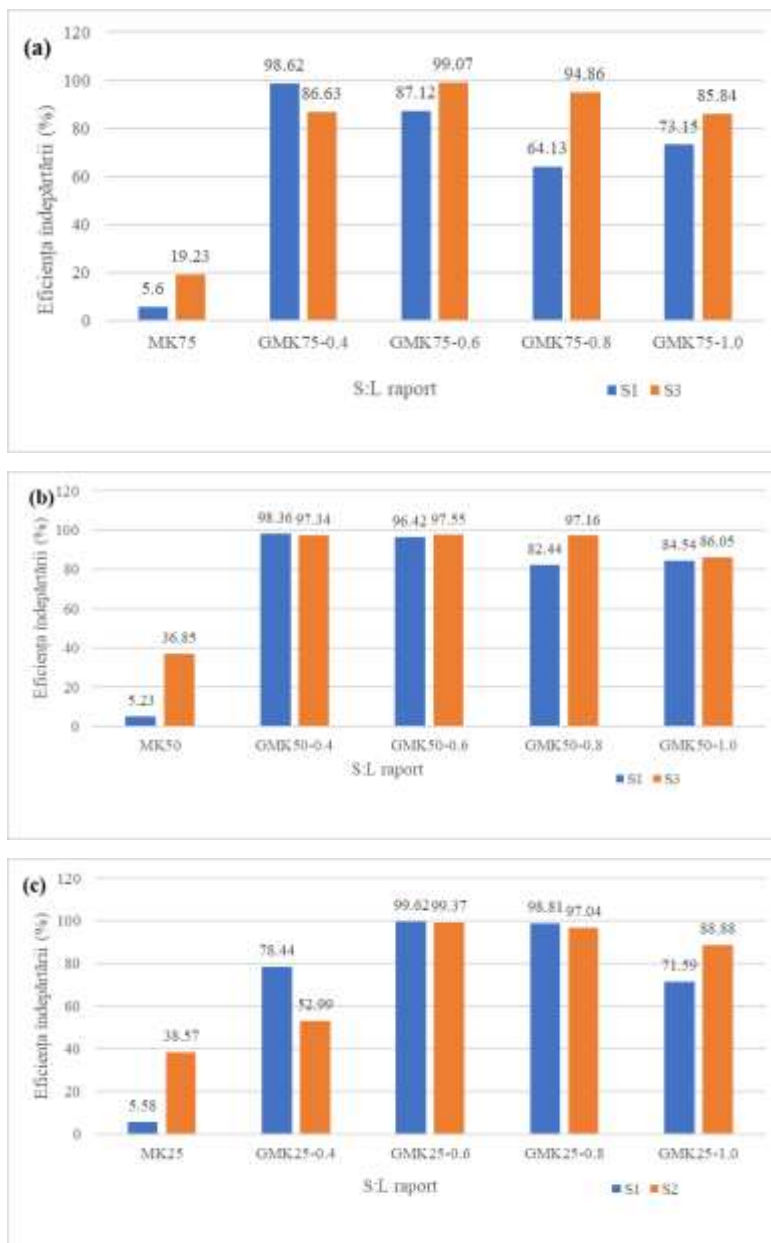


Figura 3.46. Eficiența de îndepărtare a geopolimerului MK/S1 și MK/S3 la (a) 75% MK, (b) 50 % MK și (c) 25 % MK fără și cu geopolimerizare (G) [90]

Astfel, adsorbanții geopolimeri preparați la 25 de MK și 75% S1 și S3 sunt considerați ca având cele mai bune rapoarte pentru un adsorbant eficient dintre toate compozițiile. Prin urmare, la acest raport, geopolimerul pe bază de MK/S sintetizat la raportul S:L de 0,6 este ales ca raport optim, în timp ce adsorbanții geopolimeri pe bază de MK puri pregătiți la 0,4 sunt aleși ca cel mai bun raport S:L.

În acest studiu, a fost determinată cea mai bună formulare pentru sinteza adsorbantului pe bază de geopolimeri cu cea mai mare eficiență de îndepărtare în ceea ce privește MK și compoziția nămolului și raportul optim S/L. În plus, au fost analizate caracteristicile materiilor prime și ale adsorbanților geopolimeri sintetizați pe baza fazelor prezente, grupelor funcționale și modificărilor microstructurii. Pe baza rezultatelor obținute în urma analizei și a datelor experimentale, se pot desprinde următoarele concluzii:

- Raportul optim de MK la S1 și MK la S3 este de 25:75 între toate compozițiile, deoarece a atins cea mai mare eficiență de îndepărtare a Cu^{2+} la aproximativ 99,62% și, respectiv, 99,37%, comparativ cu geopolimerul pur pe bază de MK cu 98,56%. Cel mai bun raport S/L pentru MK/S1 și MK/S3 este 0,6 la care reacția dintre activatorul alcalin și materialele aluminosilicate a îmbunătățit procesul de geopolimerizare.

- La un raport S/L scăzut, se grăbește dizolvarea MK și promovează policondensarea geopolimerului. Acest lucru se explică în continuare prin structura stratificată a MK care limitează mobilitatea particulelor în timpul amestecării. Astfel, geopolimerul pe bază de MK necesită un raport S/L scăzut pentru a obține un amestec de reacție omogen. În plus, la un raport S/L scăzut, prezența suficientului OH^- catalizează activarea precursorului prin dizolvarea completă a ionilor reactivi precursori de aluminosilicat și Na^+ echilibrează deficitul de sarcină al aluminiului.

- Creșterea activatorului alcalin a întârziat reacția de geopolimerizare și a necesitat un timp de coagulare mai lung. Acest lucru poate fi explicat în continuare prin contactul mai mic dintre activatorul alcalin și materialele de reacție. Există mai mult mediu fluid decât conținut solid în amestec, iar contactul dintre soluția de activare și materialele de reacție a fost limitat.

3.8. Concluzii generale

Putem concluziona faptul că geopolimerii sunt o clasă de materiale oxidice obținute prin activarea cu soluții alcaline sau acide a materialelor bogate în oxizi de siliciu și aluminiu.

Considerând problemele actuale de mediu și cererea industriei, tendința curentă este aceea a reducerii consumului de materii prime și energie.

Astfel, se pot evidenția o serie de **contribuții proprii originale** în domeniul materialelor organice ecologice, *cu referire strictă doar la rezultatele descrise în prezenta teză*, după cum urmează:

- Realizarea unui amplu studiu de literatură în domeniul geopolimerilor, de la materii prime, tehnologii de obținere, optimizare și identificarea aplicațiilor;
- Stabilirea unei metodologii experimentale, având în vedere abordările actuale ale industriei și ale normelor legale în vigoare;
- Identificarea de *noi materii prime* prin utilizarea de deșeuri, cum ar fi: cenușa de termocentrală, nămolul roșu și alte deșeuri industriale;
- Caracterizarea avansată (XRF, XRD, FTIR, SEM) a *noilor geopolimeri obținuți*, evidențiind potențialul pentru obținerea de geopolimeri (având fază majoritară SiO_2 și Al_2O_3),
- Evaluarea morfologiei microstructurii geopolimerilor, evidențiind clar utilizarea unei cantități reduse de lichid (raport S/L mic), practic o reducere de cost;
- Dezvoltarea unor *noi geopolimeri* ușori pe bază de cenușă zburătoare, cu următorii parametri de obținere: $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH} = 2.5:1$, respectiv raportul 1 la 1 spumă cu pastă geopolimerică, rezultând o densitate de 1225 kg/m^3 - 1667 kg/m^3 , cu o rezistență la compresiune acceptabilă între 13 și 17 MPa.
- *Obținerea pentru prima dată la nivel mondial* a unui material geopolimer din dolomit/cenușă zburătoare cu rezistența bună la temperaturi ridicate, obținând o valoare maximă pentru rezistență de 74,48 MPa, după expunerea la 400°C ;
- Evidențierea pentru prima dată a faptului că la expunerea la temperatură a compozitelor geopolimerice se favorizează creșterea reactivității procesului de geopolimerizare, contribuind astfel la îmbunătățirea rezistenței.

- Evaluarea rezistenței geopolimerilor cu zgură de furnal măcinată prin identificarea compoziției optime pentru un raport solid/lichid de 3,0 și un raport de activator alcalin de 2,5, prezentând o rezistență de peste 150 MPa;
- Identificarea faptului că prezența simultană a componentelor CaCO_3 și tobermorit contribuie în mod semnificativ la o performanță mecanică mai mare.
- Determinarea comportamentului cenușii zburătoare activate alcalin prin plasarea subacvatică, analizând rezistența, modificările pH-ului apei și timpul de întărire;
- Evaluarea proprietăților geopolimerilor obținuți în mediu acvatic, evidențiind faptul că în cazul utilizării apei din lac au fost identificate cele mai mari modificări ale pH-ului, demonstrând și o reducere de rezistență cu 12,11% în comparație cu specișenele turnate în stare uscată; de asemenea, în apa de mare viteză de priză inițială a fost superioară decât în apa dulce;
- Dezvoltarea unui geopolimer pe bază de metacaolin utilizând un deșeu - nămol roșu, pentru adsorbția Cu^{2+} , cu raportul optim de metacaolin/nămol roșu de 25:75, rezultând în urma cercetărilor cea mai mare eficiență de îndepărtare a Cu^{2+} la aproximativ 99,62%.

Astfel, **originalitatea** cercetărilor prezentate în teza de abilitare constă în optimizarea parametrilor de obținere și respectiv a caracteristicilor rezultate a materialelor, oferind posibilitatea utilizării în domenii de actualitate, de la construcții civile și industriale la materiale cu implicații în protecția mediului.

Noutatea este evidențiată, atât prin identificarea și implicarea de noi materii prime prin utilizarea de deșeuri industriale, dar și prin optimizarea caracteristicilor geopolimerilor obținuți pentru diverse aplicații. Din analiza scientometrică a publicațiilor realizate se evidențiază noutatea și impactul științific ridicat a acestora în bazele de date, prin numărul mare de citări în timp scurt.

Din analiza bibliografică și studiile de caz prezentate am evidențiat faptul că geopolimerii pot fi utilizați cu succes în diverse aplicații, în funcție de compoziția lor și tehnologia de obținere, de la substituenți ai cimentului obișnuit Portland, la tratarea deșeurilor și chiar a apelor, ca materiale ceramice, materiale refractare, izolatoare, ignifugante și chiar ca biomateriale. Pentru a putea perfecția tehnologia de obținere și pentru a reduce costurile de obținere sunt necesare în continuare studii aprofundate.

3.9. Referințe Bibliografice

1. Davidovits, J., *Geopolymers and Geopolymeric Materials*, **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, 1989, 35(2), p. 429-441.
2. Davidovits, J., *Geopolymers - Inorganic polymeric new materials*, **J. Therm. Anal.** 1991, 37, p. 1633–1656, doi:10.1007/BF01912193.
3. Vizureanu, P., Burduhos Nergis, D.D., Dumitru, D., *Green Materials Obtained by Geopolymerization for a Sustainable Future*, **Materials Research Foundations**, 90, ISBN 978-1-64490-112-0, doi: 10.21741/9781644901137.
4. Bell, J.L., Driemeyer, P.E., Kriven, W.M., *Formation of Ceramics from Metakaolin-Based Geopolymers. Part II: K-Based Geopolymer*, **J. Am. Ceram. Soc.**, 2009, 92, p. 607–615, doi:10.1111/j.1551-2916.2008.02922.x.
5. Burduhos Nergis D.D., Abdullah, M.M.A.B., Sandu, A.V., Vizureanu, P., *XRD and TG-DTA Study of New Alkali Activated Materials Based on Fly Ash with Sand and Glass Powder*, **Materials**, 2020, 13, 343; doi:10.3390/ma13020343.
6. Rowles, M., O'connor, B., *Chemical Optimisation of the Compressive Strength of Aluminosilicate Geopolymers Synthesised by Sodium Silicate Activation of Metakaolinite*, **Journal of Materials Chemistry**, 2003, 13(5), p. 1161-1165.
7. Vizureanu, P., Burduhos Nergis, D.D., Sandu, A.V., Burduhos Nergis, D.P., Baltatu M.S., *The Physical and Mechanical Characteristics of Geopolymers Using Mine Tailings as Precursors*, **Advances in Geopolymer-Zeolite Composites - Synthesis and Characterization**, 2021 (DOI 10.5772/intechopen.97807)
8. Burduhos Nergis, D.D., Vizureanu, P., Sandu, A.V., Burduhos Nergis, D.P., Bejinariu, C., *XRD and TG-DTA Study of New Phosphate-Based Geopolymers with Coal Ash or Metakaolin as Aluminosilicate Source and Mine Tailings Addition*, **Materials**, 2022, 15(1), 202, 10.3390/ma15010202
9. Razak, R.A., Bakri Abdullah, M.M.A., Hussin, K., Ismail, K.N., Sandu, I.G., Hardjito, D., Yahya, Z., Sandu, A.V., *Assessment on the Potential of Volcano Ash as Artificial Lightweight Aggregates using Geopolymerisation Method*, **Revista de Chimie**, 65(7) 2014, p. 828-834.
10. Ibrahim, W.M.W., Bakri Abdullah, M.M.A., Sandu, A.V., Hussin, K., Sandu, I.G., Ismail, K.N., Kadir, A.A., Binhussain, M., *Processing and Characterization of Fly Ash-Based Geopolymer Bricks*, **Revista de Chimie**, 65(11), 2014, p. 1340-1345.
11. Mackenzie, K.J.D., Welter, M., *Geopolymer (aluminosilicate) composites: Synthesis, properties and applications*. In *Advances in Ceramic Matrix Composites*; Elsevier Ltd., 2014, pp. 445–470 ISBN 9780857091208.
12. Koleżyński, A., Król, M., Żychowicz, M., *The structure of geopolymers – Theoretical studies*, **J. Mol. Struct.**, 2018, doi:10.1016/j.molstruc.2018.03.033.

13. Malhotra, V., *Role of Fly Ash in Reducing Greenhouse Gas Emissions During the Manufacturing of Portland Cement Clinker*, **Advances in Concrete Technologies in the Middle East**, 2008, p. 19-20.
14. Mustafa Al Bakri, A.M., Mohammed, H., Kamarudin, H., Niza, I. K., Zarina, Y., *Review on Fly Ash-Based Geopolymer Concrete without Portland Cement*, **Journal of engineering and technology research**, 2011, 3(1), p. 1-4.
15. Li, Z., Dingm Z., Zhang, Y., *Development of Sustainable Cementitious Materials. Paper presented at the Proceedings of international workshop on sustainable development and concrete technology*, 2004, Beijing, China.
16. Wang, H., Li, H., Yan, F., *Synthesis and Mechanical Properties of Metakaolinite-Based Geopolymer*. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, 2005, 268(1-3), p. 1-6.
17. Aziz, I., Abdullah, M., Yong, H., Ming, L., Panias, D., Sakkas, K., *Correlation of the Processing Parameters in the Formation of Granulated Ground Blast Furnace Slag Geopolymer*. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2017.
18. Van Deventer, J.S., Provis, J.L., Duxson, P., *Technical and Commercial Progress in the Adoption of Geopolymer Cement*, **Minerals Engineering**, 2012, 29, p. 89-104.
19. Xu, H., Van Deventer, J., *The Geopolymerisation of Alumino-Silicate Minerals*, **International journal of mineral processing**, 2000, 59(3), p. 247-266.
20. Kairigo, P., Kareru, P., Madivoli, E., Njonge, F., *Formulation of Geopolymer Building Blocks Using Locally Available Aluminosilicate Waste Material*, **International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology**, 2015, 29(2), 64.
21. Sallam, M., Carnahan, R.P., Zayed, A., Sunol, S., *Recycling of Municipal Solid Waste Ash through an Innovative Technology to Produce Commercial Zeolite Material of High Cation Exchange Capacity*, Paper presented at the 16th Annual North American Waste-to-Energy Conference, 2008.
22. Liew, Y.-M., Heah, C.-Y., Kamarudin, H., *Structure and Properties of Clay-Based Geopolymer Cements: A Review*, **Progress in Materials Science**, 2016, 83, p. 595-629.
23. Zhang, Z., Yao, X., Zhu, H., Hua, S., Chen, Y., *Activating Process of Geopolymer Source Material: Kaolinite*, **Journal of Wuhan University of Technology-Mater. Sci. Ed.**, 2009, 24(1), p. 132-136.
24. Heah, C., Kamarudin, H., Al Bakri, A.M., Bnhussain, M., Luqman, M., Nizar, I.K., Ruzaidi, C., Liew, Y., *Study on Solids-to-Liquid and Alkaline Activator Ratios on Kaolin-Based Geopolymers*, **Construction and Building Materials**, 2012, 35, p. 912-922.
25. Ilić, B.R., Mitrović, A.A., Miličić, L.R., *Thermal Treatment of Kaolin Clay to Obtain Metakaolin*, **Hemijaska industrija**, 2010, 64(4), p. 351-356.

26. Li, C., Sun, H., Li, L., *A Review: The Comparison between Alkali-Activated Slag (Si+ Ca) and Metakaolin (Si+ Al) Cements*, **Cement and Concrete Research**, 2010, 40(9), p. 1341-1349.
27. Qureshi, M.N., Ghosh, S., *Workability and Setting Time of Alkali Activated Blast Furnace Slag Paste*, **Advances in Civil Engineering Materials**, 2013, 2(1), p. 62-77.
28. Provis J.L., Van Deventer J.S.J. **Geopolymers: Structures, Processing, Properties and Industrial Applications**, Elsevier, 2009.
29. Deb, P.S., Nath, P., Sarker, P.K., *The Effects of Ground Granulated Blast-Furnace Slag Blending with Fly Ash and Activator Content on the Workability and Strength Properties of Geopolymer Concrete Cured at Ambient Temperature*, **Materials & Design**, 2014, 62, p. 32-39.
30. Tho-in, T., Sata, V., Chindaprasirt, P., Jaturapitakkul, C., *Pervious High Calcium Fly Ash Geopolymer Concrete*, **Construction and Building Materials**, 2012, 30, p. 366-371.
31. Adam, A.A., Horiato, *The Effect of Temperature and Duration of Curing on the Strength of Fly Ash Based Geopolymer Mortar*, **Procedia Engineering**, 2014, 95(0), p. 410-414.
32. Belviso, C., *State of the Art Applications of Fly Ash from Coal and Biomass: A Focus on Zeolite Synthesis Processes and Issues*, **Progress in Energy and Combustion Science**, 2018, 65, p. 109-165. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2017.10.004>.
33. Pina, C.M., *Highlights and Breakthroughs. Reaction Pathways toward the Formation of Dolomite*, **American Mineralogist**, 2015, 100(5-6), p. 1017-1018.
34. Aizat, E.A., Abdullah, M.M.A.B., Ming, L.Y., Yong, H.C., Hussin, K., Aziz, I.H., *Review of Dolomite as Precursor of Geopolymer Materials*, **MATEC Web Conf.**, 2016, 78, 01090.
35. Rodriguez-Blanco, J.D., Shaw, S., Benning, L.G., *A Route for the Direct Crystallization of Dolomite*, **American Mineralogist**, 2015, 100(5-6), p. 1172-1181.
36. Yip, C.K., Provis, J.L., Lukey, G.C., van Deventer, J.S.J., *Carbonate Mineral Addition to Metakaolin-Based Geopolymers*, **Cement and Concrete Composites**, 2008, 30(10), p. 979-985.
37. Yao, X., Zhang, Z., Zhu, H., Chen, Y., *Geopolymerization Process of Alkali-Metakaolinite Characterized by Isothermal Calorimetry*, **Thermochimica Acta**, 2009, 493(1-2), p. 49-54.
38. Tempest, B., Sanusi, O., Gergely, J., Ogunro, V., Weggel, D., *Compressive Strength and Embodied Energy Optimization of Fly Ash Based Geopolymer Concrete*, **World of Coal Ash**, 2009, p. 1-17.
39. Komnitsas, K., Zaharaki, D., *Geopolymerisation: A Review and Prospects for the Minerals Industry*, **Minerals Engineering**, 2007, 20(14), p. 1261-1277.

-
40. Sathonsaowaphak, A., Chindaprasirt, P., Pimraksa, K., *Workability and Strength of Lignite Bottom Ash Geopolymer Mortar*, **Journal of hazardous materials**, 2009, 168(1), p. 44-50.
 41. Toniolo, N., Boccaccini A.R., *Fly Ash-Based Geopolymers Containing Added Silicate Waste. A Review*, **Ceramics International**, 2017, 43(17), p. 14545-14551
 42. Rahier, H., Wastiels, J., Biesemans, M., Willlem, R., Van Assche, G., Van Mele, B., *Reaction Mechanism, Kinetics and High Temperature Transformations of Geopolymers*, **Journal of Materials Science**, 2007, 42(9), p. 2982-2996.
 43. <https://www.geopolymer.org/science/introduction/>
 44. Petermann, J., Saeed, A., Hammons, M.I., **Alkali-Activated Geopolymers: A Literature Review**, 2010.
 45. Ming, L.Y., Sandu, A.V., Yong, H.C., Tajunnisa, Y., Azzahran, S.F., Bayuji, R., Abdullah, M.M.A.B., Vizureanu, P., Hussin, K., Jin, T.S., Loong, F.K., *Compressive Strength and Thermal Conductivity of Fly Ash Geopolymer Concrete Incorporated with Lightweight Aggregate, Expanded Clay Aggregate and Foaming Agent*, **Revista de Chimie**, 70(11), 2019, p. 4021-4028.
 46. Luhar, S., Chaudhary, S., Luhar, I., **Journal of Building Engineering**, 19, 2018, p. 420.
 47. Fan, F., Z. Liu, G. Xu, Peng, H., Cai, C.S., **Construction and Building Materials**, 160, 2018, p. 66.
 48. Sabbatini, A., Vidal, L., Pettinari, C., Sobrados, I., Rossignal, S., **Materials and Design**, 116, 2017, p. 374.
 49. Posi, P., Teerachanwit, C., Tanutong, C., Limkamoltip, S., Lertnimoolchai, S., Sata, V., Chindaprasirt, P., **Materials and Design**, 52, 2013, p. 580.
 50. Medri, V., Papa, E., Mazzocchi, M., Laghi, L., Morganti, M., Francisconi, J., Landi, E., **Materials and Design**, 85, 2015, p. 266.
 51. Sari, D., Pasamehmetoglu, A.G., **Cement and Concrete Research**, 35, 2005, p. 936.
 52. ASTM C618-12a, Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete. 2012, ASTM International
 53. BS EN 12390-7. Testing hardened concrete. Density of hardened concrete. 2000: London: British Standards.
 54. ASTM C642-13, Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete. 2013, ASTM International.48.
 55. ACI 213R-14. Guide for Structural Lightweight-Aggregate Concrete. 2014, American Concrete Institute.
 56. ASTM C109/C109-05. Standard test method for compressive strength of hydraulic cement mortars (Using 2-in. or [50mm] cube specimens). ASTM International. 2008.
 57. Yahya, Z., Al Bakri, M.M.A., Kamarudin, H., Ismail, K.N., Sandu, A.V., Vizureanu, P., Abdul Razak, R., *Chemical and Physical Characterization of Boiler Ash from Palm Oil*

- Industry Waste for Geopolymer Composite*, **Revista de Chimie**, 64(12), 2013, p. 1408-1412.
58. Davidovits, J. Geopolymers., **J. Therm. Anal.**, 37(8), 1991, p. 1633.
 59. Mustafa Al Bakri, A.M., Kamarudin, H., Binhussain, M., Khairul Nizar, I., Zarina, Y., Rafiza, A.R., **Int. J. Mol. Sci.**, 13, 2012, p. 7186.
 60. Mustafa Al Bakri, A.M., Kamarudin, H., Ismail, K.N., Sandu, A., Binhussain, M., Yahya, Z., Abdul Razak, R., **Rev. Chim. (Bucharest)**, 64(4), 2013, p. 382.
 61. Izzat, A.M., Mustafa Al Bakri, A.M., Kamarudin, H., Moga, L.M., Mohd Ruzaidi, G.C., Muhammad Faheem, M.T., Sandu, A.V., **Rev. Chim. (Bucharest)**, 64(9), 2013, p. 1011.
 62. Izzat, A.M., Mustafa Al Bakri, A.M., Kamarudin, H., Sandu, A.V., Mohd Ruzaidi, G.C., Muhammad Faheem, M.T., Moga, L.M., **Mat. Plast.**, 50(3), 2013, p. 171.
 63. Abdullah, M.M.A., Tahir, M.F.M., Hussin, K., Binhussain, M., Sandu, I.G., Yahya, Z., Sandu, A.V., *Fly Ash Based Lightweight Geopolymer Concrete Using Foaming Agent Technology*, **Revista de Chimie (Bucharest)**, 66(7), 2015, p. 1001-1003.
 64. Narayanan, N., Ramamurthy, K., **ACI Materials Journal**, 97, 2000, p. 367.
 65. Yahya, Z., Abdullah, M.M.A., Hussin, K., Ismail, K.N., Sandu, A.V., Vizureanu, P., Abd Razak, R., **Rev. Chim. (Bucharest)**, 64(12), 2013, p. 1408.
 66. Hardjito, D., Rangan, B.V., **Research report GC1**. Faculty of Engineering Curtin University of Technology, Perth, Australia, 2005.
 67. BS 1881-122, Testing concrete - Method for determination of water absorption, British Standards Institute, 1983
 68. Azimi, E.A., Abdullah, M.M.A.B., Vizureanu, P., Salleh, M.A.A.M., Sandu, A.V., Chaiprapa, J., Yoriya, S., Hussin, K., Aziz, I.H., *Strength Development and Elemental Distribution of Dolomite/Fly Ash Geopolymer Composite under Elevated Temperature*, **Materials**, 13, 2020, 1015; doi:10.3390/ma13041015.
 69. Shahedan, N.F., Abdullah, M.M.A.B., Mahmed, N., Kusbiantoro, A., Hussin, K., Sandu, A.V., Naveed, A., *Thermal Insulation Properties of Insulated Concrete*, **Rev. Chim.**, 2019, 70, p. 3027–3031.
 70. Burduhos Nergis, D.D., Abdullah, M.M.A.B., Vizureanu, P., *The Effect of Fly Ash/Alkaline Activator Ratio in Class F Fly Ash Based Geopolymers*, **Eur. J. Mater. Sci. Eng.**, 2017, 2, p. 111–118.
 71. Sudbrink, B., Khanzadeh Moradillo, M., Hu, Q., Ley, M.T., Davis, J.M., Materer, N., Apblett, A., *Imaging the presence of silane coatings in concrete with micro X-ray fluorescence*, **Cem. Concr. Res.**, 2017, 92, p. 121–127.
 72. Machner, A., Zajac, M., Ben Haha, M., Kjellsen, K.O., Geiker, M.R., De Weerd, K., *Chloride-binding capacity of hydrotalcite in cement pastes containing dolomite and metakaolin*, **Cem. Concr. Res.**, 2018, 107, p. 163–181.

73. Ke, X., Bernal, S.A., Provis, J.L., *Controlling the reaction kinetics of sodium carbonate-activated slag cements using calcined layered double hydroxides*, **Cem. Concr. Res.**, 2016, 81, p. 24–37.
74. Aziz, I.H., Abdullah, M.M.A., Salleh, M.A.A.M., Azimi, E.A., Chaiprapa, J., Sandu, A.V., *Strength development of solely ground granulated blast furnace slag geopolymers*, **Construction and Building Materials**, 250, 2020, 118720, DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2020.118720.
75. E. Drouet, S. Poyet, J.-M. Torrenti, *Temperature influence on water transport in hardened cement pastes*, **Cem. Concr. Res.**, 2015, 76, p. 37–50.
76. Faisal, M., Muhammad, K., *Synthesis and characterization of geopolymer from bagasse bottom ash, waste of sugar industries and naturally available china clay*, **J. Clean Prod.**, 2016, 129, p. 491–495.
77. A. Bouaissi, Li, L.Y, Abdullah, M.M.A.B., Bui, Q.-B., *Mechanical properties and microstructure analysis of FA- GGBS-HMNS based geopolymer concrete*, **Constr. Build Mater.**, 2019, 210, p. 198–209.
78. Kucharczyk, S., Sitarz, M., Zajac, M., Deja, J., *The effect of CaO/SiO₂ molar ratio of CaO-Al₂O₃-SiO₂ glasses on their structure and reactivity in alkali activated system*, **Spectrochim Acta A**, 2018, 194, p. 163–171.
79. Nuaklong, P., Sata V., Chindapasirt, P., *Properties of metakaolin-high calcium fly ash geopolymer concrete containing recycled aggregate from crushed concrete specimens*, **Constr. Build Mater.**, 2018, 161, p. 365–373.
80. Wongkvanklom, A., Sata, V., Sanjayan, J.G., Chindapasirt, P., *Setting time, compressive strength and sulfuric acid resistance of a high calcium fly ash geopolymer containing borax*, **Eng. Appl. Sci. Res.**, 2018, 45, p. 89–94.
81. Yahya, Z., Abdullah, M.M.A., Li, L.Y., Nergis, D.D.B., Hakimi, M.A.A., Sandu, A.V., Vitureanu, P., Razak, R.A., *Behavior of Alkali-Activated Fly Ash through Underwater Placement*, **Materials**, 14(22), 2021, Article Number 6865, DOI10.3390/ma14226865.
82. Mustafa Al Bakri, A.M., Kamarudin, H., Bnhussain, M., Khairul Nizar, I., Rafiza A.R., Zarina, Y., *Microstructure of different NaOH molarity of fly ash-based green polymeric cement*, **J. Eng. Tech. Res.**, 2011, 3(2), p. 44-49.
83. Mustafa Al Bakri, A.M., Kamarudin, H., Khairul Nizam, I., Bnhussain, M., Zarina, Y., Rafiza, A.R., *Correlation between Na₂SiO₃/NaOH ratio and fly ash/alkaline activator ratio to the strength of geopolymer*, **Adv. Mater. Res.**, 2012, 341-342, p. 189-193.
84. De Silva, P., Sagoe-Crentsil, K., Sirivivatnanon, V., *Kinetics of geopolymerisation: role of Al₂O₃ and SiO₂*, **Cem. Conc. Res.**, 2007, 37, p. 512-518.
85. Weng, L., Sagoe-Crentsil, K., Brown, T., Song, S., *Effects of aluminates on the formation of geopolymers*, **Mater. Sci. Eng. B.**, 2005, 117, p. 163-168.
86. Perera, D.S., Cashion, J.D., Blackford, M.G., Zhang, Z., Vance, E.R., *Fe specification in geopolymers with Si/Al molar ratio of 2*, **J. Euro. Ceram. Soc.**, 2007, 27(7), p. 2697-

2703.

87. Rossano, S., Behrens, H., Wilke, M., *Advanced analyses of ^{57}Fe Mossbauer data of aluminosilicate glasses*, **Phys. Chem. Miner.**, 2008, 35(2), p. 77-93.
88. Xu, H., **Geopolymerisation of aluminosilicate minerals**, PhD Thesis, Department of Chemical Engineering, University of Melbourne, Australia, 2001.
89. Van Jaarsveld, J.G.S., Van Deventer, J.S.J., Lukey, G.C., *The characterisation of source materials in fly ash-based geopolymers*, **Mater. Letters**, 2003, 57(7), p. 1272-1280.
90. Arokiasamy, P., Abdullah, M.M.A.B., Abd Rahim, S.Z., Mohd Arif Zainol, M.R.R., Mohd Salleh, M.A.A., Kheimi, M., Chaiprapa, J., Sandu, A.V., Vizureanu, P., Abdul Razak, R., Jamil, N.H., *Metakaolin/sludge based geopolymer adsorbent on high removal efficiency of Cu^{2+}* , **Case Studies In Construction Materials**, 2022, 17, e01428. 10.1016/j.cscm.2022.e01428
91. Luhar, I., Luhar, S., Abdullah, M.M.A.B., Razak, R.A., Vizureanu, P., Sandu, A.V., Matasaru, P.-D., *A state-of-the-art review on innovative geopolymer composites designed for water and wastewater treatment*, **Mater. (Basel)**, 2021, 14, 7456, <https://doi.org/10.3390/ma14237456>.
92. Chai, W.S., Cheun, J.Y., Kumar, P.S., Mubashir, M., Majeed, Z., Banat, F., Ho, S.H., Show, P.L., *A review on conventional and novel materials towards heavy metal adsorption in wastewater treatment application*, **J. Clean. Prod.**, 2021, 296, 126589, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126589>.
93. Jiang, M., Jin, X., Lu, X., Chen, Z., *Adsorption of Pb(II), Cd(II), Ni(II) and Cu(II) onto natural kaolinite clay*, **Desalination**, 2010, 252, 33–39, <https://doi.org/10.1016/j.desal.2009.11.005>.
94. Babel, S., Kurniawan, T.A., *Low-cost adsorbents for heavy metals uptake from contaminated water: a review*, **J. Hazard. Mater.**, 2003, 97, 219–243, [https://doi.org/10.1016/S0304-3894\(02\)00263-7](https://doi.org/10.1016/S0304-3894(02)00263-7).
95. Perumal, P., Hasnain, A., Luukkonen, T., Kinnunen, P., Illikainen, M., *Role of surfactants on the synthesis of impure kaolin-based alkali-activated, low-temperature porous ceramics*, **Open Ceram.**, 2021, 6, 100097, <https://doi.org/10.1016/j.oceram.2021.100097>.
96. Wang, H., Li, C., Peng, Z., Zhang, S., *Characterization and thermal behavior of kaolin*, **J. Therm. Anal. Calor.**, 2011, 105, 157–160, <https://doi.org/10.1007/s10973-011-1385-0>.
97. Oualit, M., Irekti, A., *Mechanical performance of metakaolin-based geopolymer mortar blended with multi-walled carbon nanotubes*, **Ceram. Int.**, 2022, 48.

4. PERSPECTIVE

4.1. Perspective Didactice

Având în vedere disciplinele din portofoliu, orientate spre problemele de mediu, aici informațiile necesită o actualizare permanentă.

Dintre direcțiile specifice ale activității didactice pe care le am în atenție menționez:

- elaborarea de materiale didactice actualizate pentru studenți, utilizând surse bibliografice recente, nu mai vechi de cinci ani;
- modernizarea și dotarea laboratoarelor;
- atragerea studenților în vederea aprofundării domeniilor de actualitate, cum ar fi materialele cu aplicații în ecologie sau medicină.

Activitatea didactică asociată postului de conferențiar universitar presupune efectuarea de ore de curs, seminarii și proiecte la următoarele discipline: Management de Mediu în Ingineria Materialelor; Management de Mediu în Inginerie Mecanică; Management de Mediu în Ingineria Procesării Materialelor, dar și alte discipline conexe.

Experiența acumulată până în prezent este concretizată prin publicarea a două cursuri și a unui îndrumar pentru disciplinele menționate din portofoliu. Proiectele de cercetare coordonate au permis îmbogățirea cunoștințelor practice în domeniul biomaterialelor prin colaborarea cu Universitatea Politehnica din București, Universitatea de Medicină și Farmacie "Grigore T. Popa", Universitatea de Științele Vieții "Ion Ionescu de la Brad" Iași, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizică Tehnică - IFT Iași, dar și în domeniul poluării mediului – managementul gazelor cu efect de seră din cadrul INCDPM- Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Protectia Mediului.

Domeniile Ingineriei Materialelor și a Managementului de Mediu prezintă un real interes, fiind implicat în numeroase studii și expertize, care s-au concretizat în lucrări științifice și brevete, precum tehnologii de tratare a deșeurilor, procedee de tratare, epurare și potabilizare a apelor, respectiv utilizarea deșeurilor în realizarea unor noi materiale.

Pentru obținerea celor mai bune rezultate din punct de vedere didactic, voi utiliza întreaga experiență profesională, prin folosirea metodelor moderne de predare, în special suportul media (video și audio), însoțite de o bogată bibliografie, implicând activ studenții în desfășurarea cursurilor și a laboratoarelor utilizând metodele didactice centrate pe învățarea

prin descoperire, învățarea pe echipe, adoptarea unei metode de evaluare eficiente bazate pe expunere de subiecte, problematizare, răspuns la întrebări tip grilă, realizare de proiecte cu tema prestabilită.

Îmi propun să contribui la dotarea laboratoarelor facultății prin redactarea de proiecte noi de cercetare care să atragă fonduri, implicând în procesul de cercetare fundamentală și aplicativă studenții și doctoranzii universității noastre.

Voi cauta să promovez continuu specializările facultății și să identific noi parteneri educaționali și industriali, în special pentru realizarea stagiilor de practică.

Un obiectiv pe care îl am în vedere în calitate de abilitat este legat de implicarea mea activă în buna desfășurare a activităților la nivel de departament (sesiuni științifice studențești, sesiuni de examene, sesiuni finalizare studii etc.) și facultate (congrese, conferințe, workshop-uri, sesiuni de admitere etc.) și mai ales prin atragerea de doctoranzi și deschiderea de noi direcții de cercetare.

Un alt obiectiv pe care doresc să-l continui este stabilirea de colaborări științifice și economice cu instituții similare din lume, a căror putere financiară ar putea susține proiecte de cercetare, dar și schimburi de experiență pentru studenți. Am reușit până în momentul de față o colaborare cu Universiti Malaysia Perlis, unde am fost invitat ca *Professor Visiting* și *Cercetător Asociat*, alături de care organizez manifestări științifice internaționale. De asemenea, pe plan profesional, ca președinte al Forumului Inventatorilor Români am reușit promovarea la nivel internațional a multor invenții românești, atât ale autorilor din universitatea noastră, dar și din instituțiile partenere, activitate care va fi continuată.

Printre obiectivele propuse se află și creșterea vizibilității facultății noastre prin implicarea în diverse activități pe plan național și internațional, prin continuarea organizării manifestărilor **EUROINVENT**, a **Conferinței Internaționale ICIR – International Conference on Innovative Research** (indexată Web of Science), dar și a altor manifestări științifice, prin creșterea numărului de direcții de cercetare și respectiv prin implicarea unui număr cât mai mare de studenți în aceste activități.

Nu în ultimul rând, doresc să aprofundez cunoștințele în domeniul ingineriei materialelor cu aplicații în ingineria mediului, ceea ce va implica studii teoretice, efectuarea de lucrări practice complexe, dar și elaborarea de lucrări științifice, îndrumare și brevete.

Astfel, îmi propun dezvoltarea carierei printr-o strânsă colaborare cu membrii departamentului, ai facultății și respectiv cu colegii din universitate, dar și dezvoltarea parteneriatelor externe, pe care le-am început cu colegi din Malaezia, Bulgaria și Polonia (cu

care avem deja realizări deosebite pe plan științific), cu ajutorul cărora doresc să dezvolt direcții noi de cercetare, dar și adaptarea/armonizarea planului didactic la cerințele pieței.

4.2. Perspective de cercetare

Din punct de vedere al cercetării științifice, având în vedere palmaresul actual, activitățile vor fi susținute la un nivel similar, având sprijinul instituțiilor afiliate: Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, Forumul Inventatorilor Români și Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Protecția Mediului București.

Ca activități de viitor menționez:

- implicarea masteranzilor și doctoranzilor în proiecte de cercetare internaționale și naționale;
- menținerea și dezvoltarea relațiilor cu colegii din străinătate;
- stabilirea de colaborări științifice și economice;
- dezvoltarea și indexarea SCOPUS/ISI a revistei EJMSE;
- organizarea de specializări inter-universitare în domeniul creativității tehnice;
- organizarea de evenimente internaționale de anvergură;
- reprezentarea facultății la evenimente internaționale;
- creșterea numărului de brevete depuse de colegii din cadrul Facultății/Universității;
- creșterea vizibilității Facultății/Universității;

Activitatea de cercetare științifică se va axa în continuare pe direcțiile cu cel mai mare impact, prin:

- Obținerea și caracterizarea unor noi materiale ecologice;
- Obținerea și caracterizarea unor noi biomateriale;
- Obținerea și optimizarea straturilor subțiri;
- Procedee și tehnologii de mediu;

ANEXA 1. Abrevieri

(Si-O-Al) – Legătura sialat (compus chimic format din siliciu, oxigen și aluminiu);
(-Si-O-Al-O-) – Legătura polisialat;
(-Si-O-Al-O-Si-O-) – Legătura polisialat-siloxo;
(-Si-O-Al-O-Si-O-Si-O-) – Legătura polisialat-disiloxo;
AAFA – Cenușă zburătoare activată alcalin (*Alkaline activated fly-ash*);
AAS – Spectroscopie de absorbție atomică (*Atomic Adsorption Spectroscopy*);
AWA – Aditiv anti-spălare;
BA – Cenușă de vatră de termocentrală (*bottom ash*);
BET – Teoria Brunauer-Emmett-Teller pentru măsurarea porozității suprafețelor;
C-A-S-H / CASH – Hidrat de silico-aluminat de calciu (*Calcium Alumino Silicate Hydrate*);
CPMG – Tehnica de analiză Carr–Purcell–Meiboom–Gill;
C-S-H / CSH – Hidrat de silicat de calciu (*Calcium Silicate Hydrate*);
DFA – Dolomit/cenușă zburătoare (*dolomite/fly ash*);
DMEM – Mediu standard Dulbecco Eagle modificat;
DTA – Analiză termică diferențială (*Differential Thermal Analysis*);
EDS – Spectroscopie de raze X cu dispersie de energie (*Energy-Dispersive X-ray Spectroscopy*);
FA – Cenușă de termocentrală/ cenușă zburătoare (*fly-ash*);
FTIR - Spectroscopie cu infraroșu cu transformată Fourier (*Fourier-transform infrared spectroscopy*);
GGBFS – Geopolimeri cu zgură de furnal măcinată (*Ground-granulated blast-furnace slag*);
ITZ – Zona de tranziție la interfață (*interfacial transition zone*);
LWA – Agregat ușor de argilă expandată (*Lightweight expanded clay aggregate*);
LWAFGC - beton geopolimer spumat cu agregat ușor (*lightweight aggregate geopolymer concrete*);
LWAGC – beton geopolimer cu agregat ușor (*lightweight aggregate geopolymer concrete*);
MAS RMN – rezonanță magnetică nucleară cu rotație de unghi magic (*magic-angle spinning nuclear magnetic resonance*);
MK – metacaolin;
MO –microscopie optică (*optical microscopy*);

N-A-S-H / NASH – Hidrat de silico-aluminat de sodiu (*Sodium Aluminosilicate Hydrate*);

OPC - Cimentul Portland obișnuit (*Ordinary Portland Cement*);

RMN – Rezonanță magnetică nucleară (*Nuclear Magnetic Resonance*);

SEM – Microscopie de scanare cu electroni (*Scanning Electron Microscopy*);

TC – Conductivitate termică (*thermal conductivity*);

TGA – Analiză termogravimetrică (*Thermogravimetric Analysis*);

TG-DTA – Analiză termică simultană (*Simultaneous Thermogravimetric Analysis*);

wt% – procent de masă (*Weight percent*);

XRD – Difractometrie de raze X (*X-ray Diffraction analysis*);

XRF – Spectroscopie de fluorescență cu raze X (*X-ray Florescence*).

LISTA DE PUBLICAȚII

Conf.univ.dr.ing. Andrei Victor SANDU

A. Monografii și Cărți (9)

B. Capitole de carte (6)

C. Volume editate (23)

- Volume ca Guest editor (7)

D. Articole publicate în reviste indexate Web of Science (331):

282 in Journals with Impact Factor, [and 49 in ESCI indexed Journals & Proceedings](#)

E. Articole publicate în reviste indexate în BDI (SCOPUS & other) (77):

F. Brevete de invenție (42)

- Dosare de invenție – în evaluare (24)

LISTA DE PUBLICAȚII

A. Monografii și Cărți (9)

1. **A.V. SANDU**, N.M. NOOR, **Introducere în Ingineria Mediului (Introduction in Environmental Engineering)**, Ed. Pim, Iași, 2015, 168p. (ISBN 978-606-13-2752-2)
2. I. SANDU, C.M. STIRBU, **A.V. SANDU**, C.I. STIRBU, **Aerosolii salini în îmbunătățirea performanțelor sportivilor**, (Salt aerosols in the enhancement of sportsmen performances), Ed. Univ.Al.I.Cuza Iasi, 2015, 238p. (ISBN 978-606-714-179-5)
3. I. SANDU, M. CANACHE, **A.V. SANDU**, V. VASILACHE, **Aerosolii si dezvoltarea copiilor** (Aerosols and Children's Development), Ed. Univ.Al.I. Cuza Iasi, 2015, 200p. (ISBN 978-606-714-099-6)
4. **A.V. SANDU**, C. BEJINARIU, **Tehnologii moderne de fosfatere. Studii și aplicații**, Ed. Politehniun 2013, 130p. (ISBN 978-973-621-404-2)
5. I. SANDU, M.A. CRETU, I.G. SANDU, V. VASILACHE, **A.V. SANDU**, G. MARUSIC, **Implicarea ceramicilor in potabilizarea apelor de suprafata si subterane**, Ed. Universitații Alexandru Ioan Cuza Iași (ISBN 978-606-714-451-2), 2018, 250p.
6. **A.V. SANDU**, **Managementul de Mediu în Ingineria Materialelor, I. Teorie și aplicații pentru studenți**, Ed. Pim, (ISBN 978-606-13-4328-7), 2018, 164 p.
7. **A.V. SANDU**, C. BEJINARIU, I.G. SANDU, M.M.A.B. ABDULLAH, **Modern Technologies of Thin Films Deposition. Chemical Phosphatation**, Material Research Forum, USA (ISBN 978-1-945291-90-6), 2018, 149 p.
8. **A.V. SANDU**, I. SANDU, **Ecologie si management de mediu. Curs**, Ed. PIM, Iași, (ISBN 978-606-13-4582-3) 2018, 258p.
9. D.P. BURDUHOS-NERGIS, C. BEJINARIU, **A.V. SANDU**, **Phosphate Coatings Suitable for Personal Protective Equipment**, Material Research Forum, USA (ISBN 978-1-64490-110-6), 2021, 179 p.

B. Capitole de carte (6)

1. I. Sandu, M. Canache, A.-V. Sandu, V. Vasilache, I.G. Sandu, *Use of Saline Aerosol Devices in School Gymnasiums: a Romanian Experiment, Salt Effect. Second Arheoinvest Symposium: From the Ethnoarchaeology to the Anthropology of Salt* (20–21 April 2012, 'Al. I. Cuza' University, Iași, Romania) (Editors: M. Alexianu, R.G. Curca and V. Cotiuga), Ed. Archaeopress Publishers of the British Archaeological Reports, Gordon House, 276 Banbury Road Oxford, England (ISBN 9781407314228) 2015, pp. 275-278;
2. V. Geanta, I. Voiculescu, P. Vizureanu, **A.V. Sandu**, *High Entropy Alloys for Medical Applications, High Entropy Alloys*, 2019 (DOI: 10.5772/intechopen.89318).
3. P. Vizureanu, M.S. Baltatu, **A.V. Sandu**, *Development of New Advanced Ti-Mo Alloys for Medical Applications, Biomaterials*, 2020 (DOI: 10.5772/intechopen.91906).
4. P. Vizureanu, D.D. Burduhos Nergis, **A.V. Sandu**, D.P. Burduhos Nergis, M.S. Baltatu, *The Physical and Mechanical Characteristics of Geopolymers Using Mine Tailings as Precursors, Advances in Geopolymer-Zeolite Composites - Synthesis and Characterization*, 2021 (DOI 10.5772/intechopen.97807)

5. P. Vizureanu, M.S. Bălțatu, **A.V. Sandu**, D.C. Achitei, D.D. Burduhos Nergis, M.C. Perju, *New Trends in Bioactive Glasses for Bone Tissue: A Review*, **Current Concepts in Dental Implantology - From Science to Clinical Research**, 2021 (DOI: 10.5772/intechopen.100567)
6. P. Vizureanu, M.S. Baltatu, **A.V. Sandu**, D.C. Achitei, D.D. Burduhos-Nergis, M.C. Perju, *Assessment of Solar Energy Potential Limits within Solids on Heating-Melting Interval*, 2022, (DOI: 10.5772/intechopen.104847)

C. Volume editate (23)

1. **A.V. SANDU**, EUROINVENT 2022, (Proceedings of the 14th edition), (ISSN print: 2601-4564 ISSN online: 2601-4572), Iasi, 654 p.
2. **A.V. SANDU**, M.M.A.B. ABDULLAH, P. VIZUREANU, M. NABIALEK, C.M.R. GHAZALI, I. SANDU, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, Volume 1962, 2022 (ISSN 1757-899X).
3. **A.V. SANDU**, EUROINVENT 2021, (Proceedings of the 13th edition), (ISSN print: 2601-4564 ISSN online: 2601-4572), Iasi, 654 p.
4. **A.V. SANDU**, EUROINVENT 2021, (Proceedings of the 13th edition), (ISSN print: 2601-4564 ISSN online: 2601-4572), Iasi, 654 p.
5. **A.V. SANDU**, M.M.A.B. ABDULLAH, P. VIZUREANU, M. NABIALEK, C.M.R. GHAZALI, I. SANDU, **IOP – Journal of Physics: Conference Series**, Volume 877, 2021 (ISSN 1757-899X).
6. **A.V. SANDU**, M.M.A.B. ABDULLAH, P. VIZUREANU, C.M.R. GHAZALI, I. SANDU, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, Volume 877, 2020 (ISSN 1757-899X).
7. **A.V. SANDU**, EUROINVENT 2020, (Proceedings of the 12th edition), (ISSN print: 2601-4564 ISSN online: 2601-4572), Iasi, 658 p.
8. **A.V. SANDU**, M.M.A.B. ABDULLAH, P. VIZUREANU, C.M.R. GHAZALI, I. SANDU, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, Volume 572, 2019 (ISSN 1757-899X).
9. **A.V. SANDU**, EUROINVENT 2019, (Proceedings of the 11th edition), (ISSN print: 2601-4564 ISSN online: 2601-4572), Iasi, 658 p.
10. **A.V. SANDU**, M.M.A.B. ABDULLAH, P. VIZUREANU, C.M.R. GHAZALI, I. SANDU, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, Volume 372, 2018 (ISSN 1757-899X).
11. **A.V. SANDU**, EUROINVENT 2018, (Proceedings of the 10th edition), (ISSN print: 2601-4564 ISSN online: 2601-4572), Iasi, 618 p.
12. **A.V. SANDU**, M.M.A.B. ABDULLAH, P. VIZUREANU, C.M.R. GHAZALI, I. SANDU, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, Volume 209, 2017 (ISSN 1757-899X).
13. **A.V. SANDU**, EUROINVENT 2017 (Proceedings of the 9th Edition), Editura Studis, 2017, ISBN 978-606-775-212-0, 692 p.
14. **A.V. SANDU**, M.M.A.B. ABDULLAH, P. VIZUREANU, S.Z.A. RAHIM, I. SANDU, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, Volume 133, 2016 (ISSN 1757-899X).
15. **A.V. SANDU**, I.G. SANDU, EUROINVENT 2016 (Proceedings of the 8th Edition), Editura PIM, 2015, ISBN 978-606-775-212-0, 692 p.

16. **A.V. SANDU**, M.M.A.B. ABDULLAH, P. VIZUREANU, Y. YAHYA, I. SANDU, *INNOVATIVE MATERIALS AND ENGINEERING RESEARCH*, **Key Engineering Materials**, Vol. 660, 2015, Trans Tech Publications, ISBN 978-3-03835-559-5, 428 p.
17. M.M.A.B. ABDULLAH, L. JAMALUDIN, M.F.M. TAHIR, **A.V. SANDU**, *GEOPOLYMER AND GREEN TECHNOLOGY*, **Materials Science Forum**, Vol. 803, 2015, Trans Tech Publications, ISBN 978-3-03835-233-4, 394 p.
18. **A.V. SANDU**, I.G. SANDU, EUROINVENT 2015 (Proceedings of the 7th Edition), Editura PIM, 2015, ISBN 978-606-13-2474-3, 502 p.
19. **A.V. SANDU**, I. SANDU, EUROINVENT 2014, Editura Universitatii Al.I.Cuza Iași, 2014, ISBN 978-973-702-641-5, 646 p.
20. **A.V. SANDU**, EUROINVENT 2013, Editura Universitatii Al.I.Cuza Iași, 2013, ISBN 978-973-703-891-3, 500 p
21. **A.V. SANDU**, EUROINVENT 2012, Editura Universitatii Al.I.Cuza Iași, 2012, ISBN 978-973-703-759-6, 380 p
22. **A.V. SANDU**, EUROINVENT 2011, Editura TEHNOPRESS, 2011, ISBN 978-973-702-851-8, 324 p
23. **A.V. SANDU**, EUROINVENT 2010, Editura TEHNOPRESS, 2010, ISBN 978-973-702-769-6, 228 p.
24. **A.V. SANDU**, EUROINVENT 2009, Editura TEHNOPRESS, 2009, ISBN 978-973-702-641-5, 194 p.

Volume ca Guest Editor (7):

1. **MATERIALS** (MDPI): Obtaining and Characterization of New Materials III (2022-2023)
(https://www.mdpi.com/journal/materials/special_issues/obtain_charaterization_mater_volumelIII)
2. **APPLIED SCIENCES** (MDPI): New Materials and Advanced Procedures of Obtaining and Processing II (2022)
(https://www.mdpi.com/journal/applsci/special_issues/advanced_procedures)
3. **APPLIED SCIENCES** (MDPI): New Materials and Advanced Procedures of Obtaining and Processing (2022)
(https://www.mdpi.com/journal/applsci/special_issues/bio_medical_material)
4. **CRYSTALS** (MDPI): Advances in New Functional Biomaterials for Medical Applications (2022)
(https://www.mdpi.com/journal/crystals/special_issues/biomaterials_crystals)
5. **MATERIALS** (MDPI): Obtaining and Characterization of New Materials II (2021-2022) (https://www.mdpi.com/journal/materials/special_issues/Obtain_Charact_Mater_II)
6. **MATERIALS** (MDPI): Obtaining and Characterization of New Materials (2020-2021)
(https://www.mdpi.com/journal/materials/special_issues/Obtain_Charact_Mater)
7. **APPLIED SCIENCES** (MDPI): New Materials and Advanced Procedures of Obtaining and Processing (2021-2022)
(https://www.mdpi.com/journal/applsci/special_issues/new_advanced_materials)

D. Articole publicate în reviste indexate Web of Science (331):

282 in Journals with Impact Factor, and 49 in ESCI indexed Journals & Proceedings

1. Roduan, S.F.; Wahab, J.A.; Salleh, M.A.A.M.; Mahayuddin, N.A.H.M.; Abdullah, M.M.A.B.; Halil, A.B.M.; Zaifuddin, A.Q.S.; Muhammad, M.I.; **Sandu, A.V.**; Baltatu, M.S.; et al. *Effectiveness of Dimple Microtextured Copper Substrate on Performance of Sn-0.7Cu Solder Alloy*. **MATERIALS** 2023, 16, 96. <https://doi.org/10.3390/ma16010096>
2. Magiswaran, K.; Norizan, M.N.; Mahmed, N.; Mohamad, I.S.; Idris, S.N.; Sabri, M.F.M.; Amin, N.; **Sandu, A.V.**; Vizureanu, P.; Nabialek, M.; et al. *Controlling the Layer Thickness of Zinc Oxide Photoanode and the Dye-Soaking Time for an Optimal-Efficiency Dye-Sensitized Solar Cell*. **COATINGS** 2023, 13, 20. <https://doi.org/10.3390/coatings13010020>.
3. Selvan, M.; Abdul Aziz, M.S.; Salleh, M.A.A.M.; Sharif, N.M.; Khor, C.Y.; Ong, H.P.; Zainol, M.R.R.M.A.; Vizureanu, P.; Burduhos-Nergis, D.-P.; **Sandu, A.V.** *Influence of Fin Thickness on the Thermal Performance and Selection of Coating Method for a Bus Duct Conductor*. **COATINGS** 2023, 13, 12. <https://doi.org/10.3390/coatings13010012>
4. Che Halin, D.S., Azhari, A.W., Mohd Salleh, M.A.A., Muhammad Nadzri, N.I., Vizureanu, P., Abdullah, M.M.A.B., Wahab, J.A., **Sandu, A.V.**, *Metal-Doped TiO₂ Thin Film as an Electron Transfer Layer for Perovskite Solar Cells: A Review*, **COATINGS**, 2023, 13, 4. <https://doi.org/10.3390/coatings13010004>. (Corresponding author)
5. Muhammad Nadzri, N.I., Halin, D.S.C., Al Bakri Abdullah, M.M., Joseph, S., Mohd Salleh, M.A.A., Vizureanu, P., Burduhos-Nergis, D.-P., **Sandu, A.V.**, *High-Entropy Alloy for Thin Film Application: A Review*. **COATINGS** 2022, 12, 1842. <https://doi.org/10.3390/coatings12121842> (Corresponding author)
6. Mydin, M.A.O., Abdullah, M.M.A.B., Mohd Nawawi, M.N., Yahya, Z., Sofri, L.A., Baltatu, M.S., **Sandu, A.V.**, Vizureanu, P., *Influence of Polyformaldehyde Monofilament Fiber on the Engineering Properties of Foamed Concrete*. **MATERIALS** 2022, 15, 8984. <https://doi.org/10.3390/ma15248984>
7. Arokiasamy P., Abdullah M.M.A.B., Abd Rahim S.Z., Mohd Arif Zainol M.R.R., Mohd Salleh M.A.A., Kheimi M., Chaiprapa J., **Sandu A.V.**, Vizureanu P., Abdul Razak R., Jamil N.H., *Metakaolin/sludge based geopolymer adsorbent on high removal efficiency of Cu²⁺*, **CASE STUDIES IN CONSTRUCTION MATERIALS**, 2022, 17, e01428. [10.1016/j.cscm.2022.e01428](https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01428)
8. Achitei, D.C., Baltatu, M.S., Vizureanu, P., **Sandu, A.V.**, Benchea, M., Istrate, B., *Ni-Cr Alloys Assessment for Dental Implants Suitability*, **APPLIED SCIENCES**, 2022, 12, 12814. <https://doi.org/10.3390/app122412814>.
9. Mohamad, I.S.; Norizan, M.N.; Mahmed, N.; Jamalullail, N.; Halin, D.S.C.; Salleh, M.A.A.M.; **Sandu, A.V.**; Baltatu, M.S.; Vizureanu, P. *Enhancement of Power Conversion Efficiency with Zinc Oxide as Photoanode and Cyanococcus, Punica granatum L., and Vitis vinifera as Natural Fruit Dyes for Dye-Sensitized Solar Cells*. **COATINGS** 2022, 12, 1781. <https://doi.org/10.3390/coatings12111781>. (Corresponding author)
10. Baidrulhisham, S.E., Noor, N.M., Hassan, Z., **Sandu, A.V.**, Vizureanu, P., Ul-Saufie, A.Z., Zainol, M.R.R.M.A., Kadir, A.A., Deak, G., *Effects of Weather and Anthropogenic Precursors on Ground-Level Ozone Concentrations in Malaysian Cities*, **ATMOSPHERE**, 2022, 13, 11, 1780. DOI10.3390/atmos13111780 (Corresponding author)

11. Jamil, N.H., Abdullah, M.M.A., Ibrahim, W.M.A.W., Rahim, R., **Sandu, A.V.**, Vizureanu, P., Castro-Gomes, J., Gomez-Soberon, J.M., *Effect of Sintering Parameters on Microstructural Evolution of Low Sintered Geopolymer Based on Kaolin and Ground-Granulated Blast-Furnace Slag*, **CRYSTALS**, 12, 11, 2022, 1553, DOI10.3390/cryst12111553 ([Corresponding author](#))
12. Sofri, L.A., Abdullah, M.M.A., **Sandu, A.V.**, Imjai, T., Vizureanu, P., Hasan, M.R.M., Almadani, M., Ab Aziz, I.H., Rahman, F.A., *Mechanical Performance of Fly Ash Based Geopolymer (FAG) as Road Base Stabilizer*, **MATERIALS**, 2022, 15, 20, 7242. DOI10.3390/ma15207242 ([Corresponding author](#))
13. Tahirukaj, M., Surleva, A., Vizureanu, P., Olluri, B., **Sandu, A.V.**, Assessment of Persistence of Gunshot Residues Produced by Firearms from Criminal Cases in the Republic of Kosovo, **APPLIED SCIENCES**, 2022, 12, 20, 10477. DOI10.3390/app122010477 ([Corresponding author](#))
14. Kamarzamann, F.F., Abdullah, M.M.A., Rahim, S.Z.A., Kadir, A.A., Jamil, N.H., Ibrahim, W.M.W., **Sandu, A.V.**, *Hydroxyapatite/Dolomite alkaline activated material reaction in the formation of low temperature sintered ceramic as adsorbent materials*, **CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS** 2022, 349, 128603. DOI10.1016/j.conbuildmat.2022.128603
15. Jamaludin, L., Abd Razak, R., Abdullah, M.M.A., Vizureanu, P., Bras, A., Imjai, T., **Sandu, A.V.**, Abd Rahim, S.Z., Yong, H.C., *The Suitability of Photocatalyst Precursor Materials in Geopolymer Coating Applications: A Review*, **COATINGS**, 2022, 12, 9, 1348. DOI10.3390/coatings12091348
16. Ul-Saufie, A.Z., Hamzan, N.H., Zahari, Z., Shaziayani, W.N., Noor, N.M., Zainol, M.R.R.M.A., **Sandu, A.V.**, Deak, G., Vizureanu, P., *Improving Air Pollution Prediction Modelling Using Wrapper Feature Selection*, **SUSTAINABILITY**, 2022, 14, 18, 11403. DOI10.3390/su141811403 ([Corresponding author](#))
17. Ahmad, R., Ibrahim, W.M.W., Abdullah, M.M.A., Pakawanit, P., Vizureanu, P., Abdullah, A.S., **Sandu, A.V.**, Zaidi, F.H.A., *Geopolymer-Based Nepheline Ceramics: Effect of Sintering Profile on Morphological Characteristics and Flexural Strength*, **CRYSTALS** 2022, 12, 9, 1313. DOI10.3390/cryst12091313
18. Ibrahim, WMW; Abdullah, MMA; Ahmad, R; **Sandu, AV**; Vizureanu, P; Benjeddou, O; Rahim, A; Ibrahim, M; Sauffi, AS, Chemical Distributions of Different Sodium Hydroxide Molarities on Fly Ash/Dolomite-Based Geopolymer, **MATERIALS**, 2022, 15, 17, art, 6163, 10.3390/ma15176163
19. Hashim, NM; Noor, NM; Ul-Saufie, AZ; **Sandu, AV**; Vizureanu, P; Deak, G; Kheimi, M, Forecasting Daytime Ground-Level Ozone Concentration in Urbanized Areas of Malaysia Using Predictive Models, **SUSTAINABILITY**, 2022, 14, 13, art. 7936, 10.3390/su14137936 ([Corresponding author](#))
20. Arokiasamy, P; Abdullah, MMA; Abd Rahim, SZ; Luhar, S; **Sandu, AV**; Jamil, NH; Nabialek, M., Synthesis methods of hydroxyapatite from natural sources: A review, **CERAMICS INTERNATIONAL**, 2022, 48, 11, 14959-14979, 10.1016/j.ceramint.2022.03.064
21. Huzaim, NHM; Abd Rahim, SZ; Musa, L; Abdellah, AE; Abdullah, MMA; Rennie, A; Rahman, R; Garus, S; Bloch, K; **Sandu, AV**; Vizureanu, P; Nabialek, M, Potential of Rapid Tooling in Rapid Heat Cycle Molding: A Review, **MATERIALS**, 2022, 15, 10, 3725, 10.3390/ma15103725
22. Tahir, MFM; Abdullah, MMA; Abd Rahim, SZ; Hasan, MRM; **Sandu, AV**; Vizureanu, P; Ghazali, CMR; Kadir, AA, Mechanical and Durability Analysis of Fly Ash Based Geopolymer with Various Compositions for Rigid Pavement Applications, **MATERIALS**, 2022, 15, 10, art. 3458, 10.3390/ma15103458 ([Corresponding author](#))

-
23. Yusof, MF; Zainol, MRRMA; **Sandu, AV**; Riahi, A; Zakaria, NA; Shaharuddin, S; Aziz, MSA; Noor, NM; Vizureanu, P; Zawawi, MH; Ikhsan, J, Clean Water Production Enhancement through the Integration of Small-Scale Solar Stills with Solar Dish Concentrators (SDCs)-A Review, **SUSTAINABILITY**, 2022, 14, 9, 5442, 10.3390/su14095442 ([Corresponding author](#))
 24. Ramli, MII; Salleh, MAAM; Abdullah, MMA; Aziz, IH; Ying, TC; Shahedan, NF; Kockelmann, W; Fedrigo, A; **Sandu, AV**; Vizureanu, P; Chaiprapa, J; Nergis, DDB, The Influence of Sintering Temperature on the Pore Structure of an Alkali-Activated Kaolin-Based Geopolymer Ceramic, **MATERIALS**, 2022, 15, 7, 2667, 10.3390/ma15072667 ([Corresponding author](#))
 25. Zaimi, NSM; Salleh, MAAM; Abdullah, MMA; Nadzri, NIM; **Sandu, AV**; Vizureanu, P; Ramli, MII; Nogita, K; Yasuda, H; Sandu, IG, Effect of Kaolin Geopolymer Ceramics Addition on the Microstructure and Shear Strength of Sn-3.0Ag-0.5Cu Solder Joints during Multiple Reflow, **MATERIALS**, 2022, 15, 8, 2758, 10.3390/ma15082758
 26. Aziz, IH; Abdullah, MMA; Salleh, MAAM; Ming, LY; Li, LY; **Sandu, AV**; Vizureanu, P; Nemes, O; Mahdi, SN, Recent Developments in Steelmaking Industry and Potential Alkali Activated Based Steel Waste: A Comprehensive Review, **MATERIALS**, 2022, 15, 5, 1948, 10.3390/ma15051948 ([Corresponding author](#))
 27. Baltatu, I; **Sandu, AV**; Vlad, MD; Spataru, MC; Vizureanu, P; Baltatu, MS, Mechanical Characterization and In Vitro Assay of Biocompatible Titanium Alloys, **MICROMACHINES**, 2022, 13, 3, 430, 10.3390/mi13030430
 28. Ramli, MII; Salleh, MAAM; Abdullah, MMA; Zaimi, NSM; **Sandu, AV**; Vizureanu, P; Rylski, A; Amlı, SFM, Formation and Growth of Intermetallic Compounds in Lead-Free Solder Joints: A Review, **MATERIALS**, 2022, 15, 4, 1451, 10.3390/ma15041451
 29. Yazid, MH; Faris, MA; Abdullah, MMA; Nabialek, M; Abd Rahim, SZ; Salleh, MAAM; Kheimi, M; **Sandu, AV**; Rylski, A; Jez, B, Contribution of Interfacial Bonding towards Geopolymers Properties in Geopolymers Reinforced Fibers: A Review, **MATERIALS**, 2022, 15, 4, 1496, 10.3390/ma15041496
 30. Zailan, SN; Mahmed, N; Abdullah, MMA; Rahim, SZA; Halin, DSC; **Sandu, AV**; Vizureanu, P; Yahya, Z, Potential Applications of Geopolymer Cement-Based Composite as Self-Cleaning Coating: A Review, **COATINGS**, 2022, 12, 2, 133, 10.3390/coatings12020133 ([Corresponding author](#))
 31. [Abd Razak, R; Chin, YQ; Abdullah, MMA; Yahya, Z; Ishak, MK; Garus, S; Nabialek, M; Zailani, WWA; Masri, KA; **Sandu, AV**; Sliwa, A, Effect of Rice Straw Ash \(RSA\) as partially replacement of cement toward fire resistance of self-compacting concrete, **ARCHIVES OF CIVIL ENGINEERING**, 2022, 68, 1, 353, 363, 10.24425/ace.2022.140172](#)
 32. Abdila, SR; Abdullah, MMA; Ahmad, R; Nergis, DDB; Rahim, SZA; Omar, MF; **Sandu, AV**; Vizureanu, P, Potential of Soil Stabilization Using Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS) and Fly Ash via Geopolymerization Method: A Review, **MATERIALS**, 2022, 15, 1, 375, 10.3390/ma15010375
 33. Nergis, DDB; Vizureanu, P; **Sandu, AV**; Nergis, DPB; Bejinariu, C, XRD and TG-DTA Study of New Phosphate-Based Geopolymers with Coal Ash or Metakaolin as Aluminosilicate Source and Mine Tailings Addition, **MATERIALS**, 2022, 15, 1, 202, 10.3390/ma15010202
 34. Roslee, NF.; Kamil, NAFM; Kadir, AA.; Jalil, AR; Hamzah, N; Noor, NM; Sandu, AV. New ray on remediation of high rings polycyclic aromatic hydrocarbons: remediation of raw petroleum sludge using solidification and stabilization method. **ARCHIVES OF METALLURGY AND MATERIALS**, 2022, 67, 6, 1201-1208, 10.24425/amm.2022.141043

35. Abdullah, MMA.; Aziz, IHA.; Zailani, WWA.; Abd Rahim, SZ.; Yong, HC.; **Sandu, A.V.**, Peng, L.S. Silica bonding reaction on fly ash based geopolymer repair material system with incorporation of various concrete substrates, **ARCHIVES OF METALLURGY AND MATERIALS**, 2022, 67, 6, 1277-1281, 10.24425/amm.2022.141052
36. Perju, M.C., Nejneru, C., Vizureanu, P., Aelenei, A.A., **Sandu, A.V.**, Sachelarie, L., Nabialek, M., *Some Aspects Concerning Titanium Coverage With Hydroxyapatite*, **ARCHIVES OF METALLURGY AND MATERIALS**, 2022, 67, 2, 521-527. DOI10.24425/amm.2022.137785 (Corresponding author)
37. Wan-En, O; Yun-Mingo, L; Yong, HC; Li-Ngee, H; Abdullah, MMA; Shee-Ween, O; **Sandu, AV**, Effect Of Sodium Aluminate On The Fresh And Hardened Properties Of Fly Ash-Based One-Part Geopolymer, **ARCHIVES OF METALLURGY AND MATERIALS**, 2022, 67, 2, 441-445, 10.24425/amm.2022.137775
38. Faris, MA; Abdullah, MMA; Muniandy, R; Ramasamy, S; Abu Hashim, MF; Junaedi, S; **Sandu, AV**; Tahir, MFM, Review On Mechanical Properties Of Metakaolin Geopolymer Concrete By Inclusion Of Steel Fibers, **ARCHIVES OF METALLURGY AND MATERIALS**, 2022, 67, 1, 261-267, 10.24425/amm.2022.137500
39. Shahedan, NF; Abdullah, MMA; Mahmed, N; Ming, LY; Abd Rahim, SZ; Aziz, IHA; Kadir, AA; **Sandu, AV**; Ghazali, MF, Thermal Insulation and Mechanical Properties In The Presence Of Glas Bubble In Fly Ash Geopolymer Paste, **ARCHIVES OF METALLURGY AND MATERIALS**, 2022, 67, 1, 221-226, 10.24425/amm.2022.137493
40. Baltatu, I., **Sandu, A.V.**, Baltatu, M.S., Benchea, M., Achitei, D.C., Ciolacu, F., Perju, M.C., Vizureanu, P., Benea, L., *Structural And Physical Characterization Of New Ti-Based Alloys*, **ARCHIVES OF METALLURGY AND MATERIALS**, 2022, 67, 1, 255-259. DOI10.24425/amm.2022.137499 (Corresponding author)
41. Pop, A.B., **Sandu, A.V.**, A. Sachelarie, A.M. Titu, Studying the Behavior of the C45 Material when Changing the tool geometry, **ARCHIVES OF METALLURGY AND MATERIALS**, 2022, 67, 2, 653-659. DOI10.24425/amm.2022.137802.
42. Burduhos-Nergis, D.D., Vizureanu, P., Lupescu, S., Burduhos Nergis, D.P., Perju, M.C., **Sandu, A.V.**, *Microstructural analysis of ambient cured phosphate based-geopolymers with coal-ash as Precursor*, **ARCHIVES OF METALLURGY AND MATERIALS**, 2022, 67, 2, 595-600. DOI 10.24425/amm.2022.137795.
43. Mohamed, R., Abd Razak, R., Abdullah, M.M.A., Abd Abd Rahim, S.Z., Long, Y.L., Subaer, **Sandu, A.V.**, Wys, J.J., Heat evolution of alkali-activated materials: A review on influence factors, **CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS**, 314, PartB, 2022, Article Number125651, DOI10.1016/j.conbuildmat.2021.125651
44. Pietrusiewicz, P., Nabiałec, M., Błoch K., Jeż, B., Walters, S., Sandu, A.V., Abdullah, M.M.A.B., *Magnetic Migration Delays in Fe-Based Amorphous Alloys*, **ACTA PHYSICA POLONICA A** 2022, 142,1, 32-34. Doi: 10.12693/APhysPolA.142.32
45. Azmi, A.A., Abdullah, M.M.A., Ghazali, C.M.R., Ahmad, R., Jaya, R.P., Abd Rahim, S.Z., Almadani, M.A., Wyslocki, J.J., Sliwa, A., Sandu, A.V., *Crumb rubber geopolymer mortar at elevated temperature exposure*, **ARCHIVES OF CIVIL ENGINEERING** 2022, 68, 3, 87-105. DOI10.24425/ace.2022.141875
46. Razak, K.A., Halin, D.S.C., Azani, A., Abdullah, M.M.A.B., Salleh, M.A.A.M., Mahmed, N., Chobpattana, V., Kaczmarek, L., **Sandu, A.V.**, Garus, S., *Microstructural Study on Ag/TiO₂ Thin Film*, **ACTA PHYSICA POLONICA A** 2022, 142, 1, 70-73. DOI10.12693/APhysPolA.142.70.
47. Jez, B., Postawa, P., Kalwik, A., Nabialek, M., Bloch, K., Walters, S., **Sandu, A.V.**, *Migratory Nature of the Disaccommodation Phenomenon Depending on the Relaxation*

- Time, **ACTA PHYSICA POLONICA A** 2022, 142, 1, 157-159. DOI10.12693/APhysPolA.142.157.
48. Bloch, K., Nabialek, M., Jez, B., Gondro, J., Sandu, A.V., Abdullah, M.M.A.B., *Magnetic Relaxation Occurring in Weak Magnetic Fields in Amorphous Materials*, **ACTA PHYSICA POLONICA A** 2022, 142, 1, 160-163. DOI10.12693/APhysPolA.142.160
49. Garus, J., Postawa, P., Kalwik, A., Nabialek, M., Jez, K., Walters, S., Sandu, A.V., Abdullah, M.M.A.B., *Magnetic Viscosity in Amorphous Alloys Showing Magnetically Soft Properties*, **ACTA PHYSICA POLONICA A** 2022, 142, 1, 153-156. DOI10.12693/APhysPolA.142.153
50. Halin, D.S.C., Abidin, A.S.Z., Azani, A., Salleh, M.A.A.M., Razak, K.A., Abdullah, M.M.A.B., Ramli, M.M., Sandu, A.V., Vizureanu, P., Kaczmarek, L., *Synthesis of Zn/TiO₂ Thin Films for Self-Cleaning Applications*, **ACTA PHYSICA POLONICA A** 2022, 142, 1, 164-167. DOI10.12693/APhysPolA.142.164
51. M.S. BALTATU, A.V. SANDU, M. NABIALEK, P. VIZUREANU, G. CIOBANU, *Biomimetic Deposition of Hydroxyapatite Layer on Titanium Alloys*, **MICROMACHINES**, 12, (12), 2021, Article Number 1447, DOI 10.3390/mi12121447
52. I. LUHAR, S. LUHAR, M.M.A. ABDULLAH, R.A. RAZAK, P. VIZUREANU, A.V. SANDU, P.D. MATASARU, *A State-of-the-Art Review on Innovative Geopolymer Composites Designed for Water and Wastewater Treatment*, **MATERIALS**, 14 (23), 2021, Article Number 7456, DOI10.3390/ma14237456. ([Corresponding author](#))
53. V.V. SAVINKIN, Z.Z. ZHUMEKENOVA, A.V. SANDU, P. VIZUREANU, S.V. SAVINKIN, S.N. KOLISNICHENKO, O.V. IVANOVA, *Study of Wear and Redistribution Dynamic Forces of Wheel Pairs Restored by a Wear-Resistant Coating 15Cr17Ni12V3F*, **COATINGS**, 11(12), 2021, Article Number 1441, DOI 10.3390/coatings11121441 ([Corresponding author](#))
54. M.C. SPATARU, F.D. COJOCARU, A.V. SANDU, C. SOLCAN, I.A. DUCEAC, M.S. BALTATU, I. VOICULESCU, V. GEANTA, P. VIZUREANU, *Assessment of the Effects of Si Addition to a New TiMoZrTa System*, **MATERIALS**, 14 (24), 2021, Article Number 7610, DOI10.3390/ma14247610.
55. M.S. BALTATU, M.C. SPATARU, L. VERESTIUC, V. BALAN, C. SOLCAN, A.V. SANDU, V. GEANTA, I. VOICULESCU, P. VIZUREANU, *Design, Synthesis, and Preliminary Evaluation for Ti-Mo-Zr-Ta-Si Alloys for Potential Implant Applications*, **MATERIALS**, 14 (22), 2021, Article Number 6806, DOI 10.3390/ma14226806. ([Corresponding author](#))
56. I.G. SANDU, V. VASILACHE, I. SANDU, F.A. TENCARIU, A.V. SANDU, *Study on the Middle Bronze Age Disc-Butted Axe Ornament from Archaeometallurgical Point of View*, **APPLIED SCIENCES-BASEL**, 11(21), 2021, Article Number 9814, DOI10.3390/app11219814. ([Corresponding author](#))
57. Z. YAHYA, M.M.A. ABDULLAH, L.Y. LI, D.D.B., NERGIS, M.A.A. HAKIMI, A.V. SANDU, P. VIZUREANU, R.A. RAZAK, *Behavior of Alkali-Activated Fly Ash through Underwater Placement*, **MATERIALS**, 14 (22), 2021, Article Number 6865, DOI10.3390/ma14226865. ([Corresponding author](#))
58. M.S. BALTATU, P. VIZUREANU, A.V. SANDU, N. FLORIDO-SUAREZ, M.V. SACELEANU, J.C. MIRZA-ROSCA, *New Titanium Alloys, Promising Materials for Medical Devices*, **MATERIALS**, 14 (20), 2021, Article Number 5934, DOI10.3390/ma14205934
59. I. SANDU, G. DEAK, Y. DING, Y. IVASHKO, A.V. SANDU, M.A. MONCEA, I.G. SANDU, *New Materials For Finishing Of Ancient Monuments And Process Of*

Obtaining And Applying, **INTERNATIONAL JOURNAL OF CONSERVATION SCIENCE**, 12, 4, 2021, pp. 1249-1258.

60. A.M. TITU, A.B. POP, M. NABIALEK, C.C. DRAGOMIR, A.V. SANDU, *Experimental modeling of the milling process of aluminum alloys used in the aerospace industry*, **BULLETIN OF THE POLISH ACADEMY OF SCIENCES-TECHNICAL SCIENCES**, 69, 5, 2021, Article Number e138565, DOI 10.24425/bpasts.2021.138565
61. M.I.I. RAMLI, M.A.A.M. SALLEH, A.V. SANDU, S.F.M. AMLI, R.M. SAID, N. SAUD, M.M.A. ABDULLAH, P. VIZUREANU, A. RYLSKI, J. CHAIPRAPA, M. NABIALEK. *Influence of 1.5 wt.% Bi on the Microstructure, Hardness, and Shear Strength of Sn-0.7Cu Solder Joints after Isothermal Annealing*, **MATERIALS**, 14 (18), 2021, Article Number 5134, DOI 10.3390/ma14185134. ([Corresponding author](#))
62. A. AZANI, D.S.C. HALIN, K.A. RAZAK, M.M.A. ABDULLAH, M. NABIALEK, M.M. RAMLI, M.F.S.A. RAZAK, A.V. SANDU, W. SOCHACKI, T. SKRZYPCZAK, *The Effect of Polyethylene Glycol Addition on Wettability and Optical Properties of GO/TiO₂ Thin Film*, **MATERIALS**, 14 (16), 2021, Article Number 4564, DOI 10.3390/ma14164564
63. M.Z.M. MOKHTAR, M.A.A.M. SALLEH, A.V. SANDU, M.M. RAMLI, J. CHAIPRAPA, P. VIZUREANU, M.I.I. RAMLI, *Effect of Electromigration and Thermal Ageing on the Tin Whiskers' Formation in Thin Sn-0.7Cu-0.05Ga Lead (Pb)-Free Solder Joints*, **COATINGS**, 11(8), 2021, Article Number 935, DOI 10.3390/coatings11080935
64. V.V. SAVINKIN, S.N. KOLISNICHENKO, A.V. SANDU, O.V. IVANOVA, P. VIZUREANU, Z.Z. ZHUMEKENOVA, *Investigation of the Strength Parameters of Drilling Pumps during the Formation of Contact Stresses in Gears*, **APPLIED SCIENCES-BASEL**, 11(15), 2021, Article Number 7076, DOI 10.3390/app11157076 ([Corresponding author](#))
65. D.E. COLBU, I. SANDU, V. VASILACHE, K. EARAR, E.D. PARASCHIV, I.G. SANDU, D.B. ILIESCU, A.V. SANDU, *Study on the chemical composition of teak wood extracts in different organic solvents*, **IFOREST-BIOGEOSCIENCES AND FORESTRY** 14, 2021, pp.329-336, DOI 10.3832/ifor3717-014. ([Corresponding author](#))
66. N.H. OSMAN, N.N. MAZU, J.Y.C. LIEW, M.M. RAMLI, A.V. SANDU, M. NABIALEK, M.A.H.M.A. MAJID, H.I. MAZLAN, *Sodium-Based Chitosan Polymer Embedded with Copper Selenide (CuSe) Flexible Film for High Electromagnetic Interference (EMI) Shielding Efficiency*, **MAGNETOCHEMISTRY**, 7(7), 2021, Article Number 102, DOI 10.3390/magnetochemistry7070102
67. I. LUHAR, S. LUHAR, M.M.A. ABDULLAH, M. NABIALEK, A.V. SANDU, J. SZMIDLA, A. JURCZYNSKA, R.A. RAZAK, I.H.A. AZIZ, N.H. JAMIL, L.M. DERAMAN, *Assessment of the Suitability of Ceramic Waste in Geopolymer Composites: An Appraisal*, **MATERIALS**, 14(12), 2021, Article Number 3279, DOI 10.3390/ma14123279
68. L.M. NICULA, O. CORBU, I. ARDELEAN, A.V. SANDU, M. ILIESCU, D. SIMEDRU, *Freeze-Thaw Effect on Road Concrete Containing Blast Furnace Slag: NMR Relaxometry Investigations*, **MATERIALS**, 14(12), 2021, Article Number 3288, DOI 10.3390/ma14123288 ([Corresponding author](#))
69. R. OTHMAN, R.P. JAYA, K. MUTHUSAMY, M. SULAIMAN, Y. DURAISAMY, M.M.A. ABDULLAH, A. PRZYBYL, W. SOCHACKI, T. SKRZYPCZAK, P. VIZUREANU, A.V. SANDU, *Relation between Density and Compressive Strength of Foamed Concrete*, **MATERIALS**, 14(11), 2021, Article Number 2967, DOI 10.3390/ma14112967
70. J. GARUS, S. WALTERS, A.V. SANDU, M.M.A.B. ABDULLAH, F.F. ZAINAL, M.F. OMAR, A. SEIFODDINI, P. MOUSAVI, *Investigation into Effect of Cooling Rate*

- on Magnetic Properties of Alloys that Are Based on FeCoB Matrix, **ACTA PHYSICA POLONICA A**, 139 (5), 2021, Page 544-547, DOI 10.12693/APhysPolA.139.544
71. M. NABIALEK, B. JEZ, P. PIETRUSIEWICZ, K. JEZ, B. PLOSZAJ, A.V. SANDU, M.M.A.B. ABDULLAH, J. WYSLOCKI, A. KALWIK, P. POSTAWA, M.A.A.M. SALLEH, *Effect of Chemical Composition on Curie Temperature of FeCoB Alloys*, **ACTA PHYSICA POLONICA A**, 139 (5), 2021, Page 491-494, DOI10.12693/APhysPolA.139.491
72. R. RAHMAN, S.Z.F.S. PUTRA, S.Z.A. RAHIM, I. NAINGGOLAN, B. JEZ, M. NABIALEK, L. MUSA, A.V. SANDU, P. VIZUREANU, M.M.A.B. ABDULLAH, D. KWIATKOWSKI, I. WNUK, *The Influence of MMA Esterification on Interfacial Adhesion and Mechanical Properties of Hybrid Kenaf Bast/Glass Fiber Reinforced Unsaturated Polyester Composites*, **MATERIALS**, 14, 2021, art. no. 2276 <https://doi.org/10.3390/ma14092276>.
73. P. SIKORA, M. NABIALEK, K. BLOCH, J. GONDRO, A.V. SANDU, M.M.A.B. ABDULLAH, A. KALWIK, P. MOUSAVI, S. HASANI, B. JEZ, *Magnetisation Process of Fe_{61+x}Co_{10-x}Y₈W₁B₂₀ Bulk Amorphous Alloys*, **ACTA PHYSICA POLONICA A**, 139(5), 2021, Page 582-585, DOI10.12693/APhysPolA.139.582
74. S. WALTERS, M.M.A.B. ABDULLAH, A.V. SANDU, S. GARUS, M.A.A.M. SALEH, D.S.C. HALIN, F.F. ZAINAL, *Change in Value of Effective Anisotropy of FeCoB Amorphous Alloys, Depending on Chemical Composition*, **ACTA PHYSICA POLONICA A**, 139(5), 2021, Page 568-570, DOI10.12693/APhysPolA.139.568
75. B.W. CHONG, R. OTHMAN, R.P. JAYA, M.R.M. HASAN, A.V. SANDU, M. NABIALEK, B. JEZ, P. PIETRUSIEWICZ, D. KWIATKOWSKI, P. POSTAWA, M.M.A.B. ABDULLAH, *Design of experiment on concrete mechanical properties prediction: A critical review*, **MATERIALS**, 14, 8, 2021, article no: 1866
76. M.F. GHAZALI, M.M.A. ABDULLAH, S.Z. ABD RAHIM, J. GONDRO, P. PIETRUSIEWICZ, S. GARUS, T. STACHOWIAK, A.V. SANDU, M.F.M. TAHIR, M.E. KORKMAZ, M.S. OSMAN, *Tool Wear and Surface Evaluation in Drilling Fly Ash Geopolymer Using HSS, HSS-Co, and HSS-TiN Cutting Tools*, **MATERIALS**, 14, 7, 2021, Article Number: 1628, DOI: 10.3390/ma14071628
77. B.W. CHONG, R. OTHMAN, R.P. JAYA, D.S. ING, X.F. LI, M.H.W. IBRAHIM, M.M.A. ABDULLAH, A.V. SANDU, B. PLOSZAJ, J. SZMIDLA, T. STACHOWIAK, *Image Analysis of Surface Porosity Mortar Containing Processed Spent Bleaching Earth*, **MATERIALS**, 14, 7, 2021, Article Number: 1658, DOI: 10.3390/ma14071658
78. A.N. HASHIM, M.A.A.M. SALLEH, A.V. SANDU, M.M. RAMLI, K.C. YEE, N.Z.M. MOKHTAR, J. CHAIPRAPA, *Effect of Ni on the Suppression of Sn Whisker Formation in Sn-0.7Cu Solder Joint*, **MATERIALS**, 14, 4, 2021, Article Number: 738, DOI: 10.3390/ma14040738 ([Corresponding author](#))
79. V.N. KYZNETSOVA, V.V. SAVINKIN, T.Y. RATUSHNAYA, A.V. SANDU, P. VIZUREANU, *Study of the Spatial Distribution of Forces and Stresses on Wear Surfaces at Optimization of the Excavating Part of an Earthmoving Machine Transverse Profile*, **COATINGS**, 11, 2, 2021, Article Number: 182, DOI: 10.3390/coatings11020182 ([Corresponding author](#))
80. N.S.M. ZAIMI, M.A.A.M. SALLEH, A.V. SANDU, M.M.A. ABDULLAH, N. SAUD, S.Z. ABD RAHIM, P. VIZUREANU, R.M. SAID, M.I.I. RAMLI, *Performance of Sn-3.0Ag-0.5Cu Composite Solder with Kaolin Geopolymer Ceramic Reinforcement on Microstructure and Mechanical Properties under Isothermal Ageing*, **MATERIALS**, 14, 4, 2021, Article Number: 776, DOI: 10.3390/ma14040776 ([Corresponding author](#))
81. L.M. NICULA, O. CORBU, M. ILIESCU, A.V. SANDU, A. HEGYI, *Study on the Durability of Road Concrete with Blast Furnace Slag Affected by the Corrosion Initiated*

- by Chloride, **ADVANCES IN CIVIL ENGINEERING**, 2021, Article Number: 8851005, DOI: 10.1155/2021/8851005 ([Corresponding author](#))
82. M.C. SPATARU, M. BUTNARU, **A.V. SANDU**, V. VULPE, M.D. VLAD, M.S. BALATU, V. GEANTA, I. VOICULESCU, P. VIZUREANU, C. SOLCAN, *In-depth assessment of new Ti-based biocompatible materials*, **MATERIALS CHEMISTRY AND PHYSICS**, 258, 2021, Article number 123959. 10.1016/j.matchemphys.2020.123959 ([Corresponding author](#))
83. V.V. SAVINKIN, **A.V. SANDU**, T.Y. RATUSHNAYA, P. VIZUREANU, S.V. KOLISNICHENKO, M.S. OMAROV, *Study Of Redistribution Of The Oil Complex Power Drive Effectiveness For Marginal Wells When Installing Construction Of Recuperative Action Electro Hydro Cylinder*, **BULLETIN OF THE TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY-GEO ASSETS ENGINEERING**, 332, 2, 2021, pp. 229-244, DOI 10.18799/24131830/2021/02/3058
84. L. VERESTIUC, M.C. SPATARU, M.S. BALATU, M. BUTNARU, C. SOLCAN, **A.V. SANDU**, I. VOICULESCU, V. GEANTA, P. VIZUREANU, *New Ti–Mo–Si materials for bone prosthesis applications*, **JOURNAL OF THE MECHANICAL BEHAVIOR OF BIOMEDICAL MATERIALS**, 113, 2021, 104198. 10.1016/j.jmbbm.2020.104198
85. W.W.A. ZAILANI, M.M.A.B. ABDULLAH, M.F. ARSHAD, R.A. RAZAK, M.F.M. TAHIR, R.R.M.A. ZAINOL, M. NABIALEK, **A.V. SANDU**, J.J. WYSLOCKI, K. BLOCH, *Characterisation at the Bonding Zone between Fly Ash based Geopolymer Repair Materials (GRM) and Ordinary Portland Cement Concrete (OPCC)*, **MATERIALS**, 14, 2021, 56; <https://doi.org/10.3390/ma14010056>
86. M.S. BALATU, P. VIZUREANU, **A.V. SANDU**, C. MUNTEANU, B. ISTRATE, *Microstructural Analysis and Tribological Behavior of Ti-Based Alloys with a Ceramic Layer Using the Thermal Spray Method*, **COATINGS**, 10, 2020, 1216; doi:10.3390/coatings10121216.
87. A.M. ȚÎȚU, P. VIZUREANU, S. TITU, **A.V. SANDU**, A.B. POP, V. BUCUR, C. CEOCEA, A. BOROIU, *Experimental Research on the Cutting of Metal Materials by Electrical Discharge Machining with Contact Breaking with Metal Band as Transfer Object*, **MATERIALS**, 13, 2020, 5257; doi:10.3390/ma13225257 ([Corresponding author](#))
88. A.M. ȚÎȚU, **A.V. SANDU**, A.B. POP, S. ȚÎȚU, D.N. FRĂȚILĂ, C. CEOCEA, A. BOROIU, *Design of experiment in the milling process of aluminum alloys in the aerospace industry*, **APPLIED SCIENCES-BASEL**, 10, 19, 2020, 6951, Pages 1-20. ([Corresponding author](#))
89. D.K. KOUASSI, I.K. KOUAME, K. KOFFI, A.G. DOUAGUI, **A.V. SANDU**, I. SANDU, *Assessment of the quality of quaternary groundwater under the influence of anthropogenic activities in the low-income neighbourhoods of the Treichville municipality (Abidjan, Cote d'Ivoire)*, **SN APPLIED SCIENCES**, 2, 10, 2020, 1716, DOI: 10.1007/s42452-020-03478-4.
90. D.P. BURDUHOS-NERGIS, P. VIZUREANU, **A.V. SANDU**, C. BEJINARIU, *Phosphate Surface Treatment for Improving the Corrosion Resistance of the C45 Carbon Steel Used in Carabiners Manufacturing*, **MATERIALS**, 13, 15, 2020, 3410, DOI: 10.3390/ma13153410.
91. K. JEZ, M. NABIALEK, S. WALTERS, **A.V. SANDU**, B. JEZ, *The Influence of Nb and Mo Content on the Magnetisation Process of Bulk Amorphous Alloys Based on Fe*, **ACTA PHYSICA POLONICA A**, 138, 2, 2020, 196-199, DOI: 10.12693/APhysPolA.138.196.

-
92. M.C. PERJU, **A.V. SANDU**, P. VIZUREANU, C. NEJNERU, C.A. TUGUI, D.D. BURDUHOS-NERGIS, *Microstructural Analysis of Ti/W/WC Deposition by ESD Method*, **ACTA PHYSICA POLONICA A**, 138, 2, 214-217, DOI: 10.12693/APhysPolA.138.214. ([Corresponding author](#))
93. B. PLOSZAJ, M. NABIALEK, K. BLOCH, B. KOCZURKIEWICZ, **A.V. SANDU**, M.M.A.B. ABDULLAH, A. KALWIK, B. JEZ, *Total Core Losses and Dilatometric Properties of Bulk Amorphous Fe-Based Alloys*, **ACTA PHYSICA POLONICA A**, 138, 2, 2020, 221-223, DOI: 10.12693/APhysPolA.138.221.
94. I.H. AZIZ, M.M.A. ABDULLAH, M.A.A.M. SALLEH, E.A. AZIMI, J. CHAIPRAPA, **A.V. SANDU**, *Strength development of solely ground granulated blast furnace slag geopolymers*, **CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS**, 250, 2020, 118720, DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2020.118720
95. A. HEGYI, H. SZILAGYI, E. GREBENISAN, **A.V. SANDU**, A.V. LAZARESCU, C. ROMILA, *Influence of TiO₂ Nanoparticles Addition on the Hydrophilicity of Cementitious Composites Surfaces*, **APPLIED SCIENCES-BASEL**, 10, 13, 2020, 4501, DOI: 10.3390/app10134501. ([Corresponding author](#))
96. D.D.B. NERGIS, P. VIZUREANU, I. ARDELEAN, **A.V. SANDU**, O.C. CORBU, E. MATEI, *Revealing the Influence of Microparticles on Geopolymers' Synthesis and Porosity*, **MATERIALS**, 13, 14, 2020, 3211, DOI: 10.3390/ma13143211 ([Corresponding author](#))
97. P.O. TANASA, I. SANDU, V. VASILACHE, I.G. SANDU, I.C. NEGRU, **A.V. SANDU**, *Authentication of a Painting by Nicolae Grigorescu Using Modern Multi-Analytical Methods*, **APPLIED SCIENCES-BASEL**, 10, 10, 2020, 3558, DOI: 10.3390/app10103558 ([Corresponding author](#))
98. M. NABIALEK, B. JEZ, K. BLOCH, J. GONDRO, K. JEZ, **A.V. SANDU**, P. PIETRUSIEWICZ, *Relationship between the shape of X-ray diffraction patterns and magnetic properties of bulk amorphous alloys Fe₆₅Nb₅Y₅+xHf₅-xB₂₀ (where: x = 0, 1, 2, 3, 4, 5)*, **JOURNAL OF ALLOYS AND COMPOUNDS**, 820, 2020, 153420. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2019.153420>
99. E.A. AZIMI, M.M.A.B. ABDULLAH, P. VIZUREANU, M.A.A.M. SALLEH, **A.V. SANDU**, J. CHAIPRAPA, S. YORIYA, K. HUSSIN, I.H. AZIZ, *Strength Development and Elemental Distribution of Dolomite/Fly Ash Geopolymer Composite under Elevated Temperature*, **MATERIALS**, 13, 2020, 1015; doi:10.3390/ma13041015
100. K. BŁOCH, M. NABIAŁEK, P. POSTAWA, **A.V. SANDU**, A. SLIWA, B. JEZ, *The Magnetisation Process of Bulk Amorphous Alloys: Fe₃₆+xCo_{36-x}Y₈B₂₀, Where: x = 0, 3, 7, or 12*, **MATERIALS**, 13, 2020, 846; doi:10.3390/ma13040846
101. P. VIZUREANU, M. NABIAŁEK, **A.V. SANDU**, B. JEŽ, *Investigation into the Effect of Thermal Treatment on the Obtaining of Magnetic Phases: Fe₅Y, Fe₂₃B₆, Y₂Fe₁₄B and αFe within the Amorphous Matrix of Rapidly-Quenched Fe₆₁+xCo_{10-x}W₁Y₈B₂₀ Alloys (Where x = 0, 1 or 2)*, **MATERIALS**, 13, 2020, 835; doi:10.3390/ma13040835 ([Corresponding author](#))
102. D.P. BURDUHOS-NERGIS, P. VIZUREANU, A.V. SANDU, C. BEJINARIU, *Evaluation of the Corrosion Resistance of Phosphate Coatings Deposited on the Surface of the Carbon Steel Used for Carabiners Manufacturing*, **APPLIED SCIENCES-BASEL**, 10, 8, 2020, 2753, DOI: 10.3390/app10082753. ([Corresponding author](#))
103. T.C. IURCOVSCHI, V. VASILACHE, I. SANDU, M. ZAHARIA, O. PINTILIE, **A.V. SANDU**, *New Ecological Solutions Involved in the Cleaning of a 19th Century Icon*, **APPLIED SCIENCES-BASEL**, 10, 2020, 1175; doi:10.3390/app10031175 ([Corresponding author](#))

- 104.D.D. BURDUHOS NERGIS, M.M.A.B. ABDULLAH, A.V. SANDU, P. VIZUREANU, *XRD and TG-DTA Study of New Alkali Activated Materials Based on Fly Ash with Sand and Glass Powder*, **MATERIALS**, 13, 2020, 343; doi:10.3390/ma13020343 ([Corresponding author](#))
- 105.I. SANDU, P.O. TANASA, I.C.A. SANDU, I.C. NEGRU, A.V. SANDU, V. VASILACHE, *Authentication of an Old Violin by Multianalytical Methods*, **APPLIED SCIENCES-BASEL**, 10, 2020, 306; doi:10.3390/app10010306 ([Corresponding author](#))
- 106.V.V. SAVINKIN, P. VIZUREANU, A.V. SANDU, T.Y. RATUSHNAYA, A.A. IVANISCHEV, A. SURLEVA, *Improvement of the Turbine Blade Surface Phase Structure Recovered by Plasma Spraying*, **COATINGS**, 10, 2020, 62; doi:10.3390/coatings10010062 ([Corresponding author](#))
- 107.M.E. DASCĂLU, F. NEDEFF, I. SANDU, E. MOSNEGUTU, A.V. SANDU, J.A. LOPEZ-RAMIREZ, *Mathematical Model Regarding the Application of the Excitation-Emission Matrix Spectroscopy in Nanofiltration Process Using Humic Acid with a TiO₂ Ceramic Membrane*, **MATERIALE PLASTICE**, 54, no. 4, 2019, p. 995-1002. ([Corresponding author](#))
- 108.A.V. SANDU, V.VASILACHE, I.G. SANDU, J.M. SIELIECHI, I.K. KOUAME, P.D. MATASARU, I. SANDU, *Characterization of the Acid-Base Character of Burned Clay Ceramics Used for Water Decontamination*, **MATERIALS**, 12, 2019, art. 3836. ([First author](#))
- 109.N. BARSAN, D. CHITIMUS, F.M. NEDEFF, I. SANDU, M. PANAINTE LEHADUS, A.V. SANDU, O. IRIMIA-TIRTOACA, *Experimental Application of a Laboratory SBR Plant Used for Domestic Wastewater Treatment*, **REVISTA DE CHIMIE**, 70, no. 11, 2019, p. 4098-4101.
- 110.L.Y. MING, A.V. SANDU, H.C. YONG, Y., TAJUNNISA, S.F. AZZAHAN, R. BAYUJI, M.M.A.B. ABDULLAH, P. VIZUREANU, K. HUSSIN, T.S. JIN, F.K. LOONG, *Compressive Strength and Thermal Conductivity of Fly Ash Geopolymer Concrete Incorporated with Lightweight Aggregate, Expanded Clay Aggregate and Foaming Agent*, **REVISTA DE CHIMIE**, 70, no. 11, 2019, p. 4021-4028. ([Corresponding author](#))
- 111.C. NEJNERU, M.C. PERJU, D.D. BURDUHOS NERGIS, A.V. SANDU, C. BEJINARIU, *Galvanic Corrosion Behaviour of Phosphate Nodular Cast Iron in Different Types of Residual Waters and Couplings*, **REVISTA DE CHIMIE**, 70, no. 10, 2019, p. 3597-3602.
- 112.C. UNTILA, M. CARAMAN, V. NEDEFF, N. BARSAN, I. SANDU, A.D. CHITIMUS, V. V. CRETU, C. TOMOZEI, A.V. SANDU, *Evaluation of Heavy Metals and Organic Compounds in Water Samples Collected from Various Sources from Republic of Moldova and Romania*, **REVISTA DE CHIMIE**, 70, no. 10, 2019, p. 3570-3574.
- 113.Z.A.M. RASID, M.F. OMAR, M.F.M. NAZERI, S.A. SAIDI, A.V. SANDU, M.A.B.A. MOHD, *Study of two Dimensional Metal Carbide MXene Ti₃C₂. Synthesis, characterization conductivity and radiation properties*, **MATERIALE PLASTICE**, 56, no. 3, 2019, pp. 635-640. ([Corresponding author](#))
- 114.A.V. SANDU, M.S. BALTATU, M. NABIALEK, A. SAVIN, P. VIZUREANU, *Characterization and Mechanical Proprieties of New TiMo Alloys Used for Medical Applications*, **MATERIALS**, 12, 2019, art. 2973 ([First author](#))
- 115.O. TIRTOACA (IRIMIA), M. PANAINTE LEHADUS, V. NEDEFF, I. SANDU, C. TOMOZEI, V.V. CRETU, A.V. SANDU, *Experimental Results Regarding the Groundwater Quality in Bacau City, Romania*, **REVISTA DE CHIMIE**, 70, no. 9, 2019, p. 3378-3382. ([Corresponding author](#))

-
- 116.M. PANAINTE LEHADUS, V. NEDEFF, N. BARSAN, A.V. SANDU, E. MOSNEGUTU, C. TOMOZEI, O. IRIMIA, G. ANDRIOAI, I. SANDU, Monitoring the Particulate Matter (PM10) Emissions from Bacau City Thermo-Energetic Industry, **REVISTA DE CHIMIE**, 70, no. 8, 2019, p. 2869-2872.
- 117.N.F. SHAHEDAN, M.M.A.B. ABDULLAH, N. MAHMED, A. KUSBIANTORO, K. HUSSIN, A.V. SANDU, A. NAVEED, *Thermal Insulation Properties of Insulated Concrete*, **REVISTA DE CHIMIE**, 70, no. 8, 2019, p. 3027-3031.
- 118.C. SAVIN, C. NEJNERU, C.A. TUGUI, M.C. PERJU, A.V. SANDU, C. BEJINARIU, *Analysis of Contact Angle for Metallic Materials in Wastewater Pumps*, **REVISTA DE CHIMIE**, 70, no. 8, 2019, p. 2811-2817.
- 119.S.G. EBLIN, K.A. ANOH, A.B. YAO, N. SORO, V. NEDEFF, E. MOSNEGUTU, A.V. SANDU, *Mapping Groundwater Vulnerability to Pollution in the Region of Adiake, Southeast Coastal of Côte D'ivoire: A Comparative Study of three (3) Methods*, **INTERNATIONAL JOURNAL OF CONSERVATION SCIENCE**, 10, 3, 2019, pp. 493-506. (Corresponding author)
- 120.S.G. EBLIN, K. S. KONAN, O.M.J. MANGOUA, V. NEDEFF, A.V. SANDU, N. BIRSAN, I. SANDU, *Nitrate Pollution of Groundwater Based on GIS in the City of Daloa, West-central Cote d'Ivoire*, **REVISTA DE CHIMIE**, 70, no. 7, 2019, pp. 2579-2583.
- 121.S.C. FOCSANEANU, P. VIZUREANU, A.V. SANDU, G. CIOBANU, S.M. BALTATU, D. VLAD, *Experimental Study on the Influence of Zirconia Surface Preparation on Deposition of Hydroxyapatite*, **REVISTA DE CHIMIE**, 70, no. 6, 2019, p. 2273-2275.
- 122.M. BOLAT, S. STOLERIU, V. VASILACHE, G. IOVAN, G. PANCU, A.V. SANDU, I. TARABOANTA, S. ANDRIAN, *Comparative Study of Color Stability of Three Composite Materials, Treated by Finishing and Coated Sealing, After Immersion in Different Wholesale*, **REVISTA DE CHIMIE**, 70, 5, 2019, p. 1681-1684.
- 123.M.S. BALTATU, C.A. TUGUI, M.C. PERJU, M. BENCHEA, M.C. SPATARU, A.V. SANDU, P. VIZUREANU, *Biocompatible Titanium Alloys used in Medical Applications*, **REVISTA DE CHIMIE**, 70, 4, 2019, p. 1302-1306.
- 124.I.A. ZAKARYA, S.N.B. KHALIB, A.V. SANDU, *The Study of Different Aeration Rate Effect During Composting of Rice Straw Ash and Food Waste in Managing the Abundance of Rice Straw at Paddy Field*, **INTERNATIONAL JOURNAL OF CONSERVATION SCIENCE**, 10, 2, 2019, pp. 335-342.
- 125.E. GOLDAN, V. NEDEFF, N. BARSAN, E. MOSNEGUTU, A.V. SANDU, M. PANAINTE, *The Effect of Biochar Mixed with Compost on Heavy Metal Concentrations in a Greenhouse Experiment and on Folsomia Candida and Eisenia Andrei in Laboratory Conditions*, **REVISTA DE CHIMIE**, 70, 3, 2019, p. 809-813
- 126.C.P. PAPADATU, A.V. SANDU, M. BORDEI, I. SANDU, *Plasticity Behavior of the Steel Depending on the Cooling Regimes in the Case of a Non-Conventional Treatments*, **MATERIALE PLASTICE**, 56, 1, 2019, p. 73-76.
- 127.L. TATARU, V. NEDEFF, N. BARSAN, A.V. SANDU, E. MOSNEGUTU, M. PANAINTE-LEHADUS, I. SANDU, *Applications of Polymeric Membranes Ultrafiltration Process on the Retention of Bentonite Suspension*, **MATERIALE PLASTICE**, 56, 1, 2019, p. 97-102.
- 128.M.G. MINCIUNA, D.C. ACHITEI, P. VIZUREANU, A.V. SANDU, M. NABIALEK, M. *Electrochemical Evaluation of AISI 420 Steel after Several Heat Treatments*, **ACTA PHYSICA POLONICA A**, 135, 2, 2019, p. 115-118 (DOI: 10.12693/APhysPolA.135.115) (Corresponding author)

- 129.C. SAVIN, C. NEJNERU, M.C. PERJU, M.C., C. BEJINARIU, D. BURDUHOS-
NERGIS, A.V. SANDU, *Galvanic Corrosion of Ductile Cast Iron Coupled with
Different Alloys in Synthetic Domestic Waste Water*, **REVISTA DE CHIMIE**, 70, 2,
2019, p. 506-511.
- 130.D.P. BURDUHOS-NERGIS, C. NEJNERU, D.D. BURDUHOS-NERGIS, C. SAVIN,
A.V. SANDU, S.L. TOMA, C. BEJINARIU, *The Galvanic Corrosion Behavior of
Phosphated Carbon Steel Used at Carabiners Manufacturing*, **REVISTA DE CHIMIE**,
70, 1, 2019, p. 215-219.
- 131.C. BEJINARIU, C. MUNTEANU, C.D. FLOREA, B. ISTRATE, N. CIMPOESU, A.
ALEXANDRU, A.V. SANDU, *Electro-chemical Corrosion of a Cast Iron Protected
with a Al₂O₃ Ceramic Layer*, **REVISTA DE CHIMIE**, 69, 12, 2018, p. 3586-3589
- 132.K. GAWDZINSKA, M. NABIALEK, A.V. SANDU, K. BRYLL, *The Choice of
Recycling Methods for Single-Polymer Polyester Composites*, **MATERIALE
PLASTICE**, 55, 4, 2018, p. 658-665. ([Corresponding author](#))
- 133.S. STOLERIU, G. IOVAN, I. NICA, G. PANCU, A.V. SANDU, S. ANDRIAN, *The
Effect of Heating on Surface Microhardness of Resin-based Materials for Direct
Restoration*, **MATERIALE PLASTICE**, 55, 4, 2018, p. 584-589.
- 134.I.G. SANDU, V. VASILACHE, A.V. SANDU, M. CHIRAZI, R.C.DABIJA,
A.VLADESCU, C.M. COTRUT, I.SANDU, C. HONCERIU, *The Role of Saline
Aerosols in the Prevention and Therapy of Cardio-respiratory and Osteo-muscular
Afflictions*, **REVISTA DE CHIMIE**, 69, 10, 2018, p. 2826-2832. ([Corresponding
author](#))
- 135.A. SLIWA, D. GROS, A.V. SANDU, M. NABIALEK, *Optimization and Numerical
Analysis of Mechanical Properties of Connecting Rod in the Internal Combustion
Engine*, **REVISTA DE CHIMIE**, 69, 10, 2018, p. 2813-2815. ([Corresponding author](#))
- 136.M. BOLAT, S. STOLERIU, G. IOVAN, G. PANCU, N. TOFAN, A.V. SANDU, S.
ANDRIAN, *Comparative Evaluation of the Effect of Surface Polishing of a
Glaze/composite Sealant and Different Polishing Systems on Surface Roughness of Three
Composite Resin Type*, **MATERIALE PLASTICE**, 55, 3, 2018, p. 434-437
- 137.C.P. PAPADATU, A.V. SANDU, M. BORDEI, I.G. SANDU, S. CIORTAN,
*Tribological Evolution of the Superficial Layer and the Effects of the Magnetic Field to a
Non - conventional Treated Steel, During Wear Tests*, **MATERIALE PLASTICE**, 55,
3, 2018, p. 442-446. ([Corresponding author](#))
- 138.A. BOUAISSI, L.Y. LI, L.M. MOGA, I.G. SANDU, M.M.A.B. ABDULLAH, A.V.
SANDU, *A Review on Fly Ash as a Raw Cementitious Material for Geopolymer
Concrete*, **REVISTA DE CHIMIE**, 69, 7, 2018, pp. 1661-1667. ([Corresponding author](#))
- 139.W. MUSIALIK, M. NABIALEK, S. LETKIEWICZ, A.V. SANDU, K. BLOCH,
*Application of Innovative Hydroxyapatite Materials in 3D Printing for Biocompatible
Voice Implants*, **REVISTA DE CHIMIE**, 69, 4, 2018, pp. 840-842.
- 140.M. BORDEI, A.V. SANDU, C.P. PAPADATU, I.G. SANDU, *The Influence of the
Temperature Regime on the Mechanical Properties of the Thick Steel Sheets from
Carbon and Low alloy Steels, Laminated to Thicknesses More than 40 mm*, **REVISTA
DE CHIMIE**, 69, 3, 2018, pp. 632-635.
- 141.A. SLIWA, M. SROKA, K. BLOCH, I. G. SANDU, M.M.A.B. ABDULLAH, A.V.
SANDU, *Finite Element Method Application for the Determination of Hardness for
Magnesium Alloys*, **REVISTA DE CHIMIE**, 69, 2, 2018, pp. 324-327. ([Corresponding
author](#))
- 142.H. JUN NG, M.M.A.B. ABDULLAH, S.J. TAN, A.V. SANDU, K. HUSSIN,
*Characterisation and understanding of Portland cement mortar with different sizes of
bottom ash*, **ADVANCES IN CEMENT RESEARCH**, 30, 2, 2018, pp. 66-74.

-
143. A. SLIWA, M. SROKA, L. ZUKOWSKA, K. BLOCH, P. VIZUREANU, **A.V. SANDU**, *Numerical Analysis of Strength Properties of Anatomical General Surgical Tweezers*, **REVISTA DE CHIMIE**, **69**, 1, 2018, pp. 187-190. (Corresponding author)
144. R.M. SAID, F.H.M. JOHARI, M.A.A.M. SALLEH, **A.V. SANDU**, *The Effect of Copper Addition on the Properties of Sn-0.7Cu Solder Paste*, **IOP Conference Series-Materials Science and Engineering**, 318, 2018, (MUCET 2017), Article Number: UNSP 012062
145. A.M. CAZAC, A. ALEXANDRU, C. BACIU, **A.V. SANDU**, C. BEJINARIU, *Influence of Nanostructuring on the Sound Velocity in Aluminum Al_{99.50}*, **IOP Conference Series-Materials Science and Engineering**, 374, 2018, (EUROINVENT ICIR 2018), Article Number: UNSP 012038
146. M.G. MINCIUNA, D.C. ACHITEI, P. VIZUREANU, M. BENCHEA, **A.V. SANDU**, *The Effect of Heat Treatment and Corrosion Behavior of AISI420*, **IOP Conference Series-Materials Science and Engineering**, 374, 2018, (EUROINVENT ICIR 2018), Article Number: UNSP 012039
147. M. NABIALEK, B. JEZ, K. JEZ, P. PIETRUSIEWICZ, K. GRUSZKA, K. BLOCH, J. GONDRO, J. RZACKI, M.M.A.B. ABDULLAH, **A.V. SANDU**, M. SZOTA, *Magnetic Properties of Rapid Cooled FeCoB Based Alloys Produced by Injection Molding*, **IOP Conference Series-Materials Science and Engineering**, 374, 2018, (EUROINVENT ICIR 2018), Article Number: UNSP 012021
148. V. PELIN, O. RUSU, M.M. CAZACU, S. GURLUI, **A.V. SANDU**, I. RADINSCHI, V. CIOCAN, I. SANDU, *Assessment of Hydrophobic Coating on Porous Calcareous Rocks Surface Exposed in Urban Ambient Air Pollution*, **IOP Conference Series-Materials Science and Engineering**, 374, 2018, (EUROINVENT ICIR 2018), Article Number: UNSP 012091
149. A.M. TITU, **A.V. SANDU**, A.B. POP, S. TITU, T.C. CIUNGU, *The Taguchi Method Application to Improve the Quality of a Sustainable Process*, **IOP Conference Series-Materials Science and Engineering**, 374, 2018, (EUROINVENT ICIR 2018), Article Number: UNSP 012054
150. N.H. Zakaria, N. Muhammad, **A.V. SANDU**, M.M.A.B. Abdullah, *Effect of Mixing Temperature on Characteristics of Thermoplastic Potato Starch Film*, **IOP Conference Series-Materials Science and Engineering**, 374, 2018, (EUROINVENT ICIR 2018), Article Number: UNSP 012083.
151. C.P. PAPADATU, I.G. SANDU, M. BORDEI, A.V. SANDU, *Evolution of the Plasticity of Some Low Carbon Steels, Subjected to Directed Cooling from High-temperature*, **MATERIALE PLASTICE**, **54**, 4, 2017, p. 759-763. (Corresponding author)
152. G. UNGUREANU, E. BOGHITA, G. IGNAT, C.L. COSTULEANU, A.V. SANDU, C. BEJINARIU, C.R. VINTU, *Effect of Climate Change on Pedological Modifications and Soil Aridity Process in Vineyards*, **REVISTA DE CHIMIE**, **68**, 11, 2017, p. 2662-2671.
153. C.P. PAPADATU, **A.V. SANDU**, M. BORDEI, I.G. SANDU, *Structural Changes in the Superficial Layers of a Non-conventional Treated Steel Subjected to a Wear Process*, **REVISTA DE CHIMIE**, **68**, 10, 2017, pp. 2329-2333. (Corresponding author)
154. N.H. JUN, M.G. MINCIUNA, M.M.A. ABDULLAH, T.S. JIN, **A.V. SANDU**, L.Y. MING, *Mechanism of Cement Paste with Different Particle Sizes of Bottom Ash as Partial replacement in Portland Cement*, **REVISTA DE CHIMIE**, **68**, 10, 2017, pp. 2367-2372.
155. M. NABIALEK, K. BLOCH, M. SZOTA, A.V. SANDU, *Structure and Magnetic Properties of Composite Toroids Powder Casted*, **MATERIALE PLASTICE**, **54**, 3, 2017, p. 491-494. (Corresponding author)

- 156.K. GAWDZINSKA, M. NABIALEK, K. BRYLL, P. SZYMANSKI, A.V. SANDU, *Flexural Strength of Single Polymer Polyester Composites as a Measure of Material Degradation*, **MATERIALE PLASTICE**, **54**, 3, 2017, p. 539-542.
- 157.Y.M. DAUD, K. HUSSIN, A.F. OSMAN, C.M.R. GHAZALI, M.M.A.B. ABDULLAH, A.V. SANDU, *Dynamic Mechanical Properties of Hybrid Layered Silicates/Kaolin Geopolymer Filler in Epoxy Composites*, **MATERIALE PLASTICE**, **54**, 3, 2017, p. 543-545. ([Corresponding author](#))
- 158.S. STOLERIU, S. ANDRIAN, I.NICA, A.V. SANDU, G. PANCU, G. IOVAN, A. MURARIU, *Evaluation of Adhesive Capacity of Universal Bonding Agents Used in Direct Composite Resins Repair*, **MATERIALE PLASTICE**, **54**, 3, 2017, p. 574-577.
- 159.W.M.W. IBRAHIM, K. HUSSIN, M.M.A.B. ABDULLAH, A.A. KADIR, L.M. DERAMAN, A.V. SANDU, *Influence of Foaming Agent/Water Ratio and Foam/Geopolymer Paste Ratio to the Properties of Fly Ash-based Lightweight Geopolymer for Brick Application*, **REVISTA DE CHIMIE**, **68**, 9, 2017, p. 1978-1982. ([Corresponding author](#))
- 160.K. BLOCH, M.A. TITU, A.V. SANDU, *Investigation of the Structure and Magnetic Properties of Bulk Amorphous FeCoYB Alloys*, **REVISTA DE CHIMIE**, **68**, 9, 2017, p. 2162-2165. ([Corresponding author](#))
- 161.A. BENLAMOUDI, A.A. KADIR, M.A. TITU, M.M.A.B. ABDULLAH, A.V. SANDU, *Treatment of Lead Contaminated Soil using Solidification/Stabilization Method Incorporated with Sugarcane Bagasse*, **REVISTA DE CHIMIE**, **68**, 8, 2017, p. 1908-1913. ([Corresponding author](#))
- 162.M. STRAT, E. BURUIANA, D. DUMITRIU, A.V. SANDU, S. GURLUI, *Photophysical and Photochemical Properties of Polyurethane Coumarin Studied by Means of Electronic Spectra*, **REVISTA DE CHIMIE**, **68**, 7, 2017, p. 1568-1572.
- 163.G. IOVAN, S. STOLERIU, G. PANCU, I. NICA, A.V. SANDU, S. ANDRIAN, O. TANCULESCU, *Effect of Finishing Techniques on the Junction Between the Composite Restoration and the Dental Enamel*, **MATERIALE PLASTICE**, **54**, 2, 2017, p. 375-379.
- 164.C.P. PAPADATU, A.V. SANDU, M. BORDEI, I.G. SANDU, *Study on the Influence of the Treatment in Magnetic Field on the Nitrided Layer in Plasma*, **REVISTA DE CHIMIE**, **68**, 4, 2017, p. 675-679
- 165.M.A. FARIS, M.M.A. ABDULLAH, A.V. SANDU, K.N. ISMAIL, L.M. MOGA, O. NECULAI, R. MUNIADY, *Assessment of Alkali Activated Geopolymer Binders as an Alternative of Portland Cement*, **MATERIALE PLASTICE**, **54**, 1, 2017, p. 145-154.
- 166.K. GRUSZKA, M. NABIALEK, M. SZOTA, P. VIZUREANU, M.M.A. ABDULLAH, K. BLOCH, A.V. SANDU, *The Study of Magnetization in Strong Magnetic Fields for Fe_{62-x}CO₁₀Nb_xY₈B₂₀ (X=0, 1, 2) Alloys*, **REVISTA DE CHIMIE**, **68**, 2, 2017, p. 265-268 ([Corresponding author](#))
- 167.B. JEŽ, M. NABIALEK, P. PIETRUSIEWICZ, K. GRUSZKA, K. BŁOCH, J. RZĄCKI, M.M.A.B. ABDULLAH, A.V. SANDU, M. SZOTA, K. JEŽ, J. GONDRO, A. SAŁAGACKI, *The Structure and Properties of Rapid Cooled Iron Based Alloy*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, **209**, 1, 2017, art no. 012023, (2017 International Conference on Innovative Research, ICIR 2017; Iasi; Romania).
- 168.M.M.A.B. ABDULLAH, M.A. FARIS, M.F.M. TAHIR, A.A. KADIR, N.A.A. MAT ISA, O. CORBU, A.V. SANDU, *Performance and Characterization of Geopolymer Concrete Reinforced with Short Steel Fiber*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, **209**, 1, 2017, art no. 012038, (2017 International Conference on Innovative Research, ICIR 2017; Iasi; Romania).

-
169. D.C. ACHITEI, M.M.A.B. ABDULLAH, A.V. SANDU, A.C. ȚUGUI, M. BENCHEA, *Structural Modifications of Superficial Layer of C45 Steel Samples Through WT20 and WZr8 Depositions*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 209, 1, 2017, art no. 012053, (2017 International Conference on Innovative Research, ICIR 2017; Iasi; Romania).
170. G. IOVAN, S. STOLERIU, S. SOLOMON, A. GHIORGHE, A.V. SANDU, S. ANDRIAN, *SEM Evaluation of Surrounding Enamel after Finishing of Composite Restorations– Preliminary Results*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 209, 1, 2017, art no. 012079, (2017 International Conference on Innovative Research, ICIR 2017; Iasi; Romania).
171. N.H. JAMIL, W.M.A.W. IBRAHIM, M.M.A.B. ABDULLAH, A.V. SANDU, M.F.M. TAHIR, *Fabrication of Porous Ceramic-Geopolymer Based Material to Improve Water Absorption and Retention in Construction Materials: A Review*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 209, 1, 2017, art no. 012004, (2017 International Conference on Innovative Research, ICIR 2017; Iasi; Romania).
172. N.H. JUN, M.M.A.B. ABDULLAH, T.S. JIN, A.A. KADIR, C.A. TUGUI, A.V. SANDU, *Use of Incineration Solid Waste Bottom Ash as Cement Mixture in Cement Production*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 209, 1, 2017, art no. 012082, (2017 International Conference on Innovative Research, ICIR 2017; Iasi; Romania).
173. A.A. KADIR, N.A. SARANI, M.M.A.B. ABDULLAH, M.C. PERJU, A.V. SANDU, *Study on Fired Clay Bricks by Replacing Clay with Palm Oil Waste: Effects on Physical and Mechanical Properties*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 209, 1, 2017, art no. 012037, (2017 International Conference on Innovative Research, ICIR 2017; Iasi; Romania).
174. P. LAZAR, C. BEJINARIU, A.V. SANDU, A.M. CAZAC, O. CORBU, M.C. PERJU, I.G. SANDU, *Corrosion Evaluation of Some Phosphated Thin Layers on Reinforcing Steel*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 209, 1, 2017, art no. 012025, (2017 International Conference on Innovative Research, ICIR 2017; Iasi; Romania).
175. V. PELIN, O. RUSU, I. SANDU, V. VASILACHE, S. GURLUI, A.V. SANDU, M.M. CAZACU, I.G. SANDU, *Approaching on Colorimetric Change of Porous Calcareous Rocks Exposed in Urban Environmental Conditions from Iasi – Romania*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 209, 1, 2017, art no. 012080, (2017 International Conference on Innovative Research, ICIR 2017; Iasi; Romania).
176. N.A. JAYA, M.M.A. ABDULLAH, L.Y. LI, A.V. SANDU, K. HUSSIN, L.Y. MING, *Durability of Metakaolin Geopolymers with Various Sodium Silicate/Sodium Hydroxide Ratios against Seawater Exposure*, **AIP Conference Proceedings**, vol. 1887, 2017, UNSP 020063-1
177. N.A. MOHD MORTAR, K. HUSSIN, R. ABDUL RAZAK, M.M.A.B. ABDULLAH, A.H. HILMI, A.V. SANDU, *Properties and Behavior of Geopolymer Concrete Subjected to Explosive Air Blast Loading: A Review*, **MATEC Web of Conferences**, vol 97, 2017, Article Number: UNSP 01019 (ENGINEERING TECHNOLOGY INTERNATIONAL CONFERENCE 2016 (ETIC 2016) Ho Chi Minh, Vietnam).
178. L. MARDIAH DERAMAN, M.M.A.B. ABDULLAH, L. YUN MING, K. HUSSIN, W.M.W. IBRAHIM, A.V. SANDU, *The Effect of Different Ratio Bottom Ash and Fly Ash Geopolymer Brick on Mechanical Properties for Non-loading Application*, **MATEC Web of Conferences**, vol 97, 2017, Article Number: UNSP 01017 (ENGINEERING TECHNOLOGY INTERNATIONAL CONFERENCE 2016 (ETIC 2016) Ho Chi Minh, Vietnam).

179. S.N. ZAILAN, N. MAHMED, M.M.A.B. ABDULLAH, [A.V. SANDU](#), N.F. SHAHEDAN, *Review on Characterization and Mechanical Performance of Self-cleaning Concrete*, **MATEC Web of Conferences**, vol **97**, 2017, Article Number: UNSP 01022 (ENGINEERING TECHNOLOGY INTERNATIONAL CONFERENCE 2016 (ETIC 2016) Ho Chi Minh, Vietnam).
180. D.C. ACHITEI, M.M. MINCIUNA, [A.V. SANDU](#), M.M.A. ABDULLAH, *Behavior of Al-Mg Alloy Subjected To Thermal Processing*, **AIP Conference Proceedings**, vol. **1835**, 2017, Article Number: UNSP 020051 (International Conference on Advanced Materials Engineering and Technology (ICAMET) Taiwan 2016)
181. R. AHMAD, M.M.A. ABDULLAH, K. HUSSIN, A.V. SANDU, *XRD and FTIR study of the effect of Ultra High Molecular Weight Polyethylene (UHMWPE) as Binder on Kaolin Geopolymer Ceramics*, **AIP Conference Proceedings**, vol. **1835**, 2017, Article Number: UNSP 020030 (International Conference on Advanced Materials Engineering and Technology (ICAMET) Taiwan 2016)
182. M. I. I. RAMLI, M. A. A. MOHD SALLEH, M. M. A.B. ABDULLAH, R.M. SAID, [A.V. SANDU](#), N. SAUD, *Microstructural and Phase Analysis of Sn-Cu-Ni-XSiC Composite Solder*, **AIP Conference Proceedings**, vol. **1835**, 2017, Article Number: UNSP 020026 (International Conference on Advanced Materials Engineering and Technology (ICAMET) Taiwan 2016).
183. R.M. SAID, M.A.A.M. SALLEH, M.I.I. RAMLI, N. SAUD, M.M.A.B., ABDULLAH, [A.V. SANDU](#), *Microstructure and Mechanical Properties of Lead-free Sn-Cu-Ni Composite Solder Paste Reinforced with Silicon (Si) Particles*, **AIP Conference Proceedings**, vol. **1835**, 2017, Article Number: UNSP 020029 (International Conference on Advanced Materials Engineering and Technology (ICAMET) Taiwan 2016).
184. M. NABIALEK, P. PIETRUSIEWICZ, M. SZOTA, M.M.A. ABDULLAH, [A.V. SANDU](#), *The Structure and Porosity of Fe_{62-x}Co₁₀W_yMexY₈B_{20-y} Alloys in the Amorphous and Crystalline States (where: Me = Mo, Nb; x=0, 1, 2; y=0, 1, 2)*, **REVISTA DE CHIMIE**, 68, 1, 2017, p. 22-27. (Corresponding author)
185. V.G. VASILESCU, I. SANDU, G. NEMTOI, [A.V. SANDU](#), V. POPESCU, V. VASILACHE, I.G. SANDU, E. VASILESCU, *The reactivity of Ti₁₀Zr alloy in biological and electrochemical systems in the presence of chitosan*, **RSC ADVANCES**, 7, 23, 2017, p. 13919-13927 (Corresponding author)
186. M.V. ADUMITROAEI, T. GAVRILLOAIEI, [A.V. SANDU](#), G.O. IANCU, *Distribution of Mineral Nitrogen Compounds in Groundwater in Vaslui County (Romania)*, **REVISTA DE CHIMIE**, 67, 12, 2016, p. 2530-2536.
187. G.G. BALAN, L. PAVEL, [A.V. SANDU](#), G. STEFANESCU, A.V. TRIFAN, *Preliminary Study on Erosion of Polymer Coatings of Duodenoscopes*, **MATERIALE PLASTICE**, 53, 4, 2016, p. 791-795. (Corresponding author)
188. C.P. PAPADATU, I.G. SANDU, M. BORDEI, M. NABIALEK, [A.V. SANDU](#), *Influence of the Cooling Regime on the Characteristics of Plasticity in the Case of Steel for Metal Structures*, **MATERIALE PLASTICE**, 53, 4, 2016, p. 771-775. (Corresponding author)
189. G. PANCU, S. ANDRIAN, G. IOVAN, I. NICA, A. GHIORGHE, [A.V. SANDU](#), S. STOLERIU, *Study Regarding the Influence of Different Fluoride Compounds on Dental Hard Tissues Resistance to Acid Challenge*, **REVISTA DE CHIMIE**, 67, 11, 2016, p. 2351-2354.
190. C.P. PAPADATU, [A.V. SANDU](#), M. BORDEI, I.G. SANDU, *Improvement of the Properties Through Monitoring of the Cooling Regimes Applied to Steel for Metal Sculptures*, **REVISTA DE CHIMIE**, 67, 11, 2016, p. 2306-2310.

-
- 191.L. GAVRILA, A. BALAN, A. MURARIU, A.V. SANDU, C. SAVIN, *In vitro Study Regarding the Effect of Various Commercial Remineralizing Products on Primary and Permanent Teeth Dentine Caries Lesions*, **REVISTA DE CHIMIE**, 67, 11, 2016, p. 2228-2230.
- 192.M.S. BALTATU, P. VIZUREANU, R. CIMPOESU, M.M.A.B. ABDULLAH, **A.V. SANDU**, *The Corrosion Behavior of TiMoZrTa Alloys Used for Medical Applications*, **REVISTA DE CHIMIE**, 67, 10, 2016, p. 2100-2102. ([Corresponding author](#))
- 193.M.M.A.B., ABDULLAH, N. NORDIN, M.F.M. TAHIR, A.A. KADIR, **A.V. SANDU**, *Potential of Sludge Waste Utilization as Construction Materials via Geopolymerization*, **INTERNATIONAL JOURNAL OF CONSERVATION SCIENCE**, 7, 3, 2016, p. 753-758.
- 194.N. RAHMAT, M.A. SABALI, **A.V. SANDU**, N. SAHIRON, I.G. SANDU, *Study of Calcination Temperature and Concentration of NaOH Effect on Crystallinity of Silica from Sugarcane Bagasse Ash (SCBA)*, **REVISTA DE CHIMIE**, 67, 9, 2016, p. 1872-1875.
- 195.M. MASAE, L. SIKONG, P. KONGSONG, C. PHOLTHAWON, N. PAWANWATCHARAKORN, M.M.A. ABDULLAH, **A.V. SANDU**, *Super Hydrophilicity and Photocatalytic Activity of Potassium Doped TiO₂ Nanoparticulate Films*, **REVISTA DE CHIMIE**, 67, 9, 2016, p. 1884-1890.
- 196.G.E. POPITA, C. ROSU, O. CORBU, A. POPOVICI, **A.V. SANDU**, M. PROOROCU, M.A. NICULA, *Lead Migration Tendancy in Composite Materials with E-Waste Glass Embedded*, **MATERIALE PLASTICE**, 53, 3, 2016, p. 375-377. ([Corresponding author](#))
- 197.M. G. MINCIUNA, P. VIZUREANU, D.C. ACHIȚEI, A.V. SANDU, *The advanced characterization of a new alloy by Co-Cr-Mo system*, **JOURNAL OF JOURNAL OF OPTOELECTRONICS AND ADVANCED MATERIALS**, 18, 7-8, 2016, p. 717-722.
- 198.C. NEJNERU, M.C. PERJU, **A.V. SANDU**, M. AXINTE, M. QUARANTA, I. SANDU, M. COSTEA, M.M.A. ABDULLAH, *Corrosion Behaviour of Tin Bronze for Shipbuilding Industry*, **REVISTA DE CHIMIE**, 67, 6, 2016, p. 1191-1194. ([Corresponding author](#))
- 199.G.E. POPITA, C. ROSU, D. MANCIULA, O. CORBU, A. POPOVICI, O. NEMES, **A.V. SANDU**, M. PROOROCU, S.B. DAN, *Industrial Tanned Leather Waste Embedded in Modern Composite Materials*, **MATERIALE PLASTICE**, 53, 2, 2016, p. 308-311 ([Corresponding author](#))
- 200.K. GRUSZKA, M. NABIALEK, M. SZOTA, K. BLOCH, J. GONDRO, P. PIETRUSIEWICZ, **A.V. SANDU**, A.M.M. AL BAKRI, S. WALTERS, K. WALTERS, S. GARUS, M. DOSPIAL, J. MIZERA, *Analysis of the Thermal and Magnetic Properties of Amorphous Fe₆₁Co₁₀Zr_{2.5}Hf_{2.5}Me₂W₂B₂₀ (where Me = Mo, Nb, Ni OR Y) Ribbons*, **ARCHIVES OF METALLURGY AND MATERIALS**, 61, 2, 2016, p. 641-644
- 201.K.L. ADOPO, M.Y. N'GUESSAN, **A.V. SANDU**, G. ROMANESCU, I.G. SANDU, *The Spatial Distribution and Characterization of Sediments and the Bottom Morphology of the Hydroelectric Lake in Ayame 2 (Ivory Coast)*, **INTERNATIONAL JOURNAL OF CONSERVATION SCIENCE**, 7, 2, 2016, p. 567-578
- 202.O. PARTENI, **A.V. SANDU**, C.D. RADU, L. OCHIUZ, C.M. LUCA, M. BOGDAN, C. REZUS, E. ULEA, *Study on Performing an Optimal Chitosan Cased Hydrogel for a New System of Controlled Release of Honokiol*, **REVISTA DE CHIMIE**, 67, 5, 2016, 911-915.
- 203.A.A. KADIR, A.S. ABDUL RAHIM, I.G. SANDU, M.M.A. ABDULLAH, **A.V. SANDU**, *Leachate Characteristic of Mosaic Sludge Brick*, **REVISTA DE CHIMIE**, 67, 5, 2016, 978-983. ([Corresponding author](#))

- 204.A.A. KADIR, A. BENLAMOUDI, I.G. SANDU, M.M.A. ABDULLAH, A.V. SANDU, *Leachability of Lead by Incorporation of Treated and Untreated Sugarcane Bagasse in Solidification/stabilization Method A comparative study*, **REVISTA DE CHIMIE**, 67, 4, 2016, 673-678. (Corresponding author)
- 205.I.A. ZAKARYA, I. ABUSTAN, N. ISMAIL, T.N.T. IZHAR, S.Y. YUSUF, A.V. SANDU, *A Study on Relationship Between Volatile Fatty Acids Concentrations and Methane Gas Production in Two-Phase Reactor*, **REVISTA DE CHIMIE**, 67, 4, 2016, 774-778
- 206.N.N.A.N. ADIK, O.H. LIN, H.M. AKIL, A.V. SANDU, A. VILLAGRACIA, N.G. SANTOS, *Effects of Stearic Acid on Tensile, Morphological and Thermal Analysis of Polypropylene (PP)/Dolomite (Dol) Composites*, **MATERIALE PLASTICE**, 53, 1, 2016, pp. 61-64. (Corresponding author)
- 207.A.BALAN, C. SAVIN, A.V. SANDU, S. STOLERIU, *Study Regarding the Behaviour of Glass-ionomer Cements in Different Acidic Solutions*, **MATERIALE PLASTICE**, 53, 1, 2016, pp. 100-103.
- 208.N. NORDIN, M.M.A. ABDULLAH, M.F.M. TAHIR, A.V. SANDU, K. HUSSIN, *Utilization of Fly Ash Waste as Construction Material*, **INTERNATIONAL JOURNAL OF CONSERVATION SCIENCE**, 7, 1, 2016, 161-166.
- 209.M.G. MINCIUNA, P. VIZUREANU, M. MARES, V. NASTASA, D.C. ACHITEI, A.V. SANDU, *Biocompatibility Study of CoCrMoSiK Original Alloy Variants*, **REVISTA DE CHIMIE**, 67, 2, 2016, 362-365.
- 210.S.I. TANASE, D. TANASE, M. DOBROMIR, A.V. SANDU, V. GEORGESCU, SEM, *XPS Studies, and Magnetoresistance Properties of Co, Ni, Co-N, and Ni-N Thin Films Prepared by Electrodeposition*, **JOURNAL OF SUPERCONDUCTIVITY AND NOVEL MAGNETISM**, 29, 2, 2016, 469-475
- 211.S.N. ZAILAN, N. MAHMED, M.M.A.B. ABDULLAH, A.V. SANDU, *Self-cleaning geopolymers concrete - A review*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 133, 1, 2016, art no. 012026, (2016 International Conference on Innovative Research, ICIR 2016; Iasi; Romania).
- 212.S.R. SAAD, N. MAHMED, M.M.A.B. ABDULLAH, A.V. SANDU, *Self-Cleaning Technology in Fabric: A Review*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 133, 1, 2016, art no. 012028, (2016 International Conference on Innovative Research, ICIR 2016; Iasi; Romania).
- 213.D.C. ACHIȚEI, M.G. MINCIUNA, P. VIZUREANU, A.V. SANDU, A.V., R. CIMPOEȘU, B. ISTRATE, *Study on structure and properties of CuZn40Pb alloy*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 133, 1, 2016, art no. 012015, (2016 International Conference on Innovative Research, ICIR 2016; Iasi; Romania).
- 214.R. AHMAD, M.M.A.B. ABDULLAH, K. HUSSIN, A.V. SANDU, M. BINHUSSAIN, N.A. JAYA, *Properties and Microstructural Characteristic of Kaolin Geopolymer Ceramics with Addition of Ultra High Molecular Weight Polyethylene*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 133, 1, 2016, art no. 012023, (2016 International Conference on Innovative Research, ICIR 2016; Iasi; Romania).
- 215.S. RAMASAMY, K. HUSSIN, M.M.A.B. ABDULLAH, C.M.R. GHAZALI, M. BINHUSSAIN, A.V. SANDU, *Interrelationship of Kaolin, Alkaline Liquid Ratio and Strength of Kaolin Geopolymer*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 133, 1, 2016, art no. 012004, (2016 International Conference on Innovative Research, ICIR 2016; Iasi; Romania).
- 216.V. PELIN, I. SANDU, M. MUNTEANU, C.T. IURCOVSCHI, S. GURLUI, A.V. SANDU, V. VASILACHE, M. BRANZILA, I.G. SANDU, *Colour change evaluation on UV radiation exposure for Paun-Repedea calcareous geomaterial*, **IOP Conference**

- Series: Materials Science and Engineering**, 133, 1, 2016, art no. 012061, (2016 International Conference on Innovative Research, ICIR 2016; Iasi; Romania).
217. A.A. AZMI, M.M.A. ABDULLAH, C.M.R. GHAZALI, A.V. SANDU, K. HUSSIN, *Effect Of Crumb Rubber On Compressive Strength Of Fly Ash Based Geopolymer Concrete*, **MATEC Web of Conferences**, 78, 2016, UNSP 01063 (2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON GREEN DESIGN AND MANUFACTURE 2016 (ICONGDM 2016)).
218. D.C. ACHITEI, M.G. MINCIUNA, M.M.A. ABDULLAH, A.V. SANDU, M. SZOTA, P. VIZUREANU, *Behavior of CuPb12Sn6 Alloys subjected to Heat Treatments*, **MATEC Web of Conferences**, 78, 2016, UNSP 01082 (2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON GREEN DESIGN AND MANUFACTURE 2016 (ICONGDM 2016)).
219. M.G. MINCIUNA, P. VIZUREANU, D.C. ACHITEI, A.V. SANDU, A. BERBECARU, I.G. SANDU, *Structural characterization and properties analysis of CoCrMoSi Alloys*, **JOURNAL OF OPTOELECTRONICS AND ADVANCED MATERIALS**, 18, 1-2, 2016, 174-178.
220. R. AHMAD, M.M.A.B. ABDULLAH, K. HUSSIN, A.V. SANDU, M. BINHUSSAIN, N.A. JAYA, *Processing And Properties Of Polymer Filled Geopolymer Ceramics Fabricated Via Powder Metallurgy Method: A Review*, **REVIEWS ON ADVANCED MATERIALS SCIENCE**, 44, 1, 2016, 26-32.
221. K. EARAR, D. CERGHIZAN, A.V. SANDU, M.N. MATEI, R. LEATA, I.G. SANDU, C. BEJINARIU, M. COMAN, *The Role of Functional Polymers in the Optimization of the Acrylic Biomaterials Used in Removable Prosthetic Restoration II. Assessment of traction test and antifungal activity*, **MATERIALE PLASTICE**, 52, 4, 2015, pp. 487-493.
222. A. POPOVICI, O. CORBU, G.E. POPITA, C. ROSU, M. PROOROCU, A.V. SANDU, M.M.A.B. ABDULLAH, *Modern Mortars with Electronic Waste Scraps (Glass and Plastic)*, **MATERIALE PLASTICE**, 52, 4, 2015, pp. 588-592.
223. G. PANCU, G. IOVAN, A. GHIORGHE, C. TOPOLICEANU, I. NICA, N. TOFAN, S. STOLERIU, A.V. SANDU, S. ANDRIAN, *The Assessment of Biological Parameters and Remineralisation Potential of Saliva in Pregnancy*, **REVISTA DE CHIMIE (Bucharest)**, 66, 12, 2015, pp. 2051-2056.
224. O. PARTENI, C.D. RADU, A. MURESAN, A.V. SANDU, L.C. OPROIU, L. CIOBANU, I.G. SANDU, *Textile Performances of Some Biomaterials with Controlled Release of a Drug for Cutaneous Therapies*, **REVISTA DE CHIMIE (Bucharest)**, 66, 11, 2015, pp. 1780-1785.
225. M. AXINTE, C. NEJNERU, M.C. PERJU, A.V. SANDU, M.D. AELENEI, M. COSTEA, *Corrosion Behaviour of Some Steels in Black Sea Water*, **REVISTA DE CHIMIE (Bucharest)**, 66, 11, 2015, pp. 1846-1851. (Corresponding author)
226. O. PARTENI, C.D. RADU, A. MURESAN, M. POPA, L. OCHIUZ, A.V. SANDU, G. AGAFITEI, B. ISTRATE, C. MUNTEANU, *Improving the Obtaining Factors of a Chitosan Hydrogel Based Biomaterial*, **REVISTA DE CHIMIE (Bucharest)**, 66, 10, 2015, pp. 1595-1599.
227. G. ROMANESCU, C. ZAHARIA, A.V. SANDU, D.T. JURAVLE, *The annual and multi-annual variation of the minimum discharge in the miletin catchment (romania). an important issue of water conservation*, **INTERNATIONAL JOURNAL OF CONSERVATION SCIENCE**, 6, 4, 2015, pp. 729-746.
228. A.V. SANDU, A. CIOMAGA, G. NEMTOI, M.M.A.B. ABDULLAH, I. SANDU, *Corrosion Of Mild Steel By Urban River Water*, **INSTRUMENTATION SCIENCE AND TECHNOLOGY**, 43, 2015, pp. 545-557. (First-author)

- 229.N.M. NOOR, A.S. YAHAYA, N.A. RAMLI, F.A. LUCA, M.M.A.B. ABDULLAH, A.V. SANDU, *Variation of Air Pollutant (Particulate Matter - PM10) in Peninsular Malaysia. Study in the southwest coast of peninsular Malaysia*, **REVISTA DE CHIMIE (Bucharest)**, **66**, 9, 2015, pp. 1443-1447. ([Corresponding author](#))
- 230.L. GAVRILA, A. MAXIM, A. BALAN, S. STOLERIU, A.V. SANDU, V. SERBAN, C. SAVIN, *Comparative Study Regarding the Effect of Different Remineralizing Products on Primary and Permanent Teeth Enamel Caries Lesions*, **REVISTA DE CHIMIE (Bucharest)**, **66**, 8, 2015, pp. 1156-1161.
- 231.M.C. BURTEA, A.G. CIOROMELE, M. BORDEI, A. CIUREA, G. ROMANESCU, A.V. SANDU, *Research on sustainable exploitation of ecosystems from the big island of Braila*, **REVISTA DE CHIMIE (Bucharest)**, **66**, 8, 2015, pp. 1222-1226. ([Corresponding author](#))
- 232.M.M.A. ABDULLAH, M.F.M. TAHIR, K. HUSSIN, M. BINHUSSAIN, I.G. SANDU, Z. YAHYA, A.V. SANDU, *Fly Ash Based Lightweight Geopolymer Concrete Using Foaming Agent Technology*, **REVISTA DE CHIMIE (Bucharest)**, **66**, 7, 2015, pp. 1001-1003. ([Corresponding author](#))
- 233.D.C. ACHITEI, P. VIZUREANU, M.G. MINCIUNA, A.V. SANDU, A. BUZAIANU, D.I. DANA, *Obtaining of New Flux Coated Electrodes used for Welding-brazing Operations*, **MATERIALE PLASTICE**, 52, 2, 2015, pp. 165-167. ([Corresponding author](#))
- 234.M.I. JAFFAR, W.H.W. BADARUZZAMAN, M.M.A.B. ABDULLAH, S. BAHAROM, L.M. MOGA, A.V. SANDU, *Relationship Between Panel Stiffness and Mid-span Deflection in Profiled Steel Sheeting Dry Board with Geopolymer Concrete Infill*, **MATERIALE PLASTICE**, 52, 2, 2015, pp. 243-248. ([Corresponding author](#))
- 235.M.G. MINCIUNA, P. VIZUREANU, V. GEANTA, I. VOICULESCU, A.V. SANDU, D.C. ACHITEI, A.M. VITALARIU, *Effect of Si on the Microstructure and Mechanical Properties of Biomedical CoCrMo Alloy*, **REVISTA DE CHIMIE**, 66, 6, 2015, pp. 891-894. ([Corresponding author](#))
- 236.Z. YAHYA, M.M.A.B. ABDULLAH, K. HUSSIN, K.N. ISMAIL, R.A. RAZAK, A.V. SANDU, *Effect of Solids-To-Liquids, Na₂SiO₃-To-NaOH and Curing Temperature on the Palm Oil Boiler Ash (Si + Ca) Geopolymerisation System*, **MATERIALS**, **8**, 5, 2015, pp. 2227-2242
- 237.M.C. BURLACU-ARSENE, C. LEONTE, M.C. ANTONESCU, A.V. SANDU, M.G. MINCIUNA, *Influence of Water Deficit Stress on Some Physio-morphological Indices at Some Oilseed Rape Cultivars*, **REVISTA DE CHIMIE**, 66, 4, 2015, pp. 487-491.
- 238.A. BALAN, S. ANDRIAN, C. SAVIN, A.V. SANDU, A. PETCU, S. STOLERIU, *Comparative Study Regarding the Effect of Remineralizing Products on Primary Teeth Dissolution Induced by Acidic Drinks*, **REVISTA DE CHIMIE**, 66, 4, 2015, pp. 562-564.
- 239.L. HRISTIAN, A.V. SANDU, L.R. MANEA, E.A. TULBURE, K. EARAR, *Analysis of the Principal Components on the Durability and Comfort Indices of the Fabrics Made of Core-coating Filament Yarns*, **REVISTA DE CHIMIE**, 66, 3, 2015, pp. 342-347.
- 240.A. BALAN, S. STOLERIU, S. ANDRIAN, A.V. SANDU, G. IOVAN, V. SERBAN-PINTILICIUC, *Morphological Study Regarding the Effect of Surface Finishing and Polishing on Corrosion Behaviour of Some Commercial Dental Amalgams*, **REVISTA DE CHIMIE**, 66, 2, 2015, pp. 182-186.
- 241.K. EARAR, M.N. MATEI, A.V. SANDU, L. HRISTIAN, C. BEJINARIU, I.G. SANDU, *The Role of Functional Polymers in the Optimisation of Acrylic Biomaterials used in Amovable Prosthetic Restoration I. The experimental protocol using the Iosipescu test*, **MATERIALE PLASTICE**, 52, 1, 2015, pp. 98-103.

-
- 242.A. BALAN, **A.V. SANDU**, S. STOLERIU, V.S. PINTILICIUC, V. TOMA, *Effect of Different Finishing and Polishing Systems on the Surface Roughness of Composite Resins*, **MATERIALE PLASTICE**, 52, 1, 2015, pp. 55-57.
- 243.I. SANDU, M. CANACHE, M., **A.V. SANDU**, M. CHIRAZI, T. MIHAESCU, L.E. CHECHERITA, I.G. SANDU, *The influence of NaCl aerosols on weight and height development of children*, **ENVIRONMENTAL MONITORING AND ASSESSMENT**, 187, no. 2, 2015, art. 15.
- 244.S. RAMASAMY, K. HUSSIN, M.M.A.B. ABDULLAH, C.M.R. GHAZALI, **A.V. SANDU**, M. BINHUSSAIN, N.F. SHAHEDAN, *Recent dissertations on kaolin based geopolymer materials*, **REVIEWS ON ADVANCED MATERIALS SCIENCE**, 42, 1, 2015, pp. 83-91
- 245.I. SANDU, M. CANACHE, T. MIHAESCU, M. CHIRAZI, **A.V. SANDU**, L.M. TRANDAFIR, A.C. LUCA, L.E. CHECHERITA, *Influence of NaCl Aerosols on the Functional Characteristics of Children*, **REVISTA DE CHIMIE**, 66, 1, 2015, pp. 60-65.
- 246.A. BALAN, S. STOLERIU, S. ANDRIAN, **A.V. SANDU**, C. SAVIN, *In vitro Study Regarding the Effect of Different Types of Etching Acids on the Morphology and Chemical Content of the External Surface of Enamel Carious Lesion on Primary Teeth*, **REVISTA DE CHIMIE**, 66, 1, 2015, pp. 70-73.
- 247.L.M. BIRSA, **A.V. SANDU**, A. BALAN, *Synthesis of New 1,3-Dithiolium Derivatives from 4-Hydroxyacetophenones*, **REVISTA DE CHIMIE**, 65, 12, 2014, pp. 1435-1438.
- 248.M.H. SUBLI, M.F. OMAR, I.G. SANDU, N.N. ZULKEPLI, M.M.A. BAKRI ABDULLAH, **A.V. SANDU**, *Effects of Hybrid Fillers on the Wear, Tensile and Morphology Properties of UHMWPE/Chitosan-ZnO Composites*, **MATERIALE PLASTICE**, 51, 4, 2014, pp. 391-395. ([Corresponding author](#))
- 249.G. PANCU, S. ANDRIAN, A. MOLDOVANU, I. NICA, **A.V. SANDU**, S. STOLERIU, *Effect of Some Food Intake on Erosive Beverage Action on Dental Enamel and Cement*, **MATERIALE PLASTICE**, 51, 4, 2014, pp. 428-431.
- 250.R.I. NOVAC, **A.V. SANDU**, E. VASILESCU, I. SANDU, *Composite Coatings in Copper Matrix with Graphite as Dispersed Phase obtained by Electrodeposition*, **REVISTA DE CHIMIE**, 65, 11, 2014, pp. 1306-1309.
- 251.W.M.W. IBRAHIM, M.M.A. BAKRI ABDULLAH, **A.V. SANDU**, K. HUSSIN, I.G. SANDU, K.N. ISMAIL, A.A. KADIR, M. BINHUSSAIN, *Processing and Characterization of Fly Ash-Based Geopolymer Bricks*, **REVISTA DE CHIMIE**, 65, 11, 2014, pp. 1340-1345. ([Corresponding author](#))
- 252.I.G. SANDU, F.A. TENCARIU, D.M. VORNICU, **A.V. SANDU**, A. VORNICU, V. VASILACHE, I. SANDU, *Establishing the Archaeo-Metallurgic Ornamentation Process of an Axe From the Bronze Age by OM, SEM-EDX, and Micro-FTIR*, **MICROSCOPY RESEARCH AND TECHNIQUE**, 77, 11, 2014, pp. 918-927.
- 253.M.G. MINCIUNA, P. VIZUREANU, D.C. ACHITEI, B. GHIBAN, **A.V. SANDU**, D. MARECI, A. BALAN, *Electrochemical behaviour of CoCrMo and CoCrMoSi5 alloys at different simulated physiological mediumm*, **REVISTA DE CHIMIE**, 65, 10, 2014, pp. 1138-1141.
- 254.N.F. SHAHEDAN, M.M.A. BAKRI ABDULLAH, K. HUSSIN, I. SANDU, C.M. RUZAIDI GHAZALI, M. BINHUSSAIN, Z. YAHYA, **A.V. SANDU**, *Characterization and Design of Alkali Activated Binder for Coating Application*, **MATERIALE PLASTICE**, 51, 3, 2014, pp. 258-262. ([Corresponding author](#))
- 255.A.B. AZEEZ, K.S. MOHAMMED, M.M.A. BAKRI ABDULLAH, N.N. ZULKEPLI, **A.V. SANDU**, K. HUSSIN, A. RAHMAT, *Design of Flexible Green Anti Radiation*

- Shielding Material against Gamma-ray*, **MATERIALE PLASTICE**, 51, 3, 2014, pp. 300-308. ([Corresponding author](#))
- 256.C.A. GHIORGHE, S. STOLERIU, G. PANCU, C. TOPOLICEANU, **A.V. SANDU**, S. ANDRIAN, *Changes of the mineral structure in the enamel adjacent to three types of restorative materials after immersion in hydrochloric acid*, **REVISTA DE CHIMIE**, 65, 9, 2014, pp. 1021-1025. ([Corresponding author](#))
- 257.R.A. RAZAK, M.M.A. BAKRI ABDULLAH, K. HUSSIN, K.N. ISMAIL, I.G. SANDU, D. HARDJITO, Z. YAHYA, **A.V. SANDU**, *Assessment on the Potential of Volcano Ash as Artificial Lightweight Aggregates using Geopolymerisation Method*, **REVISTA DE CHIMIE**, 65, 7, 2014, pp. 828-834. ([Corresponding author](#))
- 258.S. STOLERIU, G. IOVAN, G. PANCU, A. GEORGESCU, **A.V. SANDU**, S. ANDRIAN, *In vitro evaluation of acidic beverages effect in dentine and cement, with and without storage in artificial saliva*, **MATERIALE PLASTICE**, 51, 2, 2014, pp. 162 – 166.
- 259.M.R.J. NASIR, N.N. ZULKEPLI, M.M.A. BAKRI ABDULLAH, M.F. OMAR, H. ISMAIL, **A.V. SANDU**, *The Effects of Different Particle Sizes of Recycled Acrylonitrile Butadiene Rubber and its Blend Ratios on Mechanical and Morphological Properties of vNBR/rNBR Blends*, **MATERIALE PLASTICE**, 51, 2, 2014, pp. 201-204. ([Corresponding author](#))
- 260.I. SANDU, O. MIRCEA, **A.V. SANDU**, V. VASILACHE, I.G. SANDU, *Study of the Liesegang Chemical Effects in Antique Bronze Artefacts During Their Stay Within an Archaeological Site*, **REVISTA DE CHIMIE**, 65, 3, 2014, pp. 311-319.
- 261.M.G. MINCIUNĂ, P. VIZUREANU, D.C. ACHIȚEI, N. GHIBAN, **A.V. SANDU**, N.C. FORNA, *Structural Characterization of some CoCrMo Alloys with Medical Applications*, **REVISTA DE CHIMIE**, 65, 3, 2014, pp. 335-338. ([Corresponding author](#))
- 262.C. NEJNERU, P. VIZUREANU, **A.V. SANDU**, A. GRECU, N. CIMPOESU, *Thermal Fatigue of Some Synthetic Hardening Environments with CMC*, **REVISTA DE CHIMIE**, 65, 2, 2014, pp. 194-198.
- 263.D.C. ACHITEI, A.M. MUSTAFA AL BAKRI, A.V. SANDU, P. VIZUREANU, A. ABDULLAH, *On the Fatigue of Shape Memory Alloys*, **KEY ENGINEERING MATERIALS**, Conference **ICAMET 2013**, 594 – 595, 2014, pp. 133-139.
- 264.D.C. ACHIȚEI, P. VIZUREANU, A.A. MINEA, M.M.A. ABDULLAH, M.G. MINCIUNA, A.V. SANDU, *Improvement of Properties of Aluminum Bronze CuAl7Mn3 by Heat Treatments*, **APPLIED MECHANICS AND MATERIALS**, 657, 2014, Conference **IMANE 2014**, pp. 412-416.
- 265.D.C. ACHITEI, A.V. SANDU, A.M. MUSTAFA AL BAKRI, P. VIZUREANU, A. ABDULLAH, *On the Structure of Shape Memory Alloys*, **KEY ENGINEERING MATERIALS**, Conference **ICAMET 2013**, 594 – 595, 2014, pp. 140-145.
- 266.K. AZMI, M.N. DERMAN, A.M. MUSTAFA AL BAKRI, A.V. SANDU, *Cu-SiCp Composites as Advanced Electronic Packaging Materials*, **KEY ENGINEERING MATERIALS**, Conference **ICAMET 2013**, 594 – 595, 2014, pp. 852-856.
- 267.K. AZMI, M.N. DERMAN, A.M.M. AL BAKRI, **A.V. SANDU**, *Thermal expansion behavior of the electroless copper coated Cu-SiCp composites fabricated via the conventional powder metallurgical technique*, **KEY ENGINEERING MATERIALS**, Conference **ICAMET 2013**, 594 – 595, 2014, pp. 857-861.
- 268.Z. YAHYA, M.M.A. AL BAKRI, H. KAMARUDIN, K.N. ISMAIL, **A.V. SANDU**, P. VIZUREANU, R. ABDUL RAZAK, *Chemical and Physical Characterization of Boiler Ash from Palm Oil Industry Waste for Geopolymer Composite*, **REVISTA DE CHIMIE**, 64, 12, 2013, pp. 1408-1412. ([Corresponding author](#))

-
- 269.C.A. GHIORGHE, G. IOVAN, C. TOPOLICEANU, **A.V. SANDU**, S. ANDRIAN, *Comparative study regarding the colorimetric changes of two composite resins after immersion in several beverages and one antibacterial mouthwash*, **REVISTA DE CHIMIE**, 64, 12, 2013, pp. 1436-1440.
- 270.C. TOPOLICEANU, S. STOLERIU, A. GHIORGHE, **A.V. SANDU**, S. ANDRIAN, *Chemical changes of enamel occlusal surfaces affected by incipient dental caries: An EDX study*, **REVISTA DE CHIMIE**, 64, 11, 2013, pp. 1324-1328.
- 271.C. ARNAUȚEANU, S. STOLERIU, G. IOVAN G., **A.V. SANDU**, A.A. ILIESCU, A. SORIN, *Comparative study regarding the impact of saliva on chemical dissolution of enamel induced by various acidic beverages*, **REVISTA DE CHIMIE**, 64, 11, 2013, pp. 1335-1338.
- 272.A.B. AZEEZ, K.S. MOHAMMED, M.M.A. BAKRI ABDULLAH, K. HUSSIN, **A.V. SANDU**, R.A. RAZAK, *The Effect of Various Wastes Materials Contents on the Attenuation Level of Anti-Radiation Shielding Concrete*, **MATERIALS**, 6, 2013, pp. 4836-4846
- 273.A. MOLDOVANU, G. PANCU, S. STOLERIU, A. GEORGESCU., **A.V. SANDU**, S. ANDRIAN, *Study Regarding the Inorganic Component Changes in Remaining Root Dentin after Carious Dentin Removal with Carisolv System*, **REVISTA DE CHIMIE**, 64, 10, 2013, pp.1096-1099.
- 274.S. KUCKOVA, I.C.A. SANDU, M. CRHOVA, R. HYNEK, I. FOGAS, V.S. MURALHA, **A.V. SANDU**, *Complementary cross-section based protocol of investigation of polychrome samples of a 16th century Moravian Sculpture by optical, vibrational and mass spectrometric techniques*, **MICROCHEMICAL JOURNAL**, 110, 2013, pp. 538–544
275. A.M. IZZAT, A.M.M. AL BAKRI, H. KAMARUDIN, L.M. MOGA, G.C. MOHD RUZAIDI, M.T. MUHAMMAD FAHEEM, **A.V. SANDU**, *Microstructural analysis of geopolymer and ordinary portland cement mortar exposed to sulfuric acid*, **MATERIALE PLASTICE**, 2013, 3, pp. 171-174. [\(Corresponding author\)](#)
- 276.A.M. IZZAT, A.M.M. AL BAKRI, H. KAMARUDIN, **A.V. SANDU**, G.C. MOHD RUZAIDI, M.T. MUHAMMAD FAHEEM, L.M. MOGA, *Sulfuric acid attack on ordinary portland cement and geopolymer material*.**REVISTA DE CHIMIE**, 64, 9, 2013, pp. 1011-1014. [\(Corresponding author\)](#)
- 277.**A.V. SANDU**, C. BEJINARIU, G. NEMTOI, I.G. SANDU, P. VIZUREANU, I. IONITA, C. BACIU, *New anticorrosion layers obtained by chemical phosphatation*, **REVISTA DE CHIMIE**, 64, 8, 2013, pp. 825-827. [\(First-author\)](#)
- 278.A.B. AZEEZ, K.S. MOHAMMED, **A.V. SANDU**, A.M.M. AL BAKRI, I.G. SANDU, *Evaluation of Radiation Shielding Properties for Concrete with Different Aggregate Granule Sizes*, **REVISTA DE CHIMIE**, 64, 8, 2013, pp. 899-903. [\(Corresponding author\)](#)
- 279.M.A.A. MOHD SALLEH, M.M.A. AL BAKRI, F. SOMIDIN, **A.V. SANDU**, N. SAUD, H. KAMARUDDIN, S.D. MCDONALD, K. NOGITA, *A Comparative Study of Solder Properties of SN-0.7CU Lead-free Solder Fabricated Via the Powder Metallurgy and Casting Methods*, **REVISTA DE CHIMIE**, 64, 7, 2013, pp. 725-728. [\(Corresponding author\)](#)
- 280.BURUIANA D.L., BORDEI M., **SANDU A.V.**, CHIRCULESCU A.I., SANDU I.G., *Studies on Grit Use in Asphalt Mixtures (II)*, **MATERIALE PLASTICE**, 50, 2, 2013, pp. 113-118.
- 281.A.M. SAVIUC-PAVAL, **A.V. SANDU**, I.M. POPA, I.C.A. SANDU, A.P. BERTEA, I. SANDU, *Colorimetric and microscopic study of the thermal behavior of new ceramic*

- pigments, **MICROSCOPY RESEARCH AND TECHNIQUE**, 76 (6), 2013, pp. 564-571.
- 282.C. ADOMNITEI, D. LUCA, M. GIRTAN, I. SANDU, V. NICA, **A.V. SANDU**, D. MARDARE, *Nb-doped TiO₂ thin films deposited by spray pyrolysis method*, **JOURNAL OF OPTOELECTRONICS AND ADVANCED MATERIALS**, 15, 5-6, 2013, pp. 519 - 522
- 283.E. CHIRILA, M. SUSAN, B.L. GAVRILA, **A.V. SANDU**, *Processing and Characterization of 10TiNiCr180 Tubes with Thin Walls by Drawing in Ultrasound Field*, **REVISTA DE CHIMIE**, 64, 5, 2013, pp. 482-486.
- 284.A.M. MUSTAFA AL BAKRI, H. KAMARUDIN, I.K. NIZAR, **A.V. SANDU**, M. BINHUSSAIN, Y. ZARINA, A.R. RAFIZA, *Design, Processing and Characterization of Fly Ash-Based Geopolymers for Lightweight Concrete Application*, **REVISTA DE CHIMIE**, 64, 4, 2013, pp. 382-387. (Corresponding author)
- 285.RAMBU, A.P., SIRBU, D., **SANDU, A.V.**, PRODAN, G., NICA, V., *Influence of In doping on electro-optical properties of ZnO films*, **BULLETIN OF MATERIALS SCIENCE** 36, 2, 2013, pp. 231-237.
- 286.**A.V. SANDU**, A. CIOMAGA, G. NEMTOI, C. BEJINARIU, I. SANDU, “*SEM-EDX and microFTIR studies on evaluation of protection capacity of some thin phosphate layers*”, **MICROSCOPY RESEARCH AND TECHNIQUE**, 75, 12, 2012, pp. 1711-1716. (First-author)
- 287.S. STOLERIU, G. IOVAN, G. PANCU, A. GEORGESCU, **A.V. SANDU**, S. ANDRIAN, *Study Regarding the Resistance of Enamel and Dentine Affected by Dental Fluorosis to Demineralization Challenge*, **REVISTA DE CHIMIE**, 63, 11, 2012, pp. 1120-1123.
- 288.C.E. CIOMAGA, C.S. OLARIU, L. PADURARIU, **A.V. SANDU**, C. GALASSI, L. MITOSERIU, *Low field permittivity of ferroelectric-ferrite ceramic composites: Experiment and modeling*, **JOURNAL OF APPLIED PHYSICS**, 112, 9, 2012, Article Number: 094103.
- 289.O. MIRCEA, I. SANDU, V. VASILACHE, **A.V. SANDU**, *Study of the atypical formations in the corrosion bulks of an ancient bronze shield, by optical and electron microscopy*, **MICROSCOPY RESEARCH AND TECHNIQUE**, 75, 11, 2012, pp. 1467-1474.
- 290.M. POIANĂ, M. DOBROMIR, **A.V. SANDU**, V. GEORGESCU, *Investigation of Structural, Magnetic and Magnetotransport Properties of Electrodeposited Co–TiO₂ Nanocomposite Films*, **JOURNAL OF SUPERCONDUCTIVITY AND NOVEL MAGNETISM**, 25, 7, 2012, pp. 2377-2387.
- 291.O. MIRCEA, I. SANDU, V. VASILACHE, **A.V. SANDU**, *Research on Atypical Formations from Corrosion Bulks of an Ancient Bronze*, **REVISTA DE CHIMIE**, 63, 9, 2012, pp. 893-899.
- 292.R. SCARLET, L.R. MANEA, I. SANDU, B. CRAMARIUC, **A.V. SANDU**, „*The Influence of the Needle - Collector Distance Upon the Characteristics of the Polyetherimide Nanofibres Obtained by Electrospinning*”, **REVISTA DE CHIMIE**, 63, 8, 2012, pp. 777-782. (Corresponding author)
- 293.M. IRIMIA, F. IACOMI, A.P. RAMBU, **A.V. SANDU**, C. DOROFTEI, I. SANDU, „*Influence of Substrate Temperature on the Properties of Ga Doped ZnO thin Films*”, **REVISTA DE CHIMIE**, 63, 8, 2012, pp. 803-808.
- 294.S.I. TANASE, D. TANASE, **A.V. SANDU**, V. GEORGESCU, *Magnetic Field Effects on Surface Morphology and Magnetic Properties of Co–Ni–N Thin Films Prepared by Electrodeposition*, **JOURNAL OF SUPERCONDUCTIVITY AND NOVEL MAGNETISM**, 25, 6, 2012, pp. 2053-2057.

-
295. **A.V. SANDU**, C. CODDET, C. BEJINARIU, “Study on the chemical deposition on steel of zinc phosphate with other metallic cations and hexamethilen tetramine. I. Preparation and structural and chemical characterization”, **JOURNAL OF OPTOELECTRONICS AND ADVANCED MATERIALS**, 14, 7-8, 2012, 699 - 703. (First-author)
296. **A.V. SANDU**, A. CIOMAGA, G. NEMTOI, C. BEJINARIU, I. SANDU, “Study on the chemical deposition on steel of zinc phosphate with other metallic cations and hexamethilen tetramine. II. Evaluation of corrosion resistance”, **JOURNAL OF OPTOELECTRONICS AND ADVANCED MATERIALS**, 14, 7-8, 2012, 704-708. (First-author)
297. **A.V. SANDU**, C. CODDET, C. BEJINARIU, A Comparative Study on Surface Structure of Thin Zinc Phosphates Layers Obtained Using Different Deposition Procedures on Steel, **REVISTA DE CHIMIE**, 63, 4, 2012, pp. 401-406. (First-author)
298. M. POIANA, L. VLAD, P. PASCARIU, **A.V. SANDU**, V. NICA, V. GEORGESCU, Effects of current density on morphology and magnetic properties of Co-TiO₂ electrodeposited nanocomposite films, **OPTOELECTRONICS AND ADVANCED MATERIALS, RAPID COMMUNICATIONS**, 6 (3-4), 2012, pp. 434-440
299. A.M. SAVIUC-PAVAL, I. SANDU, I.M. POPA, A.V. SANDU, M. BREBU, I.G. SANDU Obtaining and Characterization of New Ceramic Pigments for Polychrome Artistic Elements III. Thermogravimetric analysis, **REVISTA DE CHIMIE**, 63, 3, 2012, pp. 275-284.
300. L. VLAD, **A.V. SANDU**, V. GEORGESCU, The Effects of the Thermal Treatment on the Structural and Magnetic Properties of Zn–Co Alloys Prepared by Electrochemical Deposition, **JOURNAL OF SUPERCONDUCTIVITY AND NOVEL MAGNETISM**, 25, 2012, pp. 469-474.
301. P. PASCARIU, S.I. TANASE, D. PINZARU, **A.V. SANDU**, V. GEORGESCU, Preparation and magnetic properties of electrodeposited [Co/Zn] multilayer films, **MATERIALS CHEMISTRY AND PHYSICS**, 131, 3, 2012, pp. 561–568.
302. A.M. SAVIUC-PAVAL, I. SANDU, I.M. POPA, I.G. SANDU, V. VASILACHE, A.V. SANDU, Obtaining and Characterization of Ceramic Pigments for Polychrome Artistic Elements I. Synthesis and SEM-EDX and μ -FTIR Analysis, **REVISTA DE CHIMIE**, 63, 1, 2012, pp. 40-48.
303. S. STOLERIU, G. IOVAN, A. GEORGESCU, **A.V. SANDU**, M. ROSCA, S. ANDRIAN, Study regarding the effect of acid beverages and oral rinsing solutions on dental hard tissues, **REVISTA DE CHIMIE**, 63, 1, 2012, pp. 68-73
304. F. IACOMI, G. CALIN, C. SCARLAT, M. IRIMIA, C. DOROFTEI, M. DOBROMIR, G.G. RUSU, N. IFTIMIE, **A.V. SANDU**, Functional properties of nickel cobalt oxide thin films, **THIN SOLID FILMS**, 520, 1, 2011, pp. 651-655.
305. S.I. TANASE, D. PINZARU(TANASE), P. PASCARIU, M. DOBROMIR, **A.V. SANDU**, V. GEORGESCU, Effect of nitrogen addition on the morphology, magnetic and magnetoresistance properties of electrodeposited Co, Ni and Co–Ni granular thin films onto aluminum substrates, **MATERIALS CHEMISTRY AND PHYSICS**, 130, 2011, 327– 333.
306. R. BOSINCEANU, F. IACOMI, **A.V. SANDU**, Preparation in situ and characterization of zeolite enclosed nanoparticles, **JOURNAL OF OPTOELECTRONICS AND ADVANCED MATERIALS**, 13, 9-10, 2011, 1095-1100.
307. C. TABACARU, A. CARLESCU, **A.V. SANDU**, M.I. PETCU, F. IACOMI, Effect of Annealing and Gamma Irradiation on Clay Mineral Properties, **REVISTA DE CHIMIE**, București, vol. 62, 4, 2011, pp. 427 – 431.

- 308.D. PINZARU, S.I. TANASE, P. PASCARIU, A.V. SANDU, V. NICA, V. GEORGESCU, *Magnetic properties and giant magnetoresistance effect in [Fe/Pt]_n granular multilayers*, **OPTOELECTRONICS AND ADVANCED MATERIALS – RC**, vol 5, no. 3-4, 2011, pp. 235-241.
- 309.L. CHIRILA, R. BUTNARU, I. SANDU, V. VASILACHE, A.V. SANDU, *Synthesis and Characterization of Some New Premetalated Dyes Based on Cu(II)*, **REVISTA DE CHIMIE**, , București, vol. 62, 3, 2011, pp. 265 – 271.
- 310.C. LUCHIAN, M. NICULAU, V.V. COTEA, N. BILBA, V. COPCIA, A.V. SANDU, *Adsorption of Phenolic Compounds from Wine on Mesoporous MCM-41 Molecular Sieve*, **REVISTA DE CHIMIE**, București, vol. 62, 3, 2011, pp. 287 – 292.
- 311.E.A. PERIANU, I.A. GORODEA, F. GHEORGHIU, A.V. SANDU, A.C. IANCULESCU, I. SANDU, A.R. IORDAN, M.N. PALAMARU, *Preparation of Dielectric Spectroscopy Characterization of A₂MnMoO₆ Double Perovskites*, **REVISTA DE CHIMIE**, București, vol. 62, 1, 2011, pp. 17 – 20.
- 312.I. SANDU, O. MIRCEA, A.V. SANDU, I. SARGHIE, I.G. SANDU, V. VASILACHE, *Non-invasive Techniques in the Analysis of Corrosion Crusts formed on Archaeological Metal Objects*, **REVISTA DE CHIMIE**, București (ISSN 0034 -7752), vol. 61, 11, (2010), pp. 1054 -1058.
- 313.C. BEJINARIU, A.V. SANDU, C. BACIU, I. SANDU, Șt.-L. TOMA, I.G. SANDU, *Sewage Treatment of Subproducts Resulted from Phosphatation of Iron Objects*, in **REVISTA DE CHIMIE**, București (ISSN 0034 -7752), vol. 61, 10, (2010), pp. 961 – 966.
- 314.I. SANDU, M. CHIRAZI, I.G. SANDU, G.I. OLTEANU, M. CANACHE, A.V. SANDU, V. VASILACHE, C. PASCU, *Researches on the NaCl saline aerosols. II. New Artificial Halochamber Characteristics*, in **ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND MANAGEMENT JOURNAL**, Iasi (ISSN 1582-9596), 9, 6, (2010), pp. 1105-1113.
- 315.C. GHERASIMESCU, R. BUTNARU, I. SANDU, A.-C. CIOCAN, A.V. SANDU, *Research concerning the use of fireproof compounds for cotton textile treatment*, in **REVISTA DE CHIMIE**, București (ISSN 0034 -7752), vol. 61, 8, (2010), pp. 728-732.
- 316.I. SANDU, M. CHIRAZI, M. CANACHE, M.T. ALEXIANU, I.G. SANDU, A.V. SANDU, V. VASILACHE, *Researches on the NaCl saline aerosols.I. Natural and Artificial Production Sources and their Implications*, in **ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND MANAGEMENT JOURNAL**, Iasi (ISSN 1582-9596), 9, 6, (2010), pp. 881-888.
- 317.S.I. TANASE, D. TANASE, P. PASCARIU, L. VLAD, A.V. SANDU, V. GEORGESCU, *Tunneling magnetoresistance in Co–Ni–N/Al granular thin films*, **MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING B**, 167 (2010), pp. 119–123.
- 318.D. HUMELNICU, R.I. OLARIU, I. SANDU, I. HUMELNICU, A.V. SANDU, C. ARSENE, *Studies on chemical interferences on uranium (VI) and thorium (IV) reaction with (iso)polioxometalates* în **REVISTA DE CHIMIE**, București (ISSN 0034 -7752), vol. 60, 12, (2009), pp. 1264-1269.
- 319.A.R. IORDAN, M. AIRIMIOAIEI, M.N. PALAMARU, C. GALASSI, A.V. SANDU, C.E. CIOMAGA, F. PRIHOR, L. MITOSERIU, A. IANCULESCU, *In situ preparation of CoFe₂O₄ - Pb(ZrTi)O₃ composites by gel-combustion technique*, **JOURNAL OF THE EUROPEAN CERAMIC SOCIETY (Elsevier)** (ISSN 0955-2219), vol. 29, 13, (2009), p. 2807-2813.
- 320.I. SANDU, O. MIRCEA, I. SARGHIE, A.V. SANDU, *Study of Some Atypical Formations from the Bulk of the Iron Artefacts by Means of the Complementary*

- Analytical Techniques*, în **REVISTA DE CHIMIE**, București (ISSN 0034 -7752), vol. 60, 10, (2009), p. 1012-1020.
- 321.O. MIRCEA, I. SARGHIE, I. SANDU, V. URSACHI, M. QUARANTA, **A.V. SANDU**, The study of some atypical degradation processes of an iron archaeological piece, în **REVISTA DE CHIMIE**, București (ISSN 0034 -7752), vol. 60, 4, (2009), p. 332-336.
- 322.O. MIRCEA, I. SARGHIE, I. SANDU, M. QUARANTA, **A.V. SANDU**, *The study of some textile impressions from the bulk of the iron artefacts by means of the complementary analytical techniques*, în **REVISTA DE CHIMIE**, București (ISSN 0034-7752), vol. 60, 2, (2009), p. 201-207.
- 323.S. STANCIU, L.G. BUJOREANU, I. IONITA, **A.V. SANDU**, A. ENACHE, A structural-morphological study of a Cu(63)Al(26)Mn(11) shape memory alloy, Conference on Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics, and Nanotechnologies IV, **Proceedings of SPIE**, 2009, volume: 7297, article number: 72970C.
- 324.C. NEJNERU, N. CIMPOEȘU, S.STANCIU, P.VIZUREANU, **A.V. SANDU**, *Sea Water Corrosion of Shape Memory Alloy type CuZnAl*, **METALURGIA INTERNATIONAL** (ISSN 1582-2214), 14, 7, (2009), p. 95-99.
- 325.D. HUMENICU, R.I. OLARIU, I. SANDU, N. APOSTOLERSCU, **A.V. SANDU**, C. ARSENE, *New heteropolyoxotungstates and heteropolyoxomolybdates containing radioactive ions (uranyl and thorium) in their structure*, în **REVISTA DE CHIMIE**, București (ISSN 0034-7752), vol. 59, 8 (2008), p. 920 – 925.
- 326.S. STANCIU, L.G. BUJOREANU, B. OZKAL, M.L. OVECOGLU, **A.V. SANDU**, *Study of precipitate formation in Cu–Al–Ni–Mn–Fe shape memory alloys*, **JOURNAL OF OPTOELECTRONICS AND ADVANCED MATERIALS (J.O.A.M.)**, Bucharest, (ISSN 1454 - 4164), vol. 10, nr. 6, 2008, pp. 1365-1369.
- 327.I. CARCEA, C. ROMAN, **A.V. SANDU**, R. CHELARIU, I. SANDU, *Structure and composition disturbances in certain aluminium bronzes*, **METALURGIA INTERNATIONAL** (ISSN 1582-2214), vol. XIII, 3 (2008), p. 14-20.
- 328.I.G. SANDU, S., STOLERIU, I. SANDU, M. BREBU, **A.V. SANDU**, *Autentificarea monedelor antice din bronz prin studiul patinei arheologice. I. Compoziție și structură*, în **REVISTA DE CHIMIE**, București, (ISSN 0034-7752), vol. 56, nr. 10 (2005), p. 981-994.
- 329.I. SANDU, C. PASCU, I.G. SANDU, G. CIOBANU, **A.V. SANDU**, O. CIOBANU, *Obținerea și caracterizarea dispersiilor nanocristaline de NaCl pentru medii trapeutic de tip salin. III. Evaluarea fiabilității aparatului SALIN*, **REVISTA DE CHIMIE**, București, (ISSN 0034-7752), vol.55, nr. 11 (2004), p. 975-982.
- 330.I. SANDU, C. PASCU, I.G. SANDU, G. CIOBANU, **A.V. SANDU**, O. CIOBANU, *Obținerea și caracterizarea dispersiilor nanocristaline de NaCl pentru medii trapeutic de tip salin. II. Analiza in situ a aerosolilor din saline*, **REVISTA DE CHIMIE**, București, (ISSN 0034-7752), vol.55, nr. 10, (2004), p.791-797.
- 331.G. CIOBANU, G. CARJA, O.CIOBANU, I. SANDU, **A. SANDU**, *SEM and EDX studies of bioactive hydroxyapatite coatings on titanium implants*, in **MICRON**, (ISSN 0968-4328), **40**, (1), (2009), p. 143-156.

Proceeding abstract

S. ANDRIAN, S. STOLERIU, G IOVAN, A. GEORGESCU, A.V. SANDU, *The Erosive Effects of Acid Beverages and Oral Antibacterial Solutions on Dental Hard Tissue*, **CARIES RESEARCH**, 45, 2 2011, p. 210

E. Articole publicate în reviste indexate în BDI (SCOPUS & other), Proceedings (77):

1. A.A. Amirul, M. Noorhafiza, M.M. A. Albakri, M.F. Ghazali, S.Z.A. Rahim, M.S. Saleh, A.V. Sandu, Printing parameter optimization of stent length accuracy by using response surface methodology (RSM), **AIP Conference Proceedings** (GREEN DESIGN AND MANUFACTURE 2020 - Malaysia), vol. 2339, 2021, art. 020242.
2. L. Jamaludin, R.A. Razak, M.M.A. Abdullah, A. Kusbiantoro, Z. Yahya, A. Abdullah, A.V. Sandu, Geopolymer coating paste on concrete for photocatalytic performance, **AIP Conference Proceedings** (GREEN DESIGN AND MANUFACTURE 2020 - Malaysia), vol. 2339, 2021, art. 020187. 10.1063/5.0044215
3. P. Lazar, C. Bejinariu, A.M. Cazac, A.V. Sandu, M.A. Bernevig, D.P. Burduhos-Nergis, Phosphate coatings for the protection of steels reinforcement for concrete, **Journal of Physics: Conference Series**, 1960, Article number 0120132021 (ICIR Euroinvent 2021)
4. A. COCHIORCA, V. NEDEFF, N. BARSAN, I. SANDU, E. MOSNEGUTU, D.A. CHITIMUS, A.V. SANDU, O. IRIMIA, *Surface water and groundwater quality evaluation in a mining area*, **Revista de Chimie**, 71, 6, 2020, 124-131.
5. M.E. DASCALU, F. NEDEFF, I. SANDU, E. MOSNEGUTU, A.V. SANDU, J.A. LOPEZ-RAMIREZ, *Ceramic nanofiltration membrane fouling: Application of mathematical modelling to the use of excitation emission matrix spectroscopy*, **Revista de Chimie**, 71, 5, 2020, 330-339.
6. N. BARSAN, D. CAPSA, E. MONEGUTU, V. NEDEFF, I. SANDU, A.D. CHITIMUS, C. TOMOZEI, A.V. SANDU, *Correlations on the air nitrogen oxides pollutant concentration and climatic factors variations in Bacau City*, **Revista de Chimie**, 71, 2, 2020, 358-364.
7. N. BARSAN, A.D. CHITIMUS, O.M. MUSCALU (PLESCAN), F.M. NEDEFF, I. SANDU, E. PARTAL, A.V. SANDU, M. PANAINTE LEHADUS, *Influence of Fertilizers on Soils Used for Oleaginous Crop*, **REVISTA DE CHIMIE**, 71, 1, 2020, 233-238. <https://doi.org/10.37358/RC.20.1.7838>
8. M.C. PERJU, C. NEJNERU, P. VIZUREANU, D.D. BURDUHOS NERGIS, A.V. SANDU, *Microstructural Analysis of Multiple Layer Depositions on Cast Iron Using the Electrosark Deposition Method*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 877, 1, 2020, 012019 (ICIR EUROINVENT 2020, Iasi, Romania).
9. R. AHMAD, M.M.A.B. ABDULLAH, W.N.W. IBRAHIM, A.V. SANDU, P. VIZUREANU, M.S. TENGAH, *Comparison Study on Microstructure Properties of Kaolin Based Geopolymer Ceramics with Addition of UHMWPE under Different Sintering Condition*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 877, 1, 2020, 012015 (ICIR EUROINVENT 2020, Iasi, Romania).
10. I. HAKEM AZIZ, M. MUSTAFA AL BAKRI ABDULLAH, M. ARIF ANUAR MOHD SALLEH, A.V. SANDU, *The Incorporation of Sodium Hydroxide (NaOH) Concentration and CaO-Si Components on Ground Granulated Blast Furnace Slag Geopolymers*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 877, 1, 2020, 012005 (ICIR EUROINVENT 2020, Iasi, Romania).
11. N. ZULKIFLI, M.M.A. BAKRI ABDULLAH, M.A.A. MOHD SALLEH, R. AHMAD, A.V. SANDU, N.A. MOHD MORTAR, *Development of Geopolymer Ceramic as a Potential Reinforcing Material in Solder Alloy: Short review*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 743, 1, 2020, 012023, (FEM 2019, Lodz, Poland).
12. R. AHMAD, W.M. WAN IBRAHIM, M.M.A. BAKRI ABDULLAH, A.V. SANDU, N.A. MOHD MORTAR, N. HASHIM, W.W. AHMAD ZAILANI, *Synthesis and*

- Characterization of Fly ash based Geopolymer Ceramics: Effect of NaOH Concentration*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 743, 1, 2020, 012014, (FEM 2019, Lodz, Poland).
13. N. YONG-SING, L. YUN-MING, M.M.A. BAKRI ABDULLAH, N. HUI-TENG, K. HUSSIN, H.C. YONG, N.A. MOHD MORTAR, A.V. SANDU, *Effect of Solid-to-Liquid Ratio on Thin Fly Ash Geopolymer*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 743, 1, 2020, 012006, (FEM 2019, Lodz, Poland).
 14. R. AHMAD, M. MUSTAFA AL BAKRI ABDULLAH, W. MASTURA WAN IBRAHIM, A.V. SANDU, W. WAZIEN AHMAD ZAILANI, S. NIZAM SHAHRUN NAHAR, *Influence of Solid-To-Liquid Ratio on Properties of Fly Ash Geopolymer Ceramics*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 551, 1, 2020, 012083, (IConGETech 2019 & ICAC 2019, Bangkok, Thailand).
 15. K. ZULKIFLY, H. CHENG YONG, M. MUSTAFA AL BAKRI ABDULLAH, L. YUN MING, A.V. SANDU, S. FATIMAH AZZAHARAN ABDULLAH, *Characterization of Fly Ash and Metakaolin Blend Geopolymers under Ambient Temperature Condition*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 551, 1, 2020, 012086, (IConGETech 2019 & ICAC 2019, Bangkok, Thailand).
 16. A. SYAUQI SAUFFI, W. MASTURA WAN IBRAHIM, M. MUSTAFA AL BAKRI ABDULLA, R. AHMAD, F. AHMAD ZAIDI, A.V. SANDU, SUBAER, *A Review of Carbonate Minerals as an Additive to Geopolymer Materials*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 551, 1, 2020, 012084, (IConGETech 2019 & ICAC 2019, Bangkok, Thailand).
 17. D.P. Burduhos-Nergis, A.V. Sandu, D.D. Burduhos-Nergis, D.C. Darabont, R.I. Comaneci, C. Bejinariu, *Shock Resistance Improvement of Carbon Steel Carabiners Used at PPE*, **MATEC Web of Conferences**, **290**, 2019, Article number 12004, (MSE 2019)
 18. N. Nordin, M.M.A. Abdullah, W.M.N.R.W. Fakri, M.F.M. Tahir, A.V. Sandu, K. Hussin, W.W.A. Zailani, *Exploration on Fly Ash Waste as Global Construction Materials for Dynamics Marketability*, **AIP Conference Proceedings**, Volume 2129, 2019, Article Number 020143, DOI10.1063/1.5118151
 19. C. ARVINTE, A.V. SANDU, D.D. BURDUHOS-NEGRIS, M.A. BERNEVIG SAVA, C. BEJINARIU, *Technical requirements and materials used in firefighters gloves manufacturing*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 572, 1, 2019, 012070 (ICIR EUROINVENT 2019, Iasi, Romania)
 20. N.A. KARIM, C.M.R. GHAZALI, M.M. RAMLI, A.V. SANDU, E. CHIRILA, M.M.A. ABDULLAH, *Optimization of processing parameters for graphitization of oil palm trunk waste at lower heating temperature*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 572, 1, 2019, 012060 (ICIR EUROINVENT 2019, Iasi, Romania).
 21. V. GEANTĂ, I. VOICULESCU, R. STEFANOIU, M. CODESCU, H. KELEMEN, G. PAVEL, A. VLADESCU, A.V. SANDU, *Obtaining and characterisation of high entropy alloys used for medical applications*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 572, 1, 2019, 012023 (ICIR EUROINVENT 2019, Iasi, Romania).
 22. M. NABIALEK, B. JEZ, K. JEZ, P. PIETRUSIEWICZ, K. BLOCH, J. GONDRO, M.M.A.B. ABDULLAH, A.V. SANDU, *Process of magnetizing bulk amorphous alloys Fe₄₃+xCo₂₉-xY₈B₂₀ (x=0 or 5)*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 572, 1, 2019, 012018 (ICIR EUROINVENT 2019, Iasi, Romania).
 23. M.F.A. HASHIM, M.M.A.B. ABDULLAH, A.V. SANDU, A. PUSKAS, Y.M. DAUD, F.F.ZAINAL, M.A. FARIS, HASRI, HARTATI, *Advanced glass reinforced epoxy filled fly ash based geopolymer filler: Preparation and characterization on piping*

- materials*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 572, 1, 2019, 012037 (ICIR EUROINVENT 2019, Iasi, Romania).
24. N. Nordin, M.M.A.B. Abdullah, W.M.N.R.W. Fakri, M.F.M. Tahir, A.V. Sandu, K. Hussin, W.W.A. Zailani, *Exploration on fly ash waste as global construction materials for dynamics marketability*, **AIP Conference Proceedings**, 2129, 2019, 020143 (IConGDM 2019, Jawa Barat, Indonesia)
 25. R.M. SAID, M.A.A. MOHD SALLEH, N. SAUD, M.I.I. RAMLI, A.V. SANDU, *Solidification behavior of Sn Cu based peritectic alloys: A short review*, **SOLID STATE PHENOMENA**, 273 SSP, 2018 pp. 34-39.
 26. M.A. TITU, A.V. SANDU, C. CEOCEA, A.B. POP, S. TITU, A.M. MATIA, *Research on improving water quality using two experimental statistical methods*, **MATEC Web of Conferences**, **178**, 2018, Article number 08014, (IManE 2018)
 27. A.B. POP, M.A. TITU, C. OPREAN, C. CEOCEA, A.V. SANDU, S. TITU, Contributions concerning the possibility of implementing the APQP concept in the aerospace industry, **MATEC Web of Conferences**, **178**, 2018, Article number 08013, (IManE 2018)
 28. N.A. JAYA, M.M.A.B. ABDULLAH, L.Y. LI, A.V. SANDU, K. HUSSIN, L.Y. MING, *Durability of metakaolin geopolymers with various sodium silicate/sodium hydroxide ratios against seawater exposure*, **AIP Conference Proceedings**, 1887, 2017, art. 020063
 29. D.C. ACHIȚEI, P. VIZUREANU, M.G. MINCIUNĂ, M.A.B.A. MOHD, A.V. SANDU, Thermal Processing of a Titanium Alloy for Aeronautical Applications, **MATERIALS SCIENCE FORUM**, Vol. 907, 2017, pp. 214-219;
 30. S.C. FOCSĂNEANU, P. VIZUREANU, A.V. SANDU, M.S. BĂLTATU, *Zirconia dental implant materials*, **MATERIALS SCIENCE FORUM**, Vol. 907, 2017, pp. 99-103;
 31. D.C. ACHITEI, P. VIZUREANU, M.G. MINCIUNA, M.M.A.B. ABDULLAH, A.V. SANDU, The analysis of metallic materials subjected to cycles of thermal and mechanical fatigue, **KEY ENGINEERING MATERIALS**, vol. 700, 2016, pp. 78-85
 32. M.G. MINCIUNA, P. VIZUREANU, D.C. ACHITEI, M.M.A.B. ABDULLAH, A.V. SANDU, Structural analysis of CoCrMoSi6 alloy used in medical applications, **KEY ENGINEERING MATERIALS**, vol. 700, 2016, pp. 86-92.
 33. A.A. AZMI, M.M.A.B. ABDULLAH, C.M.R. GHAZALI, A.V. SANDU, K. HUSSIN, D.A. SUMARTO, A review on fly ash based geopolymer rubberized concrete, **KEY ENGINEERING MATERIALS**, vol. 700, 2016, pp. 183-196.
 34. R. AHMAD, M. M. AL BAKRI ABDULLAH, K. HUSSIN, A.V. SANDU, M. BINHUSAIN, N. A. JAYA, "Effect of Ultra High Molecular Weight Polyethylene (UHMWPE) as Binder and Sintering Temperature in Kaolin Geopolymer Ceramics on Flexural Strength", **MATERIALS SCIENCE FORUM**, Vol. 857, 2016, pp. 412-415.
 35. S. RAMASAMY, K. HUSSIN, M.M.A.B. ABDULLAH, C.M.R. GHAZALI, A.V. SANDU, M. BINHUSAIN, Optical data support on flexural strength of kaolin coated lumber wood via geopolymer technology, **MATERIALS SCIENCE FORUM**, Vol. 857, 2016, pp. 431-436.
 36. S. RAMASAMY, K. HUSSIN, M.M.A.B. ABDULLAH, C.M.R. GHAZALI, A.V. SANDU, M. BINHUSAIN, Correlation between mix design study and flexural strength of kaolin coated lumber wood via geopolymer technology, **MATERIALS SCIENCE FORUM**, Vol. 841, 2016, pp. 34-39.
 37. S. RAMASAMY, K. HUSSIN, M.M.A.B. ABDULLAH, C.M.R. GHAZALI, A.V. SANDU, M. BINHUSAIN, N.F. SHAHEDAN, Adhesiveness of kaolin based coating

- material on lumber wood, **KEY ENGINEERING MATERIALS**, vol. 673, 2016, pp. 47-54.
38. R. AHMAD, M.M.A.B. ABDULLAH, K. HUSSIN, A.V. SANDU, M. BINHUSSAIN, M.I. AHMAD, N. A. JAYA, *The Effect of Solid-To-Liquid Ratio and Temperature on Mechanical Properties of Kaolin Geopolymer Ceramics*, **KEY ENGINEERING MATERIALS**, Vol 660, 2015, pp 23-27
39. F.F. ZAINAL, K. HUSSIN, A. RAHMAT, M.M.A.B. ABDULLAH, S. RIZAM, M.T. SELIMIN, A.V. SANDU, *The Electrical Resistivity of Geopolymer Paste by using Wenner Four Probe Method*, **KEY ENGINEERING MATERIALS**, Vol 660, 2015, pp 28-33
40. N. MAHMED, M.M.A.B. ABDULLAH, A.V. SANDU, P. VIZUREANU, S.P. HANNULA, *Synthesis of Nanosized Silica and Silver-doped Silica Nanoparticles for Heat Transfer Fluids Applications*, **KEY ENGINEERING MATERIALS**, Vol 660, 2015, pp 155-160.
41. S. STOLERIU, S. ANDRIAN, G. PANCU, I. NICA, A.V. SANDU, G. IOVAN, *Study Regarding the Influence of Different Antiseptic Mouthwashes on Surface Roughness of Traditional Glass Ionomer Cements*, **KEY ENGINEERING MATERIALS**, Vol 660, 2015, pp 165-169.
42. P. LAZĂR, C. BEJINARIU, A.V. SANDU, A.M. CAZAC, I.G. SANDU, *Chemical Deposition of Thin Layers on Reinforcing Steel*, **KEY ENGINEERING MATERIALS**, Vol 660, 2015, pp 213-218.
43. O. CORBU, A.M. IOANI, M.M.A.B. ABDULLAH, V. MEIȚĂ, H. SZILAGYI, A.V. SANDU, *The pozzolanic activity level of powder waste glass in comparisons with other powders*, **KEY ENGINEERING MATERIALS**, Vol 660, 2015, pp 237-243.
44. Z. YAHYA, K. HUSSIN, M.M.A.B. ABDULLAH, K.N. ISMAIL, R.A. RAZAK, A.V. SANDU, *The Influence of NaOH Concentration on Molar Ratios of Palm Oil Boiler Ash based Geopolymer*, **APPLIED MECHANICS AND MATERIALS**, Vols. 754-755, 2015, pp 245-250
45. S. STOLERIU, G. IOVAN, M.C. PERJU, A.V. SANDU, S. ANDRIAN, *Study regarding the influence of polymerization mode of light unit on surface microhardness of composite resins*, **APPLIED MECHANICS AND MATERIALS**, Vols. 754-755, 2015, pp. 271-275.
46. C. BEJINARIU, P. LAZĂR, A.V. SANDU, A.M. CAZAC, I.G. SANDU, O. CORBU, *Enhancing properties of reinforcing steel by chemical phosphatation*, **APPLIED MECHANICS AND MATERIALS**, Vols. 754-755, 2015, pp. 310-314.
47. O. CORBU, A. PUSKÁS, A.V. SANDU, A. IOANI, K. HUSSIN, I.G. SANDU, *New Concrete with Recycled Aggregates from Leftover Concrete*, **APPLIED MECHANICS AND MATERIALS**, Vols. 754-755, 2015, pp. 389-394.
48. I. HUȚANU, L. NICA, I. SANDU, V. VASILACHE, A.V. SANDU, *Acrylic Binder Used for the Consolidation of Gilded Surfaces*, **APPLIED MECHANICS AND MATERIALS**, Vols. 754-755, 2015, pp. 624-628.
49. M. MUNTEANU, I. SANDU, V. VASILACHE, A.V. SANDU, M.M.A.B. ABDULLAH, I.C.A. SANDU, *Study of a XVIII-th century triptych: materials and technologies used and conservation state*, **APPLIED MECHANICS AND MATERIALS**, Vols. 754-755, 2015, pp. 644-648.
50. N. FIFINATASHA, M.M.A.B. ABDULLAH, C.M.R. GHAZALI, K. HUSSIN, M. BINHUSSAIN, A.V. SANDU, *Comparison Characterization of Geopolymer Source Materials for Coating Application*, **APPLIED MECHANICS AND MATERIALS**, Vols. 754-755, 2015, pp. 664-670.

51. R AHMAD, M.M.A.B. ABDULLAH, K. HUSSIN, A.V. SANDU, M. BINHUSSAIN, N.A. JAYA, *Fabrication of High Performance Geopolymer Ceramic Part I. Microstructural properties*, **APPLIED MECHANICS AND MATERIALS**, Vols. 754-755, 2015, pp. 698-702.
52. R.A. CRISTACHE, A.V. SANDU, V. VASILACHE, I. SANDU, *Thermal Degradation of a Wood Painting Support From XIXth Century*, **APPLIED MECHANICS AND MATERIALS**, Vols. 754-755, 2015, pp. 703-707.
53. A.M. BUDU, R. CRISTACHE, A.V. SANDU, V. VASILACHE, M.M.A.B. ABDULLAH, Ion SANDU, *Study of Coloured Lakes Used for the Covering of Silver Leaf in Ecclesial Art of the First Half of 19th Century*, **APPLIED MECHANICS AND MATERIALS**, Vols. 754-755, 2015, pp. 714-718.
54. C. BEJINARIU, A.M. CAZAC, M.M.A.B. ABDULLAH, A.V. SANDU, P. LAZAR, *Experimental Determination of Stress and Deformation Pressure in Nanostructuring Copper by Multiaxial Forging Method*, **APPLIED MECHANICS AND MATERIALS**, Vols. 754-755, 2015, pp. 784-788.
55. A. PUSKÁS, O. CORBU, A.V. SANDU, M.M.A.B. ABDULLAH, *Cementitious Composites Using Recycled Waste*, **APPLIED MECHANICS AND MATERIALS**, Vols. 754-755, 2015, pp. 833-837.
56. I.S. GEORGESCU, S.I. URSACHE, E.R. BACIU, D. HRIȚCU, A.V. SANDU, C. BACIU, *The Influence of Spraying Distance on the Chemical Composition of Arc Sprayed Layers*, **APPLIED MECHANICS AND MATERIALS**, Vols. 754-755, 2015, pp. 865-868.
57. P. VIZUREANU, M.G. MINCIUNĂ, D.C. ACHIȚEI, A.V. SANDU, K. HUSSIN, *Mechanical Behaviour of CoCrMo Alloy with Si Content*, **APPLIED MECHANICS AND MATERIALS**, Vols. 754-755, 2015, pp. 1141-1145.
58. D.S.C. HALIN, K.R. AHMAD, K. HUSSIN, I.A. TALIB, A.R. DAUD, M.A.A. HAMID, A.V. SANDU, *Characterization of Cuprous Oxide Thin Films Prepared by Sol-Gel Spin Coating Technique with Different Additives*, **APPLIED MECHANICS AND MATERIALS**, Vols. 754-755, 2015, pp. 1017-1022.
59. D.C. ACHITEI, A.V. SANDU, M.M.A. BAKRI ABDULLAH, P. VIZUREANU, H. KAMARUDIN, *Study on Quenching and Artificial Ageing on Al-Si Alloy*, **MATERIALS SCIENCE FORUM**, Vol. 803, 2015, pp 209-215.
60. A.M. CAZAC, M.M.A. BAKRI ABDULLAH, C. PREDESCU, A.V. SANDU, C. BEJINARIU, *The Experimental Determination of the Friction Stress Between the Semi-Product and the Active Plate at the Multiaxial Forging of Copper*, **MATERIALS SCIENCE FORUM**, Vol. 803, 2015, pp 216-221.
61. M.M.A. BAKRI ABDULLAH, Z. YAHYA, M.F.M. TAHIR, K. HUSSIN, M. BINHUSSAIN, A.V. SANDU, *Fly ash based lightweight geopolymer concrete using foaming agent technology*, **APPLIED MECHANICS AND MATERIALS**, 679, 2014, pp. 20-24.
62. A.B. AZEEZ, K.S. MOHAMMED, M.M.A. BAKRI ABDULLAH, A.V. SANDU, A. RAHMAT, K. HUSSIN, L. JAMALUDIN, *Replacement of Lead by Green Tungsten-brass Composites as a Radiation Shielding Material*, **APPLIED MECHANICS AND MATERIALS**, 679, 2014, pp. 39-44.
63. N. CIORNEI, S. FERARU, I. BULIMESCU, A.V. SANDU, C. MITA, *Influence of type of precursors on the sol-gel synthesis of the LaCoO₃ nanoparticles*, **ACTA CHEMICA IASI**, 22, Issue 1, 2014, pp. 1–12.
64. A.A. KADIR, M.M. AL BAKRI ABDULLAH, A.V. SANDU, A.V., A.L.A. LATIF, K. HUSSIN, *Usage of palm shell activated carbon to treat landfill leachate*,

- INTERNATIONAL JOURNAL of CONSERVATION SCIENCE** (Print ISSN 2067-533X, Online 2067-8223), 5, 1, (2014), p. 117-126;
65. V. VASILACHE, I. SANDU, O. MIRCEA, **A.V. SANDU**, Study on the conservation state of a gilded silver coin from XVth century, discovered in Romania, **INTERNATIONAL JOURNAL of CONSERVATION SCIENCE** (Print ISSN 2067-533X, Online 2067-8223), 4, (SPL.ISS.), (2013), p. 710-714;
66. O. MIRCEA, I. SANDU, V. VASILACHE, **A.V. SANDU**, Applications of Optical Microscopy and Energy-Dispersive X-ray Spectroscopy in the Study of a Pendant from the IIND -IIIRD Century AC, **INTERNATIONAL JOURNAL of CONSERVATION SCIENCE** (Print ISSN 2067-533X, Online 2067-8223), 4, (SPL.ISS.), (2013), p. 701-709;
67. A. M. MUSTAFA AL BAKRI, M. T. MUHAMMAD FAHEEM, **A.V. SANDU**, A. ALIDA, M.A.A. SALLEH, C. M. RUZAIDI, *Microstructure Studies on Different Types of Geopolymer Materials*, **APPLIED MECHANICS AND MATERIALS**, 421, 2013, pp. 384-389.
68. I. SANDU, V. COTIUGA, **A.V. SANDU**, A.C. CIOCAN, G.I. OLTEANU, V. VASILACHE, *New Archaeometric Characteristics for Ancient Pottery Identification*, **INTERNATIONAL JOURNAL of CONSERVATION SCIENCE** (Print ISSN 2067-533X, Online 2067-8223), Al.I.Cuza University of Iasi, 1, 2, (2010), p. 75-82;
69. O. MIRCEA, I. SANDU, I.SARGHIE, **A.V. SANDU**, The Identified Effects of Degradation in Archaeological Artifacts with Overlapped Metals Used in Authentication, **INTERNATIONAL JOURNAL of CONSERVATION SCIENCE** (Print ISSN 2067-533X, Online 2067-8223), Al.I.Cuza University of Iasi, 1, 1, (2010), p. 27-40;
70. M.C. PERJU, P. VIZUREANU, **A.V. SANDU**, The surface modification of cast iron with wolframelectrode by pulsed electricdischarge method, **METALLURGY AND NEW MATERIALS RESEARCHES**, Vol. XXI, No. 2/2013.
71. I.C.A. SANDU, E. MURTA, E. R. NEVES, M.F.C. PEREIRA, **A. V. SANDU**, S. KUCKOVA, A. MAURÍCIO, A comparative interdisciplinary study of gilding techniques and materials in two Portuguese Baroque “talha dourada” complexes, **ESTUDOS DE CONSERVACAO E RESTAURO**, 4, 2012, 47-71
72. **A.V. SANDU**, C. BEJINARIU, A. PREDESCU, I.G. SANDU, C. BACIU, I. SANDU, *New mechanisms for chemical phosphatation of iron objects*, **RECENT PATENT ON CORROSION SCIENCE**, (ISSN 1877-6108), Bentham Science Publishers, Vol. 1, No. 1, June 2011, pp. 33-37.
73. I. SANDU, M. BRÂNZILĂ, O.-G IANCU, I.G. SANDU, V. VASILACHE, **A.V. SANDU**, *The current state of conservation of Romanian stone monuments*, **SCIENTIFIC ANNALS OF THE SCHOOL OF GEOLOGY** (Aristotel University of Thessaloniki, Greece) (ISBN 978-960-9502-02-3), 100, Special Issue, 2010, pp. 421-428;
74. T. VASILACHE, S. GUTT, I. SANDU, V. VASILACHE, Gh. GUTT, M. RASCA, **A.V. SANDU**, *Electrochemical Mechanism of Nickel and Zinc-Nickel alloy Electrodeposition Studied with the Electrochemical Quarz Crystal Microbalance*, **RECENT PATENT ON CORROSION SCIENCE**, (ISSN 1877-6108), Bentham Science Publishers, doi: 10.2174/1877610801002010001, 2, 2010, pp.1 - 6;
75. I. SANDU, N. VOLOVĂȚ, **A.V. SANDU**, *Actual aspects for encouragement of technical creativity*, **INTELLECTUS**, (ISSN 1810-7079), Chișinău, vol. 16, no. 3, 2010, pp. 86 – 92;
76. I. SANDU, I.G. SANDU, **A.V. SANDU**, *The ethic aspects of the intellectual property (II).*, in **INTELLECTUS**, (ISSN 1810-7079), Chișinău, vol. 14, nr. 3, 2008, 86 – 94;
77. I. SANDU, I.G. SANDU, **A.V. SANDU**, *The ethic aspects of the intellectual property (I).*, in **INTELLECTUS**, (ISSN 1810-7079), Chișinău, vol. 14, nr. 2, 2008, 92– 97;

F. Brevete de invenție (42)

1. NEDEFF Valentin; SANDU Andrei Victor; NEDEFF Florin Marian; SANDU Ioan Gabriel; BARSAN Narcis; TĂTARU Laurențiu; SANDU Ion; Process for preparing asymmetrical polymeric membranes with permanent wettability to be used in water ultrafiltration for pharmaceutical and food industry, Patent **RO133608B1**
2. BERNIC Mircea; ȚISLINSKAIA Natalia; BALAN Mihail; VIȘANU Vitali; MELENCIUC Mihail; SANDU Andrei-Victor; PATRAȘ Antoanela, *Process for drying grape seeds*, Patent **MD1578Z/2022**
3. BERNIC Mircea; ȚISLINSKAIA Natalia; BALAN Mihail; VIȘANU Vitali; MELENCIUC Mihail; SANDU Andrei-Victor; ȚURCANU Dinu, *Drying plant for granular products in suspended layer*, Patent **MD1558Z/2022**
4. SANDU I., DEAK G., SANDU I.C.A., MONCEA M.A., SANDU I.G., DUMITRU F.D., SANDU, A.V., MATEI M., PANAITE S., BOBOC M.G., Additivated mortar composition for finishing works in old monuments and process for preparing and applying the same, **RO135116B1/2022**.
5. MIHOC PANTELIMONA; SANDU ION; HONCERIU CEZAR; CHIRAZI MARIN; SANDU ANDREI-VICTOR, Basketball-type game, **RO130548B1/2022**
6. EARAR K., PASCU L.F., SANDU A.V., MATEI M.N., SANDU I., SANDU I.G., Ecological toothpaste with multiple implications, **RO131090 B1/2020**.
7. SANDU Ion; CANACHE Maria; CHIRAZI Marin; SANDU Andrei Victor; MATEI Paul Nicolae; VASILACHE Viorica; MATEI Aurora; SANDU Ioan Gabriel, Artificial halochamber for multiple users and reactivation process, **RO128973B1/2017**
8. SANDU Andrei Victor; BEJINARIU Costică; SANDU Ioan Gabriel; IONIȚĂ Iulian; SANDU Ion; VASILACHE Violeta, Process for anticorrosive phosphating of iron metal pieces, **RO128835B1/2018**
9. EARAR K., SANDU A.V., MATEI M.N., LUPĂȘCU T., SANDU I., Toothpaste and process for its preparation, **MD4453B1/2016**
10. HAGIU B.A., SANDU I., VASILACHE V., TURA V., MANGALAGIU I., MUNGIU O.C., FILOTE C., SANDU A.V., *Process for preparing an oily nanodispersion with regenerative capacity*, Patent **RO127723 (B1), 2016**.
11. SANDU Ion; LUCA Constantin; SANDU Irina Crina Anca; HAYASHI Mikiko; SANDU Ioan-Gabriel; VASILACHE Viorica; SANDU Andrei-Victor, Method for determining normal range of variation of equilibrium moisture content, **RO123644B1/2015**
12. SANDU Ion; CREȚU Anca Monica; LUPĂȘCU Tudor; SIELIECHI Joseph-Marie; KOUAME Innocent-Kouassi; GUIFO Kayem Joseph; SANDU Andrei Victor; VASILACHE Violeta; SANDU Ioan Gabriel; VASILACHE Viorica, Process for water treatment of ground and surface waters, **MD4298C1/2015**
13. SANDU Ion; CANACHE Maria; LUPĂȘCU Tudor; CHIRAZI Marin; SANDU Andrei-Victor; VASILACHE Viorica; SANDU Ioan Gabriel, Artificial halochamber, process for loading and process for reactivation of used salt granules, **MD4239C1/2014**
14. SANDU I., LUPĂȘCU T., SANDU I.C.A., VASILACHE V., SANDU A.V., BOTAN V., *Method for reproducing the picture with reconstructed image*, Patent **MD469 (Y), 2012**.
15. SANDU I., LUPĂȘCU T., SANDU I.C.A., VASILACHE V., SANDU A.V., BOTAN V., *Process for chromatic restoration of lacunary zones of old paintings*, Patent **MD409 (Z), 2012**.
16. HAGIU B.A., SANDU A.V., LUPĂȘCU T., CHIRAZI M., MANGALAGIU I., SANDU I., CIOBANU M., VASILACHE V., *Powder with haemostatic and regenerative*

- properties (variants) and process for the production thereof, Patent MD4117 (B1), 2011.*
17. HAGIU B.A., SANDU I., LUPASCU T., VASILACHE V., TURA V., MANGALAGIU I., SANDU A.V., GONCIAR V., *Process for the obtaining of an injection oil silver nanodispersion, Patent MD4106 (B1), 2011.*
 18. HAGIU B.A., SANDU A.V., TURA V., SANDU I.G., MUNGIU O.C., SANDU I., *Powder having hemostatic, antiseptic, wound-healing and regenerative capacities, Patent RO126087 (B1) , 2011.*
 19. SANDU I.C.A., VASILACHE V., SANDU I., VRINCEANU N., SANDU I.G., CIOCAN A.C., SANDU A.V., *Process for actively preserving old water-soaked wood, Patent RO126102 (B1), 2015.*
 20. SANDU I., STIRBU C.M., CHIRAZI M., STIRBU I.C.; SANDU A.V., *Artificial Halo Chamber For Multiple Users Patent RO 126285.*
 21. SANDU I., STIRBU C.M., STIRBU I.C.; SANDU A.V., *Artificial Microsaline Or Halochamber For Multiple Users, Patent RO 126284.*
 22. SANDU I., CANACHE M., SANDU I.G., SANDU A.V., VASILACHE V. *Artificial Halo Chamber For Multiple Users, Patent RO 126283.*
 23. HAGIU B.A.,TURA V., BALAU-MINDRU T., SANDU I., BALAU-MINDRU I., SANDU A.V., *Composite plaster with nanofibres functionalized with noble metals, Patent RO125083 (B1), 2011.*
 24. SANDU I., CANACHE M., LUPACU T., SANDU I.G., SANDU A.V., VASILACHE V. *Surface artificial halochamber, Patent MD 4040 (B1).*
 25. SANDU I., STIRBU C.M., LUPASCU T., STIRBU I.C., SANDU A.V., *Surface artificial microsalt mine, Patent MD 4039 (B1).*
 26. BEJINARIU C. SANDU, I., VASILACHE V., SANDU, I.G, BEJINARIU M.G., SANDU, A.V., SOHACIU M., VASILACHE, Viorica, *Process for the micro-crystalline phosphate-coating of iron-based metal pieces, Patent RO125457-B1/2014;*
 27. BEJINARIU C. SANDU, I., PREDESCU C., VASILACHE Violeta, MUNTEANU, C., SANDU, A.V., VASILACHE, Viorica, SANDU, I.G., *Process for the crystalline lubricating phosphate-coating of iron-based metal pieces, Patent RO125456-B1/2014;*
 28. SANDU, I.G., SANDU, I., NEACSU, I., STOLERIU, S., SANDU, I.C.A, SANDU, A.V., *Process for the repatination of areas restored by surface passivation of old bronze and brass pieces, Patent RO123077 (B1)/30.09.2010 (Dosar OSIM A00437/10.05.2005);*
 29. SANDU, I., LUPAȘCU, T., SANDU, I. C. A., VASILACHE, V., SANDU, I. G., BOȚAN, V., SANDU, A. V., CIOCAN, A.-C., *Process for ignification and insectofungicization of age-old wood articles of art, Patent MD3986 B1/2009;*
 30. SANDU, I., LUPAȘCU, T., SANDU, I. C. A., VASILACHE, V., SANDU, I. G., BOȚAN, V., SANDU, A. V., CIOCAN, A.-C., *Process for insectofungicization and hydrophobization of age-old wood articles of art, Patent MD3966 B1/2009;*
 31. SANDU, I.G., DIMA, A., SANDU, I., ROIBU, L., SANDU, I.C.A., ROIBU, L.O., SANDU, A.V., *Process for Obtaining Artistic Patina by Chemical Passivation of Iron Parts Surfaces, Patent RO122303/30.03.2009 (Hot. nr. 3/254 din 30.11.2009, Dosar OSIM A00138/17.02.2004);*
 32. SANDU, I.G., DIMA, A., SANDU, I., IOAN, C., SANDU, I.C.A., VASILACHE, M., SANDU, A.V., *Organic Basic Solution for Fixing and Consolidating some Frescoes and Old Ornamental Elements and Process for Obtaining the Same, Patent RO122135 B1/30.01.2009 (Hot. nr. 3/242/30.10.2008, Dosar OSIM 0137/17.02.2004);*
 33. I. SANDU, I., T. LUPASCU, I.C.A. SANDU, C. LUCA, V. VASILACHE, I.G. SANDU, M. HAYASHI, A.V. SANDU, M. CIOBANU, *Method for detemining the*

- normal range of variation of hydric equilibrium*, **Patent MD5651G2/15.07.08** (AGEPI File a 2008 04975/19.05.2008, Owner the Institute for Chemistry of the Academy R. Moldava of Kisinev);
34. I.C.A. SANDU, I. SANDU, T. BOUNEGRU, I.G. SANDU, **A.V. SANDU**, *Method of dating the old cellulose textile materials*, **Patent MD3325G2/31.05.2007** (AGEPI File a2006-0190/17.07.2006, Owner the State University of Kisinev);
 35. I. SANDU, T. BOUNEGRU, I.G. SANDU, A.ALEXANDRU, I.C.A. SANDU, F. DIACONESCU, **A.V. SANDU**, *Process for obtaining a green, opaque, photo- and thermoresistant pigment*, **Patent MD3296G2/30.04.2007** (AGEPI File a2006-0178/21.06.2006, Owner the State University of Kisinev);
 36. I.C.A. SANDU, I. SANDU, I.G. SANDU, **A.V. SANDU**, *Method for the determination of the age of textile cellulosed supports*, **Patent RO121151/30.10.2006**, (OSIM file A00989/2001, Owners the authors);
 37. C. PASCU, I. SANDU, G. CIOBANU, I.G. SANDU, V. VASILE, O. CIOBANU, **A.V. SANDU**, A. PASCU, *Method and device for the determination of the saline aerosols*, **Brevet RO 122349/2008**;
 38. P.GRIEROSU, **I.SANDU**, D.COVARARIU, I.G. SANDU, D. GRIEROSU, **A.V. SANDU**, G. GRIEROSU, I.C.A. SANDU, *Fungicidal and insecticidal fireproof product for wood and process for applying the same*, **Brevet RO 120975/30.10.2006**;
 39. I. SANDU, C. SAPARIUC, I.G. SANDU, T. BOUNEGRU, **A.V. SANDU**, *Mini egg incubator of domestic use*, **Brevet MD 3197/05.12.2006**;
 40. I.G. SANDU, I. SANDU, T. BOUNEGRU, I.C.A. SANDU, **A.V. SANDU**, *Dispersion on base of calcium hydroxide for fixation and strengthening of frescoes, finishes and old ornamental elements of marble, concrete and mortar*, **Brevet MD 3052/04.06.2006**;
 41. I.G. SANDU, I. SANDU, T. BOUNEGRU, I.C.A. SANDU, **A.V. SANDU**, *Process for repatination of old restored bronze and brass articles*, **Brevet MD 3008/31.03.2006**;
 42. I. SANDU, T. BOUNEGRU, I. G. SANDU, G. ROMAN, **A.V. SANDU**, *Procedeu de denocivizare a şlamului albastru rezultat la deferizarea vinurilor*, **Brevet MD: 2.741 F/30.04.2005**.

Dosare de invenție – în evaluare (24)

1. SANDU, I., FORNA, N.C., **SANDU, A.V.**, STOLERIU, G., SANDU, I.G., CHIRAZI, M., DUCEAC, L.D., PETRESCU, M., *Procedeu de obtinere a ceaiurilor aromatate si/sau medicinale instant din pulberi microincapsulate prin atomizare in situ*, **Dosar OSIM A 100764/24nov2022**
2. STOLERIU, G., VOINESCU, D.C., SAPIRA, V., TIUTIUCA C., TIMOFTE D.V., BRANISTEANU D.E., PETRESCU M., **Sandu, A.V.**, *Procedeu pentru tratarea colecțiilor purulente cutanate*, **Dosar OSIM A 100765/24nov2022**
3. FITERMAN A., SANDU, I., SANDU, I.G., **SANDU, A.V.**, MUNTEANU M.O., STOLERIU, S., EARAR, K., BALAN, G., CHIRAZI, M., *Medical device for prevention of COVID 19*, **Dosar OSIM RO136082A2/2021**
4. SANDU, I.G., SANDU, I., **SANDU, A.V.**, VASILACHE, V., VIZUREANU, P., EARAR, K., STIRBU C.M., CRISAN, D.A., CHIRAZI, M., STIRBU C.I., DROB, A., BALAN, G., HONCERIU, C., *Device for generating saline nanoaerosols*, **Dosar OSIM RO135922A2/2021**
5. SANDU, I.G., SANDU, I., **SANDU, A.V.**, VASILACHE, V., VIZUREANU, P., EARAR, K., STIRBU C.M., CRISAN, D.A., CHIRAZI, M., STIRBU C.I., DROB, A.,

- BALAN, G., HONCERIU, C., *Device for continuous generation of bioactive solions*, Dosar OSIM **RO135921A2**/2021
6. STOLERIU, G., BRANISTEANU, D.E., MATEI, M.N., **SANDU, A.V.**, SANDU, I.G., FRATILA, D.N., *Process for preparing a mouthwash for pregnancy gingivitis*, Dosar OSIM **RO135708A2**/2020.
 7. EARAR, K., **SANDU, A.V.**, VIRVESCU, D., SANDU, I., BĂLAN, G.G., SANDU, I.G., FRATILA, D.N., *Mouthwash preparation process*, Dosar Osim **RO135634A2**.
 8. COLBU D.E., SANDU, I., VASILACHE V., SANDU, I.C.A., GHAVIDALESFAHLAN A., COLBU G.; SANDU I.G., COLBU, N., **SANDU, A.V.**, *Process for stopping insecto-fungal attacks in old wooden artifacts*, Dosar OSIM **RO135385A2**
 9. CIUNTU, B.M., TIMOFTE, D.V., SANDU, I., GEORGESCU, S.O., GEORGESCU, A., VASILUȚĂ, C., **SANDU, A.V.**, TOMA, B.F., TOMA, S.L., SANDU, I.G., *Device and process for treatment of esophageal perforations and ruptures*, Dosar OSIM RO135252A2
 10. BALTATU M.S., VIZUREANU P., **SANDU A.V.**, AL BAKRI ABDULLAH M.M., SALLEH M.A.A.M., *Biocompatible alloy and method of producing the same*, PI2019006569/10.11.2019 – Malaysia.
 11. VIZUREANU Petrică, BĂLȚATU Mădălina Simona, **SANDU Andrei Victor**, BERNIC Mircea, BALAN MIHAIL, ALIAJ PE BAZA DE TITAN, nr. 1981, Nr.depozit s 2019 0120/2.12.2019, R. Moldova
 12. GEANTĂ V., VOICULESCU I., ȘTEFĂNOIU R., BINCHICIU H., VIZUERANU P., KELEMEN H., CODESCU M.M., **SANDU A.V.**, BĂLȚATU M.S., MARINESCU V., *High-entropy alloy in FeMoTaTiZr metallurgical system for surgical medical applications and manufacturing technology*, Dosar OSIM RO134978A2
 13. VOICULESCU I., GEANTĂ V., ȘTEFĂNOIU R., KELEMEN H., VIZUREANU P., CODESCU M.M., **SANDU A.V.**, BINCHICIU EMILIA FLORINA, BĂLȚATU M.S., PĂTROI D., *High-entropy alloy of the monbtatizr system microalloyed with yttrium, for medical applications, and consolidation process*, Dosar OSIM RO134977A2
 14. ȘÎRBE GHEORGHE STĂNICĂ; PANAITE SORIN VASILE; SANDU ION; COPCEA DAN MIRCEA; SANDU ANDREI VICTOR; ȘÎRBE OLIMPIU LAURENȚIU; SANDU IOAN GABRIEL; POP OCTAVIAN, *Predosed mortar composition*, Dosar OSIM RO134834A2
 15. ȘÎRBE GHEORGHE STĂNICĂ; PANAITE SORIN VASILE; SANDU ION; COPCEA DAN MIRCEA; SANDU ANDREI VICTOR; ȘÎRBE OLIMPIU LAURENȚIU; SANDU IOAN GABRIEL; POP OCTAVIAN, *Composition for insulating cellular concrete*, Dosar OSIM RO134833A2
 16. IURCOVSCHI COSMIN TUDOR; SANDU ION; VASILACHE VIORICA; SANDU ANDREI VICTOR; SANDU IRINA CRINA ANCA; SANDU IOAN GABRIEL, *Composition and process for wet cleaning of paintings, polychrome artifacts and ancient gilded surfaces*, Dosar OSIM RO134763A2
 17. D.E. COLBU, **I. SANDU**, V. VASILACHE, I.C.A. SANDU, G. COLBU, I.G. SANDU, N. COLBU, A.V. SANDU, *Composition and process for treating old wood artifacts against insects, fungi and water*, **Patent RO1234566 (A2)**, 2020-11-27.
 18. ȚUGUI CĂTĂLIN-ANDREI; VIZUREANU PETRICĂ; **SANDU VICTOR ANDREI**, *Installation for hydroabrasive wear testing of metal materials used in hydraulic machines*, Dosar OSIM **RO135607A2**
 19. MINCIUNA M.G, VIZUREANU P., **SANDU AV.**, ABDULLAH M.M.A.B., SALLEH M.A.A.M., *A METHOD OF PRODUCING A BIOCOMPATIBLE COBALT-BASED ALLOY*, APPLICATION NO: PI 2016703192 Malaysia.

20. ABDULLAH M.M.A.B., GHAZALI C.M.R., HUSSIN K., SHAHEADAN N.F., JAMALUDIN L., RAMASAMY S., BINHUSSAIN M., A. AL-AKEEL, ALOBAILY T., ALHUSSAINI M., SANDU A.V., A Geopolymer Composition For Coating Application, APPLICATION NO: PI 2014702295 Malaysia
21. TOMA Ștefan Lucian, SAVIN Gabi, TOMA Bogdan Florin, BEJINARIU Costica, IONIȚĂ Iulian, VIZUREANU Petrică, BĂDĂRĂU Gheorghe, **SANDU Andrei Victor**, CAZAC Alin, BURDUHOS – NERGIȘ Diana – Petronela, Nozzle system used in electric arc thermal metal spray, Dosar OSIM RO134208A2
22. SANDU Ioan Gabriel, SANDU Ion, **SANDU Andrei-Victor**, EARAR Kamel, VASILACHE Viorica, ȘTIRBU Cătălina – Mihaela, CRIȘAN DABIJA Radu Adrian, CHIRAZI Marin, VLĂDESCU Alina, COTRUȚ Mihai Cosmin, Artificial multi-use self-controlled halochamber in dynamic regime, Dosar OSIM RO134028A2
23. SANDU Ioan Gabriel, SANDU Ion, EARAR Kamel, **SANDU Andrei-Victor**, VASILACHE Viorica, ȘTIRBU Cătălina – Mihaela, CRIȘAN DABIJA Radu Adrian, CHIRAZI Marin, Vlădescu Alina, Cotruț Mihai Cosmin, Vranceanu Maria Diana, Jacuzzi system for thermalism with hydro-/air-massage and halochamber treatments with solions, Dosar OSIM RO134023A2
24. BURDUHOS NERGIȘ Dumitru Doru, VIZUREANU Petrică, CORBU Ofelia-Cornelia, ABDULLAH Mohd Mustafa Al Bakri, **SANDU Victor-Andrei**, Ecological geopolymer based on power-plant ash and glass powder from recycled wastes, for applications in the field of constructions, and process for preparing the same, Patent application **RO134321A2**.