

## **ETAPA A II-A Elaborarea și demonstrarea funcționalității modelului experimental, a tehnologiei de elaborare a noilor materiale inovatoare (nanopulberi de Ti, Zn, Grafen, Ag, Si etc.) cu aplicații în categorii de mortar indicate pentru zidăria clădirilor de patrimoniu**

### **REZUMATUL FAZEI**

Conform Planului de realizare al proiectului în **etapa a II-a, aferentă anului 2021**, au fost planificate și realizate 10 activități, care au avut în vedere realizarea obiectivelor proiectului respectiv: elaborarea și demonstrarea funcționalității modelului experimental, a tehnologiei de elaborare a noilor materiale inovatoare (nanopulberi de Ti, Zn, Grafen, Ag, Si etc.) cu aplicații în categorii de mortar indicate pentru zidăria clădirilor de patrimoniu

Descrierea științifică și tehnică a raportului abordează o prezentare logică, bazată pe expunerea rezultatelor în ordinea realizării din punct de vedere științific, fără a urma cronologia expusă în Planul de realizare. Complexitatea temei și ordinea logica a expunerii favorizează o mai bună înțelegere a demersului științific, astfel într-o primă etapă s-a sintetizat oxidul de grafenă funcționalizat cu Ag, Zn, Ti și fly ash, după un amplu studiu care a avut drept scop selectarea parametrilor optimi de sinteză. S-au obținut pulberi pe bază de oxid de grafenă (GO), combinată cu nanoparticule de argint (GO-Ag,) cu oxid de zinc (GO-ZnO), cu dioxid de titan (GO-TiO<sub>2</sub>) respectiv cu cenusă zburătoare (fly ash), notată (GO-Fly ash) în vederea introducerii acestora în compoziția unor mortare hidraulice experimentale pentru îmbunătățirea unor proprietăți (aderență, efect antibacterian etc), cu posibilitatea de a se utiliza pentru reabilitarea clădirilor de patrimoniu. S-a optat pentru obținerea separată a pulberilor de oxid de grafenă, în vederea introducerii acestora în compoziția mortarelor în proporții diferite cu scopul de a selecta varianta optimă de amestecuri. După efectuarea testului antibacterian pe fiecare oxid de grafenă în parte, s-au ales combinațiile GO-Ag: GO-Fly ash și GO-ZnO: GO:TiO<sub>2</sub>. S-au realizat amestecuri GO-Ag:GO-Fly ash și GO-ZnO: GO:TiO<sub>2</sub> în diferite proporții prezentate în raportul științific. Silanizarea s-a efectuat cu scopul de a îmbunătăți proprietățile fizico-mecanice ale materialului experimental în care se vor introduce. Atât pulberile nesilanizate cât și cele silanizate au fost caracterizate prin: spectrometrie în infraroșu cu transformată Fourier (FTIR) și Scanning Electron Microscopy (SEM) înainte și după procesul de silanizare.

Într-o etapă următoare s-au realizat 4 sarje de mortare (M1-M4), obținute în acord cu standardele în vigoare, cu scopul alegerii rețetei de bază la care s-au adăugat apoi concentrații diferite de GO. Alegerea concentrației optime de oxid de grafenă s-a realizat în funcție de consistența și proprietățile mecanice ale mortarelor. În vederea îmbunătățirii efectului antibacterian dar și a celorlalte proprietăți s-au adăugat combinații și rapoarte diferite de aditivi silanizați.

Caracterizarea mortarelor proaspete s-a realizat prin determinări ale consistenței mortarului proaspăt cu masa de împrăstiere SR EN 1015-3:2005, respectiv prin măsurarea adâncimii de penetrare a conului etalon. Conform standardelor, valorile consistenței tipului de mortar propus ar trebui să aibă valoarea de împrăstiere între (140-200) mm, respectiv (8-9) cm pentru determinarea cu conul etalon. Caracterizarea mortarelor întărite s-a realizat prin: Spectroscopie în Infraroșu cu transformă Fourier (FTIR) pentru identificarea și atribuirea maximelor de absorbție a fiecărei probe de mortar în parte.

S-au determinat proprietățile mecanice (rezistența la compresiune, rezistența la încovoiere și adeziunea la substrat), și s-a folosit rezonanța magnetică nucleară (RMN) pentru determinarea porozității mortarelor. Prin metoda - Brunauer, Emmett & Teller (BET) s-a determinat suprafața specifică și coeficientul de absorbție. Electronică de Baleiaj (SEM) a fost folosită pentru analiza morfologică a suprafețelor. S-au realizat analize microbiologice pentru testarea efectului antibacterian al mortarelor împotriva unor tulpini bacteriene gram-pozitive și gram-negative.

S-a realizat un studiu multicentric care a fost demarat încă din prima etapă prin compararea caracteristicilor mortarele existente pe piață: Tencuiala antiigrasie HYDROMENT, DRYMUR, TENPOR- aditiv pentru tencuieli antiigrasie, Mortar ANTIIGRASIE – ADEPLAST M.A., MAPE – ANTIQUE MC mortar anti-umiditate pentru restaurarea edificiilor istorice, Tencuială deshidratantă MicroPore [28-34].

În prezenta etapă a fost realizat si un studiu bibliografic reflectat parțial în articolul *Study Regarding the Characteristics of the Materials used in the Manufacture of Mortars*, comunicat în cadrul conferinței internationale International Conference on Management Economics and Accounting, editia a XIII-a- **anexa 2**. Totodată s-a realizat un studiu de piață privind identificarea gradului de informare al consumatorilor cu privire la caracteristicile mortarelor existente pe piață. – **anexa 3**.

În cadrul acestei etape, s-au publicat **2 lucrari ISI**, **1 lucrare BDI** si s-au sustinut **2 conferinte** la International Conference on Management Economics and Accounting, a XIII-a ediție, 25-26 nov, 2021, Alba Iulia; , pagina web a contractului: <http://dipam.uab.ro/>

*Pentru etapa urmatoare* ne propunem Validarea prototipului tehnologic și brevetarea tehnologiei de producție și aplicare a noi materiale inovatoare (nanopulberi de Ti, Zn, Grafen, Ag, Si etc.) cu aplicații în categorii de mortar indicat în clădirile de patrimoniu și diseminarea rezultatelor cercetării.

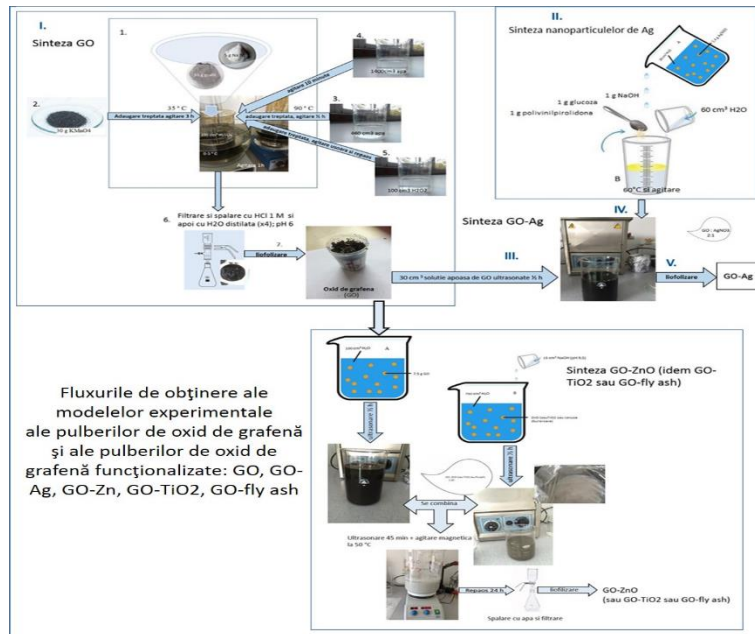
## **REZULTATE**

**A 2.1.** Silanizarea amestecurilor de pulberi - Silanizarea amestecului de pulberi în conformitate cu metodologia dezvoltată de P1. Silanul depus pe nanopulberi s-a identificat prin analiza FTIR și termogavimetrică.

**A 2.2.** S-a realizat un studiu multicentric care a fost demarat încă din prima etapă prin compararea caracteristicilor mortarele existente pe piață: Tencuiala antiigrasie HYDROMENT, DRYMUR, TENPOR- aditiv pentru tencuieli antiigrasie, Mortar ANTIIGRASIE – ADEPLAST M.A., MAPE – ANTIQUE MC mortar anti-umiditate pentru restaurarea edificiilor istorice, Tencuială deshidratantă MicroPore [28-34].

În prezenta etapă a fost realizat un studiu bibliografic reflectat parțial în articolul *Study Regarding the Characteristics of the Materials used in the Manufacture of Mortars*, comunicat în cadrul conferinței internationale International Conference on Management Economics and Accounting, editia a XIII-a [35]- **anexa 2**. Totodată s-a realizat un studiu de piață privind identificarea gradului de informare al consumatorilor cu privire la caracteristicile mortarelor existente pe piață.

**A 2.3.** Elaborarea și demonstrarea funcționalității modelului experimental, a tehnologiei de elaborare a noilor materiale inovatoare (pulberilor de Ti, Zn, Grafen, Ag, Si etc.) cu aplicații în categorii de mortar indicate pentru zidăria clădirilor de patrimoniu – Proiectarea și implementarea modelelor experimentale pentru obținerea nanopulberilor - utilizate pentru obținerea mortarelor pentru tratarea și combaterea umidității în zidărie



**Experimentarea nanopulberilor s-a realizat prin:**

- ✚ **Spectroscopie în infraroșu cu transformă Fourier (FTIR)**
- ✚ **Termogravimetrie/Analiză termică diferențială (TG/DTA)**
- ✚ **Microscopie Electronica de Baleiaj (SEM)**
- ✚ **Spectroscopie UV-Vis**
- ✚ **Analiza antibacteriană**

**A 2.4.** Selectarea parametrilor optimi și caracterizarea (SEM, FTIR) pentru noii precursori și formularea noului material. Obținerea unor combinații și proporții optime de precursori în mortare, silanizarea acestora și caracterizarea acestora (SEM, FTIR, antibacterian);

Spectrele FTIR ale pulberilor de grafenă funcționalizate, ne/silanizate, pun în evidență grupările funcționale specifice ale Ag, ZnO, TiO<sub>2</sub> sau fly ash, atașate pe suprafața foilor de grafen și a silanului în cazul pulberilor silanizate.

S-au pus în evidență maximele corespunzătoare fiecărui spectru în parte. O parte din date au fost publicate [1, 2].

Caracteristicile morfologice și structurale ale pulberilor care conțin grafen au fost observate prin microscopie electronică de scanare (SEM) folosind echipamentul Inspect S (FEI Company, Hillsboro, OR, SUA).

Imaginile SEM pe pulberile de grafenă combinate, confirmă prezența nanoparticulelor de Ag pe foi de grafen, dar și supraîncărcarea lor cu ZnO, TiO<sub>2</sub> respectiv fly ash.

Măsurătorile UV-Vis au fost efectuate folosind un spectrometru UV-VIS Able Jasco V-750 de la Jasco Europe s.r.l. Cremella, Italia. În figura 5 sunt prezentate spectrele UV-VIS pe o parte din pulberile pe baza de GO studiate

În urma analizei UV-VIS, s-au înregistrat vârfuri corespunzătoare tranzițiilor electronice  $\pi$ - $\pi^*$  atribuite legăturilor aromatice C-C și tranzițiilor electronice n- $\pi^*$  atribuite legăturilor C = O și s-au identificat maximele specifice pentru ZnO.

În cadrul analizei microbiologice microorganismele testate au fost: *Streptococcus mutans* ATCC 25175, *Porphyromonas gingivalis* ATCC 33277, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212,

*Escherichia coli* ATCC 25922 și *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Din fiecare tulpină bacteriană crescută timp de 24 de ore pe mediu Nutrient Agar s-a realizat o diluție de 0,5 McFarland în soluție salină sterile.

În urma testului efectuat, a fost observată o inhibare bacteriană la toate probele față de toate tulpinile bacteriene testate. Cele mai mari valori ale diametrului zonei de inhibiție (între 8 și 22 mm).

S-a selectat ca variantă de bază pentru obținerea sarjelor de mortar, varianta M4. Valorile consistențelor (conul etalon), valoarea de împrăștiere și ale rezistențelor mecanice au fost obținute în funcție de compoziția aditivilor pe bază de pulberi de GO din sarjele de mortare. Adaosul aditivilor (silanizati) s-a raportat la cantitatea de var cântărită.

**A 2.5. Proiectarea și implementarea modelului tehnologic-** Proiectarea și implementarea modelului tehnologic experimental pentru obținerea mortarelor inovatoare

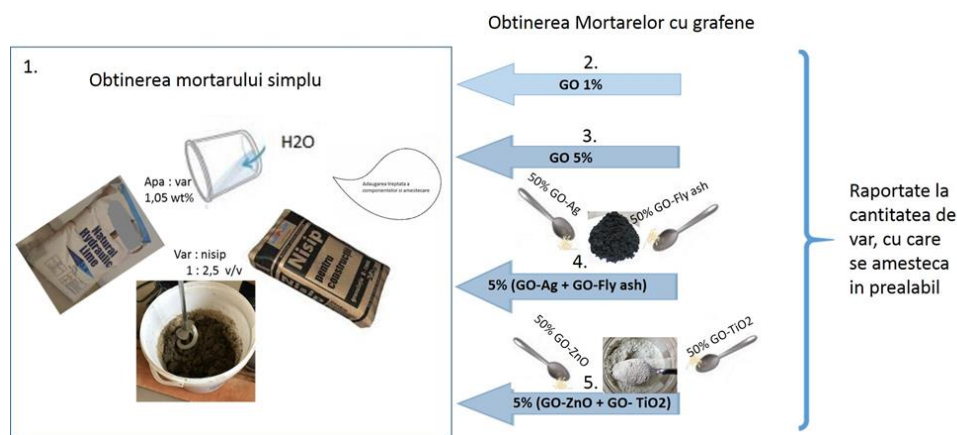
S-a realizat alegerea parametrilor optimi în vederea obținerii mortarului proaspăt și a mortarului întărit – proiectarea modelului tehnologic

Implementarea modelului tehnologic – Alegerea concentrației optime de oxid de grafenă s-a realizat în funcție de consistența și proprietățile mecanice ale mortarelor.



Imagini din procesul de obținere și caracterizare a mortarelor

Fluxul tehnologiei de laborator pentru mortarul de bază (M) și pentru mortarele cu aditivi pe bază de oxizi de GO este redat în schema

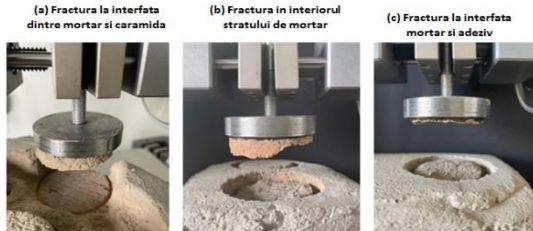


**A 2.6.** Toti aditivii adaugați în mortarele obținute de noi dar și variantele de mortare selectate pentru a fi caracterizate și prin alte metode decat prin testele mecanice, au fost comparate cu datele recente apărute în literatura de specialitate [18-24]. O parte din date au fost publicate [1, 2] în timp ce altele urmeaza să se publice în viitor. Prin adaosul de aditivi pe bază de oxid de grafenă în compozitia pastelor de mortar am reușit să îmbunătățim ușor proprietățile mecanice ale noilor mortare, comparative cu mortarul de referință (pornind de la varul Natural Hydraulic Lime NHL 3.5; Producător: La Banca della Calce Bologna Italy). De asemenea, am reușit să îmbunătățim semnificativ, în unele cazuri, adeziunea la substrat. Adaosul aditivilor pe baza unor amestecuri de

pulberi de GO funcționalizate, conferă un efect antibacterian împotriva anumitor tulpini bacteriene, mortarelor în care acestea sunt încorporate.

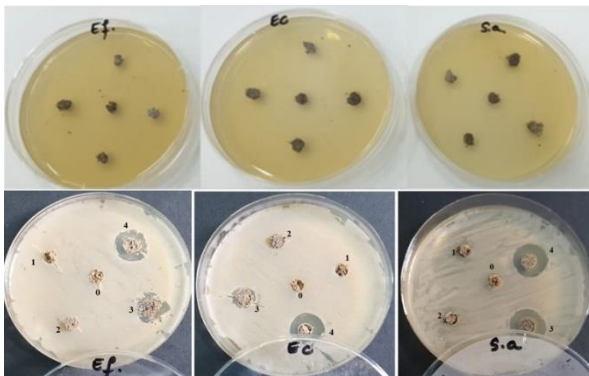
### **A 2.7. Caracterizarea mortarelor – Demonstrarea funcționalității noilor materiale avansate prin analiza fizico-chimică și mecanică. Optimizarea parametrilor**

- ✚ Rezistența la compresiune
- ✚ Rezistență la încovoiere
- ✚ Adeziunea la substrat



Tipuri de fracturi în testul de adeziune.

- ✚ Relaxometrie de rezonanță magnetică nucleară (RMN)
- ✚ Analiza suprafeței specifice și a porozității
- ✚ Determinarea coeficientului de absorbție a apei
- ✚ Analiza morfologică și structurală a suprafeței fragmentelor de mortare prin Microscopie Electronică de Baleiaj (SEM)
- ✚ Efectul antibacterian al mortarelor întărite după 28 de zile



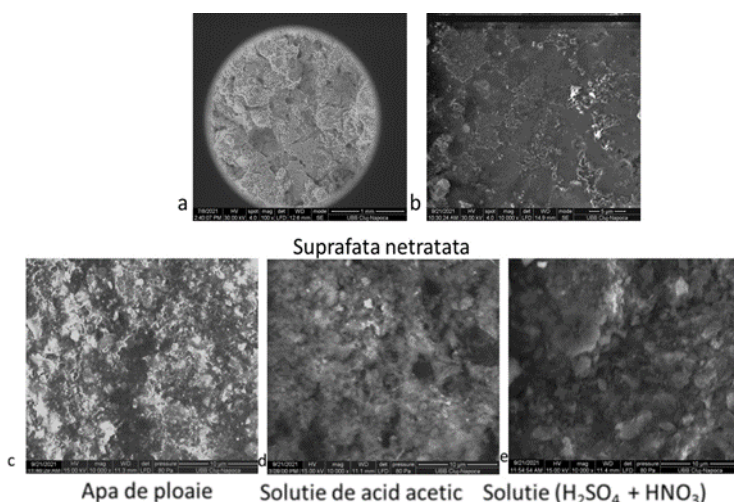
Aplicarea probelor de mortar în godeurile cutiilor Petri inoculate cu diverse tulpini bacteriene de testat la momentul 0 (inițial) și după 24 de ore de la testare

- ✚ **Studiu de acțiune comparativă a nanomaterialelor utilizate în laborator, în probele de material experimental și comercial - operație realizată în cadrul activității**

### **A 2.7. Demonstrarea funcționalității noilor materiale avansate prin analiza fizico-chimică, mecanică și RMN etc. Optimizarea parametrilor;**

Caracterizarea mortarelor proaspete s-a realizat prin determinări ale consistenței mortarului proaspăt cu masa de împrăștiere SR EN 1015-3:2005, respectiv prin măsurarea adancimii de penetrare a conului etalon.

## A 2.8. Studii experimentale pentru testarea efectelor adverse ale materialelor nou dezvoltate



Imagini SEM a) x100, bx 10000 a suprafeței mortarului cu 5% GO înainte de atacul agenților corozivi și c)-d) x10000 după atacul agenților corozivi

## A 2.9. Diseminarea și publicarea rezultatelor

### Publicatii:

1. Doina Prodan, Marioara Moldovan, Gabriel Furtos, Codruța Saroși, Miuța Filip, Ioana Perhaița, Rahela Carpa, Maria Popa, Stanca Cuc, Simona Varvara and Dorin Popa. *Synthesis and characterization of some graphene oxide powders intended to improve the quality of hydraulic mortars*, *Applied Sciences*, 2021, 11, 11330. <https://doi.org/10.3390/app112311330>, Q2, ISSN: 2076-3417; F.I. 2.679;
2. Furtos, G., Molnar, L., Silaghi-Dumitrescu, L., Pascuta, P., Korniejenko, K. (2021). Mechanical and thermal properties of wood fiber reinforced geopolymer composites. *Journal of Natural Fibers*, Q1, 1-16. <https://doi.org/10.1080/15440478.2021.1929655> F.I. 3.56; Funding: This work was supported by the ERANET- LAC-FIBER [ERANET- LAC-FIBER 17/2017]; Polish National Centre for Research and Development [LIDER/31/0168/L-10/18/NCBR/2019]; PN III P2-2.1-PED-2019-3739, no. 565PED/2020].
3. Marica E., Sarb A., Popa M., *Multicentric Comparative Study Regarding the Characteristics of the Materials used in the Manufacture of Mortars*, *Annales Universitatis Apulensis Series Oeconomica*, (in curs de publicare; jurnal BDI), ISSN: 2344-4975 (online), <http://www.oeconomica.uab.ro/colgiu.php?lang=ro>, (2020);

### Participare la conferințe (anexa 4):

1. Marica E., Sarb A., Popa M., *Multicentric Comparative Study Regarding the Characteristics of the Materials used in the Manufacture of Mortars*, comunicare în cadrul International Conference on Management Economics and Accounting, a XIII-a ediție, 25-26 nov, 2021, Alba Iulia;  
*Acknowledgments*: "This work was supported by a grant of MEN-UEFISCDI, Project PN-III-P2-2.1- PED-2019-3739"
2. Popa D., Bostan R., Maican S., Paștiu C., Ivan R., Muntea E., Topor D., *Knowledge of the Characteristics of Masonry Mortars Determinant for the Identification of Compatible Mortars*, comunicare în cadrul International Conference on Management Economics and Accounting, a XIII-a ediție, 25-26 nov, 2021, Alba Iulia;  
*Acknowledgments*: "This work was supported by a grant of MEN-UEFISCDI, Project PN-III-P2-2.1- PED-2019-3739"

## A 2.10. Actualizare pagina web

S-a realizat actualizarea site-ului proiectului <http://dipam.uab.ro/> .

## **Bibliografie:**

1. Doina Prodan, Marioara Moldovan, Gabriel Furtos, Codruța Saroși, Miuța Filip, Ioana Perhaița, Rahela Carpa, Maria Popa, Stanca Cuc, Simona Varvara and Dorin Popa. *Synthesis and characterization of some graphene oxide powders intended to improve the quality of hydraulic mortars*, *Applied Sciences* (<https://www.mdpi.com/journal/applsci>), **Q2**, ISSN: 2076-3417; F.I. 2.679, (trimis spre publicare);
2. Furtos, G., Molnar, L., Silaghi-Dumitrescu, L., Pascuta, P., Korniejenko, K. (2021). Mechanical and thermal properties of wood fiber reinforced geopolymer composites. *Journal of Natural Fibers*, Q1, 1-16. <https://doi.org/10.1080/15440478.2021.1929655> **F.I. 3.56**;
3. Khorrami, S.; Abdollahi, Z.; Eshaghi, G.; Khosravi, A.; Bidram, E.; Zarrabi, A. An improved method for fabrication of Ag-GO nanocomposite with controlled anti-cancer and anti-bacterial behavior; a comparative study. *Scientific reports*. 2019; 9, 1-10./ Mohamed, M.M.; Ghanem, M.A.; Khairy, M.; Naguib, E.; Alotaibi, N.H. Zinc oxide incorporated carbon nanotubes or gra-phene oxide nanohybrids for enhanced sonophotocatalytic degradation of methylene blue dye. *Appl. Surf. Sci.* 2019; 487, 539-549. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.00465>;
4. Brunello, V., Corti, C., Sansonetti, A., Tedeschi, C., & Rampazzi, L. (2019). Non-invasive FTIR study of mortar model samples: comparison among innovative and traditional techniques. *The European Physical Journal Plus*, 134(6), 270;
5. Faria, P., Duarte, P., Barbosa, D., & Ferreira, I. (2017). New composite of natural hydraulic lime mortar with graphene oxide. *Construction and Building Materials*, 156, 1150-1157./ A. Diekamp, R. Stalder, J. Konzett, P.W. Mirwald, Lime Mortar with Natural Hydraulic Components: Characterisation of Reaction Rims with FTIR Imaging in ATR-Mode, *Historic Mortars 7* (2012) 105–113. doi:10.1007/978-94-007-4635-0\_8;
6. Brunello, V., Corti, C., Sansonetti, A., Tedeschi, C., & Rampazzi, L. (2019). Non-invasive FTIR study of mortar model samples: comparison among innovative and traditional techniques. *The European Physical Journal Plus*, 134(6), 270;
7. Pavia S., Treacy E. (2006) - A comparative study of the durability and behaviour of fat lime and feebly-hydraulic lime mortars. *Materials and Structures*, 39(3), 391-398;
8. Veiga M. do R., Fragata A., Velosa A.L., Magalhaes A.C. and Margalha G. (2010) - Lime-based mortars: viability for use as substitution renders in historical buildings. *International Journal of Architectural Heritage*, 4(2), 177-195;
9. SR EN 1015-11:2002 Methods of test for mortar for masonry - Part 11: Determination of flexural and compressive strength of hardened mortar;
10. Amrhein, J.E. *Reinforced Masonry Engineering Handbook*, Fifth Edition Updated, Masonry Institute of America, 1998;
11. Davison, J.I. *Masonry Mortar Canadian Building Digest 163*, National Research Council of Canada, Ottawa Ontario, 1974;
12. Paulina Faria, Paulo Duarte, Davide Barbosa, Isabel Ferreira, New composite of natural hydraulic lime mortar with graphene oxide, *Construction and Building Materials*, **Volume 156**, 15 December 2017, Pages 1150-1157 ;
13. SR EN 1015-12:2001 Methods of test for mortar for masonry - Part 12: Determination of adhesive strength of hardened rendering and plastering mortars on substrates;
14. I. Ardelean, *Rezonanta Magnetica Nucleara pentru ingineri*, Editura U.T. Press, Cluj-Napoca, ISBN: 978-973-662-905-1 (2013);
15. Romero-Hermida, M.I.; Borrero-López, A.M.; Flores-Alés, V.; Alejandro, F.J.; Franco, J.M.; Santos, A.; Esquivias, L. Characterization and Analysis of the Carbonation Process of a Lime Mortar Obtained from Phosphogypsum Waste. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*, 6664. <https://doi.org/10.3390/ijerph18126666>;

16. Faria, P., Duarte, P., Barbosa, D., & Ferreira, I. (2017). New composite of natural hydraulic lime mortar with graphene oxide. *Construction and Building Materials*, 156, 1150-1157 <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.09.072>;
17. Faria, P., Duarte, P., Barbosa, D., & Ferreira, I. (2017). New composite of natural hydraulic lime mortar with graphene oxide. *Construction and Building Materials*, 156, 1150-1157 <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.09.072/>;
18. 35.Li, N.; Chen, X.; Chen, X.; Ding, X.; Zhao, X. Ultrahigh humidity sensitivity of graphene oxide combined with Ag nanopar-ticles. *Rsc Advances*, 2017; 7, 45988-45996, DOI: 10.1039/C7RA06959F;
19. Xiong, G.; Pal, U.; Serrano, J.G.; Ucer, K.B.; Williams, R.T. Photoluminescence and FTIR study of ZnO nanoparticles: the im-purity and defect perspective. *phys. stat. sol. (c)*. 2006; 3, 3577-3581, DOI 10.1002/pssc.200672164;
20. Saranya, M.; Ramachandran, R.; Wang, F. Graphene-zinc oxide (G-ZnO) nanocomposite for electrochemical supercapacitor applications. *J. Sci.: Adv. Mater. Devices*. 2016; 1, 454-460, <https://doi.org/10.1016/j.jsamd.2016.10.001//>
21. Emiru, T F.; Ayele, D.W. Controlled synthesis, characterization and reduction of graphene oxide: A convenient method for large scale production. *Egypt. j. basic appl. sci.* 2017; 4, 74-79. <https://doi.org/10.1016/j.ejbas.2016.11.002//>
22. Patil, A.G.; Bafna, H.R.; More, M.P.; Deshmukh, P.K.; Patil, P.O. Green Synthesis of Graphene Based Silver Nanocomposite for Enhanced Antibacterial Activity against Dental Pathogens. *JSM Nanotechnol. Nanomed.* 2017; 5, 1058//
23. Wan, Y. J., Gong, L. X., Tang, L. C., Wu, L. B., & Jiang, J. X. (2014). Mechanical properties of epoxy composites filled with silane-functionalized graphene oxide. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 64, 79-89 //
24. Gao, Y., Jing, H., Fu, G., Zhao, Z., & Shi, X. (2021). Studies on combined effects of graphene oxide-fly ash hybrid on the workability, mechanical performance and pore structures of cementitious grouting under high W/C ratio. *Construction and Building Materials*, 281, 122578.
25. Muthu, M., & Santhanam, M. (2018). Effect of reduced graphene oxide, alumina and silica nanoparticles on the deterioration characteristics of Portland cement paste exposed to acidic environment. *Cement and Concrete Composites*, 91, 118-137;
26. M. Wang, R. Wang, H. Yao, S. Farhan, S. Zheng, C. Du, Study on the three dimensional mechanism of graphene oxide nanosheets modified cement, *Construct. Build. Mater.* 126 (2016) 730–739;
27. Muthu, M., & Santhanam, M. (2018). Effect of reduced graphene oxide, alumina and silica nanoparticles on the deterioration characteristics of Portland cement paste exposed to acidic environment. *Cement and Concrete Composites*, 91, 118-137;
- 28.\*\*\* *Specificații tehnice –Mortare respirante HYDROMENT*
- 29.\*\*\* *Specificații tehnice - Mortare respirante DRYMUR*
- 30.\*\*\* *Specificații tehnice - Mortare respirante TENPOR*
- 31.\*\*\* *Specificații tehnice - Mortare respirante ADEPLAST MA*
- 32.\*\*\* *Specificații tehnice - Mortare respirante MAPE ANTIQUE MC*
- 33.\*\*\* *Specificații tehnice - Mortare respirante MICROPOR*
- 34.\*\*\* *Specificații tehnice - Mortare respirante DRY – BETON SUPER*
35. Marica E., Sarb A., Popa M., *Multicentric Comparative Study Regarding the Characteristics of the Materials used in the Manufacture of Mortars, comunicare in cadrul International Conference on Management Economics and Accounting, a XIII-a ediție, 25-26 nov, 2021, Alba Iulia;*
- 36.Popa D., Bostan R., Maican S., Paștiu C., Ivan R., Muntea E., Topor D., *Knowledge of the Characteristics of Masonry Mortars Determinant for the Identification of Compatible Mortars, comunicare in cadrul International Conference on Management Economics and Accounting, a XIII-a ediție, 25-26 nov, 2021, Alba Iulia;*



