

STUDII PRIVIND INFLUENȚA VITEZEI DE PRINTARE ȘI A CULORII FILAMENTULUI DE PLA ASUPRA PRECIZIEI DIMENSIONALE ȘI A CALITĂȚII SUPRAFETELOR PROBELOR OBTINUTE PRIN TEHNOLOGIA FFF

Masterand Nicoleta BĂCESCU¹, Masterand Raul Rusalin TURIAC¹

¹ Universitatea Babeș-Bolyai din Cluj-Napoca, Facultatea de Inginerie, Reșița, România

REZUMAT. Lucrarea de față și-a propus să arate în ce măsură viteza de imprimare și culoarea filamentului influențează asupra preciziei dimensionale și a calității suprafețelor produselor realizate din acid polilactic (PLA) prin metoda de printare prin extrudarea filamentului (FFF). În acest scop, probe tipărite din PLA negru și gri cu 30 mm/s și respectiv 50 mm/s au fost examinate cu stereomicroscopul și măsurate cu micrometrul. Rezultatele experimentale au arătat că viteza de imprimare de 50 mm/s este de preferat pentru ambele tipuri de filamente, aceasta conducând la o calitate mai bună a suprafețelor probelor și durate semnificativ mai reduse de fabricație.

Cuvinte cheie: FFF, viteză de imprimare, culoare PLA, precizie dimensională, calitatea suprafeței.

ABSTRACT. This study aimed to demonstrate how the printing speed and the filament color influence the dimensional accuracy and surface quality of products manufactured from polylactic acid (PLA) through the Fused Filament Fabrication (FFF) method. Therefore, samples of black and gray PLA were printed with 30 mm/s and 50 mm/s speeds and were examined by stereomicroscopy and measured with a micrometer. The experimental results showed that the printing speed of 50 mm/s is to be preferred for both types of filaments, as it is leading to an improved surface quality of the printed samples, along with significantly reduced production times.

Keywords: FFF, printing speed, PLA color, dimensional accuracy, surface quality.

1. INTRODUCERE

Tehnologiile de fabricație aditivă (Additive Manufacturing, acronim AM), cunoscute și sub denumirea de metode de imprimare 3D permit construirea de obiecte solide prin depunere de material strat cu strat. În prezent, există mai multe metode de tip AM, care diferă în funcție de modul în care este creat fiecare strat.

Fabricația aditivă prin extrudarea materialului (Fused Filament Fabrication, acronim FFF sau Fused Deposition Modeling, acronim FDM) este cea mai des utilizată metodă de fabricație aditivă, datorită gamei largi de soluții oferite de piață, costului redus al sistemelor de imprimare și a ușurinței de utilizare. Tehnologia are la bază extrudarea materialului lichid print-o duză aflată în interiorul capului de imprimare. Acesta se deplasează atât pe orizontală, cât și pe verticală, depunând astfel materialul strat după strat pe o platformă. Procedul se repetă până la obținerea modelului 3D dorit. Calitatea produsului final obținut cu această tehnologie este influențată de numeroși parametri de proces de natură diferită și interdependenți.

Proprietățile mecanice ale materialelor printate prin metoda FFF au fost subiect de studiu din 1996 [1], în literatura de specialitate existând un număr

impresionant de studii privind influența parametrilor de proces asupra proprietăților mecanice și preciziei dimensionale ale obiectelor printate [2]. Parametrii de proces, care influențează asupra calității și proprietăților reperelor tipărite prin metoda FDM sunt: temperatura duzei [3-8], grosimea stratului [9,6,10-13], orientarea rasterului [14-17], modelul și gradul de umplere [9,14,18,19], poziționarea obiectului tipărit pe masă [15,20-22], temperatura patului de tipărire [23-27], viteza de tipărire [3,25,28-30] și viteza ventilatorului de răcire. Un parametru mai puțin abordat până în prezent în literatura de specialitate este culoarea filamentului de PLA, deși studiile anterioare arată că acest factor de influență nu ar trebui neglijat [8,13,31-33].

Prin lucrarea de față s-a urmărit influența vitezei de printare, precum și a culorii filamentului asupra preciziei dimensionale și a calității suprafețelor probelor confecționate din PLA.

2. METODE ȘI MATERIALE

În vederea punerii în evidență a influenței vitezei de imprimare și a culorii filamentului de PLA asupra preciziei dimensionale și a calității suprafețelor s-au

INFLUENȚA VITEZEI DE PRINTARE ȘI A CULORII FILAMENTULUI DE PLA ASUPRA PRECIZIEI...

utilizat epruvete de tracțiune de tip dogbone, având dimensiunile în conformitate cu prevederile ISO 527-1:2019 (Figura 2.1).

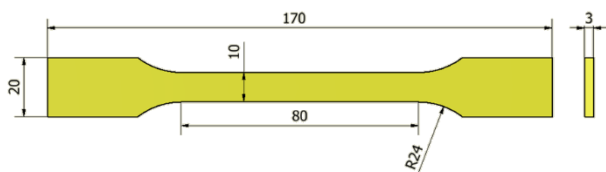


Fig. 2.1. Epruvetă de testare conform ISO 527-1:2019

Modelul 3D al epruvetelor a fost realizat în softul de proiectare SolidWorks 2020 Educational Edition și apoi importat în programul Ultimaker Cura, care a generat codul numeric pentru imprimantă. În Figura 2.2 sunt prezentate schematic etapele de lucru de la momentul modelării epruvetei, până la obținerea piesei finale.

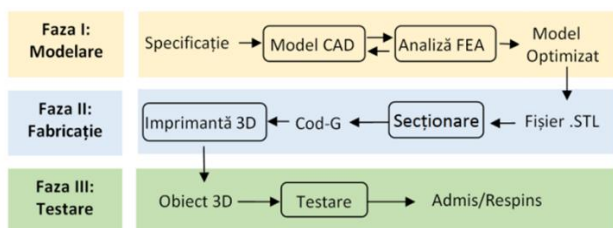


Fig. 2.2. Etapele procesului de printare FDM [34]

Imprimarea 3D a modelului proiectat s-a realizat pe o imprimantă de tip Ultimaker 2+ Connect. În Figura 2.3(a) se prezintă imprimanta, iar în Figura 2.3(b) este redată o imagine din timpul printării unei epruvete.

Materialele folosite în cadrul studiului au fost filamente din PLA produse de firma Verbatim, de culoare neagră și respectiv gri. S-au printat, în total, șase epruvete, câte trei epruvete din fiecare tip de filament. În Tabelul 1 sunt prezentați parametrii de proces recomandați de producător pentru printarea firelor de PLA, precum și câteva caracteristici ale acestora.

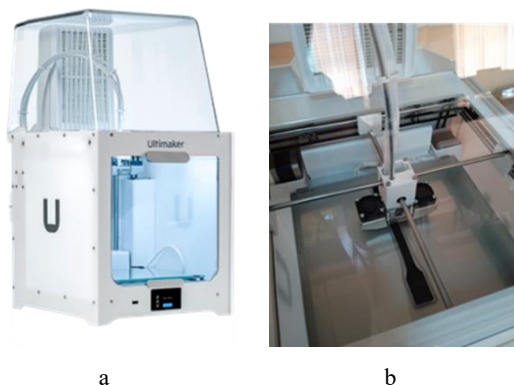


Fig. 2.3. Realizarea epruvetelor: a - imprimanta Ultimaker 2+ Connect [35]; b - imagine din timpul imprimării epruvetelor

Tabelul 1. Informații și recomandări oferite de producătorul firelor PLA utilizate [36,37]

Material	PLA
Diametru filament	2,85 mm
Toleranța	+/-0,05 mm
Greutate netă (filament)	1 kg
Temperatura de topire	168 °C
Temperatura de printare	200-220 °C
Temperatura patului	60 °C
Viteza de imprimare	30 mm/s

Parametrii de proces utilizați pentru imprimarea probelor sunt prezentați în Tabelul 2. Sigurii parametrii variabili au fost viteza de imprimare și culoarea filamentului de PLA.

Tabelul 2. Parametrii de proces utilizați pentru imprimarea probelor

Material	PLA negru și gri
Probe	Epruvete de tracțiune
Diametrul filamentului	2,85 mm
Diametrul duzei	0,4 mm
Temperatura de printare	210 °C
Temperatura patului	60 °C
Grosimea stratului	0,10 mm
Viteza de imprimare	30 mm/s 50 mm/s
Orientare conform ISO/ASTM 52921:2013	YX
Unghiul de raster, θ	45°/-45°
Gradul de umplere	100 %
Numărul liniilor de contur	2

Calitatea suprafețelor a fost evaluată prin examinarea cu ajutorul unui stereomicroscop de tip Leica MZ 7.5, iar precizia dimensională prin măsurători ale lățimii (b , mm) și grosimii (h , mm) probelor în zona calibrată ($L = 80$ mm, Figura 2.1), realizate cu ajutorul unui micrometru digital cu precizia de 0,01 mm.

3. REZULTATE EXPERIMENTALE

3.1. Calitatea suprafețelor

În Figurile 3.1. – 3.4. sunt redată aspectele reprezentative ale suprafețelor probelor negre (Figurile 3.1. și 3.2.) și respectiv gri (Figurile 3.3. și 3.4.), tipărite cu vitezele de imprimare de 30 mm/s și respectiv 50 mm/s. Pentru comparație, în toate cazurile, s-au înregistrat imagini din zona de prindere a epruvetelor, respectiv din cea de trecere spre porțiunea calibrată.

Așa cum se poate observa, în mod evident, atât în cazul probelor negre, cât și al celor gri, viteza de imprimare mai mică (30 mm/s) a condus la obținerea unor suprafețe cu rugozitate mai mare. În plus, în

cazul probelor negre, s-au putut identifica defecte superficiale specifice imprimării la temperaturi prea ridicate (suprafețe ”scămoșate”, Figura 3.1., zonele marcate cu 1).

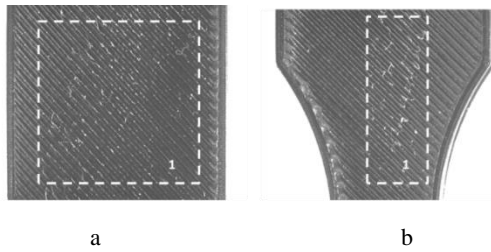


Fig. 3.1. Suprafața epruvetei de tracțiune (PLA negru; $\delta = 0,1$ mm; $v = 30$ mm/s);
a - zona de prindere; b - zona de trecere spre porțiunea calibrată (Mărire: 6,3 x)

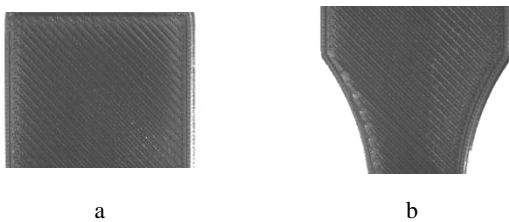


Fig. 3.2. Suprafața epruvetei de tracțiune (PLA negru; $\delta = 0,1$ mm; $v = 50$ mm/s);
a - zona de prindere; b - zona de trecere spre porțiunea calibrată (Mărire: 6,3 x)

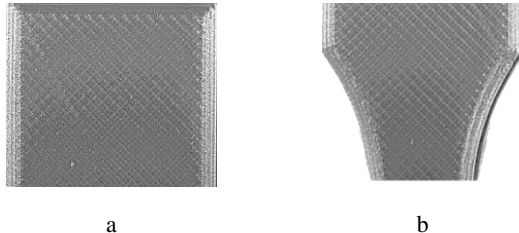


Fig. 3.3. Suprafața epruvetei de tracțiune (PLA gri; $\delta = 0,1$ mm; $v = 30$ mm/s);
a - zona de prindere; b - zona de trecere spre porțiunea calibrată (Mărire: 6,3 x)

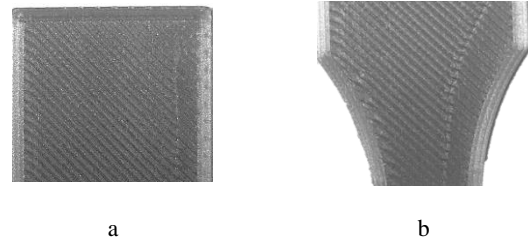


Fig. 3.4. Suprafața epruvetei de tracțiune (PLA gri; $\delta = 0,1$ mm; $v = 50$ mm/s); a - zona de prindere; b - zona de trecere spre porțiunea calibrată (Mărire: 6,3 x)

3.2. Precizia dimensională

Pentru a determina lățimea (b) și grosimea (h) medie a epruvetelor s-au efectuat câte trei măsurători în puncte diferite, situate de-a lungul porțiunii calibrate a epruvetelor. Rezultatele măsurătorilor sunt prezentate în Tabelele 3 - 6, iar abaterile dimensionale sunt vizualizate în Figura 3.5.

Măsurătorile au pus în evidență următoarele:

- în cazul epruvetelor negre, acuratețea dimensională a probelor a fost influențată favorabil de creșterea vitezei de printare, în timp ce, în cazul epruvetelor de culoare gri, efectul a fost invers;
- în cazul filamentului negru, abaterile dimensionale pe direcția perpendiculară pe planul xOy (dimensiunile de tip h) au fost semnificativ mai mari decât cele aferente lățimii probelor (dimensiunile de tip b), în timp ce în cazul probelor de culoare gri acestea au fost comparabile;
- în timp ce epruvetele gri au înregistrat abateri dimensionale la dimensiunea ”b” mai mari decât epruvetele negre, pentru ambele viteze de printare, în cazul dimensiunii ”h” situația a fost exact inversă.

Tabelul 3. Abateri dimensionale - viteza = 30 mm/s (probe negre)

Proba	b					h				
	b ₁ [mm]	b ₂ [mm]	b ₃ [mm]	b _{med} [mm]	Abatere [%]	h ₁ [mm]	h ₂ [mm]	h ₃ [mm]	h _{med} [mm]	Abatere [%]
1	10,02	10,03	10,04	10,03	0,30	3,15	3,16	3,15	3,15	5,11
2	10,01	10,00	9,99	10,00	0,00	3,15	3,13	3,13	3,14	4,56
3	10,15	10,13	10,09	10,12	1,23	3,15	3,19	3,20	3,18	6,00

Tabelul 4. Abateri dimensionale - viteza = 50mm/s (probe negre)

Proba	b					h				
	b ₁ [mm]	b ₂ [mm]	b ₃ [mm]	b _{med} [mm]	Abatere [%]	h ₁ [mm]	h ₂ [mm]	h ₃ [mm]	h _{med} [mm]	Abatere [%]
1	9,98	9,97	10,00	9,98	0,17	3,07	3,10	3,11	3,09	3,11
2	9,97	9,99	10,00	9,99	0,13	3,07	3,08	3,06	3,07	2,33
3	10,00	10,02	9,98	10,00	0,00	3,12	3,14	3,15	3,14	4,56

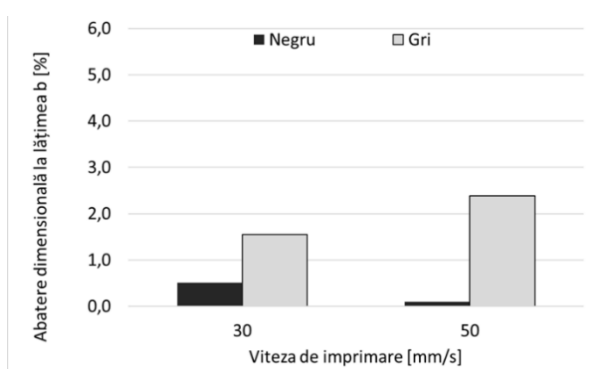
INFLUENȚA VITEZEI DE PRINTARE ȘI A CULORII FILAMENTULUI DE PLA ASUPRA PRECIZIEI...

Tabelul 5. Abateri dimensionale - viteza = 30 mm/s (probe gri)

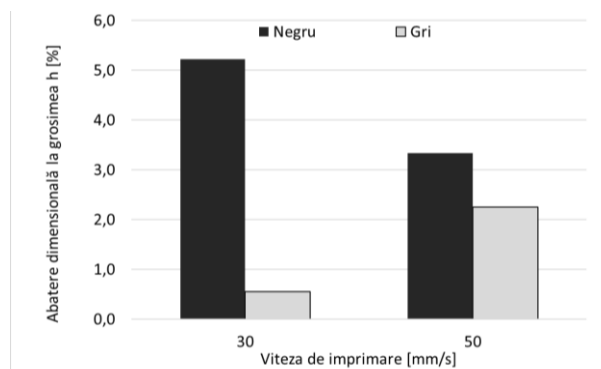
Proba	b					h				
	b ₁ [mm]	b ₂ [mm]	b ₃ [mm]	b _{med} [mm]	Abatere [%]	h ₁ [mm]	h ₂ [mm]	h ₃ [mm]	h _{med} [mm]	Abatere [%]
1	10,15	10,13	10,11	10,13	1,30	2,96	3,00	3,03	2,997	-0,11
2	10,06	10,15	10,13	10,11	1,13	2,94	2,98	3,01	2,977	-0,78
3	10,22	10,21	10,24	10,22	2,23	2,95	2,98	3,00	2,977	-0,78

Tabelul 6. Abateri dimensionale - viteza = 50 mm/s (probe gri)

Proba	b					h				
	b ₁ [mm]	b ₂ [mm]	b ₃ [mm]	b _{med} [mm]	Abatere [%]	h ₁ [mm]	h ₂ [mm]	h ₃ [mm]	h _{med} [mm]	Abatere [%]
1	10,29	10,30	10,30	10,297	2,97	3,07	3,06	3,07	3,067	2,22
2	10,31	10,31	10,31	10,310	3,10	3,08	3,06	3,07	3,070	2,33
3	10,11	10,11	10,11	10,110	1,10	3,06	3,07	3,07	3,077	2,22



a



b

Fig. 3.5. Abaterile dimensionale

a - abaterea pentru lățime; b - abaterea pentru înălțime

3.3. Timpul de producție

În ceea ce privește timpii de producție ai epruvetelor, trebuie să se țină cont de diferiți parametri. Unul dintre principalii parametri, care influențează timpii de producție este viteza de imprimare, după cum reiese și din Tabelul 7.

Tabelul 7. Timpii de producție

Viteză imprimare [mm/s]	Timpul	Consum de material [g]	Lungime fir consumat [m]
30	3h 45min	9	1,08
50	2h 15min	9	1,08

4. CONCLUZII

Insuficiența datelor din literatura de specialitate, precum și complexitatea procesului FDM fac necesare cercetări suplimentare în vederea îmbunătățirii calității și proprietăților produselor confecționate din PLA. Este important să înțelegem măsura în care parametrii de proces influențează mai

mult sau mai puțin asupra calității și performanțelor produsului final. Alegerea setului de parametri este dificilă datorită faptului că unii dintre aceștia sunt în conflict unul cu celălalt. Pentru o alegere optimă este necesar să cunoaștem dependența caracteristicilor produsului de acești parametri, identificându-i pe cei care se pot modifica fără a renunța la obiectivul propus.

În cadrul lucrării de față autorii au încercat să pună în evidență modul în care viteza de imprimare influențează asupra calității suprafețelor și preciziei dimensionale a pieselor din PLA printate prin metoda FFF. Pentru a evidenția strict efectul parametrului analizat, toți ceilalți parametri de proces au fost identici pentru toate probele. Cercetările efectuate au demonstrat următoarele:

- pentru ambele tipuri de PLA (negru și gri), creșterea vitezei de imprimare de la 30 mm/s la 50 mm/s conduce nu numai la scăderea semnificativă a timpului de producție, ci și la îmbunătățirea calității suprafețelor componentelor;
- indiferent de culoarea firului de PLA, precizia dimensională a componentelor printate este influențată de viteza de imprimare. În funcție de culoarea materialului însă, sensul de acțiune este

diferit. Astfel, dacă în cazul PLA-ului negru creşterea vitezei de imprimare duce la îmbunătăţirea preciziei dimensionale a print-urilor, în cazul PLA-ului gri precizia dimensională se înrăutăţeşte la valoarea mai mare a vitezei de tipărire;

- având în vedere răspunsul diferit al probelor printate din PLA de culori diferite la creşterea vitezei de imprimare în ceea ce priveşte precizia dimensională, lucrarea de faţă a pus în evidenţă un şî un fapt adesea neglijat în analizele privind calitatea şî performanţele produselor realizate prin tehnologia FFF din PLA: alături de ceilalţi parametri de proces, tipul şî culoarea filamentului de PLA este un factor influenţial, care nu poate fi neglijat atunci când printarea 3D se aplică pentru a obţine produse finite, nu numai modele.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Fodran E., Koch, M., Menon U., *Mechanical and dimensional characteristics of fused deposition modeling build styles*, International Solid Freeform Fabrication Symposium, 1996
- [2] Cojocaru V., Frunzaverde D., Miclosina C.-O., Marginean G., *The Influence of the Process Parameters on the Mechanical Properties of PLA Specimens Produced by Fused Filament Fabrication—A Review*, *Polymers*, 14(5):886, 2022
- [3] Kuznetsov V.E., Solonin A.N., Tavitev A., Urzhumtsev O., Vakulik A., *Increasing strength of FFF three-dimensional printed parts by influencing on temperature-related parameters of the process*, *Rapid Prototyp. J.*, 26, 107–121, 2020
- [4] Behzadnasab M., Yousefi A.A., Ebrahimibagha D., Nasiri F., *Effects of processing conditions on mechanical properties of PLA printed parts*, *Rapid Prototyp. J.* 26, 381–389, 2020
- [5] Bayraktar O., Uzun G., Cakiroglu R., Guldaz A., *Experimental study on the 3D-printed plastic parts and predicting the mechanical properties using artificial neural networks*, *Polym. Adv. Technol.*, 28, 1044–1051, 2017
- [6] Alafaghani A., Qattawi A., Alrawi B., Guzman A., *Experimental Optimization of Fused Deposition Modelling Processing Parameters: A Design-for-Manufacturing Approach*, *Procedia Manuf.*, 10, 791–803, 2017
- [7] Alafaghani A., Qattawi A., *Investigating the effect of fused deposition modeling processing parameters using Taguchi design of experiment method*, *J. Manuf. Process.*, 36, 164–174, 2018
- [8] Frunzaverde D., Cojocaru V., Ciubotariu C.-R., Miclosina C.-O., Ardeljan D.D., Ignat E.F., Marginean G., *The Influence of the Printing Temperature and the Filament Color on the Dimensional Accuracy, Tensile Strength, and Friction Performance of FFF-Printed PLA Specimens*, *Polymers*. 14(10):1978, 2022
- [9] Farazin A., Mohammadimehr M., *Effect of different parameters on the tensile properties of printed Polylactic acid samples by FDM: Experimental design tested with MDs simulation*, *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 118, 103–118, 2022
- [10] Altan M., Eryildiz M., Gumus B., Kahraman Y., *Effects of process parameters on the quality of PLA products fabricated by fused deposition modeling (FDM): Surface roughness and tensile strength*, *Mater. Test.*, 60, 471–477, 2018
- [11] Bardiya S., Jerald J., Satheeshkumar V., *The impact of process parameters on the tensile strength, flexural strength and the manufacturing time of fused filament fabricated (FFF) parts*, *Mater. Today-Proc.*, 39, 1362–1366, 2021
- [12] Cardoso P.H.M., Teixeira B.N., Calado V.M.D., de Oliveira M.G., Mendonca T.D., Mendonca R.H., de Almeida H.R.O., Cunha M.S., Thire R., *Mechanical and dimensional performance of poly(lactic acid) 3D-printed parts using thin plate spline interpolation*, *J. Appl. Polym. Sci.*, 137, 49171, 2020
- [13] Frunzaverde D., Cojocaru V., Bacescu N., Ciubotariu C.-R., Miclosina C.-O., Turiac R.R., Marginean G., *The Influence of the Layer Height and the Filament Color on the Dimensional Accuracy and the Tensile Strength of FDM-Printed PLA Specimens*, *Polymers*, 15(10):2377, 2023
- [14] Samykano M., *Mechanical Property and Prediction Model for FDM-3D Printed Polylactic Acid (PLA)*, *Arab. J. Sci. Eng.*, 46, 7875–7892, 2021
- [15] Hanon M.M., Marcziş, R., Zsidai L., *Influence of the 3D Printing Process Settings on Tensile Strength of PLA and HT-PLA*, *Period. Polytech-Mech. Eng.*, 65, 38–46, 2021
- [16] Kiendl J., Gao C., *Controlling toughness and strength of FDM 3D-printed PLA components through the raster layout*, *Compos. Pt. B-Eng.*, 180, 107562, 2020
- [17] Hsueh M.H., Lai C.J., Chung C.F., Wang S.H., Huang W.C., Pan C.Y., Zeng Y.S., Hsieh C.H., *Effect of Printing Parameters on the Tensile Properties of 3D-Printed Polylactic Acid (PLA) Based on Fused Deposition Modeling*, *Polymers* 13, 2387, 2021
- [18] Cojocaru V., Frunzaverde D., Miclosina C.-O., *On the Behavior of Honeycomb, Grid and Triangular PLA Structures under Symmetric and Asymmetric Bending*, *Micromachines*, 14(1):120, 2023
- [19] Torres J., Cole M., Owji A., DeMastry Z., Gordon A.P., *An approach for mechanical property optimization of fused deposition modeling with polylactic acid via design of experiments*, *Rapid Prototyp. J.*, 22, 387–404, 2016
- [20] Corapi D., Morettini G., Pascoletti G., Zitelli C., *Characterization of a Polylactic acid (PLA) produced by Fused Deposition Modeling (FDM) technology*, *Procedia Struct. Integr.*, 24, 289–295, 2019
- [21] Stoica C.R., Maier R., Istrate A., Mandoc A.C., *Assessment of Static Mechanical Properties of Additively Manufactured Polylactic Acid (PLA) on Entry-Level FDM 3D Printer*, *Mater. Plast.*, 58, 176–184, 2021
- [22] Gabor C., Pop M.A., Magli D., Bedo T., Munteanu S.I., Munteanu D., *The optimization of the production procedure in relation to the mechanical properties of additively manufactured parts*, *Mater. Today-Proc.*, 19, 1008–1013, 2019
- [23] Benwood C., Anstey A., Andrzejewski J., Misra M., Mohanty A.K., *Improving the Impact Strength and Heat Resistance of 3D Printed Models: Structure, Property, and Processing Correlations during Fused Deposition Modeling (FDM) of Poly(Lactic Acid)*. *ACS Omega* 3, 4400–4411, 2018
- [24] Luzanin O., Movrin D., Stathopoulos V., Pandis P., Radusin T., Guduric V., *Impact of processing parameters on tensile strength, in-process crystallinity and mesostructure in FDM-fabricated PLA specimens*, *Rapid Prototyp. J.*, 25, 1398–1410, 2019
- [25] Vanaei H., Shirinbayan M., Deligant M., Raissi K., Fitoussi J., Khelladi S., Tcharkhtchi A., *Influence of process parameters on thermal and mechanical properties of polylactic acid fabricated by fused filament fabrication*, *Polym. Eng. Sci.*, 60, 1822–1831, 2020

INFLUENȚA VITEZEI DE PRINTARE ȘI A CULORII FILAMENTULUI DE PLA ASUPRA PRECIZIEI...

- [26] Harris M., Potgieter J., Archer R., Arif K.M., In-process thermal treatment of polylactic acid in fused deposition modelling. *Mater. Manuf. Process.*, 34, 701–713, 2019
- [27] Wach R.A., Wolszczak P., Adamus-Wlodarczyk A., *Enhancement of Mechanical Properties of FDM-PLA Parts via Thermal Annealing*, *Macromol. Mater. Eng.*, 303, 9, 2018
- [28] Chacon J.M., Caminero M.A., Garcia-Plaza E., Nunez P.J., *Additive manufacturing of PLA structures using fused deposition modelling: Effect of process parameters on mechanical properties and their optimal selection*, *Mater. Des.* 124, 143–157, 2017
- [29] Khosravani M.R., Reinicke T., *Effects of raster layout and printing speed on strength of 3D-printed structural components*, Proceedings of the 1st European-Structural-Integrity-Society (ESIS) Virtual European Conference on Fracture (ECF), Virtual, 29 June–1 July 2020, pp. 720–725, 2020
- [30] Kuznetsov V.E., Tavtiov A.G., Urzhumtsev O.D., Mikhailin M.V., Moiseev A.I., *Hardware Factors Influencing Strength of Parts Obtained by Fused Filament Fabrication*, *Polymers* 11, 1870, 2019
- [31] Muammal M. Hanon, László Zsidai, Quanjin Ma, *Accuracy investigation of 3D printed PLA with various process parameters and different colors*, *Materials Today: Proceedings*, 2020
- [32] B. Wittbrodt e J.M. Pearce, *The Effects of PLA Color on Material Properties of 3-D Printed Components*, *Additive Manufacturing* 8 p110-116, 2015
- [33] Valerga A.P., Batista M., Puyana R., Sambruno A., Wendt C., Marcos M., *Preliminary study of PLA wire colour effects on geometric characteristics of parts manufactured by FDM*. Elsevier B.V., *Procedia Manufacturing* 13, p924–93, 2017
- [34] <https://www.tuiasi.ro/wp-content/uploads/2020/06/Rezumat-Teza-Mazurchevici-Andrei-Danut-FINAL.pdf> (accesat în data de 18.03.2023)
- [35] <https://shop3d.ca/products/ultimaker-2-connect> (accesat în data de 18.03.2023)
- [36] <https://www.verbatim.ro/ro/prod/verbatim-pla-filament-2-85mm-1kg-black-55327/> (accesat în data de 20.03.2023)
- [37] <https://www.verbatim.ro/ro/prod/verbatim-pla-filament-2-85mm-1kg-silver-55329/> (accesat în data de 20.03.2023)

Despre autori

Masterandă Nicoleta BĂCESCU

Universitatea Babeș-Bolyai din Cluj-Napoca, Facultatea de Inginerie, Reșița, România

Studentă masterandă în anul II, specializarea Concepția și Testarea Sistemelor Mecanice – CTSM. Membră a Centrului de Cercetări în Hidraulică Automatizări și Procese Termice – CCHAPT din cadrul Facultății de Inginerie din Centrul universitar al UBB din Reșița. Participări la conferințe și premii obținute: *Aplicații ale Mecanicii Statice în Tehnică* – EMING 2019 (Premiul 1); *Aplicații ale Mecanicii Cinematice în Tehnică* – EMING 2019 (Premiul 2); *Probleme generale legate de ergonomia locului de muncă ale studenților în timpul orelor online* – EMING 2021 (Premiul 1); *Considerații privind comportamentul la încovoiere al structurilor tip fagure* – SSING 2022 (Premiul 3); *Aspecte privind comportamentul la încovoiere al structurilor celulare tip „grid”* – EMING 2022 (Premiul 3); *Studii privind influența condițiilor ambientale asupra preciziei dimensionale a probelor tipărite prin tehnologia FFF din PLA și ABS* - EMING 2023 (Premiul 1); *Dependence of the Temperature Field on the Number of Simultaneously FDM-Printed PLA Samples* - DEMI 2023; *Influence of the layer thickness and the filament color on the surface finish of PLA samples printed by FDM* - DEMI 2023; *Studii privind influența vitezei de printare și a culorii filamentului de PLA asupra preciziei dimensionale și a calității suprafețelor probelor obținute prin tehnologia FFF* – SSING 2023 (Premiul 3); Publicații: *The Influence of the Layer Height and the Filament Color on the Dimensional Accuracy and the Tensile Strength of FDM-Printed PLA Specimens* - *Polymers* (IF = 5, Q1), 2023, 15, 2377. WOS:000997089300001; <https://doi.org/10.3390/polym15102377>.

Masterand Raul Rusalin TURIAC

Universitatea Babeș-Bolyai din Cluj-Napoca, Facultatea de Inginerie, Reșița, România

Student masterand în anul II, specializarea Concepția și Testarea Sistemelor Mecanice – CTSM. Membru al Centrului de Cercetări în Hidraulică Automatizări și Procese Termice – CCHAPT din cadrul Facultății de Inginerie din Centrul universitar al UBB din Reșița. Participări la conferințe și premii obținute: *Aplicații ale Mecanicii Statice în Tehnică* – EMING 2019 (Premiul 1); *Aplicații ale Mecanicii Cinematice în Tehnică* – EMING 2019 (Premiul 2); *Probleme generale legate de ergonomia locului de muncă ale studenților în timpul orelor online* – EMING 2021 (Premiul 1); *Transumanismul* – EMING 2021 (Premiul 2); *Considerații privind comportamentul la încovoiere al structurilor tip fagure* – SSING 2022 (Premiul 3); *Cercetări privind influența numărului de epruvete tipărite simultan prin metoda FDM și a culorii firului de PLA asupra rezistenței la tracțiune* – EMING 2022 (Premiul 1); *Aspecte privind comportamentul la încovoiere al structurilor celulare tip „grid”* – EMING 2022 (Premiul 3); *Studii privind influența condițiilor ambientale asupra preciziei dimensionale a probelor tipărite prin tehnologia FFF din PLA și ABS* - EMING 2023 (Premiul 1); *Dependence of the Temperature Field on the Number of Simultaneously FDM-Printed PLA Samples* - DEMI 2023; *Influence of the layer thickness and the filament color on the surface finish of PLA samples printed by FDM* - DEMI 2023; *Studii privind influența vitezei de printare și a culorii filamentului de PLA asupra preciziei dimensionale și a calității suprafețelor probelor obținute prin tehnologia FFF* – SSING 2023 (Premiul 3). Publicații: *The Influence of the Layer Height and the Filament Color on the Dimensional Accuracy and the Tensile Strength of FDM-Printed PLA Specimens* - *Polymers* (IF = 5, Q1), 2023, 15, 2377. WOS:000997089300001; <https://doi.org/10.3390/polym15102377>