

EVALUAREA TEHNOLOGIILOR DE IMPRIMARE 3D PENTRU PROTOTIPAREA RAPIDĂ ȘI DEZVOLTAREA DE PRODUSE

GHINDĂ Vadim, student, Specialitatea: TI

Academia de Studii Economice din Moldova

Str. Bănulescu Bodoni 59, Republica Moldova, mun. Chișinău

e-mail: ghinda.vadim@ase.md

Abstract. *In recent years, 3D printing has gained immense popularity due to its ability to create prototypes and develop products quickly, cost-effectively, and in a shorter time compared to traditional technologies. As a result, a research study titled "Evaluation of 3D printing technologies for rapid prototyping and product development" has been conducted to assess the performance of various 3D printing technologies available in the market and identify the most effective practices to utilize them for the rapid prototyping and product development process. To attain its goal, the research employed a variety of research methods such as document analysis, interviews with subject matter experts, and case studies of companies utilizing 3D printing technologies. The key findings of this research endeavor revealed the strengths and weaknesses of various 3D printing technologies concerning their cost-effectiveness, speed, precision, quality, and flexibility. Furthermore, the study also identified the most effective best practices for utilizing these technologies to facilitate rapid prototyping and product development. The outcomes of this research hold significant value in comprehending the potential of 3D printing technologies and their relevance in the rapid prototyping and product development process. The research findings can guide product development companies and institutions in utilizing 3D printing technologies effectively, while also enabling them to identify the best practices that can be implemented to optimize their operations. The results of this study are not only useful for these entities but can also benefit researchers working towards the advancement of printing technologies in the 3D printing field.*

Keyword : 3D printing, prototype, FDM, SLA

CLASIFICAREA JEL: O32

INTRODUCERE

O importanță majoră în domeniul dezvoltării de produse inovative o reprezintă etapa de cercetare și evaluare cu ajutorul tehnologiilor de imprimare 3D. Aceasta permite o prototipare mai rapidă și dezvoltare de produse noi în termeni mult mai restrânși. Prin acest studiu ne propunem să efectuăm o analiză și să evaluăm performanțele tehnologiilor de imprimare 3D disponibile pe piață pentru a oferi o perspectivă clară asupra capacităților lor.

Obiectivele acestui proiect sunt:

1. Evaluarea tehnologiilor de imprimare 3D disponibile pe piață și identificarea avantajelor și dezavantajelor acestora în ceea ce privește prototiparea rapidă și dezvoltarea de produse.
2. Compararea tehnologiilor de imprimare 3D în ceea ce privește costul, viteza, precizia, calitatea și flexibilitatea.
3. Identificarea aplicațiilor și limitărilor tehnologiilor de imprimare 3D pentru diferite tipuri de produse și materiale.
4. Identificarea celor mai bune practici pentru utilizarea tehnologiilor de imprimare 3D în prototiparea rapidă și dezvoltarea de produse.
5. Propunerea de recomandări și sugestii pentru utilizarea eficientă a tehnologiilor de imprimare 3D în cadrul companiilor și instituțiilor care se ocupă de dezvoltarea de produse.

Aceste obiective sunt importante pentru a asigura utilizarea eficientă a tehnologiilor de imprimare 3D în ceea ce privește prototiparea rapidă și dezvoltarea de produse. Prin înțelegerea avantajelor și dezavantajelor diferitelor tehnologii de imprimare 3D, se poate identifica tehnologia

potrivită pentru o anumită aplicație sau produs, ceea ce poate duce la o creștere a eficienței și productivității în procesul de dezvoltare a produsului.[1]

TEHNOLOGII DE IMPRIMARE 3D

Imprimarea 3D (fabricație aditivă) permite crearea obiectelor 3D prin suprapunerea de straturi de material. Această tehnologie a generat o transformare în diverse industrii (inginerie, arhitectură, medicină, design) prin avantaje precum: reducerea costurilor și timpului pentru prototipare și producție, personalizarea produselor, diminuarea deșeurilor și inovații în design.

Studiul vizează evaluarea tehnologiilor de imprimare 3D (FDM, SLA, SLS etc.) pentru a îmbunătăți prototiparea rapidă și dezvoltarea de produse. Obiectivele includ analiza și compararea tehnologiilor, evaluarea performanțelor, costurilor și timpului pentru prototipare, identificarea criteriilor de selecție și prezentarea unor exemple de succes în dezvoltarea de produse.

Principalele Tehnologii de imprimare 3D sunt:

- *Fused Deposition Modeling* (FDM sau Fused Filament Fabrication) este accesibil și versatil, dar are o precizie și rezoluție mai scăzută.
- *Stereolitografie* (SLA) are o precizie și rezoluție superioară, fiind ideal pentru prototipuri cu detalii fine, dar costisitor și cu materiale limitate.
- *Selective Laser Sintering* (SLS) permite imprimarea structurilor complexe și pieselor funcționale, dar este costisitor și are viteza redusă de imprimare.
- *Digital Light Processing* (DLP) oferă o precizie și rezoluție comparabile cu SLA, dar poate fi mai rapid; are costuri ridicate și materiale limitate.
- *Selective Laser Melting* (SLM) produce piese metalice cu geometrie complexă și rezistență ridicată, dar are costuri ridicate și necesită mediu inert.

Alte tehnologii emergente sunt următoarele:

- a. Imprimarea 3D cu bioceramică - potențial uriaș în medicina regenerativă și ingineria țesuturilor.
- b. Imprimarea 3D multiaxială (4D și 5D) - obiecte care se auto-asamblează sau își schimbă forma în funcție de factori externi.
- c. Imprimarea 3D cu nanotehnologie - rezoluție și precizie superioară, materiale cu proprietăți unice.
- d. Imprimarea 3D hibridă - combină tehnologii de imprimare și procese de fabricație pentru eficiență și flexibilitate sporită.

MATERIALE UTILIZATE ÎN IMPRIMAREA 3D

Există multe materiale folosite în imprimarea 3D, dar cele mai frecvent utilizate materiale includ:

- PLA (acid polilactic) - Acesta este un material termoplastic biodegradabil derivat din resurse regenerabile precum amidonul de porumb și trestia de zahăr. Este ușor de imprimat și utilizat pe scară largă în imprimarea 3D.
- ABS (Acilonitril Butadien Stiren) - ABS este un material termoplastic durabil care poate fi folosit pentru a imprima piese puternice și rezistente. Este folosit în mod obișnuit în piese de automobile, jucării și aparate electrocasnice.
- PET (tereftalat de polietilenă) - PET este un material termoplastic puternic și ușor utilizat în mod obișnuit în sticlele de apă și recipientele pentru alimente. De asemenea, este folosit în imprimarea 3D pentru rezistența și durabilitatea sa.
- Nailon - el este un material puternic și flexibil utilizat în imprimarea 3D pentru durabilitatea și rezistența la uzură. Este folosit în mod obișnuit în piesele care trebuie să reziste la solicitări grele, cum ar fi angrenajele și balamalele.

- TPU (poliuretan termoplastic) - TPU este un material flexibil și asemănător cauciucului utilizat pentru imprimarea pieselor care trebuie să fie moi și flexibile, cum ar fi husele de telefon și tălpile pantofilor.

- Metal - imprimarea 3D se poate face și cu materiale metalice, cum ar fi oțel inoxidabil, titan și aluminiu. Aceste materiale sunt folosite pentru a produce piese de înaltă rezistență pentru industria aerospațială și auto, printre altele.

Alegerea materialelor folosite în imprimarea 3D depinde de aplicația și cerințele specifice ale produsului imprimat. Pe lângă cele enumerate mai sus, mai sunt utilizate un șir de materiale care sunt în fază de experimentare sau utilizate mai rar. Acestea includ:

- Filament de lemn - el este un amestec de PLA și particule de lemn care poate fi folosit pentru a crea obiecte cu o textură și un aspect asemănător lemnului.

- Materiale alimentare - unele imprimante 3D sunt capabile să utilizeze materiale alimentare precum ciocolata, brânza și aluatul pentru a crea obiecte comestibile.

- Celule vii - imprimantele 3D pot fi, de asemenea, folosite pentru a imprima celule vii, permițând crearea de țesuturi și organe biologice pentru aplicații medicale.

- Fibră de carbon - acesta este un material de înaltă rezistență utilizat în mod obișnuit în industria aerospațială și auto.

- Grafen - este un material foarte puternic și ușor care poate fi folosit în imprimarea 3D pentru a produce piese de înaltă performanță pentru o varietate de aplicații.

- Materiale reciclate - unele imprimante 3D sunt capabile să folosească materiale reciclate, cum ar fi sticle de plastic și materiale reziduale, pentru a crea obiecte noi.

Spectrul materialelor pentru utilizare în imprimare este în continuă explorare pentru a descoperi potențialul care îl pot avea pentru o gamă largă de aplicații în viitor.

APLICAȚII ÎN PROTOTIPARE ȘI DEZVOLTAREA DE PRODUSE

Există multe direcții pentru aplicarea tehnologiei de imprimare 3D, iar în ultima perioadă observăm o extindere a domeniilor.

Industria aeronautică și aerospațială beneficiază de imprimarea 3D pentru prototipare și dezvoltare de produse, oferind piese complexe și ușoare. Aceasta include prototiparea componentelor aeronautice, producerea pieselor de motor avansate și imprimarea sateliților și a componentelor rachetelor.

Imprimarea 3D revoluționează medicina și ortopedia prin dezvoltarea de produse personalizate pentru pacienți, cum ar fi implanturi dentare, proteze și dispozitive medicale.

Industria automobilelor profită de tehnologiile de imprimare 3D pentru prototipare rapidă, piese de schimb personalizate și serii limitate de vehicule personalizate.

În industria de producție și design de produs, imprimarea 3D facilitează dezvoltarea prototipurilor funcționale, personalizarea produselor și producția de volum mic.

În arhitectură și construcții, imprimarea 3D oferă avantaje în eficiență, costuri și personalizare prin modelarea arhitecturală, construcția de locuințe, componente prefabricate și restaurarea monumentelor.

Alte aplicații și cazuri de utilizare relevante includ proiectarea de îmbrăcăminte și încălțăminte, imprimarea de componente electronice și proiectarea de ambalaje.

EVALUAREA ȘI ALEGEREA TEHNOLOGIEI POTRIVITE

Evaluarea imprimării 3D pentru prototipare și dezvoltarea de produse scoate în evidență potențialul revoluționar al tehnologiei, dar și provocările pe care le implică. Concluziile și recomandările includ:

1. Abordarea echilibrată în aplicarea imprimării 3D, ținând cont de limitările tehnice, precum rezoluția, precizia și costurile.

2. Analiza proprietăților mecanice ale materialelor disponibile și colaborarea cu experți pentru a depăși provocările.
3. Îmbunătățirea controlului calității și repeatabilității în procesul de imprimare 3D, prin monitorizare riguroasă și optimizare.
4. Evaluarea rentabilității investiției în imprimarea 3D și combinarea cu metodele tradiționale de fabricație, când este adecvat.
5. Promovarea colaborării între industrii și instituții de cercetare pentru dezvoltarea de noi tehnologii și materiale.
6. Prioritizarea educației și formării specialiștilor în domeniul imprimării 3D, pentru a facilita adoptarea tehnologiei în diverse industrii.
7. Încurajarea stabilirii unor standarde și norme internaționale pentru imprimarea 3D, pentru a asigura calitatea și siguranța produselor.
8. Considerarea aspectelor de mediu, aplicând principiile economiei circulare și promovând reciclarea și reutilizarea materialelor.

Prin adoptarea acestor măsuri, imprimarea 3D poate avea un impact semnificativ asupra prototipării rapide și dezvoltării de produse în viitor.

CONCLUZII/RECOMANDĂRI

Înainte de a alege o tehnologie de imprimare 3D, este esențial să se evalueze factorii de decizie precum cost, timp, calitate, material și complexitate. Un studiu de caz care compară tehnologii precum FDM, SLA, DLP, SLS și MJF poate fi efectuat pentru a analiza caracteristicile fiecărei tehnologii în funcție de acești factori. Alegerea tehnologiei potrivite se bazează pe cerințele specifice ale prototipului sau produsului finit, resursele și bugetul disponibile și timpul disponibil pentru dezvoltarea produsului.

Imprimarea 3D oferă beneficii precum rapiditate, flexibilitate, personalizare și sustenabilitate, însă prezintă și limitări tehnice și provocări legate de proprietățile mecanice ale materialelor și produselor imprimate. Limitările tehnice includ rezoluția, precizia, viteza de producție și costurile. Provocările legate de proprietățile mecanice includ uniformitatea variabilă a materialelor, defectele interne și controlul calității și repeatabilitatea în procesul de imprimare 3D.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE:

1. <https://www.alltechbuzz.net/ro/rapid-prototyping-in-industrial-production-and-its-advantages/> (accesat 28.02.2023)
2. <https://www.twi-global.com/locations/romania/ce-facem/intrebari-frecvente-faq/ce-este-prototiparea-rapida> (accesat 10.03.2023)
3. Ursu, V., & Ghiță, M. (2016). Tehnologia imprimării 3D și aplicațiile acesteia în industria aeronautică. *Revista Științelor Tehnice și Tehnologiilor de Aviație*, 3(1), 32-41.
4. Stănescu, M., & Stănescu, A. (2017). Imprimarea 3D în procesele de producție. *Revista Științelor Tehnice și Tehnologiilor de Aviație*, 4(1), 41-48.
5. Gibson, I., Rosen, D., & Stucker, B. (2015). *Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing*. Springer.
6. Wohlers, T., & Caffrey, T. (2021). *Wohlers Report 2021: 3D Printing and Additive Manufacturing State of the Industry*. Wohlers Associates, Inc.

Coordonator științific: CATRUC Adriana, asist. univ.
Academia de Studii Economice din Moldova
Str. Bănulescu Bodoni 59, Republica Moldova, mun.Chișinău
Email: catruc@ase.md