



Domeniul fundamental : Științe Inginerești  
Domeniul de specialitate : Inginerie industrială

# **TEZĂ DE ABILITARE**

## **- REZUMAT -**

**Aplicații ale tehnologiilor de printare 3D în domeniul  
industrial și medical**

**Conf. Dr. Ing. Răzvan Ioan PĂCURAR**  
**Facultatea de Inginerie Industrială, Robotică și Managementul Producției**  
**Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca**

**- Cluj-Napoca -**  
**2022**

Teza de abilitare intitulată **“Aplicații ale tehnologiilor de printare 3D în domeniul industrial și medical”** este structurată pe șase capitole, ea cuprinzând principalele realizări și contribuții științifice, profesionale și academice ale autorului, de la finalizarea tezei de doctorat, împreună cu direcțiile viitoare profesionale și de cercetare avute în vedere de autor.

**Primul capitol al tezei de abilitare**, intitulat **“Realizări științifice, profesionale și academice”** prezintă așadar în sinteză principalele rezultate obținute de către autor în cadrul proiectelor instituționale și de cercetare majore în care acesta a activat în calitate de director de proiect sau membru cheie în echipa de cercetare. Sunt evidențiate dincolo de rezultatele practice și inovative care au fost obținute și lista de lucrări științifice relevante care au fost publicate ca rezultate ale acestor cercetări dezvoltate și obținute în domeniul printării 3D, aceste rezultate având aplicabilitate practică imediată atât în domeniul industrial, cât și în domeniul medical.

**Capitolul doi al tezei de abilitare**, intitulat **“Cercetări reprezentative privind dezvoltarea unor aplicații în domeniul industrial folosind tehnologii de printare 3D”** prezintă mai în detaliu câteva din cercetările reprezentative care au fost dezvoltate de către autor în cooperare cu diferiți parteneri de prestigiu proveniți din mediul industrial. Astfel sunt prezentate o serie de cercetări care au fost desfășurate în premieră absolută în țara noastră privind conceperea, fabricația și testarea unor elemente active de matriță pentru injectat materiale plastice (cercetare realizată în cooperare cu firma Plastor SA din Oradea, respectiv firma SLM Solutions GmbH din Germania), proiectarea și optimizarea topologică a unei componente de avion de tip AIRBUS realizată prin topire selectivă cu laser SLM (în cooperare cu firma SLM Solutions GmbH din Germania), precum și o serie de cercetări ce au fost realizate privind conceperea unor piese turnate în matrițe ceramice fabricate prin metoda de printare 3D Binder Jetting, cu aplicabilitate în domeniul feroviar (în cooperare cu firma Benninger Guss din Elveția).

**Capitolul trei al tezei de abilitare**, intitulat **“Cercetări reprezentative privind dezvoltarea unor aplicații în domeniul medical folosind tehnologii de printare 3D”** prezintă o serie de cercetări inovative ce au fost realizate de către autor în cadrul Centrului Național de Fabricație Rapidă Inovativă al Departamentului Ingineria Fabricației (Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca) privind conceperea, fabricarea și testarea unor structuri celulare integrate în cadrul unor modele de implanturi ce au fost ulterior fabricate prin diferite procedee de fabricație prin printare 3D, cum ar fi topirea selectivă cu laser (Selective Laser Melting – SLM), fabricația prin depunere de material topit (Fused Deposition Modeling - FDM) sau sinterizarea selectivă cu laser (Selective Laser Sintering – SLS). Rezultatele prezentate în cadrul acestui capitol scot în evidență utilitatea unor astfel de metode de fabricație avansate în rezolvarea unor probleme de natură chirurgicală și nu numai, astfel de metode putând fi utilizate și în vederea realizării unor orteze medicale personalizate prin printare 3D.

**Capitolul patru al tezei de abilitare**, intitulat **“Cercetări reprezentative privind dezvoltarea unor soluții personalizate privind calibrarea și testarea unor subansamble și materiale noi pentru procesele de printare 3D”** continuă pe aceeași linie ca și precedentele capitole, evidențiind în plus față de ce s-a prezentat deja în capitolele anterioare, nevoia dezvoltării unor noi tipuri de materiale sau procese de fabricație ce au la bază printarea 3D. Sigur, acest lucru implică o serie de cercetări, așa cum au fost evidențiate în acest capitol, cercetări ce țin nu doar de proiectarea și realizarea de noi subansamble, dar și conceperea și realizarea unor piese calibru și proceduri de calibrare ale echipamentelor de printare 3D, acestea depinzând la rândul lor de o serie de factori cum ar fi caracteristicile și contracțiile diferitelor tipuri de materiale utilizate în procesele de printare 3D, parametri tehnologici utilizați în cadrul acestor procese de fabricație (parametri fiind specifici fiecărui proces), strategia de fabricație utilizată, orientarea modelelor de fabricat în zona de lucru, respectiv particularitățile de formă

și de precizie a acestor modele, în final. În cadrul acestui capitol sunt prezentate totodată diferite aplicații de calcul ce au fost concepute în cadrul Centrului Național de Fabricație Rapidă Inovativă de la Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, în vederea determinării factorilor de scalare necesari pentru compensarea deformațiilor rezultate din procesele de printare 3D, astfel încât modelele fizice ale pieselor realizate să fie cât mai apropiate de cele ale modelelor CAD proiectate în final.

**Capitolul cinci al tezei de abilitare** intitulat „Planuri de evoluție și dezvoltare a carierei viitoare” prezintă principalele direcții de cercetare vizate de către autor în domeniul printării 3D, constând în integrarea unor structuri celulare în cadrul unor elemente active de matriță din aluminiu pentru injectat materiale plastice (cercetări în acest sens fiind demarate deja în cooperare cu firmele Dedienne Roumanie din Făgăraș și SLM Solutions GmbH din Germania), continuând apoi cu metodele de fabricație de tip hibrid (metode care combină procesele de printare 3D cu cele de îndepărtare de material), dezvoltarea și testarea de noi metode de printare 3D și noi tipuri de materiale utilizabile în procesele de printare 3D, cu aplicabilitate în sectorul industrial și în cel medical. Proiectarea și integrarea unor structuri bionice și biomimetice în cadrul modelelor fabricate prin printare 3D, în strânsă corelație cu noile tipuri de materiale și structuri dezvoltate în sectorul industrial și medical, culminând cu tehnologiile de bio-printare 3D sunt și vor reprezenta în continuare domenii de interes majore pentru autor, reprezentând totodată direcții de cercetare de vârf ce vor continua a fi desfășurate și derulate în cadrul unor proiecte de cercetare majore, acestea fiind parte a strategiei și viziunii Centrului Național de Fabricație Rapidă Inovativă a Departamentului Ingineriei Fabricației (UTCN) conturate deja prin rezultatele obținute în ultimii 25 de ani de zile de când acest Centru a luat ființă, sub coordonarea domnilor profesori Petru Berce și Nicolae Bâlc la UTCN. Publicarea unor articole științifice în reviste cu factor de impact (ISI Q1 și Q2), creșterea în continuare a vizibilității cercetărilor desfășurate în cadrul Centrului Național de Fabricație Rapidă Inovativă, obținerea unor noi proiecte instituționale și de cercetare care să creeze premisele, contextul și cadrul general în care tinerii cercetători să se dezvolte, asigurați fiind de infrastructura necesară și de climatul bun și mediul propice existent în cadrul Centrului și necesar dezvoltării carierei universitare și de cercetare a tinerilor, precum și dezvoltarea unor masterate de cercetare cu aplicabilitate în domeniul industrial și medical a acestor noi tehnologii de printare 3D (pe baza cooperării existente cu partenerii industriali și cei proveniți de la Institute de cercetare avansată din domeniul industrial sau medical, respectiv diferite universități de prestigiu cu care membrii Centrului Național de Fabricație Rapidă Inovativă ai Departamentului Ingineriei Fabricației (UTCN) au derulat astfel de cercetări în ultimii 25 de ani sunt doar câteva din direcțiile majore avute în vedere a fi dezvoltate în continuare de autor în cooperare cu ceilalți membri valoroși ce fac parte din acest Centru.

**Ultimul capitol al tezei de abilitare (capitolul șase)** intitulat “Concluzii finale” sumarizează atât principalele rezultate ale cercetărilor prezentate în cadrul tezei de abilitare, cât și direcțiile de cercetare, respectiv perspectivele de continuare ale acestor cercetări de vârf avute în vedere de autor și în viitor. Ca și aplicabilitate imediată, diferite tipuri de materiale, soluții de printare 3D și aplicații noi sunt avute în vedere să fie realizate în cadrul proiectului BRIGHT (<https://bright-project.eu/>) și respectiv proiectului finanțat cu fonduri norvegiene EMERALD, proiecte ce se află în desfășurare până în anul 2023 în care autorul tezei de abilitare are calitatea de director de proiect, vizate fiind în cadrul acestor proiecte diversele aplicații din domeniul medical, care să vină în sprijinul institutelor medicale și spitalelor aflate în luptă directă cu pandemia (în cadrul proiectului BRIGHT), respectiv aplicații bio-mecatronice / bio-mimetice printate 3D care să vină în sprijinul persoanelor cu nevoi speciale (cu brațe amputate), acesta fiind unul din obiectivele principale ale proiectului EMERALD.