

**Informații generale:**

Denumire program/subprogram PNCDI III: Cooperarea Europeană și Internațională – Subprogram 3.2 - Orizont 2020

Competiție: 2020

Titlu proiect: *Compozite termorigide epoxidice prototipate cu jet de cerneală reactivă - Reactive Inkjet Printing of Epoxy Thermoset Composites (RIPE4TEC)*

Director proiect: prof. dr. ing. Dan Mihai Constantinescu

Instituție gazdă: Universitatea POLITEHNICA din București, Romania

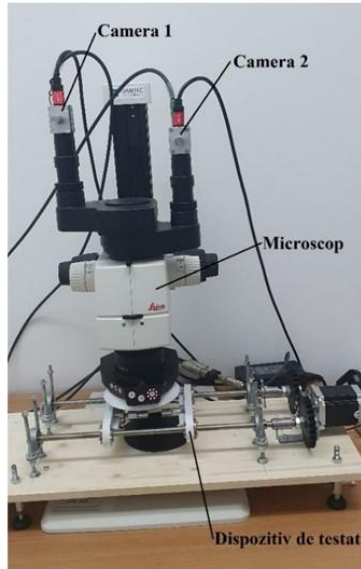
Buget proiect: 504.000 lei

Pagină web proiect: <http://www.ripe4tec.upb.ro/>

**Rezumat proiect:** S-a dezvoltat o tehnologie de tipărire aditivă cu jet de cerneală pentru materiale epoxidice termorigide. Cercetările experimentale au folosit metoda corelării digitale a imaginii, fiind posibilă observarea comportării la rupere și a efectelor locale. Optimizarea componentelor termorigide prin obținerea unei structuri multiscalare a avut ca rezultat folosirea unor metode și programe de calcul care fac posibilă proiectarea optimizată a componentelor structurale și tipărirea acestora. Rezultatele experimentale și numerice obținute ne confirmă posibilitatea atingerii scopului de a tipări materiale cvasi-omogene cu proprietăți mecanice superioare materialelor existente.

**Testimonial:** Prototiparea cu jet de cerneală reactivă pentru rășini epoxidice-poliaminice a fost realizată folosind capete de tipărire obișnuite. Cercetările au inclus proiectarea prin simularea numerică, tipărirea și încercarea mecanică a compozitelor epoxidice cu structură multiscalară având rezistență și tenacitate ridicate în raport cu materialele epoxidice omogene. Tehnologia de printare a fost adaptată pentru folosirea acestor cerneluri. Au fost create materiale “voxel cu voxel” prin combinarea de subdomenii moi și tari, deschizând calea spre producerea componentelor cu microstructura precis controlată. În timpul tipării au fost adăugate și nanoparticule de silica pentru a îmbunătăți proprietățile mecanice ale materialelor termorigide obținute. Dezvoltarea materialelor epoxidice tipărite are în vedere îmbunătățirea tenacității fără a se reduce rigiditatea și rezistența materialului. A fost proiectat un sistem de testare mecanică la tracțiune, semnalul primit de la traductorul de forță HBM fiind amplificat și achiziționat în timp real. Forța măsurată a fost înregistrată împreună cu deplasarea obținută folosind metoda corelării digitale a imaginii cu sistemul  $\mu$ DIC Dantec Q 400, măsurările fiind făcute sub microscop. Dezvoltarea numerică a algoritmilor de optimizare în funcție de proprietățile dorite ale eșantioanelor tipărite ca structuri periodice a fost realizată numai în UPB. S-au imaginat zece variante de distribuție predefinită a materialului tare și moale în volume reprezentative tip “pattern” dreptunghiular, paralelogram, romb, triunghi și hexagon, toate încadrate în dreptunghiuri, pentru care s-au folosit condiții de periodicitate într-un spațiu de proiectare cu 16 variabile pentru care s-au obținut toate soluțiile matematic posibile. Variantele analizate pentru a obține structuri periodice au fost implementate și rulate în Ansys APDL în domeniul liniar elastic. Modelele descrise au fost implementate și în algoritmi de optimizare bazați pe metoda greedy și pe metoda simulated annealing, folosind funcții de optimizare definite pentru a îmbunătăți proprietățile mecanice ale materialelor obținute.

Activitățile de cercetare s-au desfășurat în comun, împreună cu cei trei parteneri austrieci și un partener român. O componentă importantă a fost dată de implicarea tinerilor doctoranzi și post-doctoranzi în activitățile de cercetare realizate în cadrul proiectului, urmând ca două teze de doctorat să fie finalizate folosindu-se cercetările realizate. Piața de desfacere pentru o astfel de tehnologie este inexistentă, dar se așteaptă ca impactul să fie substanțial, o dată ce tehnologiile adecvate de tipărire aditivă vor fi dezvoltate.

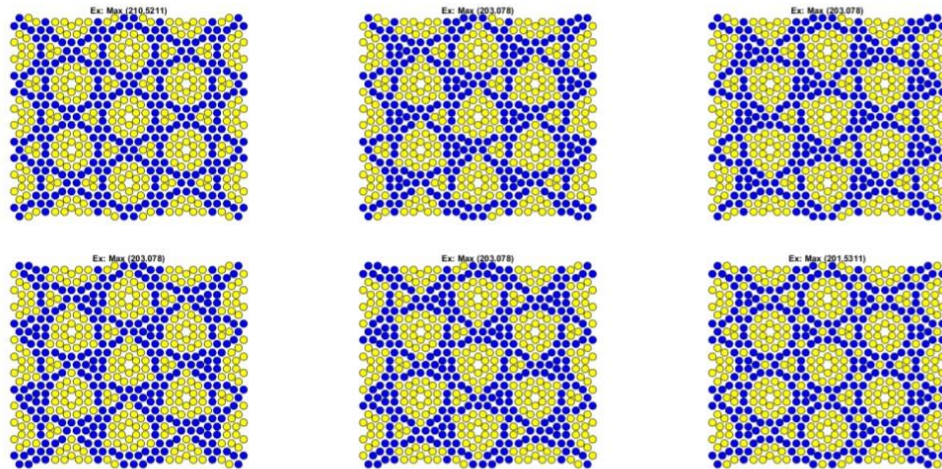


a)



b)

Sistem de testare mecanică la tracțiune folosit de UPB: a) sistemul Dantec Q-400 MicroDIC care folosește metoda corelării digitale a imaginii; b) observarea sub microscop în timpul efectuării încercării la tracțiune.



Primele 6 distribuții de material care asigură o valoare a modulului de elasticitate pe direcție orizontală maximă, pentru pixeli circulari și 8 pixeli din material tare în fiecare volum reprezentativ. Culoarea albastră corespunde materialului tare. Culoarea galbenă și golurile albe corespund materialului moale.