

Contractor: Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Sudură și  
Încercări de Materiale - ISIM Timișoara

Cod fiscal: RO 3041226 (anexă la procesul verbal de avizare interna nr. ....)

De acord,  
DIRECTOR GENERAL

Dr. Ing. Nicușor-Alin SÎRBU

Avizat,  
DIRECTOR DE PROGRAM

Dr. Ing. Horia-Florin DAȘCĂU

## RAPORT DE ACTIVITATE AL FAZEI

Contractul nr.: 16N / 2023

**Proiectul:** *Cercetări privind dezvoltarea de aliaje cu entropie ridicată printate 3D pentru construcția componentelor sever solicitate la uzare și vibrații*

**Faza 4, partea I:** *Cercetări privind elaborarea de aliaje cu entropie ridicată și testarea acestora*

**Termen de încheiere a fazei:** 10.12.2024

**1. Obiectivul proiectului:** Dezvoltarea de materiale funcționale inovative, fabricație avansată și ecotehnologii

Obiectivele proiectului (OP), care sunt în concordanță cu strategiei naționale de cercetare, inovare și specializare inteligentă 2022-2027 (SNCISI) și cu prevederile Strategiei Horizon Europa 2021-2027 o Europă a cunoașterii, noi oportunități de afaceri și locuri de muncă, sunt:

- OP1 - Dezvoltarea de aliaje cu entropie ridicată printate 3D pentru construcția componentelor sever solicitate la uzare și vibrații;
- OP2 - Dezvoltarea de tehnologii de fabricație și produse inovative prin printare 3D;

Obiectivele proiectului sunt în concordanță și cu Strategia de dezvoltare a ISIM Timișoara, privind creșterea eficienței activității de cercetare și promovarea excelenței în mediul economic, stimularea publicării și brevetării lucrărilor valoroase și atragerea tinerilor în activitatea de cercetare prin dezvoltarea direcțiilor de nișă la nivel instituțional, regional și național.

## **2. Rezultate preconizate ale proiectului** pentru atingerea obiectivului:

- **R1** - Tehnologii de fabricație pentru obținerea de aliaje cu entropie ridicată printate 3D pentru construcția componentelor sever solicitate la uzare și vibrații: 10
- **R2** - aliaje noi sau îmbunătățite cu entropie ridicată printate 3D pentru construcția componentelor sever solicitate la uzare și vibrații: 5
- **R3** - Cereri de brevet de invenție: 3
- **R4** - Lucrări științifice: 20 ISI/SCOPUS/BDI
- **R5** - Componente printate 3D sever solicitate la uzare și vibrații: 15
- **R6** - Rapoarte științifice: 8
- **R7** - Premii: 10
- **R8** - Noi teme de cercetare: 2
- **R9** - Acțiuni de cesionare drepturi de autor și/sau de identificare de parteneriate: 8 participări la târgurile/saloanele naționale/internaționale de proprietate industrială (EUROINVENT, Traian Vuia etc.) și de transfer tehnologic (DemoMetal, TIB etc.), din țară și afară, în vederea promovării rezultatelor inovative ale cercetării și identificarea de potențiali consumatori de inovare, în special IMM-uri, respectiv de cuantificarea interesului mediului academic/economic privind rezultatele cercetărilor.

## **3. Obiectivul fazei 4:** Cercetări privind elaborarea de aliaje cu entropie ridicată și testarea acestora

Această lucrare explorează metodele de proiectare și concepție a subansamblurilor realizate din materiale polimerice și metalice, destinate proceselor de sudare, dar și metodele de integrare a materialelor polimerice și metalice în procesele de sudare. Scopul principal este de a dezvolta configurații eficiente care să îmbunătățească performanțele mecanice și durabilitatea îmbinărilor sudate. Studiul include analiza proprietăților materialelor, evaluarea diferitelor tehnici de sudare și optimizarea designului subansamblurilor pentru a asigura o compatibilitate optimă între componentele polimerice și metalice. Autorii analizează diferitele configurații ale subansamblelor, subliniind avantajele și dezavantajele fiecărui tip de material. Rezultatele studiului sugerează că utilizarea în combinație a acestor materiale poate conduce la soluții inovatoare în domeniul ingineriei mecanice.

Rezultatele obținute contribuie la avansarea cunoștințelor în domeniul sudării materialelor hibride și oferă soluții practice pentru aplicații industriale.

## **4. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei 4, partea I:**

Conform propunerii de proiect, care este în corelare cu cerințele proiectului și ale fazei 4, au constat în:

- **A1** - Managementul proiectului: acțiunile pentru realizarea Raportului de fază, Activitatea A1, managementul proiectului, care reprezintă una dintre componentele esențiale în derularea în bune condiții a proiectului. Managerul de proiect va asigura coordonarea și organizarea activităților proiectului și va urmări încadrarea în costuri și timp a tuturor fazelor și activităților propuse a fi realizate în cadrul proiectului și va organiza ședințe periodice de lucru cu echipa de proiect. Redactarea rapoartelor fazelor (intermediare și final) proiectului intră tot în atribuția managerului de proiect.

- *Activitatea A2*, vizibilitate proiect, constă în realizare platformă online (pagină web) a proiectului, are în vedere promovarea și creșterea vizibilității în mediul online a proiectului, în special a rezultatelor proiectului. Optimizarea și actualizarea platformei online are caracter permanent, pe toată durata proiectului. Toate documentele transmise mediului academic și/sau economic vor fi însoțite și de informații referitoare la pagina de internet a proiectului. Promovarea proiectului se va face și prin intermediul facebook, al variantei electronice și letrice a revistei BID, jurnal din categoria B+, prin participarea la webinarii/seminarii/mese rotunde în cadrul unor evenimente de profil, cât mai ales prin intermediul platformei de tranzacționare inovare - innoCENTA, realizată în cadrul proiectului Diversificarea serviciilor de inovare și transfer tehnologic ale CENTA-ISIM, cod SMIS 140391 etc.
- *Activitatea A3*, realizare studiu documentar și bază de date privind stadiul cunoașterii în domeniul dezvoltării de aliaje cu entropie ridicată printate 3D pentru construcția componentelor sever solicitate la uzare și vibrații, este activitatea premergătoare celei de dezvoltare de tehnologii de fabricație, dezvoltarea de aliaje cu entropie ridicată printate 3D pentru construcția componentelor sever solicitate la uzare și vibrații și vizează punerea în temă a echipei de proiect cu privire la ultimele cercetări derulate în domeniul proiectului, la nivel internațional. Toate lucrările, brevetele și studiile științifice identificate vor fi înglobate într-o bază de date, realizată în cadrul proiectului. Baza de date, care conține și o traducere sintetică în limba română a fiecărei lucrări, componentă și a raportului de activitate, care va fi actualizată și va constitui un punct de plecare pentru cercetătorii din ISIM Timișoara și nu numai, interesați în cunoașterea și aprofundarea domeniului.
- *Activitatea A4* - Dezvoltare de subansambluri pentru sudare. Vizează realizarea de subansambluri pentru sudare, printate 3D, din materiale polimerice și/sau compozite și/sau metalice, care vor fi sudate cu ajutorul pieselor executate din aliaje cu entropie ridicată printate 3D.
- *Activitatea A5*, Dezvoltarea de rețete de aliaje cu entropie ridicată de printare 3D pentru construcția componentelor sever solicitate la uzare și vibrații - Pentru realizarea de soluții tehnice inovative de dispozitive ultrasonice pentru dotarea echipamentelor de tip imprimante 3D pentru procesarea materialelor polimerice și/sau compozite se vor lua în calcul:
  - elementele chimice ale pulberilor care se pretează a fi utilizate;
  - amplitudinea componentelor supuse la vibrații de până la 60μm;
  - gama de frecvențe de lucru ale componentelor supuse la vibrații între 20 și 60 kHz;
  - simulări ale subansamblurilor pentru sudare folosite pentru testarea componentelor sever solicitate la uzare și vibrații;
  - simulări componente sever solicitate la uzare și vibrații, folosind soft-uri de proiectare specializate;
- *Activitatea A6*, Achiziționarea de active corporale și necorporale pentru C-D, vizează derularea etapelor specifice de achiziție publică și achiziționarea de active necorporale pentru implementarea în bune condiții a proiectului. Dintre principalele active de achiziționat amintim:

- Pulberi pentru construcția componentelor sever solicitate la uzare și vibrații;
- Software dedicat pentru simularea cu element finit a subansamblelor ultrasonice.
- *Activitatea 7*, Dezvoltarea de tehnologii de printare 3D pentru construcția componentelor sever solicitate la uzare și vibrații.
- *Activitatea 8*, Dezvoltarea de aliaje cu entropie ridicată, produse inovative și tehnologii de printare 3D pentru construcția componentelor sever solicitate la uzare și vibrații și demonstrarea conceptului privind funcționalitățile critice sau caracteristicile la nivel analitic sau experimental (TRL 3). Dezvoltarea de tehnologii de printare 3D pentru construcția componentelor sever solicitate la uzare și vibrații, constă în totalitatea activităților pentru obținerea de aliaje cu entropie ridicată printate 3D pentru construcția componentelor sever solicitate la uzare și vibrații.
- *Activitatea 9*, Verificarea capabilității noului material de a funcționa în condițiile de utilizare definite; teste specifice de validarea componentelor în condiții de laborator a componentelor realizate din aliaje cu entropie ridicată printate 3D - încercare la tracțiune, încercare la uzare, Încercare de duritate, încercare la compresiune, teste de sudare etc. (TRL 5).
- *Activitatea A10*, valorificarea rezultatelor cercetării / acțiuni de transfer tehnologic (SR 13547 / 2012) și de cuantificare a interesului mediului academic/economic privind rezultatele cercetărilor, va consta în:
  - elaborarea de cereri de brevet de invenție, lucrări științifice ISI/SCOPUS/BDI, activități specifice de promovare și transfer tehnologic (mediu online - facebook, BID, ASR, participare la târguri/saloane de invenții etc.), lucrări de diplomă/master, precum și în cadrul unor agenți economici. ISIM Timișoara va face acțiuni de prezentare, informare și promovare (roll-up, flyere, etc.) în cadrul a cel puțin șase manifestări tehnico-științifice naționale și internaționale (ex.: TIMA 2023, 2024, 2025, 2026, TIB, EUROINVENT 2023, 2024, 2025, 2026, Salonul Internațional de Invenții/Inovații "Traian Vuia" Timișoara 2023, 2024, 2025, 2026, ExpoArad etc.). Se vor prezenta atât aspect legate de produsele și serviciile noi/îmbunătățite pe care ISIM Timișoara le poate oferi ca urmare a implementării prezentului proiect.
  - realizarea de acțiuni de tip sondaj adresate firmelor din industrie, în special din industriile textile și pielărie și/sau automotive, fără a ne limita la acestea. Se reușește astfel nu doar promovarea rezultatelor cercetărilor întreprinse în mediul economic, cât mai ales stabilirea interesului acestora de utilizare a inovării în vederea creșterii competitivității economice. Totodată va stabili și interesul mediului economic privind aliaje cu entropie ridicată printate 3D pentru construcția componentelor sever solicitate la uzare și vibrații.

Conform propunerii de proiect, care este în corelare cu cerințele proiectului și ale fazei 4, partea I, au constat în:

- *R4 - Lucrări științifice*: în corelare cu acest rezultat s-au realizat 6 articole științifice;

- *R6: Raport științific:* în corelare cu acest rezultat s-a realizat un Raport de fază.

Conform activităților descrise mai sus:

- **Activitatea A1**, managementul proiectului, reprezintă una dintre componentele esențiale în derularea în bune condiții a proiectului. Managerul de proiect va asigura coordonarea și organizarea activităților proiectului și va urmări încadrarea în costuri și timp a tuturor fazelor și activităților propuse a fi realizate în cadrul proiectului și va organiza ședințe periodice de lucru cu echipa de proiect. Redactarea rapoartelor fazelor (intermediare și final) proiectului intră tot în atribuția managerului de proiect.
- **Activitatea A2**, vizibilitate proiect, constă în realizare platformă online (pagină web) a proiectului, are în vedere promovarea și creșterea vizibilității în mediul online a proiectului, în special a rezultatelor proiectului. Optimizarea și actualizarea platformei online care are caracter permanent, pe toată durata proiectului. Toate documentele transmise mediului academic și/sau economic vor fi însoțite și de informații referitoare la pagina de internet a proiectului. Promovarea proiectului se va face și prin intermediul Facebook, al variantei electronice și letrice a revistei BID, jurnal din categoria B+, prin participarea la webinarii/seminarii/mese rotunde în cadrul unor evenimente de profil, cât mai ales prin intermediul platformei de tranzacționare inovare - innoCENTA, realizată în cadrul proiectului Diversificarea serviciilor de inovare și transfer tehnologic ale CENTA-ISIM, cod SMIS 140391 etc.
- **Activitatea A10** - valorificarea rezultatelor cercetării / acțiuni de transfer tehnologic (SR 13547 / 2012) și de cuantificare a interesului mediului academic/economic privind rezultatele cercetărilor, va consta în:
  - elaborarea de cereri de brevet de invenție, lucrări științifice ISI/SCOPUS/BDI, activități specifice de promovare și transfer tehnologic (mediu online - Facebook, BID, ASR, participare la târguri/saloane de invenții etc.), lucrări de diplomă/master, precum și în cadrul unor agenți economici. ISIM Timișoara va face acțiuni de prezentare, informare și promovare (roll-up, flyere, etc.) în cadrul a cel puțin șase manifestări tehnico-științifice naționale și internaționale (ex.: TIMA 2023, 2024, 2025, 2026, TIB, EUROINVENT 2023, 2024, 2025, 2026, Salonul Internațional de Invenții/Inovații "Traian Vuia" Timișoara 2023, 2024, 2025, 2026, ExpoArad etc.). Se vor prezenta atât aspect legate de produsele și serviciile noi/îmbunătățite pe care ISIM Timișoara le poate oferi ca urmare a implementării prezentului proiect.
  - realizarea de acțiuni de tip sondaj adresate firmelor din industrie, în special din industriile textile și pielărie și/sau automotive, fără a ne limita la acestea. Se reușește astfel nu doar promovarea rezultatelor cercetărilor întreprinse în mediul economic, cât mai ales stabilirea interesului acestora de utilizare a inovării în vederea creșterii competitivității economice. Totodată va stabili și interesul mediului economic privind aliaje cu entropie ridicată printate 3D pentru construcția componentelor sever solicitate la uzare și vibrații.
  - *Documentația tehnică și științifică pentru scrierea de lucrări științifice, conform rezultatului R4 din cadrul cererii de finanțare aprobată, s-a finalizat cu scrierea*

a 4 lucrări științifice comunicate la The 15th International Conference Innovative Technologies for Joining Advanced Materials, 07-08 noiembrie 2024, cu posibilitatea de publicare în jurnale SCOPUS.

- *Predu Denis-Andrei, Sîrbu Nicușor-Alin, Trihenea Nicolae, Faur Raluca:* Optimization of 3D Printing Parameters for H13 and Inconel Metal Powder: A Comprehensive Study on Achieving Superior Print Quality. The 15th International Conference Innovative Technologies for Joining Advanced Materials, 07-08 noiembrie 2024;
- *Mnerie Gabriela-Victoria, Predu Denis-Andrei, Sîrbu Nicușor-Alin, Tanović Petra, Sikolya Laslo:* Al718 and H13 alloy mixed powder vs layers, 3D printed by DED method. Comparison. The 15th International Conference Innovative Technologies for Joining Advanced Materials, 07-08 noiembrie 2024;
- *Bontea Elena, Predu Denis Andrei:* Analysis of ultrasonic welding of samples made by 3D printing. The 15th International Conference Innovative Technologies for Joining Advanced Materials, 07-08 noiembrie 2024.
- *Sîrbu Lavinia-Ileana, Mnerie Gabriela-Victoria, Dobrin Emilia:* Optimization of Ultrasonic Welding Technology for 3D printed Metal Composite Materials: A Research Study. The 15th International Conference Innovative Technologies for Joining Advanced Materials, 07-08 noiembrie 2024.

## **5. Rezumatul fazei:**

Faza 4, partea I a proiectului este structurată pe 6 capitole, care tratează:

Notă de prezentare

Capitolul 1: Fundamente teoretice

Capitolul 2: Elaborarea aliajelor cu entropie ridicată

Capitolul 3: Caracterizarea materialelor

Capitolul 4: Testarea comportamentului la uzură și vibrații

Capitolul 5: Influența imprimării 3D asupra proprietăților HEA

Capitolul 6: Aplicații potențiale ale HEA imprimate 3D

Concluzii

Bibliografie

În urma analizei documentației de specialitate rezultă că lucrarea Cercetări privind elaborarea de aliaje cu entropie ridicată și testarea acestora oferă o analiză detaliată a rezultatelor experimentale pentru aplicații industriale.

### **Capitolul 1: Fundamente teoretice**

- Termodinamica formării HEA
- Structura și proprietățile HEA
  - Structuri cristaline, faze intermetalice, amorfism
  - Corelația dintre compoziție și proprietăți
- Mecanismele de întărire în HEA
- Influența proceselor de fabricație asupra proprietăților

### **Capitolul 2: Elaborarea aliajelor cu entropie ridicată**

- Metode de preparare a HEA
  - Topire în arc electric, topire în vid, aliere mecanică

- Imprimare 3D: tehnologii și materiale
- Alegerea materialelor de bază și a elementelor de aliere
- Optimizarea parametrilor de proces
- Controlul microstructurii și compoziției chimice

### **Capitolul 3: Caracterizarea materialelor**

- Metode de caracterizare structurală
  - Microscopie electronică (SEM, TEM)
  - Difracție de raze X (XRD)
- Metode de caracterizare a proprietăților mecanice
  - Teste de tracțiune, compresiune, oboseală
  - Duritate, rezistență la uzură
- Caracterizarea proprietăților termice
  - Analiza termică diferențială (DTA), calorimetrie diferențială de scanare (DSC)

### **Capitolul 4: Testarea comportamentului la uzură și vibrații**

- Proiectarea și realizarea probelor de test
- Simularea condițiilor de lucru reale
- Teste de uzură: abraziune, eroziune, fretting
- Teste de vibrații: rezonanță, oboseală la vibrații
- Analiza rezultatelor și corelarea cu caracteristicile materialelor

### **Capitolul 5: Influența imprimării 3D asupra proprietăților HEA**

- Efectele procesului de imprimare 3D asupra microstructurii și proprietăților
- Optimizarea parametrilor de imprimare pentru obținerea unor componente cu performanțe ridicate
- Compararea proprietăților materialelor obținute prin imprimare 3D cu cele obținute prin metode convenționale

### **Capitolul 6: Aplicații potențiale ale HEA imprimate 3D**

- Sectoare industriale de interes
  - Aeronautică, automotive, energie
- Exemple de componente critice
- Evaluarea economică și de mediu a tehnologiei

### **Concluzii**

### **Bibliografie**

În această parte I a fazei 4 s-au realizat cercetări privind fabricația de subansambluri din pulberi metalice H13 și H13 cu Aly718 cu imprimanta 3D, MX-Mini DMT și încercarea sudării acestor subansamble.

Această fază a mai vizat punerea în temă a echipei de proiect cu privire la ultimele cercetări derulate în domeniul proiectului, la nivel național și internațional și realizând cercetări asupra unor subansamble printate 3D pentru realizare de lucrări științifice care au fost comunicate la conferințe științifice internaționale.

Astfel, prin tema propusă, care vizează dezvoltarea de aliaje cu entropie ridicată privind printarea 3D pentru construcția componentelor sever solicitate la uzare și vibrații folosind cele mai inovative tehnologii, aflate în primele 10 la nivel global, respectiv fabricația aditivă - printare 3D, dezvoltând produse inovative, noi aliaje cu entropie ridicată printate 3D și tehnologii de fabricație prin printare 3D pentru componente sever solicitate la uzare și vibrații, supuse la uzare prin contact în zona

activă și la vibrații de până la 80μm și frecvențe cuprinse între 20 și 50 kHz, pentru aplicații de sudare, debitare, cavitație, omogenizare etc., destinate industriei textile și pielărie, constructoare de mașini, la industria alimentară, industria de jucării, industria de ambalaje mergând până la industria farmaceutică și energetică, înlocuindu-se astfel metodele clasice de fabricație a aliajelor cu entropie ridicată. Pe lângă faptul că se vor realiza aliaje care sunt greu sau imposibil de realizat prin metode clasice de fabricație, prin printare 3D se vor obține componente în stare finită, aliajele cu entropie ridicată având o rezistență mecanică ridicată, în special la temperaturi înalte, duritate mare, prezentând rezistență la uzare și coroziune ridicate.

Rezultate obținute sunt în concordanță cu obiectivele stabilite în cadrul proiectului, care au fost prezentate la punctul 1 din prezentul raport, acestea fiind detaliate în raportul de cercetare în extenso.

**6. Rezultate, stadiul realizării obiectivului fazei, concluzii și propuneri pentru continuarea proiectului** (se vor preciza stadiul de implementare a proiectului, gradul de îndeplinire a obiectivului cu referire la țintele stabilite și indicatorii asociați pentru monitorizare și evaluare).

Rezultatele fazei 4, partea I, care sunt în totală concordanță cu obiectivele fazei 4 din propunerea de proiect au constatat în:

- Managementul proiectului și realizarea Raportului de fază, conform activității A1 din propunerea de proiect;
- În corelare cu activitatea A2 - Vizibilitate proiect, respectiv de realizare și actualizare platformă online (pagină web), promovarea proiectului și prin intermediul rețelei de socializare Facebook, a variantei electronice și letrice a revistei BID numărul 4/2024, jurnal din categoria B+ etc., s-au întreprins o serie de acțiuni de promovare, cum ar fi;
  - Participarea la o conferință internațională unde au fost comunicate 4 lucrări științifice



*Figura 1. Comunicare lucrări științifice*

- Promovare în mediul online, actualizare pagină web a proiectului, legată la website-ul ISIM, la secțiunea cercetare <https://www.isim.ro/ro/cercetare-dezvoltare/programul-nucleu/programul-nucleu-pn-23-37-2023-2026/pn23-37-01-03>.
- Promovare prin vizite în laboratoarele ISIM





Figura 2. Promovare prin vizite în cadrul laboratoarelor ISIM

- Documentația tehnică și științifică pentru scrierea de lucrări științifice, conform rezultatului R4 din cadrul cererii de finanțare aprobată, s-a finalizat cu scrierea a 4 lucrări științifice care au fost comunicate la do Conferință internațională și sunt în curs de recenzare și urmând a fi publicate în jurnalul SCOPUS.
- *Predu Denis-Andrei, Sîrbu Nicușor-Alin, Trihenea Nicolae, Faur Raluca*: Optimization of 3D Printing Parameters for H13 and Inconel Metal Powder: A Comprehensive Study on Achieving Superior Print Quality. The 15th International Conference Innovative Technologies for Joining Advanced Materials, 07-08 noiembrie 2024;
- *Mnerie Gabriela-Victoria, Predu Denis-Andrei, Sîrbu Nicușor-Alin, Tanović Petra, Sikolya Laslo*: Aly718 and H13 alloy mixed powder vs layers, 3D printed by DED method. Comparison. The 15th International Conference Innovative Technologies for Joining Advanced Materials, 07-08 noiembrie 2024;
- *Bontea Elena, Predu Denis Andrei*: Analysis of ultrasonic welding of samples made by 3D printing. The 15th International Conference Innovative Technologies for Joining Advanced Materials, 07-08 noiembrie 2024.
- *Sîrbu Lavinia-Ileana, Mnerie Gabriela-Victoria, Dobrin Emilia*: Optimization of Ultrasonic Welding Technology for 3D printed Metal Composite Materials: A Research Study. The 15th International Conference Innovative Technologies for Joining Advanced Materials, 07-08 noiembrie 2024.

Au fost atinse obiectivele propuse ale fazei 3 din cadrul proiectului, conform diagramei Gantt din cererea de finanțare, fiind realizată o bază de date care conține lucrări științifice de specialitate în domeniul proiectului, s-a scris și urmează a fi publicate 5 lucrări științifice în jurnale SCOPUS, s-au întreprins o serie de acțiuni de promovare a proiectului prin intermediul mediului on-line (pagina web a proiectului/participare la târguri/expoziții și comunicare lucrări științifice la 3 conferințe internaționale).

- Rezultatele obținute în cadrul fiecărei părți/faze a proiectului, vor fi prezentate pe pagina web a proiectului, creată pentru vizibilitatea acestui proiect, accesibilă la adresa <https://www.isim.ro/ro/cercetare-dezvoltare/programul-nucleu/programul-nucleu-pn-23-37-2023-2026/pn23-37-01-03>, pagină web care va fi actualizată pe întreaga perioadă de derulare a proiectului.

Promovarea proiectului se face și prin intermediul Facebook, site ISIM/site proiect, al variantei electronice și letrice a revistei BID, jurnal din categoria B+, etc, prin participarea la târguri/expoziții/conferințe.

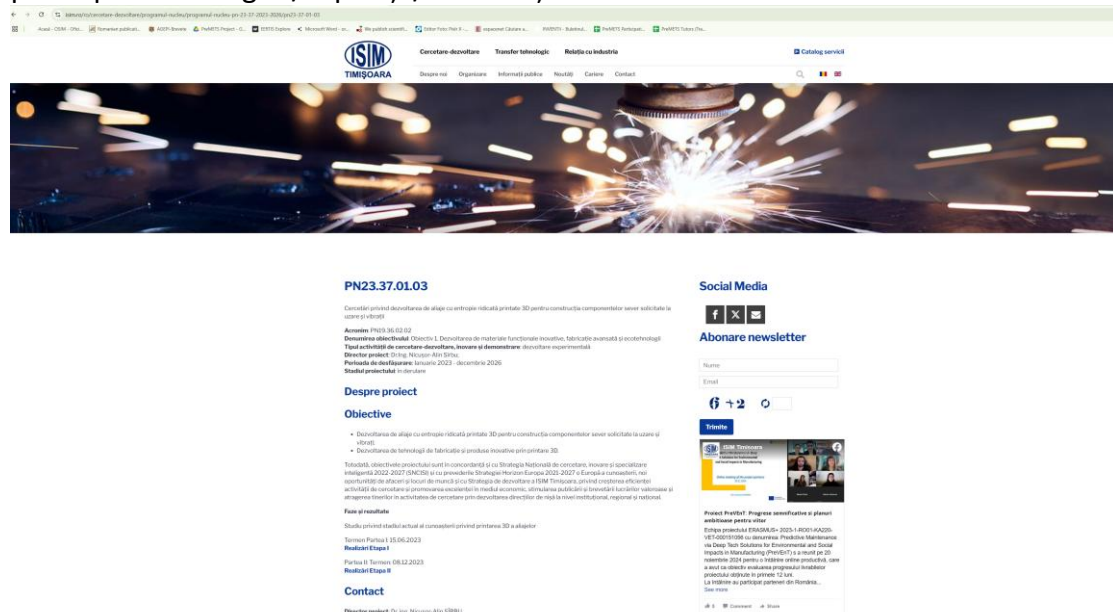


Figura 5. Site ISIM/site proiect – <https://www.isim.ro/ro/cercetare-dezvoltare/programul-nucleu/programul-nucleu-pn-23-37-2023-2026/pn23-37-01-03>

Au fost atinse obiectivele propuse ale fazei 3 din cadrul proiectului, conform diagramei Gantt din cererea de finanțare, fiind realizate 4 lucrări științifice de specialitate în domeniul proiectului, care au fost comunicate și urmează a fi publicate în jurnale SCOPUS, s-au întreprins o serie de acțiuni de promovare a proiectului, atât prin realizarea și distribuirea de materiale publicitare, prin participarea la evenimentele tehnico-științifice și la târgurile internaționale de proprietate industrială, cât și prin intermediul mediului on-line (pagina web a proiectului).

Responsabil proiect

Dr. Ing. Nicușor-Alin SÎRBU

.....  
(Semnătura)