



**PN 23.37.01.02- "Cercetări privind modificarea proprietăților materialelor metalice utilizând metoda ecologică și inovativă de procesare prin frecare cu element activ rotitor în mediu lichid"**

**Rezumatul fazei 3**

Lucrarea de față reprezintă faza 3 intitulată "Cercetări experimentale preliminare privind aplicarea SFSP la aliaje din aluminiu (turnate și laminate). Evaluare posibilități de aplicare a SFSP. Diseminare rezultate" a proiectului Nucleu PN 23.37.01.02 "Cercetări privind modificarea proprietăților materialelor metalice utilizând metoda ecologică și inovativă de procesare prin frecare cu element activ rotitor în mediu lichid".

În cadrul prezentei faze a proiectului colectivul de cercetare și-a propus să realizeze cercetări experimentale preliminare privind aplicarea procesării prin frecare cu element activ rotitor în mediu de lucru lichid la aliaje de aluminiu laminate și turnate, precum și activități de diseminare și promovare a proiectului, în corelare cu planul de diseminare. Lucrările realizate în prezenta etapă sunt structurate în șapte capitole în raortul de cercetare.

Primul capitol prezintă stadiul actual al lucrărilor desfășurate în cadrul proiectului, fiind prezentate pe scurt: tematica abordată în proiect, scopul și obiectivele proiectului, planul de desfășurare a proiectului cu fazele aferente, precum și principalele activități realizate în cadrul fazelor 1 și 2 ale proiectului.

În capitolul al doilea sunt prezentate unele intervenții care s-au mai realizat la echipamentul de lucru utilizat la sudare/procesare prin frecare cu element activ rotitor în mediu ambiant, respectiv în mediu de lucru lichid, pentru a îmbunătăți funcționarea acestuia în cadrul programelor de cercetări experimentale. S-au realizat unele ajustări/adaptări dimensionale ale unor elemente de la mașina de sudare FSW (utilizată în proiect la programele de cercetări experimentale), pentru a se potrivi cu dimensiunile mai mari ale motorului nou instalat pe mașină. Au fost necesare piese distanțiere pentru o poziționare corectă și eficientă a motorului, s-a avut în vedere utilizarea unui cuplaj flexibil care să permită un transfer eficient al mișcării și puterii de la motor la axul mașinii, compensând în același timp eventualele aliniamente imperfecte și reducând vibrațiile din timpul funcționării. Placa de bază a mașinii a fost rectificată pentru a asigura o planeitate cât mai bună la poziționarea și fixarea materialelor în vederea procesării/îmbinării acestora, după caz. După ajustările de re poziționare / redimensionare a unor elemente pentru a se potrivi cu noile specificații ale motorului, se asigură o bună integrare și o aliniere corectă a motorului cu celelalte module ale mașinii FSW și o bună funcționare. Eforturile realizate de echipa de lucru au urmărit îmbunătățirea performanțelor mașinii de sudare cu scopul de a putea realiza procese de sudare/procesare de calitate și eficiență sporită, îmbunătățind astfel capabilitatea și competențele tehnice în domeniul sudării/procesării în diferite medii de lucru. Astfel se vor putea realiza programe de cercetare experimentală de sudare/procesare cu o mai mare stabilitate funcțională a mașinii, precum și cu o acuratețe îmbunătățită a rezultatelor (calitate mai bună a îmbinărilor sudate/materialelor procesate).

De asemenea, după finalizarea fazei 2 a proiectului s-a conturat ideea conceperii unui sistem adaptiv de monitorizare și control termic computerizat al proceselor de sudare și

procesare prin frecare cu element activ rotitor, care utilizează termografia în infraroșu pentru monitorizarea și controlul termic continuu și în timp real al proceselor de sudare și procesare, respectiv pentru evaluarea și optimizarea parametrilor tehnologici. Această idee de sistem adaptiv de monitorizare și control termic computerizat al proceselor de sudare și procesare prin frecare cu element activ rotitor s-a concretizat în depunerea la OSIM București a cererii de brevet de invenție nr. A/00873/27.12.2023.

Capitolul trei din raportul de cercetare prezintă date privind structurarea programului experimental preliminar de procesare FSP/SFSP pentru aliaje de aluminiu laminate și turnate. În Tabelele 1 și 2 sunt precizate materialele de procesat, din categoria aliajelor de aluminiu laminate și turnate, precum și unelte de procesare propuse pentru programul de cercetări experimentale preliminare de procesare în mediu de lucru lichid. Grosimile tablelor din aliaje de aluminiu laminate și turnate utilizate pentru programul de experimentări preliminare de procesare prin frecare cu element activ rotitor sunt cuprinse între 3-6mm.

Tabelul 1 Materiale de procesat, propuse pentru programul experimental preliminar

Tip material	EN AW 1200 laminat	Al 5083 turnat	Al 5083 turnat	EN AW 5754 laminat	EN AW 6082 laminat	EN AW 7075 laminat
Grosime, mm	5	5	6	3	5	5

Tabelul 2 Unelte de procesare propuse pentru programul experimental preliminar



Tabelul 3 prezintă schema propusă pentru desfășurarea programului experimental preliminar de procesare SFSP și FSP.

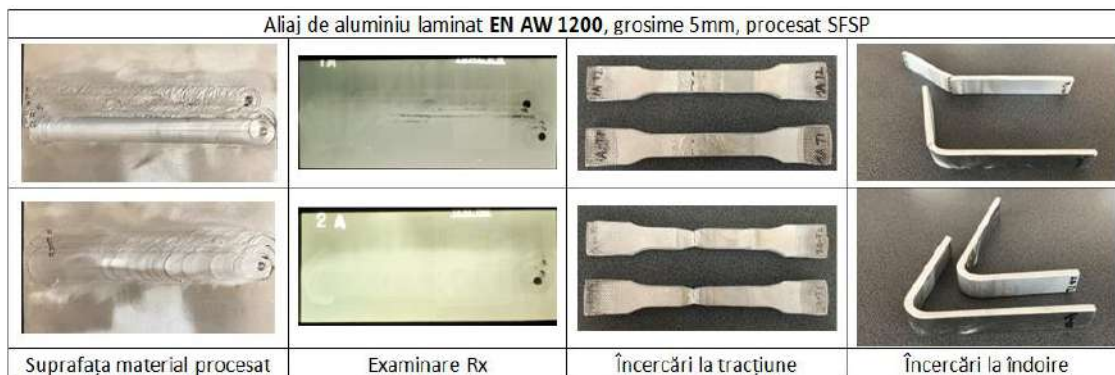
Tabelul 3 Schema program experimental preliminar de procesare SFSP și FSP

Nr. exp.	Materiale de bază, tip (grosime, mm)	Unealta procesare			Tip procesare	
		Material unealtă	Tip/diametru umăr $\varnothing_{umăr}$ (mm)	Tip pin		Lungime pin $L_{pin}$ (mm)
1A	EN AW 1200 laminat (5 mm)	Oțel H11 X38CrMoV5	neted 22	pin conic cu 4 teșituri plane	3,5-3,85	SFSP
2A						
3	EN AW 5754 laminat (3 mm)	Carburi sinterizate P20S	neted 20-22	pin conic cu 4 teșituri plane	2,4-2,85	FSP
4						
12						
13A	EN AW 5754 laminat (3 mm)	Carburi sinterizate P20S	neted 22	pin conic cu 4 teșituri plane	1,85-2,40	SFSP
14A						
5A	Al 5083 turnat (5mm)	Oțel H11 X38CrMoV5	neted 22	pin pătrat	3,8-3,85	SFSP
6A						
7A	Al 5083 turnat (6mm)	Oțel H11 X38CrMoV5	neted 22	pin triunghiular	4,6-4,854	SFSP
8A						
9A	EN AW 6082 laminat (5mm)	Oțel H11 X38CrMoV5	neted 22	pin conic cu 4 teșituri plane	3,8-3,85	SFSP
10A						
11A	EN AW 7075 laminat (5mm)	Oțel H11 X38CrMoV5	neted 22	pin conic cu 4 teșituri plane	3,8-3,85	SFSP

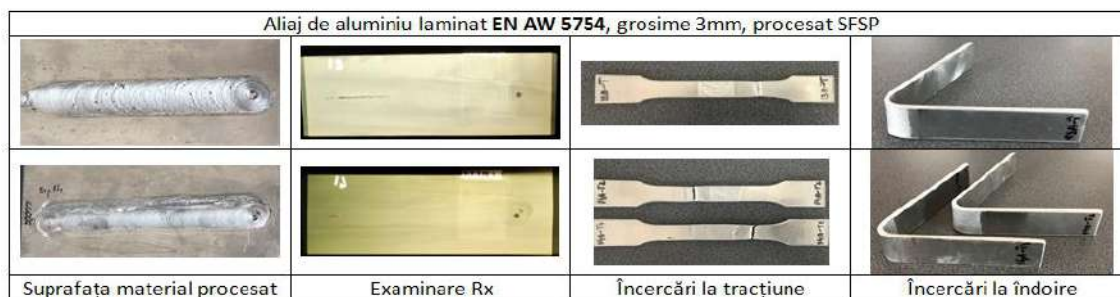
Planul propus pentru evaluarea și caracterizarea materialelor procesate SFSP/ FSP, după programul de cercetări experimentale preliminare, constă în: examinare vizuală și cu

radiații penetrante a materialelor procesate SFSP/FSP, analize structurale, încercări mecanice de rupere la tracțiune și încercări de îndoire statică.

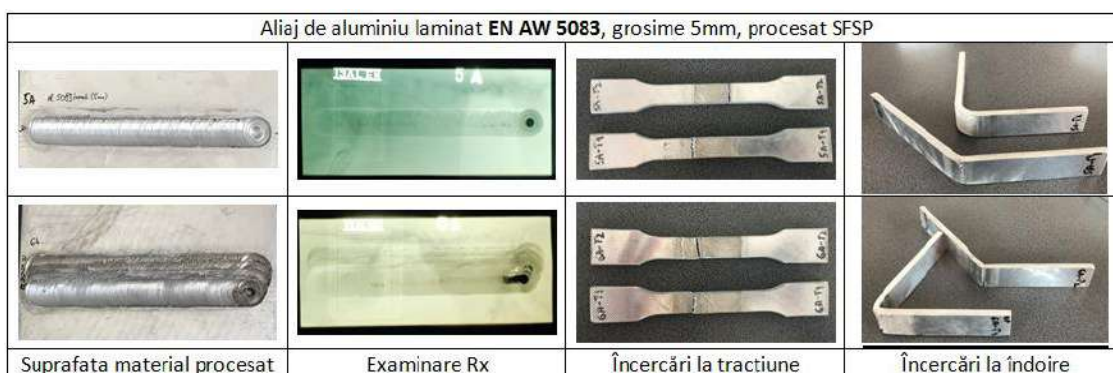
Capitolele patru și cinci prezintă date privind desfășurarea programului experimental preliminar de procesare FSP/SFSP a aliajelor de aluminiu laminate și turnate: materiale de procesat, unelte utilizate, parametri de proces, condiții de procesare, precum și rezultate preliminare obținute la examinarea materialelor procesate din punct de vedere vizual, cu radiații penetrante, analize structurale, încercări mecanice de rupere la tracțiune și îndoire. Spre exemplificare în Fig. 1a-f și în Fig. 2 sunt prezentate câteva date și rezultate ale programului experimental preliminar de procesare SFSP a aliajelor de aluminiu menționate în Tabelul 3. Este prezentat aspectul suprafețelor procesate, imaginea aferentă examinării cu radiații penetrante, precum și epruvete prelevate din materialele procesate, încercate la tracțiune și la îndoire. De exemplu, Fig. 2 arată aspectul macroscopic pentru câte o probă analizată din fiecare material procesat SFSP.



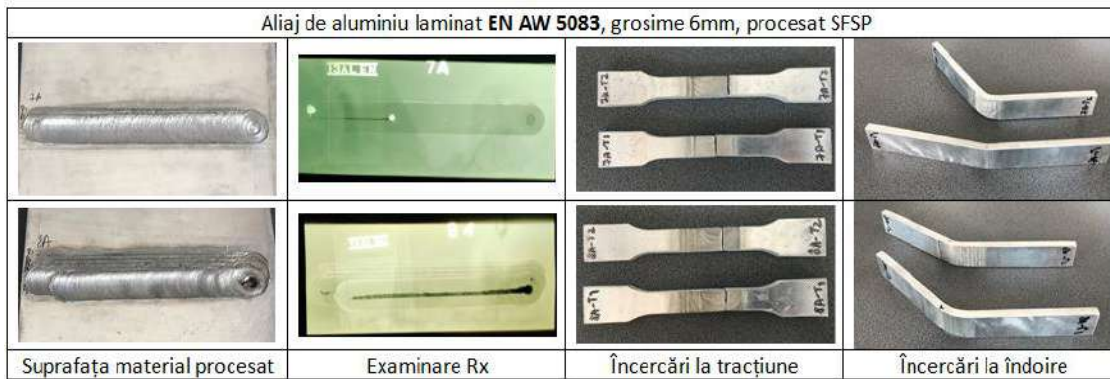
a) Exp.1A, 2A - Aliaj de aluminiu EN AW 1200 (grosime 5mm), procesat SFSP



b) Exp.13A, 14A - Aliaj de aluminiu EN AW 5754 (grosime 3mm), procesat SFSP



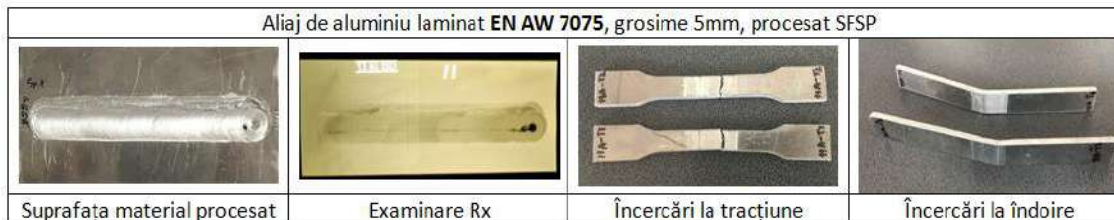
c) Exp.5A, 6A - Aliaj de aluminiu EN AW 5083 (grosime 5mm), procesat SFSP



d) Exp.7A, 8A - Aliaj de aluminiu EN AW 5083 (grosime 6mm), procesat SFSP

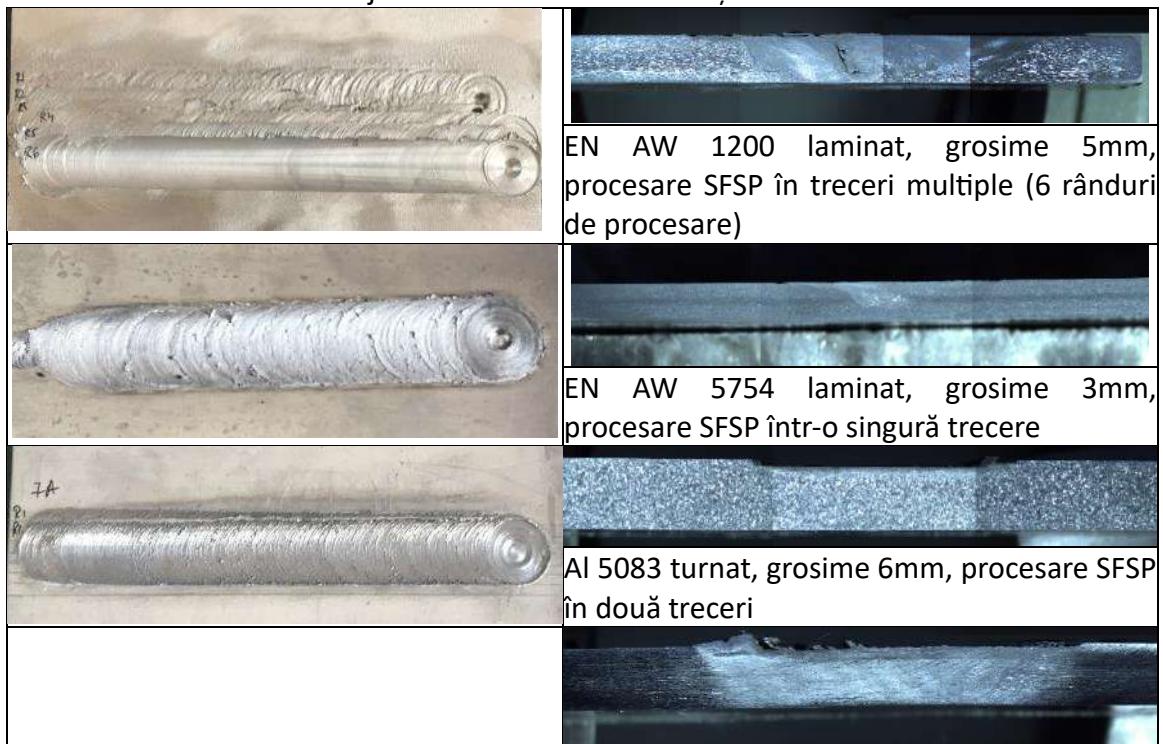


e) Exp.9A - Aliaj de aluminiu EN AW 6082 (grosime 5mm), procesat SFSP



f) Exp.11A - Aliaj de aluminiu EN AW 7075 (grosime 5mm), procesat SFSP

Fig. 1 Date și rezultate ale programului experimental preliminar de procesare SFSP/FSP a aliajelor de aluminiu laminate și turnate



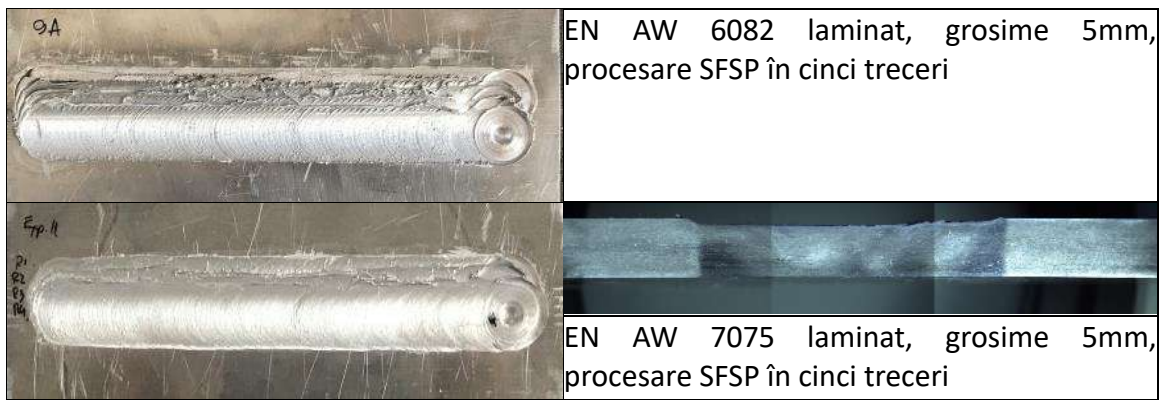


Fig. 2 Aspectul la suprafață și macroscopic pentru o probă analizată din fiecare material. În urma derulării programului experimental preliminar de procesare SFSP a aliajelor de aluminiu laminate (EN AW 1200, EN AW 5754, EN AW 6082, EN AW 5754) și turnate de aluminiu (Al 5083), de grosimi 3-6mm, realizate cu diferiți parametri de procesare și diferite dimensiuni și geometrii ale uneltelor de procesare, s-a constatat că se pot obține rezultate și aspecte pozitive la procesare în mediu de lucru lichid. Prin continuarea evaluării materialelor procesate și a programului de cercetări experimentale de procesare SFSP /FSP aceste aspecte vor putea fi îmbunătățite pentru a putea obține rezultate cât mai bune pentru materialele procesate. Rezultatele programului experimental preliminar de procesare SFSP constituie baza pentru a continua cercetările experimentale în vederea realizării unui program mai extins de experimentări de procesare SFSP/FSP pentru aliaje de aluminiu laminate și turnate.

Capitolul șase prezintă date privind activitățile de diseminare și de promovare a proiectului și a domeniului FSW, în concordanță acțiunile/direcțiile D1-D4 din planul de diseminare și exploatare a rezultatelor. Sunt prezentate date privind: actualizare website proiect (D1), lucrări științifice și cerere de brevet de invenție elaborate în cadrul fazei 2 (D2), materiale de promovare (D3), participare la târguri/expoziții, saloane de invenții/invențică și cercetare (D4).

D1 - Pagina web a proiectului - În cadrul prezentei faze a proiectului s-a realizat o actualizare a paginii web a proiectului PN 23.37.01.02, care se poate accesa la [www.isim.ro](https://www.isim.ro), rubrica cercetare, proiecte Nucleu ale ISIM Timișoara: <https://www.isim.ro/nucleu23-37/23360102/index.htm>. Astfel se contribuie la completarea primului punct din planul de diseminare și valorificare a rezultatelor obținute în cadrul proiectului. Acesta are ca scop cunoașterea activităților și a rezultatelor obținute, fiind conturat de la începutul proiectului, prin promovarea pe website-ul ISIM a prezentului proiect. Pe website se prezintă informații care sunt actualizate la finalizarea fiecărei faze a proiectului și care conțin titlul proiectului, perioada de desfășurare, stadiul realizării proiectului, obiectivele propuse, etapele de lucru și rezultatele obținute, materiale de promovare, precum și date de contact.

D2. Articole/lucrări științifice și cerere de brevet de invenție. A doua acțiune din planul de diseminare și valorificare a rezultatelor are ca scop elaborarea și publicarea de lucrări științifice în reviste/publicații de specialitate și/sau lucrări științifice prezentate la manifestări științifice, cu scopul cunoașterii sudării SFSW și procesării SFSP în mediul științific, academic și industrial, deschiderii de noi oportunități de colaborare, precum și creșterii vizibilității la nivel național și internațional a activităților de cercetare derulate. Astfel, în cadrul fazei actuale a proiectului s-au elaborat următoarele lucrări științifice:

- L.N. Boțilă - *“An overview of studies on submerged friction stir processing of rolled aluminum alloys”*, publicată în revista BID ISIM: Welding and Material Testing Nr.1/2024;
- L.N. Boțilă - *“Considerations regarding submerged friction stir processing of cast aluminum alloys”*, în curs de publicare în revista BID ISIM: Welding and Material Testing Nr.2/2024
- E. Dobrin, L.N. Boțilă, G.V. Mnerie - *“Considerations of the influence of process parameters on the microstructure and mechanical properties of friction stir processed Al alloys”*, aprobată pentru transmitere la revista ARTN: Nonconventional Technologies Review, 2024.
- V. Besalîc, L.N. Boțilă, R. Dobrin - *“Considerations regarding corrosion behavior of aluminum alloys processed by Friction Stir Processing (FSP) or Submerged Friction Stir Processing (SFSP)”*, aprobată pentru transmitere la revista ARTN: Nonconventional Technologies Review, 2024.
- L.N. Boțilă, I. A. Perianu, B. Radu, C. Codrean, M. Nicolaescu, E. F. Binchiciu - *“Failure Analysis of Cu-DHP Joining Processes: A Comparative Study of FSW and SFSW Techniques”*, prezentată la 10th International Conference on Advanced Materials and Structures AMS24, desfășurată la Timișoara, 31.05-01.06.2024.

În cadrul proiectului, după finalizarea fazei 2 a proiectului, în luna decembrie 2023, s-a conturat și dezvoltat o idee pentru cerere de brevet de invenție pentru care s-a pregătit și depus la OSIM București documentația aferentă. Cererea de brevet de invenție cu titlul *“Sistem adaptiv de monitorizare și control termic al proceselor de sudare și procesare prin frecare cu element activ rotitor”* a fost înregistrată la OSIM București cu nr. A/00873/27.12.2023.

**D3. Materiale de promovare** Diseminarea rezultatelor și promovarea proiectului se realizează atât în format letric, prin lucrările științifice care se publică în reviste de specialitate și în volume de lucrări la conferințe, cât și în format electronic prin faptul că publicațiile sunt accesibile online. De asemenea, prin intermediul website-ului proiectului, este accesibilă online o cantitate importantă de informații privind proiectul și rezultatele obținute în cadrul fiecărei faze.

În cadrul prezentei faze a proiectului s-au elaborat și realizat:

- 1 material de promovare a proiectului PN 23 37 01 01 (în limba română în format electronic), pentru 1 postare pe rețea socială, cu rol de promovare/ Informare privind proiectul, stadiul de implementare (etapizat), Fig. 3;

La ISIM Timișoara se află în derulare proiectul Național PN 23 37 01 01 C2 "Cercetări privind modificarea proprietăților materialelor metalice utilizând metoda ecologică și inovativă de procesare prin frecare cu element activ rotitor în mediul lichid". În perioada ianuarie-mai 2024 s-a derulat faza a treia a proiectului, care a vizat realizarea de cercetări experimentale performante privind aplicarea procesului prin frecare cu element activ rotitor sub apă (Submerged Friction Stir Processing - SFSP) la aliaje de aluminiu (turnate și laminare), precum și activități de diseminare și promovare a proiectului.

Proiectul se desfășoară în perioada 2023-2026 în cadrul Programului Național al ISIM Timișoara "Cercetări avansate privind industria vitorului PN 23 27" înnoISIM.

Detalii suplimentare se pot obține accesând site-ul proiectului: [https://www.isim.ro/nucleo\\_03-37/23370102/index.htm](https://www.isim.ro/nucleo_03-37/23370102/index.htm).

**Program Național PN 23 37 01 01 C2 înnoISIM 2023-2026**  
**"Cercetări avansate privind industria vitorului"**  
**Proiect - PN 23 37 01 01**  
**Cerere de brevet de invenție privind sistemul adaptiv de monitorizare și control termic al proceselor de sudare și procesare prin frecare cu element activ rotitor în mediul lichid**  
**Coordonator: ISIM Timișoara**

**Descrierea proiectului**  
 • cercetarea caracteristicilor de sudare la nivel industrial a materialelor metalice turnate și laminare utilizând metoda ecologică și inovativă de procesare prin frecare cu element activ rotitor în mediul lichid (SFSP) în vederea dezvoltării de tehnologii de sudare SFSP pentru aliaje de aluminiu, cupru și aliaje de nichel;  
 • dezvoltarea componentelor și a sistemelor de control și monitorizare a procesului de sudare și procesare prin frecare cu element activ rotitor în mediul lichid, precum și a sistemelor de control și monitorizare a procesului de sudare și procesare prin frecare cu element activ rotitor în mediul lichid, precum și a sistemelor de control și monitorizare a procesului de sudare și procesare prin frecare cu element activ rotitor în mediul lichid.

**Activități realizate în cadrul proiectului SFSP înnoISIM:**

- Identificarea materialelor și proceselor de sudare și procesare prin frecare;
- Alinierea activității de sudare, fabricarea prototipurilor, integrarea și finalizarea activității;
- Implementarea și testarea sistemelor de control și monitorizare a procesului de sudare și procesare prin frecare;
- Realizarea activității de diseminare și promovare a proiectului;
- Realizarea activității de diseminare și promovare a proiectului;
- Realizarea activității de diseminare și promovare a proiectului;

Responsabil proiect: Ing. Lavinia Răduț, e-mail: [laradut@isim.ro](mailto:laradut@isim.ro)  
[https://www.isim.ro/nucleo\\_03-37/23370102/index.htm](https://www.isim.ro/nucleo_03-37/23370102/index.htm), website: [www.isim.ro](http://www.isim.ro)

Fig.3 Material promovare proiect pentru postare rețea socială

- Update chestionare de co-interesare privind domeniul FSW/FSP în format letric, pentru industrie și mediul științific/universitar (Fig.4). Aceste chestionare pot fi accesate în format electronic cu următoarele linkuri:
  - <https://forms.gle/6SFMx2J3RytRSHLs9> (pentru mediul industrial)
  - <https://forms.gle/ix5ad8gZvYEmNrZSA> (pentru mediul universitar).

Chestionarele au fost distribuite participanților la evenimente tehnico-științifice la care ISIM a participat, menționate în acest capitol la pct. privind acțiuni de promovare a proiectului și a domeniului FSW, respectiv au fost distribuite participanților din industrie participanți la cursuri IWE/IWI organizate de ISIM.

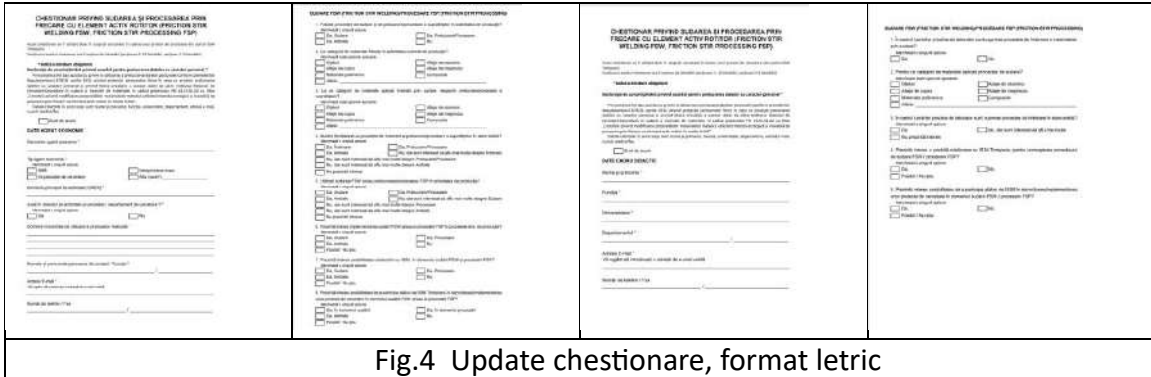


Fig.4 Update chestionare, format letric

- Prezentare powerpoint proiect PN 13 27 01 02, în română, privind implementarea proiectului, pentru workshopul de prezentare a rezultatelor proiectelor Nucleu aferente anului 2023, eveniment organizat de MCID cu sprijinul CCCDI la Bistrița, în perioada 30-31 mai 2024 (Fig.5).

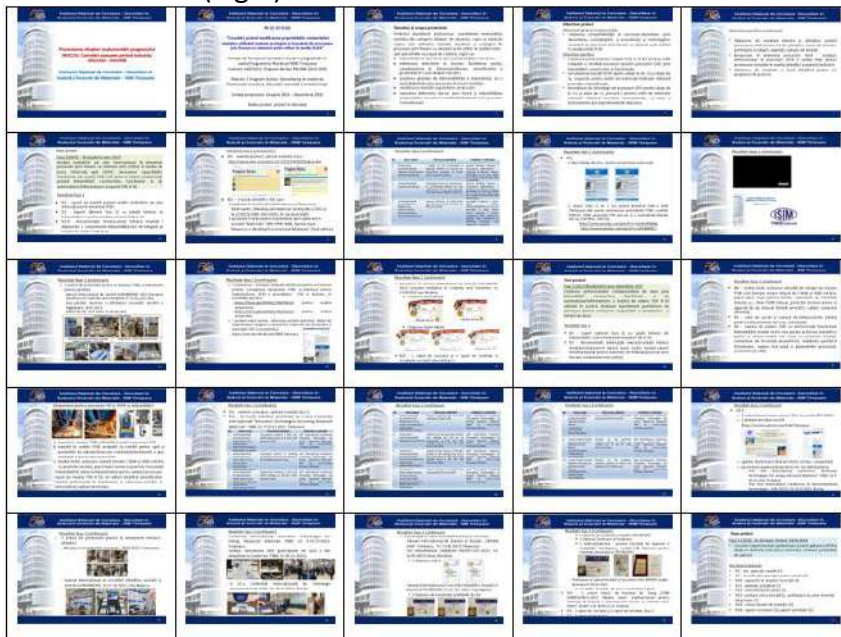


Fig.5 Prezentare ppt proiect

- Acțiuni de promovare a proiectului Nucleu și a cercetărilor în domeniul FSW, realizate de ISIM Timișoara în această etapă a proiectului
  - Promovare proiect și domeniu FSW/FSP/procedee derivate la *The 2nd International Conference on Electrical and Power Engineering ICPE-CA & The 1st International Exhibition on Innovation in Electrical and Power Engineering, ASMES 2024 (Advanced Structures, Materials and Electrical Systems), 9-12 mai 2024, Tulcea* (Fig.6), prin: distribuie de flyere și chestionare, expunere mostre materiale sudate

FSW cap la cap/suprapuse materiale similare/disimilare, materiale procesate, îmbinări prin nituire.



Fig.6 Promovare proiect și domeniu FSW/FSP la The 1st International Exhibition on Innovation in Electrical and Power Engineering, 9-12.05.2024, Tulcea

- Promovare proiect și domeniu FSW/FSP/procedee derivate la The International Salon of Invention and Innovative Entrepreneurship, 16-17 Mai 2024, Chișinău, Republica Moldova, (Fig.7), eveniment tehnico-științific organizat de Institutul de Cercetare, Inovare și Transfer Tehnologic al Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, în parteneriat cu Asociația Obștească „Inovație în Educație de Performanță” și Academia Antreprenoriatului Inovativ:
  - distribuire de flyere pentru proiect și chestionare în domeniul FSW/FSP,
  - expunere mostre materiale sudate FSW cap la cap/prin suprapunere materiale similare/disimilare, materiale procesate FSP, îmbinări prin nituire.



Fig.7 Promovare proiect și domeniu FSW/FSP/procedee derivate la Salonul Internațional de Invenții și Antreprenoriat Inovativ, 16-17.05.2024, Chișinău

- Promovare proiect și domeniu FSW/FSP/procedee derivate la 16th European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT, Iasi, Romania, 6-8 iunie 2024 (Fig.8), în cadrul Salonului de Invenții și proiecte inovative:
  - flyere proiect și chestionare în domeniul FSW/FSP,
  - expunere mostre materiale sudate FSW cap la cap/ prin suprapunere materiale similare/disimilare, materiale procesate FSP, îmbinări prin nituire





Fig.8 Promovare proiect și domeniu FSW/FSP/procedee derivate, EUROINVENT, 06-08.06.2024, Iași

- Promovare proiect și domeniu FSW/FSP/procedee derivate la Târgul de tehnologie și Inovație Demo Metal Vest 11-13.06.2024 Arad, România (Fig.9):
  - flyere proiect și chestionare în domeniul FSW/FSP,
  - expunere mostre materiale sudate FSW cap la cap/ prin suprapunere materiale similare/disimilare, materiale procesate FSP, îmbinări prin nituire



Fig.9 Promovare proiect și FSW/FSP la DEMO METAL VEST, 11-13.06.2024, Arad

- Promovare proiect și domeniu FSW/FSP/procedee derivate la Salonul Internațional de Inventii și Inovații "Traian Vuia" 13-15.06.2024 Timișoara, România (Fig.10), organizat de Universitatea de Științele Vieții "Regele Mihai I" din Timișoara în parteneriat cu Societatea Inventatorilor din Banat, Consiliul Județean Timiș, QUB TV
  - flyere proiect și chestionare în domeniul FSW/FSP,
  - expunere mostre materiale sudate FSW cap la cap/ prin suprapunere materiale similare/disimilare, materiale procesate FSP, îmbinări prin nituire



Fig.10 Promovare proiect și domeniu FSW/FSP la Salonul Internațional de invenții și inovații "Traian Vuia" , 13-15.06.2024, Timisoara

- Acțiuni de prezentare și promovare procedeu de sudare FSW/procesare FSP în diferite medii de lucru, procedee derivate din acesta și procedee hibride:
  - 23.01.2024 și 3.06.2024 către grupe de participanți la cursuri IWE/IWI (International Welding Engineer/International Welding Inspector) organizate la ISIM Timisoara (Fig.11). Scopul acțiunii a fost de a prezenta sudarea FSW, procesarea FSP și procedee derivate din FSW, către specialiști din mediul industrial.



Fig.11 Promovare proiect și domeniu FSW/FSP – cursanți IWE/IWI la ISIM, 2024

- 06.06.2024 – grup studenți UPT (Fig.12) premiați la concursul de rezistență materialelor din 2024, care au vizitat laboratoarele ISIM și care au asistat și la realizarea unui experiment de procesare sub apă a unui aliaj de aluminiu.



Fig.12 Promovare proiect și domeniu FSW/FSP – studenți UPT la ISIM, 06.06.2024

#### D 4. Participare la Saloane de invenție, invenții și inovații

- Participare la The 1st International Exhibition on Innovation in Electrical and Power Engineering, ASMES 2024 (Advanced Structures, Materials and Electrical Systems), 9-12 mai 2024, Tulcea cu:

- R. Cojocaru, L.N. Boțilă - "Dispozitiv de sudare prin frecare cu element activ rotator, cu răcire cu aer a uneltei de sudare FSW și a materialelor de îmbinat" / "Friction stir welding device with air cooling of the FSW welding tool and the materials to be joined", Cerere de brevet de invenție, Nr. înreg. OSIM A/00028/27.01.2022, publicată în RO-BOPI 7/2023 cu nr. RO 137552 A2). Participarea a fost premiată cu **Diploma of Excellence** (Fig. 13 ).



Fig.13 Participare la The 1st International Exhibition on Innovation in Electrical and Power Engineering, ASMES 2024 (Advanced Structures, Materials and Electrical Systems), 9-12 mai 2024, Tulcea

- Participare la International Salon of Invention and Innovative Entrepreneurship, 16-17.05.2024, Chișinău, Republica Moldova (Fig.14), cu:

- R. Cojocaru, L.N. Boțilă - "Dispozitiv de sudare prin frecare cu element activ rotator, cu răcire cu aer a uneltei de sudare FSW și a materialelor de îmbinat" / "Friction stir welding device with air cooling of the FSW welding tool and the materials to

- be joined*”, Cerere de brevet de invenție, Nr. înreg. OSIM A/00028/27.01.2022, publicată în RO-BOPI 7/2023 cu nr. RO 137552 A2;
- R. Cojocaru, L.N. Boțilă – *”Sistem pentru aplicarea metodei de sudare prin frecare cu element activ rotitor în mediu lichid” / ”System for the application of the friction stir welding in liquid environment”*, Cerere de brevet de invenție Nr. înregistrare OSIM A/00697/19.11.2021, publicată în RO-BOPI 5/2023 cu nr. RO 137450 A2;
  - L.N. Boțilă, R. Cojocaru – *”Dispozitiv de sudare pentru metoda de sudare prin frecare cu element activ rotitor sub apă” / ”Welding device for underwater friction stir welding method”*, Cerere de brevet de invenție, Nr. înregistrare OSIM A/00696/19.11.2021, publicată în RO-BOPI 5/2023 cu nr. RO 137449 A2.



Fig.14 Participare la International Salon of Invention and Innovative Entrepreneurship, 16-17 Mai 2024, Chișinău, Republica Moldova

- Participare la 16th European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT, Iasi, Romania, 6-8 iunie 2024, (Fig.15), cu:

- ❖ R. Cojocaru, L.N. Boțilă - *”Dispozitiv de sudare prin frecare cu element activ rotitor, cu răcire cu aer a uneltei de sudare FSW și a materialelor de îmbinat” / ”Friction stir welding device with air cooling of the FSW welding tool and the materials to be joined”*, Cerere de brevet de invenție, Nr. înreg. OSIM A/00028/27.01.2022, publicată în RO-BOPI 7/2023 cu nr. RO 137552 A2. Participarea este inclusă cu nr. RO279, la pag.456 (Fig. 15), în volumul Proceedings of the 16<sup>th</sup> edition of EUROINVENT European Exhibition of Creativity and Innovation, 2024, ISSN Print 2601-4564, Online: 2601-4572. Participarea a fost premiată cu **Diploma SILVER MEDAL** la EUROINVENT 2024.



Fig.15 Participare la 16th European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT, Iasi, Romania, 6-8 iunie 2024

- Participare la Salonul Internațional de Invenții și Inovații „TRAIAN VUIA” Timișoara, ediția a X-a, 13-15.06.2024 Timișoara (Fig.16)

- ❖ R. Cojocaru, L.N. Boțilă - *”Dispozitiv de sudare prin frecare cu element activ rotitor, cu răcire cu aer a uneltei de sudare FSW și a materialelor de îmbinat” / ”Friction stir welding device with air cooling of the FSW welding tool and the materials to*

*be joined*”, Cerere brevet invenție, Nr. înreg. OSIM A/00028/27.01.2022, publicată în RO-BOPI 7/2023 cu nr. RO 137552 A2

- ❖ L.N. Boțilă – *”Cercetări privind modificarea proprietăților materialelor metalice utilizând metoda ecologică și inovativă de procesare prin frecare cu element activ rotitor în mediu lichid” / ”Research on the properties modification of metallic materials by using the ecological and innovative method of submerged friction stir processing”*, proiect de cercetare PN 23 37 01 02/2023-2026, în cadrul Programului Nucleu PN 23 37 Inno-SIM.

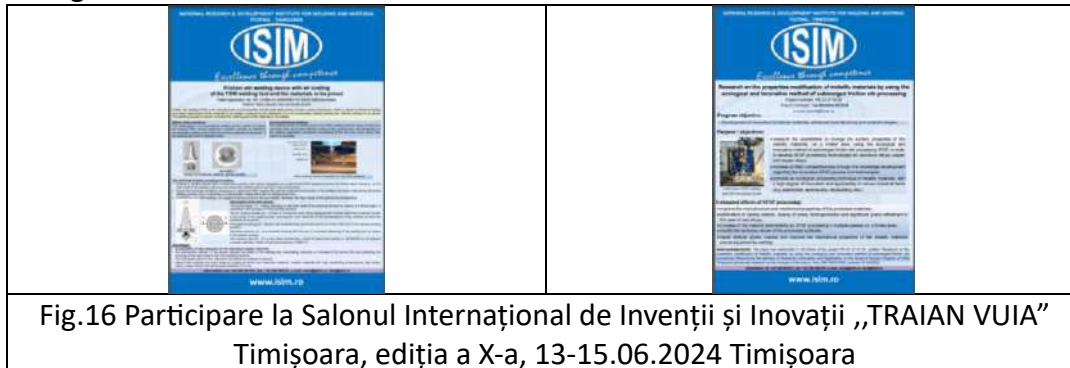


Fig.16 Participare la Salonul Internațional de Invenții și Inovații „TRAIAN VUIA” Timișoara, ediția a X-a, 13-15.06.2024 Timișoara

Evenimentul este în desfășurare la data finalizării fazei actuale a proiectului.

Capitolul 7 cuprinde concluziile bazate pe rezultatele obținute în faza actuală.

- În faza actuală a proiectului s-a conceput și realizat un program experimental preliminar de procesare prin frecare cu element activ rotitor în mediu lichid pentru aliaje laminare și turnate de aluminiu
- S-au realizat câteva intervenții /ajustări la mașina FSW, care permit o funcționare mai constantă a mașinii pe parcursul proceselor de lucru, posibilitatea de a putea realiza programe de cercetare experimentală de sudare și procesare cu o mai mare stabilitate funcțională a mașinii, precum și cu o acuratețe îmbunătățită a rezultatelor (calitate mai bună a îmbinărilor sudate și a materialelor procesate).
- S-au realizat desene de execuție pentru unelte de procesare care vor putea fi utilizate în programul de cercetare experimentală, respectiv pentru element distantier pentru montare reductor în noua poziție, de integrat pe mașina FSW.
- S-a depus la OSIM o cerere de brevet de invenție pentru un sistem adaptiv de monitorizare și control termic computerizat al proceselor de sudare/procesare prin frecare cu element activ rotitor, care utilizează termografia în infraroșu pentru monitorizarea și controlul termic continuu și în timp real al proceselor de sudare/procesare, respectiv pentru evaluarea și optimizarea parametrilor tehnologici, în vederea asigurării stabilității termice a proceselor și obținerea unor materiale sudate/procesate care să corespundă calitativ aplicației respective.
- S-a structurat programul experimental preliminar de procesare FSP/SFSP pentru aliaje de aluminiu laminare și turnate, fiind prezentate date privind materialele de procesat (aliaje de aluminiu laminare și turnate), date privind unelte de procesare, precum și planul pentru verificarea materialelor procesate.
- Programele experimentale preliminare de procesare SFSP pentru aliaje laminare (EN AW 1200, EN AW 5754, EN AW 6082, EN AW 5754) și turnate de aluminiu (Al 5083), de grosimi 3-6mm, realizate cu diferiți parametri de procesare și diferite dimensiuni și geometrii ale uneltelor de procesare, arată rezultate și aspecte pozitive, care prin

continuarea cercetărilor vor putea fi îmbunătățite pentru a putea obține rezultate mai bune pentru materialele procesate.

- Rezultatele programului experimental preliminar de procesare SFSP constituie baza pentru continuarea cercetărilor experimentale în vederea realizării unui program mai extins de experimentări de procesare SFSP pentru aliaje de Al laminate și turnate.
- S-au realizat activități de diseminare în corelare punctele D1-D4 din planul de diseminare a proiectului.

Rezultate, stadiul realizării obiectivului fazei, concluzii și propuneri pentru continuarea proiectului (se vor preciza stadiul de implementare a proiectului, gradul de indeplinire a obiectivului cu referire la tintele stabilite și indicatorii asociați pentru monitorizare și evaluare). Stadiul de implementare a proiectului: S-a finalizat faza 3 „Cercetări experimentale preliminare privind aplicarea SFSP la aliaje din aluminiu (turnate și laminate). Evaluare posibilități de aplicare a SFSP. Diseminare rezultate” a proiectului Nucleu PN 23 37 01 02. Se poate concluziona că:

- S-au realizat unele ajustări/adaptări dimensionale ale unor elemente de la mașina de sudare FSW (utilizată în proiect la programele de cercetări experimentale), pentru a se potrivi cu dimensiunile mai mari ale motorului nou instalat pe mașină. Eforturile realizate de echipa de lucru au urmărit îmbunătățirea performanțelor mașinii de sudare cu scopul de a putea realiza programe de cercetare experimentală de sudare/procesare cu o mai mare stabilitate funcțională a mașinii, precum și cu o acuratețe îmbunătățită a rezultatelor (calitate mai bună a îmbinărilor sudate/materialelor procesate).
- S-au realizat desene de execuție pentru unelte de procesare care vor fi utilizate în programul de cercetare experimentală, respectiv pentru element distantier pentru montare reductor în noua poziție, de integrat pe mașina FSW.
- S-a elaborat și depus la OSIM București documentația aferentă unei cereri de brevet de invenție pentru un sistem adaptiv de monitorizare și control termic computerizat al proceselor de sudare și procesare prin frecare cu element activ rotitor, (Nr. înregistrare OSIM A/00873/27.12.2023).
- S-a structurat programul experimental preliminar de procesare FSP/SFSP pentru aliaje de aluminiu laminate și turnate, fiind prezentate date privind materialele de procesat (aliaje de aluminiu laminate și turnate), date privind unelte de procesare, precum și schema programului experimental preliminar de procesare și planul pentru verificarea materialelor procesate.
- S-a realizat programul experimental preliminar de procesare SFSP/FSP pentru aliaje laminate (EN AW 1200, EN AW 5754, EN AW 6082, EN AW 5754) și turnate de aluminiu (Al 5083), de grosimi 3-6mm, realizate cu diferiți parametri de procesare și diferite dimensiuni și geometrii ale uneltelor de procesare. Rezultatele și aspectele pozitive obținute la experimentările preliminare vor constitui baza pentru a continua cercetările experimentale cu un program mai extins de experimentări de procesare SFSP pentru aliaje de aluminiu laminate și turnate, cu scopul de a obține rezultate mai bune pentru materialele procesate. Ca urmare a îmbunătățirilor funcționale ale mașinii de sudare FSW, gama de turații la carte poate lucra unele de procesare s-a extins, în cadrul programelor de cercetare

- experimentală putându-se utiliza și turații mai mari ale uneltei de procesare (cuprinse între 1500 rot/min- 3000 rot/min).
- Rezultatele programului experimental preliminar de procesare SFSP arată că geometria pinului uneltelor de procesare trebuie să fie robustă, cu dimensiuni mai mari ale diametrului/laturilor pinului care să reziste la solicitările determinate de parametri de procesare utilizați și care să permită realizarea procesării în bune condiții, fără a se produce ruperea pinului (de ex. unealta cu pin triunghiular).
  - Diseminarea de informații privind rezultatele obținute în cadrul acestei faze a proiectului, precum și promovare proiectului, s-a realizat prin:
    - actualizarea paginii web (<http://www.isim.ro/nucleu23-37/23370102/index.htm>) a proiectului Nucleu,
    - 4 lucrări științifice pentru publicare în reviste de specialitate
    - 1 lucrare acceptată și prezentată la Conferința Internațională AMS24, Timișoara, 30 mai-1 iunie 2024.
    - 1 cerere de brevet de invenție "Sistem adaptiv de monitorizare și control termic al proceselor de sudare și procesare prin frecare cu element activ rotitor" (Nr. înregistrare OSIM A/00873/27.12.2023).
    - 1 material de promovare a proiectului PN 23 37 01 01 (în limba română în format electronic) pentru 1 postare pe rețea socială cu rol de Informare privind proiectul, stadiul de implementare (etapizat)
    - update chestionare de co-interesare privind domeniul FSW/FSP în format letric pentru a fi distribuite în industrie și în mediul științific/universitar
    - prezentare powerpoint proiect PN 13 27 01 02, în română, privind implementarea proiectului, pentru workshopul de prezentare a rezultatelor proiectelor Nucleu aferente anului 2023,
    - 8 acțiuni de promovare proiect Nucleu și cercetări în domeniul FSW la:
      - The 2nd International Conference on Electrical and Power Engineering ICPE-CA & The 1st International Exhibition on Innovation in Electrical and Power Engineering, ASMES 2024 (Advanced Structures, Materials and Electrical Systems), 9-12 mai 2024, Tulcea
      - The International Salon of Invention and Innovative Entrepreneurship, 16-17 Mai 2024, Chișinău, Republica Moldova,
      - Workshop de prezentare a rezultatelor proiectelor Nucleu aferente anului 2023, eveniment organizat de MCID cu sprijinul CCCDI la Bistrița, în perioada 30-31 mai 2024
      - 16th European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT, Iasi, Romania, 6-8 iunie 2024
      - Târgul de tehnologie și inovație Demo Metal Vest 11-13.06.2024 Arad, România
      - Salonul Internațional de Invenții și Inovații "Traian Vuia" 13-15.06.2024 Timișoara
      - grupe de participanți la cursuri IWE/IWI (International Welding Engineer/International Welding Inspector) organizate la ISIM Timisoara (23.01.2024 și 3.06.2024);
      - grup studenți UPT premiați la concursul de rezistența materialelor din 2024 care au vizitat laboratoarele ISIM, în 06.06.2024 și care au asistat și la realizarea unui experiment de procesare SFSP a unui aliaj de Al

- Participare la 4 saloane de inventică, invenții și inovații:
  - The 1st International Exhibition on Innovation in Electrical and Power Engineering, ASMES 2024 (Advanced Structures, Materials and Electrical Systems), 9-12 mai 2024, Tulcea. Participarea a fost premiată cu **Diploma of Excellence**
  - International Salon of Invention and Innovative Entrepreneurship, 16-17 Mai 2024, Chișinău, Republica Moldova
  - 16th European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT, Iasi, Romania, 6-8 iunie 2024. Participarea a fost premiată cu **Diploma SILVER MEDAL** la EUROINVENT 2024
  - Salonul Internațional de Invenții și Inovații „TRAIAN VUIA” Timișoara, ediția a X-a, 13-15.06.2024 Timișoara (în curs de desfășurare)

Obiectivele fazei 3 au fost îndeplinite, toate rezultatele obținute în cadrul acestei faze a proiectului fiind cuprinse în raportul de cercetare aferent fazei.

Activitățile prevăzute pentru faza 3 a proiectului au fost realizate, iar rezultatele obținute sunt în concordanță cu cele prezentate la pct. 3 și 4 și cu obiectivele prezentate la pct. 1 din prezentul raport de activitate și constau în:

- R3 - Documentație tehnică/de execuție-soluții tehnice module / dispozitive / componente/unelte (1 buc.)
- R7 - Specificații de materiale pentru unelte SFSP (4buc.);
- R10 - Rapoarte de analize, încercări și evaluări pentru materiale procesate SFSP (4 buc.);
- R11 - Website proiect și upload rezultate faza 3 (1 buc.)
- R12 - Articole/lucrări științifice sau tehnice (5 buc.)
- R13:
  - Participare la salon inventii/targ/expo (5 buc.) - Prezentare proiect și realizări, cereri brevete invenție, creșterea vizibilității cercetărilor realizate
  - 1 material de promovare a proiectului PN 23 37 01 01 (în limba română în format electronic) pentru 1 postare pe rețea socială cu rol de Informare privind proiectul, stadiul de implementare (etapizat) și cu scopul sporirii gradului de interes privind tematica proiectului
  - 8 acțiuni de promovare a proiectului, din care 6 la evenimente tehnico-științifice
  - chestionare completate (16 buc.) - sondarea mediului științific/academic și industrial privind cunoașterea domeniului FSW și interesul pentru implementarea SFSP, a procedurii FSW/derivate, în activități specifice
- R14 – Cerere brevet de invenție (1 buc.)
- R16 - Raport de cercetare (1 buc.) și raport de activitate (1 buc.) cu rezultatele cercetării aferente fazei 3.

Lucrările proiectului vor continua cu faza 4 a proiectului ”Program experimental complex privind aplicarea SFSP la aliaje din aluminiu turnate/laminate) în vederea dezvoltării de tehnologii de procesare SFSP. Diseminare rezultate “.

Responsabil proiect,

Ing. Boțilă Lia-Nicoleta