

RAPORT DE ACTIVITATE

(01.07.2024–31.12.2025)

și

PLANUL STRATEGIC DE DEZVOLTARE A CAPACITĂȚII DE CERCETARE-DEZVOLTARE-INOVARÉ PENTRU PERIOADA 2026-2029

Centrul de studii și cercetări pentru deformări plastice (CSCDP)

I. Datele de identificare ale centrului:

a) denumirea (în limba română)

Centrul de studii și cercetări pentru deformări plastice (CSCDP)

b) denumirea (în limba engleză)

Metal Forming Research Centre (MFRC)

c) acronimul centrului

CSCDP

d) website

<http://centers.ulbsibiu.ro/cscdp/index.html>

e) data înființării și/sau data ultimei recunoașteri prin hotărâre de Senat

Ordinul Ministrului Învățământului și Științei nr. 8541/1991

f) facultatea în subordinea căreia se află centrul

Facultatea de Inginerie

g) tipul de cercetare pe care îl desfășoară centrul (fundamentală/ experimentală / industrială / creație artistică și promovarea culturii)

fundamentală/experimentală / industrială

h) domeniile de cercetare ale centrului (în funcție de tipul de cercetare realizată)

Cercetările aplicative legate de domeniul materialelor, proceselor și produselor inovative nu pot fi abordate eficient fără o bază solidă de cunoștințe legate de caracteristicile materialelor utilizate. Mai mult, cercetările vor aborda și aspecte legate de dezvoltarea unor materiale noi, utilizabile în procesele de prelucrare, aspecte care sunt strâns legate de cercetările fundamentale din domeniul științelor ingineresti.

II. Structura și organigrama centrului (la momentul raportării)

a) Structura centrului (*se vor preciza: compartimentele/laboratoarele din cadrul centrului; pozițiile de conducere, persoanele care ocupă funcțiile respective*)

Conducerea CSCDP este asigurată de către directorul centrului, prof. dr. ing. Sever-Gabriel RACZ.

Din punct de vedere al structural CSCDP este împărțit în **colective de cercetare**, fiecărui colectiv corespunzându-i un **laborator de cercetare** având același nume.

Colectivele de cercetare asigură o repartizare a resursei umane (cercetători) pe anumite tematiche de cercetare, în timp ce *laboratoarele de cercetare* asigura resursa materială (echipamente) pentru tematicile de cercetare ale colectivelor.

Colectivele/laboratoarele de cercetare ale CSCDP sunt următoarele:

- **Echipamente și tehnologii de presare și injectare**
- **Mașini-unelte și automatizări**
- **Roboți și sisteme mecatronice**
- **Testare a materialelor multifuncționale**

b) Organigrama centrului (*se va insera organigrama centrului*)

Organigrama CSCDP este prezentată în figura 1.

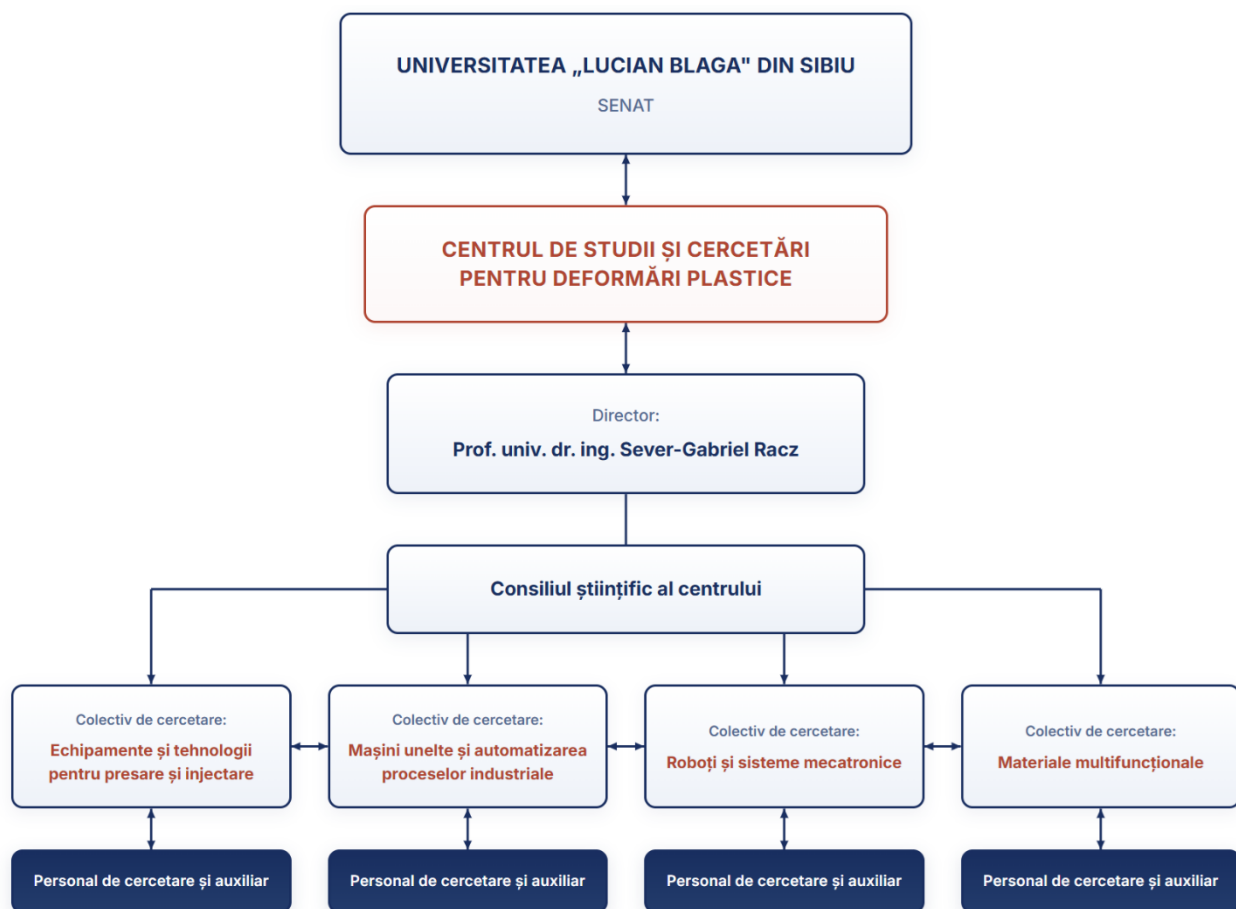


Fig. 1: Organigrama CSCDP

III. Lista membrilor centrului (la momentul raportării; se vor preciza: gradul didactic/de cercetare; numele și prenumele; laboratorul/compartimentul):

1. prof. dr. ing. Sever-Gabriel Racz (indice Hirsch în WoS $H_{WoS}=10$) (director al centrului și membru al Consiliului științific)
2. prof. dr. ing. Avrigean Eugen ($H_{WoS}=3$)
3. prof. dr. ing. Breaz Radu-Eugen ($H_{WoS}=9$) (membru al Consiliului științific al centrului)
4. prof. dr. ing. Oleksik Valentin Ștefan ($H_{WoS}=11$) (membru al Consiliului științific)
5. prof. dr. ing. Pascu Adrian Marius ($H_{WoS}=6$) (membru al Consiliului științific)
6. prof. dr. ing. Țițu Aurel-Mihail ($H_{WoS}=10$)
7. conf. dr. ing. Biriș Cristina Maria ($H_{WoS}=6$)
8. conf. dr. ing. Chicea Anca-Lucia ($H_{WoS}=6$)
9. conf. dr. ing. Coman Diana ($H_{WoS}=6$)
10. conf. dr. ing. Crenganiș Mihai ($H_{WoS}=6$)
11. conf. dr. ing. Gîrjob Claudia Emilia ($H_{WoS}=6$) (membru al Consiliului științific)
12. conf. dr. ing. Oleksik Mihaela ($H_{WoS}=7$)
13. ș.l. dr. ing. Bârsan Alexandru ($H_{WoS}=5$)
14. ș.l. dr. ing. Burghelea Melania ($H_{WoS}=6$)
15. ș.l. dr. ing. Maroșan Adrian Iosif ($H_{WoS}=3$)
16. ș.l. dr. ing. Matran Cristian ($H_{WoS}=0$)
17. ș.l. dr. ing. Popp Mihai Octavian ($H_{WoS}=3$)

18. ș.l. dr. ing. Popp Gabriela-Petruța (H_{WoS}=5)
19. ș.l. dr. ing. Rusu Dan (H_{WoS}=2)
20. ș.l. dr. ing. Vlad Dorin (H_{WoS}=4)
21. ș.l. dr. ing. Vrîceanu Narcisa (H_{WoS}=22)
22. asist. dr. ing. Morariu Fineas (H_{WoS}=1)
23. asist. dr. ing. Petrașcu Olivia Laura (H_{WoS}=3)
24. asist. drd. ing. Bleotu Robert Marian (H_{WoS}=0)
25. asist. drd. ing. Preda Cosmin (H_{WoS}=2)
26. asist. cercetare drd. ing. Petrașcu Raul Mihai (H_{WoS}=2)
27. asist. cercetare drd. ing. Timotei Morariu (H_{WoS}=1)
28. asist. cercetare drd. ing. Drașovean Paula Nicoleta (H_{WoS}=0)

IV. Numar cercetatori angajati la data de 31.12.2025

Nr. crt.	Nume, prenume	Fracțiune de normă cercetare
1.	prof. dr. ing. Sever-Gabriel Racz	0.15
2.	prof. dr. ing. Avrigean Eugen	0.15
3.	prof. dr. ing. Breaz Radu-Eugen	0.15
4.	prof. dr. ing. Oleksik Valentin Ștefan	0.15
5.	prof. dr. ing. Pascu Adrian Marius	0.15
6.	prof. dr. ing. Țițu Aurel-Mihail	0.15
7.	conf. dr. ing. Biriș Cristina Maria	0.15
8.	conf. dr. ing. Chicea Anca-Lucia	0.15
9.	conf. dr. ing. Coman Diana	0.15
10.	conf. dr. ing. Crenganiș Mihai	0.15
11.	conf. dr. ing. Gîrjob Claudia Emilia	0.15
12.	conf. dr. ing. Oleksik Mihaela	0.15
13.	ș.l. dr. ing. Bârsan Alexandru	0.1
14.	ș.l. dr. ing. Burghilea Melania	0.1
15.	ș.l. dr. ing. Maroșan Adrian Iosif	0.1
16.	ș.l. dr. ing. Matran Cristian	0.1
17.	ș.l. dr. ing. Popp Mihai Octavian	0.1
18.	ș.l. dr. ing. Popp Gabriela-Petruța	0.1
19.	ș.l. dr. ing. Rusu Dan	0.1
20.	ș.l. dr. ing. Vlad Dorin	0.1
21.	ș.l. dr. ing. Vrîceanu Narcisa	0.1
22.	asist. dr. ing. Morariu Fineas	0.1
23.	asist. dr. ing. Petrașcu Olivia Laura	0.1
24.	asist. drd. ing. Bleotu Robert Marian	0.1
25.	asist. drd. ing. Preda Cosmin	0.1
26.	asist. cercetare drd. ing. Petrașcu Raul Mihai	0.1
27.	asist. cercetare drd. ing. Timotei Morariu	0.1
28.	asist. cercetare drd. ing. Drașovean Paula Nicoleta	0.1

V. Descrierea infrastructurii centrului de cercetare

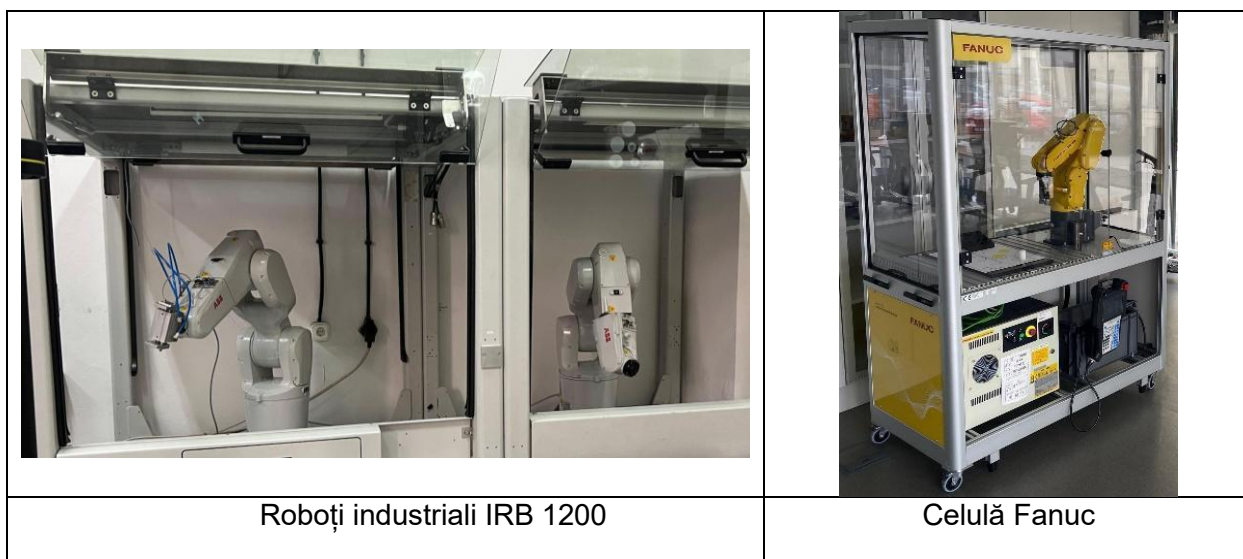
- Se va detalia infrastructura existentă la nivelul Centrului de Cercetare

1. Laboratorul de roboți și sisteme mecatronice

În cadrul laboratorului se desfășoară cercetări teoretice și aplicative asupra tuturor tipurilor de echipamente utilizate în procesele de fabricație. Din aceasta categorie fac parte roboții industriali seriali și roboții mobili. Astfel, dotarea laboratorului include roboți industriali seriali cu șase grade de libertate de tip **KUKA KR 210, KR 6-2 și ABB 1400**.

Cercetările teoretice și experimentale din cadrul laboratorului de automatizări și roboți sunt facilitate și de pachetele software **Matlab & Simulink, B&R Automation Studio, ABB Robot Studio, KUKA KRC și Technosoft Easy Motion**.

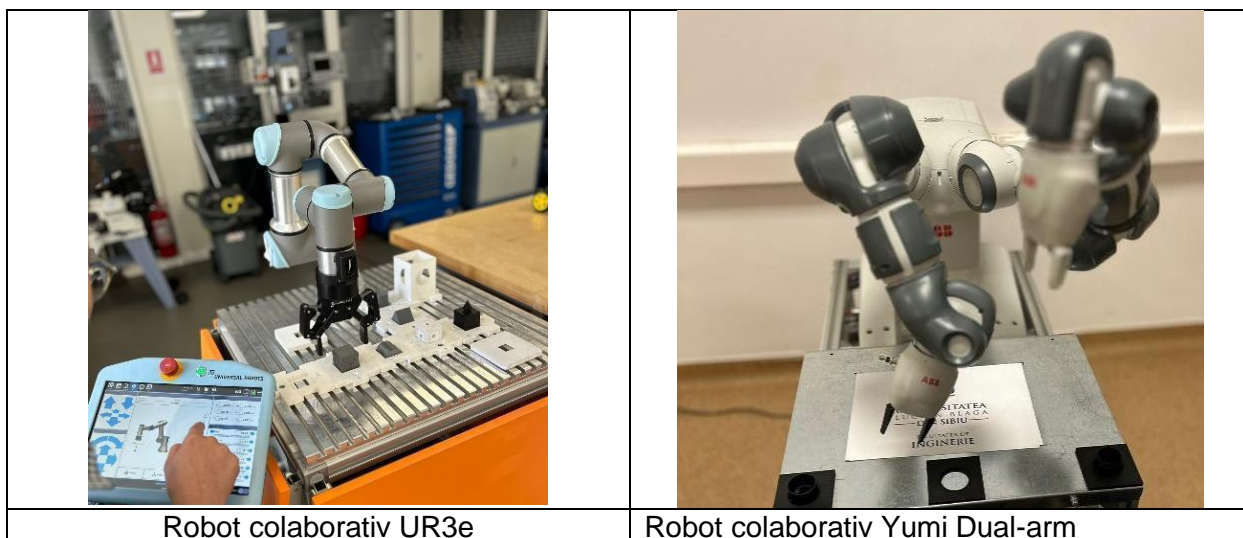
Pentru aprofundarea cercetărilor experimentale în domeniul deformării incrementale cu ajutorul roboților industriali, laboratorul a fost dotat și cu două brațe robotice de la producătorul ABB, modelul **IRB 1200**. Ambii roboți sunt echipați cu șase grade de libertate și permit o mișcare sincronizată. Aceștia sunt utilizați pentru a studia algoritmi de control și coordonare, având ca scop asigurarea preciziei și eficienței în procesele de fabricație. De asemenea, roboții ABB permit modelarea și simularea proceselor de deformare, contribuind la determinarea comportamentului materialelor și la optimizarea parametrilor de proces.



Un alt echipament cu care este dotat laboratorul de roboți și sisteme mecatronice este **Celula FANUC**. Aceasta permite dezvoltarea aptitudinilor practice în programarea roboților și în automatizare prin integrarea facilă a diverselor dispozitive periferice. Echipamentul include un robot industrial **ER-4iA** cu șase axe de mișcare, teach pendant, cameră monocromă industrială **CMOS SC130EF1 B/W** și controler **R-30iB Mate Plus**. ER-4iA asigură flexibilitate și dexteritate ridicate, fiind dotat cu un efector final electric **EGP 40-N-N-B** de la producătorul Schunk, ideal pentru manipularea pieselor mici. Acest echipament permite realizarea unei game largi de studii de cercetare, cum ar fi programarea avansată a roboților, integrarea sistemelor prevăzute cu senzor vizual, automatizarea proceselor industriale, manipularea cu precizie a obiectelor și interconectarea dispozitivelor periferice.

Pentru validarea aspectelor experimentale, se poate utiliza software-ul **Roboguide**, fiind disponibile 20 de licențe în cadrul laboratorului.

Roboguide presupune o interfață de acomodare cu programarea și controlul roboților, testându-se astfel în prealabil aplicațiile ce urmează a fi reproduse apoi pe robotul real.



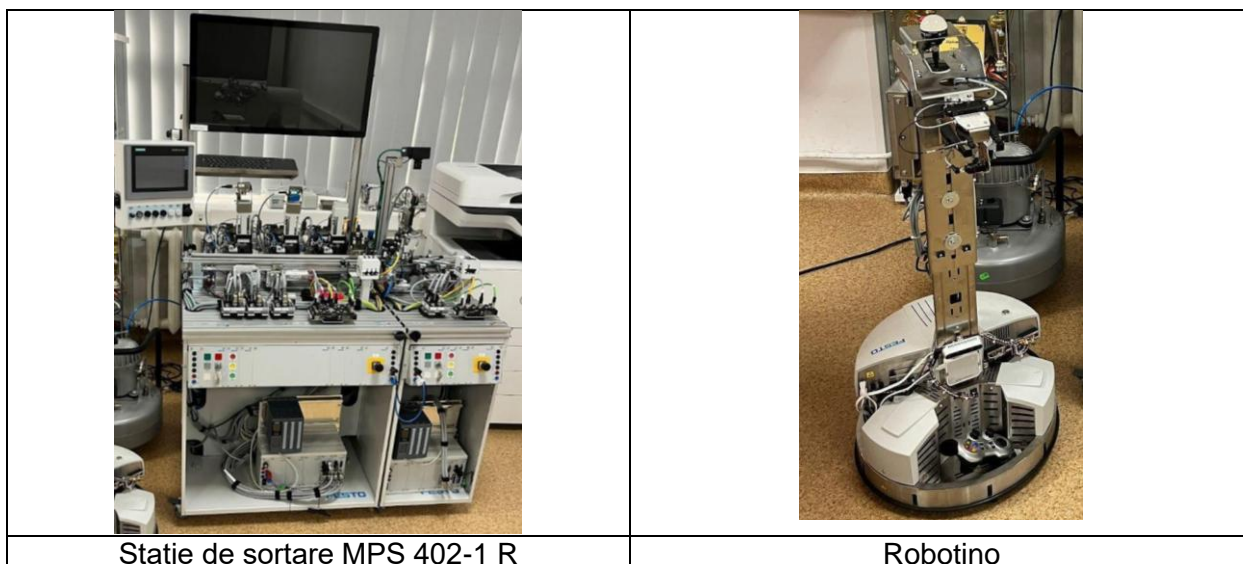
Un alt echipament aflat în cadrul acestor laboratoare este robotul colaborativ **UR3e**. Acesta permite realizarea de aplicații de manipulare a pieselor cu dimensiuni mici cu ajutorul efectorului final **2F-85**, având o capacitate de încărcare de până la trei kg. Robotul este echipat și cu o cameră compactă de la **Robotiq**, ce poate fi utilizată pentru recunoașterea și sortarea pieselor. De asemenea, aplicațiile practice pot fi testate prin utilizarea simulatorului software **URSim** care reproduce mediul de programare și mediul de operare ale roboților UR.

Pentru dobândirea aptitudinilor legate de programarea roboților industriali colaborativi, laboratorul dispune și de un robot colaborativ **Yumi Dual-arm** (IRB 14000) de la producătorul ABB, ce poate fi integrat în celule flexibile de fabricație. Cele două brațe cu șapte grade de libertate oferă un nivel ridicat de dexteritate și flexibilitate pentru o gamă largă de sarcini. Acest tip de robot este utilizat pentru studierea cinematicii și dinamicii roboților seriali redundanți, folosind mediul de dezvoltare MATLAB-Simulink. Cercetările bazate pe acest sistem robotic se concentrează pe identificarea algoritmilor și metodelor eficiente energetic pentru parcurgerea traiectoriilor impuse.

În cadrul acestui laborator, se desfășoară activitățile de cercetare aplicativă pentru realizarea platformelor robotice multifuncționale cu care echipele studențești **Cybertech** și **Powerbot** au obținut rezultate remarcabile la concursurile naționale **RobotX** (Locul 1/2 (2015, 2016, 2017, 2018, 2019) și internaționale **EUROBOT** (locul 10/18-2015, Yverdon les Bains, Elveția, locul 5/6-2016, Le Kremlin Bicetre, Franța, locul 21/12-2017, Roche sur Yon, Franța, locul 7/14- 2018, Roche sur Yon, Franța, locul 5/12-2019, Roche sur Yon, Franța).

În dotarea laboratorului se află diverse sisteme de acționare pneumatice și hidraulice provenind de la firmele **FESTO** și **SMC**. Una dintre bazele experimentale și didactice ale laboratorului (sala IM 203) a fost recent modernizată (în anul 2019) cu sprijinul financiar al companiei Continental (actual Aumovio).

Dintre sistemele pneumatice avansate din dotarea laboratorului se pot aminti modulele educaționale pentru instruire în pneumatică și electropneumatică **FESTO TP 101**, **FESTO TP 102** și **FESTO TP 201**, precum și modulul mecatronic de instruire **FESTO MPS 202**, și stația **MPS 402-1 R** ce reprezintă o platformă de învățare avansată și cercetare creată de Festo, proiectată pentru simularea și optimizarea proceselor de producție industriale. Acest sistem modular integrează tehnologii moderne pentru automatizare și control, oferind module pentru asamblare, manipulare materiale, testare și inspecție. Mediul software didactic din jurul unui MES (Manufacturing Execution System) special dezvoltat pentru uz didactic oferă acces facil la subiecte software complexe în mediul de automatizare a fabricii. Procesul de învățare este susținut de medii moderne, cum ar fi codurile QR și AR pentru furnizarea de informații, precum și interacțiunea cu sistemul de învățare bazat pe realitate augmentată.



Stația **MPS 402-1 R** este o platformă versatilă și esențială pentru cercetarea și dezvoltarea în automatizarea industrială. Aceasta susține o gamă variată de activități de cercetare, inclusiv testarea și validarea noilor tehnologii în automatizare, optimizarea proceselor de producție prin simulare și evaluarea comparativă a performanței diferitelor configurații și tehnologii. De asemenea, servește ca instrument avansat de educație, permitând studenților să învețe și să experimenteze cu practici și principii ale automatizării industriale. Prin integrarea cu tehnologii emergente precum IoT industrial, machine learning și realitate augmentată, **MPS 402-1 R** facilitează explorarea unor noi direcții și dezvoltarea de soluții inovatoare pentru industria viitorului. Împreună cu acesta stație de lucru este integrat și robotul mobil Robotino ce este o platformă avansată de robot mobil dezvoltată de Festo, proiectată pentru a fi folosită în educație, cercetare și aplicații industriale.

Robotino este robust și versatil, fiind capabil să navigheze eficient în diferite medii și condiții de lucru, fiind utilizat pentru sarcini precum transport, inspecție și manipulare de obiecte. Programarea și controlul acestuia se realizează folosind medii de programare moderne, cum ar fi ROS (Robot Operating System), ceea ce facilitează dezvoltarea aplicațiilor complexe și integrarea cu alte sisteme. În domeniul cercetării, Robotino este utilizat pentru testarea și dezvoltarea de noi tehnologii, explorând potențialul aplicațiilor autonome și inteligente în diverse industrii. Toate aceste module sunt controlate prin pachetul software **FluidSIM**. Acesta este un software destinat cercetării sistemelor fluide, incluzând domeniile pneumatică, hidraulică și inginerie electrică. Dezvoltat pentru a facilita simularea și proiectarea de înaltă precizie, FluidSim 6 oferă o platformă integrată care sprijină dezvoltarea și optimizarea instalațiilor pneumatice, electrice și hidraulice.

FluidSim 6 permite simularea detaliată a sistemelor pneumatice și hidraulice în timp real, oferind cercetătorilor instrumente pentru a analiza și modela comportamentul acestora cu o rată de procesare a semnalului de până la 10 kHz. Aceasta este esențială pentru explorarea și testarea aplicațiilor de automatizare. Software-ul acoperă o gamă largă de aplicații, de la pneumatică și electropneumatică la hidraulică și electrohidraulică. În domeniul ingineriei electrice, FluidSim 6 permite proiectarea și simularea schemelor electrice de curent continuu și alternativ. Funcționalitățile sale avansate includ simularea și monitorizarea proceselor industriale esențiale pentru îmbunătățirea performanței și a stabilității sistemelor. Un aspect cheie al FluidSim 6 este suportul pentru crearea și gestionarea diagramelor GRAFCET, facilitând cercetarea strategiilor de control și optimizarea proceselor de automatizare.

FluidSim 6 se integrează cu diverse echipamente și PLC-uri, permițând conectivitatea cu controlere, sisteme reale și software-uri de simulare 3D. Această flexibilitate este benefică ariilor de cercetare ingineresti. Astfel, se pot testa și controla sisteme complexe într-un mediu integrat și adaptabil. Software-ul este echipat cu resurse educaționale complete și opțiuni flexibile de licențiere,

fiind ideal pentru utilizarea în cercetare și educație. FluidSim 6 nu este doar un instrument de simulare; este o platformă de cercetare care facilitează inovația în domeniul sistemelor fluide.

De asemenea, laboratorul dispune de sistemul mecatronic modular **FESTO MecLab**, destinat realizării de cercetări privind construcția modularizată, comanda și programarea sistemelor mecatronice. Tot din domeniul sistemelor mecatronice avansate, din dotarea laboratorului face parte sistemul bi-axial cu motoare electrice pas cu pas și motoare pneumatice liniare **SMC MAP 202**.

Sistemele de automatizare din laborator se bazează pe automatele programabile de ultimă generație **Siemens SIMATIC S7 1200 (12 buc.)**, programate cu ultima versiune a pachetului software **Siemens TIA Portal v. 15. (12 posturi de lucru)**.




În dotarea laboratorului se găsesc și sistemele de automatizare bazate pe plăci cu microcontrollere ATMEL AVR, **Arduino Nano (12 buc.)** și **Arduino Mega (12 buc.)**.

De asemenea, laboratorul dispune de echipamente pentru fabricație aditivă, dintre care se remarcă imprimanta **3D Ultimaker 3 Ext.**, care permite realizarea unor piese complexe din punct de vedere al formei, cu proprietăți mecanice comparabile cu ale celor realizate prin procedee de prelucrare extractivă (așchiere).

În cadrul laboratoarelor centrului de cercetare au fost proiectați și construiți o serie de roboți mobili de serviciu.

Robotul mobil autonom de tuns gazonul oferă oportunități pentru testarea și perfecționarea algoritmilor de navigare autonomă, esențiali pentru operarea eficientă a sistemelor mecatronice. De asemenea, robotul facilitează îmbunătățirea tehnicilor de detecție și evitare a obstacolelor, prin intermediul senzorilor integrați. Ajustarea automată a parametrilor de tăiere și mișcare în funcție de teren este o altă direcție de cercetare, care poate conduce la optimizarea performanței robotului în diferite medii. Robotul are aplicații variate în parcuri, grădini, terenuri sportive și spații industriale, demonstrând un potențial vast de utilizare în întreținerea spațiilor.

Robotul autonom de colectare a mingilor de tenis este echipat cu un sistem de locomoție diferențial, care îi permite deplasarea eficientă, un sistem de colectare adaptiv și un sistem senzorial complex pentru detectarea și colectarea mingilor de tenis. Subansamblul de colectare permite strângerea mai multor mingi simultan și ajustarea înălțimii de colectare în funcție de suprafața de joc, ce poate fi netedă și dreaptă – în cazul terenului de ciment – sau neuniformă, în cazul terenului de zgură. Localizarea mingilor este realizată cu ajutorul unei camere programate să identifice culoarea verde a acestora. Senzorul vizual oferă pentru fiecare obiect detectat o serie de patru valori, care sunt ulterior integrate în strategiile de navigare. Robotul de colectare oferă posibilitatea realizării unor studii de cercetare legate de analiza tipurilor de detecție a mingilor pe teren și influența factorilor de mediu, precum lumina, asupra performanței sistemului mecatronic. O altă direcție de cercetare vizează strategiile de navigare folosite pentru deplasarea robotului, cu scopul eficientizării procesului de colectare.

		
<p>Robot autonom de tuns gazonul</p>	<p>Robot autonom de colectare a mingilor de tenis</p>	<p>Robot mobil modular cu doua roți convenționale și tracțiune diferențială</p>

Platforma mobilă modulară este dezvoltată pentru a utiliza module direct conectate între ele, fără a fi nevoie de un cadru suplimentar specific unei anumite configurații. Forma geometrică de bază a modulelor este un hexagon care permite realizarea unității robotice cu diverse module componente. Acest tip de platformă mobilă poate fi integrată într-o serie de cercetări ce investighează modul în care caracteristicile sistemului de locomoție, în special tipurile de roți și configurațiile structurale, pot afecta capacitatea roboților autonomi de a se deplasa eficient și de a îndeplini sarcini specifice în medii industriale variate. Această abordare modulară oferă flexibilitate în adaptarea roboților mobili și a vehiculelor autonome pentru a face față unor aplicații complexe.

2. Laboratorul de testare a materialelor multifuncționale

Laboratorul include mai multe echipamente destinate încercărilor / testelor distructive (tracțiune, compresiune, încovoiere, torsiune) în regim static, prin intermediul cărora se pot determina caracteristicile mecanice și elastice ale diverselor materiale testate. Dintre acestea amintim:

- Mașină universală de încercare (tracțiune, compresiune, încovoiere) **Quasar 25**, pentru încercări în regim static, produsă de firma Galdabini. Această mașină este un sistem rigid, cu două coloane cu capacitate maximă de 25 kN, potrivită pentru testarea epruvetelor realizate din materiale metalice, plastice, compozite precum și alte materiale. Mașina prezintă o rezoluție extrem de mare a citirilor de sarcină și cursă, precum viteza minimă de testare de 0.0005 mm/min, pentru performanțe ridicate și rezultate exacte și este dotată cu extensometru pentru măsurarea deformațiilor specifice. Mașina dispune de **softul GraphWork** care permite crearea de metode de testare specifice diferitelor standarde. Această mașină este fabricată de o companie certificată ISO 9001.

- Mașină universală de încercare a materialelor textile (fire, fibre, tricotaje și țesături) **Titan 2 Universal model 710**. Mașina poate suporta o gamă largă de încărcături, de la forțe mici până la cele mai mari, capacitate de încărcare maximă fiind de 3 kN. Această mașină de încercare poate efectua o varietate de teste, inclusiv teste de tracțiune, compresiune, încovoiere și cicluri de încărcare-descărcare, fiind ideală pentru laboratoarele de cercetare și dezvoltare, precum și pentru controlul calității în producție.

- Mașină pentru încercare la torsiune (răsucire) model **ETT202X**, produsă de firma **Wance**, care permite testarea la torsiune a epruvetelor cu diametrul cuprins între 1 mm și 10 mm, la o viteză de încercare de 30/60/90 rot/min în sens orar sau antiorar. Putând fi astfel testate epruvete din aluminiu, oțel, cupru sau alte materiale metalice sau nemetalice. Mașina poate dezvolta un cuplu maxim: 200 Nm. Putere maximă a mașinii este de 1.5 kW, mașina dispunând de un controller DTC 500, precum și de soft dedicat TestPilot, care permite realizarea de metode de testare specifice diferitelor standarde

- Durimetru universal **Insize** destinat pentru determinarea durității Brinell / Rockwell / Vickers, pentru toate tipurile de metale și aliaje, dure și moi de forme diferite. Principalele caracteristici ale acestui durimetru: Sarcină Rockwell: 98N; Sarcină Brinell: 306, 613, 1839N; Sarcină Vickers: 294N; Sarcină totală 588, 980, 1471 N; Mărire imagine: 37.5X / 75X (selectabil).

- **Traductorul de forță pe trei direcții, PCB Piezotronics, model 261A13**, capabil de a măsura forțe maxime de până la 17,7 kN pe axele X și Y, și până la 44,48 kN pe axa Z. Sensibilitatea acestuia este de 7,19 pC/N pentru axele X și Y, și de 3,37 pC/N pentru axa Z. Pentru amplificarea semnalului, laboratorul dispune și de un **amplificator digital de sarcină HBM, model PACEline CMD 600**, care furnizează un semnal de ieșire unificat, variind între 0 și 10 V. Corelarea între domeniul de variație al semnalului de intrare de la 0 la 10 V și domeniul de măsurare al traductorului este realizată astfel: 0 – 17,7 kN pentru forțele Fx și Fy, și 0 – 44,48 kN pentru forța Fz.

- Captor de forță **Chatillon DFS II 2500 N** care poate fi utilizat atât la măsurarea forțelor de tracțiune cât și a celor de compresiune.

- **Instalație (kit) pentru vacuumare**, utilizat în procesul de obținere a epruvetelor realizate din rășini epoxidice sau siliconi, în vederea eliminării bulelor de aer ce pot apărea în procesul de mixare a componentelor rășinilor sau a siliconilor. Capacitate de aspirație: 4 CFM = 114 l/min, putere: 120 W, vacuum final: 5 Pa, material principal: oțel inoxidabil.

- Microscop metalografic, **Leica DM 1750M**, cu tub trinocular pentru lumina reflectată și camera foto de 3,1 MP, cu stand ergonomic cu construcție verticală pentru probe metalografice mari. Microscopul dispune de iluminare LED, cu led-uri de mare putere, cu durata de viață de minim 25.000 ore, cu iluminare suplimentară segmentată integrată pentru iluminarea oblică. Sistem de control al intensității luminoase. Posibilitatea de a varia unghiul iluminării oblice cu scopul de a avea o imagine cât mai bună a probei studiate. Metode de contrastare în lumina reflectată: cap luminos (BF) și iluminare oblică, posibilitatea de upgrade la lumina polarizată (POL) și contrast diferențial de interferență (DIC). Tub trinocular cu unghi de vizualizare de maxim 30°. Oculare de 10x cu câmp vizual de 20mm și protecție împotriva luminii parazite din lateral, minim unul focusabil care să accepte reticul cu diametru de 24,5mm, pentru măsurători rapide. Masa microscopului permite deplasarea pe axele X/Y de 76mm x 50mm, cu suport pentru probe industriale, fiind acoperită cu ceramică, rezistentă la zgârieturi, cu posibilitatea de operare cu mâna stângă sau mâna dreaptă, care permite analizarea probelor cu înălțimea de maxim 80 mm. Focalizare prin macro și microviză cu posibilitatea de stabilire a poziției de maxim a focusului pentru a evita deteriorarea obiectivelor, cu sistem de reglare a tensiunii la deplasarea mesei pe verticală. Posibilitate de reglare pe înălțime a ansamblului macro-microviză. Turela pentru 6 obiective. Obiectiv planacromat de 5x pentru iluminare episcopică, cu apertură minim 0,12, distanța de lucru minim 11,7 mm. Obiectiv planacromat de 10x pentru iluminare episcopică, cu apertură minim 0,25, distanța de lucru minim 12 mm. Obiectiv planacromat de 20x pentru iluminare episcopică, cu apertură minim 0,40, distanța de lucru minim 1,15 mm. Obiectiv planacromat de 50x pentru iluminare episcopică, cu apertură minim 0,75, distanța de lucru minim 0,37 mm. Obiectiv planacromat de 100x pentru iluminare episcopică, cu apertură minim 0,85, distanța de lucru minim 0,33 mm. Camera foto digitală color cu senzor CMOS cu diagonala de minim 1/2"; rezoluție minim 3,1 MPixeli dimensiune fizică pixeli minim 3.2 x 3.2 μm. Posibilitate de transmisie live a imaginii în format de minim 1024 x 768 pixeli cu o rată de minim 30 cadre/s. Transmisie date prin USB3. Software-ul de achiziție imagini compatibile cu sistemele de operare Windows.

Laboratorul dispune și de echipamente destinate studiului stărilor de tensiune și de deformare din diverse structuri. Astfel:

- Sistem universal de achiziții de date, **Spider 8** cu 8 canale.
- Sistem universal de achiziții de date, **QuantumX MX840A** (de la HBM) cu 8 canale, dedicat testelor de laborator și testelor de teren, rata de achiziție maximă de 192 kS/s, rezoluție 24 biți, acoperă o gamă variată de măsurători: mărimi termice, mecanice, electrice etc. Sistemul acceptă următoarele tipuri de traductoare: mărci tensometrice tip punte întreaga sau semi punte (excitație în curent continuu sau cu frecvența purtătoare 4.8kHz); mărci tensometrice tip sfert de punte cu ajutorul unui adaptor; traductori piezoelectrice cu excitație în curent (IEPE / ICP®); piezorezistiv tip punte întreagă; termorezistență (PT100 / PT1000); termocupluri (tipurile K, N, R, S, T, B, E, J, C); rezistor pur ohmic; traductor potentiometric; inductiv tip punte întreagă sau semi punte, LVDT. Software-ul utilizat de acest sistem, pentru monitorizarea, măsurarea și achiziția datelor în timp real ale forțelor este **CATMAN**, dezvoltat de National Instruments.

- **Stand fotoelastic** pentru determinarea stărilor de tensiune.

De asemenea, în vederea realizării unor simulări numerice cu ajutorul Metodei Elementelor Finite, laboratorul dispune de licențe academice (12) și de cercetare (1) pentru pachetul software **ABAQUS**, care permite simularea comportamentului mecanic a diverselor structuri în domeniul elastic și/sau plastic, utilizând curbele caracteristice tensiune – deformare specifică obținute în urma testelor fizice realizate în laborator.

Totodată, dintre echipamentele destinate pentru investigarea materialelor utilizate în domeniul ingineriei textile aflate în dotarea laboratorului, menționăm:

- stereomicroscop **TRILUS 191G MESDAN**.

- micro dinamometru individual **ELTENS**.
- aparat **CROCKMASTER** model 670 pentru determinarea rezistenței la frecare a vopsirilor.
- aparat **NU-MARTINDALE** pentru abraziune și pilling (Universal Abrasion and Pilling Tester).

Trebuie menționat faptul că în cadrul laboratorului se desfășoară cercetări privind performanța materiilor prime și a materialelor obținute prin tehnologii avansate de modificare a suprafeței, caracterizarea fizico-mecanică și parametrii de confort ai produselor textile, investigarea modificărilor funcționale survenite prin aplicarea produselor naturale sau a acoperirilor realizate cu nano-particule metalice. Laboratorul are de asemenea în dotare și un aparat pentru determinarea rezistenței la frecare, aparat care oferă o caracterizare a uzurii în exploatare a materialelor obținute prin aplicarea tehnicilor de modificare a suprafeței mai sus menționate.

3. Laboratorul de echipamente și tehnologii de presare și injectare

Laboratorul de echipamente și tehnologii de presare și injectare include patru baze experimentale cu o suprafață totală de peste 200 metri pătrați, precum și săli pentru desfășurarea activităților teoretice de instruire, echipate cu toate facilitățile necesare (smart-board, videoproiectoare) și 3 rețele de calculatoare cu un total de 24 de posturi de lucru individuale.



Din dotarea laboratorului face parte mașina automată de testare a materialelor prin încercare la tracțiune, compresiune și flambaj **INSTRON 5587**, care permite determinarea proprietăților mecanice ale materialelor. Mașina are o capacitate în regim static de 300 kN permițând recunoașterea și calibrarea automată a traductoarelor de forță, deplasare și deformare.

De asemenea, din dotarea laboratorului face parte și mașina automată de testare a materialelor **INSTRON 4303**, având o capacitate în regim static 25 kN. În laborator se găsesc de asemenea diverse echipamente specifice pentru prelucrare prin deformare plastică a materialelor.

Unele dintre cele mai avansate echipamente utilizate în cadrul centrului sunt sistemele optice de măsurare a deformațiilor în plan și a reducerii grosimii la piesele deformate din tablă, **GOM ARAMIS** și **ARGUS**. Acestea permit măsurarea deformațiilor principale, secundare și echivalente pe piesele din tablă, în urma unei operații de deformare plastică la rece. De asemenea, este posibilă trasarea curbelor limită de deformare și a subțierii materialului în timpul procesului de deformare. Sistemele de măsurare a deformațiilor includ și pachete software pentru evaluarea și prelucrarea datelor, cu controlul înregistrării imaginii și postprocesare, scanare automată a unei serii de imagini, vizualizări 2D și 3D.

În dotarea laboratorului se află și cel mai recent model al sistemului de măsurare a deformațiilor specifice principale și secundare și a subțierii materialului, **GOM ARAMIS 12M**, care dispune de o rezoluție a camerelor de 12 megapixeli. Frecvența de achiziție a imaginilor poate fi de până la 5Hz la rezoluția maximă și 150Hz la o rezoluția minimă. Sistemul este utilizat în principal în cadrul testelor efectuate pe mașini de încercări dar și pentru alte aplicații de solicitare statice, cum ar fi procesele de deformare plastică a tablelor. Sistemul include și un suport cu coloană de dimensiuni mărite, cât și de o stație grafică utilizată la procesarea imaginilor achiziționate.

Laboratorul de echipamente și tehnologii de presare dispune de sistemul de măsurare optic **3D GOM ATOS CORE 200**. Acesta permite măsurarea unui spațiu maxim de 200 x 200 mm prin intermediul a două camere poziționate la marginea sistemului, astfel fiind posibilă analizarea geometriei pieselor prin metoda triangulației. Sistemul permite măsurarea și analizarea pieselor după procesele de deformare plastică. Din cadrul sistemului face parte și un suport rotativ pentru așezarea, fixarea și prinderea pieselor, cât și a pachetului software dedicat GOM INSPECT pentru analiza și interpretarea datelor.

	
<p>Sistemul de măsurare a deformațiilor GOM ARAMIS 12M</p>	<p>Sistemul de măsurare optic 3D GOM ATOS CORE 200</p>

În cadrul laboratorului se regăsește rugozimetrul **Mitutoyo Surftest SJ-411** utilizat la analizarea rugozității suprafețelor pieselor, fiind posibilă măsurarea rugozităților în funcție de diferite standarde precum EN ISO, VDA, ANSI și JIS. Rugozimetrul poate măsura o distanță orizontală de până la 25 mm, iar pe verticală are un domeniu de $\pm 400 \mu\text{m}$. Liniaritate orizontală pe toată cursa acestuia este de $0.3 \mu\text{m}$. Palpatorul are unghiul la vârf de 60° cu raza de $2 \mu\text{m}$. Acesta este însoțit de un suport cu coloană pentru fixare și un pachet software care facilitează salvarea măsurărilor și generarea rapoartelor.

În cadrul laboratorului s-a proiectat funcțional-constructiv un dispozitiv care permite realizarea încercărilor Nakajima și Marciniak, precum și încercări de determinare a curbei limită de deformare (CLD). Dispozitivul de ambutisare este unul cu placă activă fixă având acționarea poansonului din partea inferioară. Acesta este compus dintr-o matriță de ambutisare, modulară, fixată pe masa dispozitivului, respectiv în partea inferioară, cilindrii hidraulici de acționare atât ai poansonului, cât și pentru placa de reținere. Elementele active ale matriței sunt: poansonul, placa activă și inelul de reținere; acestea sunt modulare, rapid schimbabile, astfel se poate realiza diferite tipuri de ambutisări, cum ar fi: piese cilindrice, conice și paralelipedice.



Sistemul de ambutisare

Din grupa echipamentelor pentru prelucrare prin injectare, în laborator se găsește mașina de injectat mase plastice tip **ARBURG 170-90-200**, având o forță de închidere de 250 kN, o forță maximă de injecție de 91 kN, un volum maxim al piesei de 20 centimetri cubi și o presiune maximă de injecție de 3020 bari.

Tot din grupa mașinilor pentru injectare face parte și mașina de injectat mase plastice **ENGEL VC 210/50 seria 265302**, modelul din anul 2024, fiind o mașină de ultimă generație, pusă

la dispoziție într-un sistem de tip custodie, de către firma ENGEL INJEȚIE S.R.L. România. Compania ENGEL actualizează permanent laboratorul cu ultimul model de mașină și echipamente periferice pentru a avea în permanență acces la noile tehnologii din domeniul injectării maselor plastice.



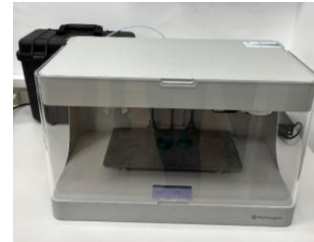
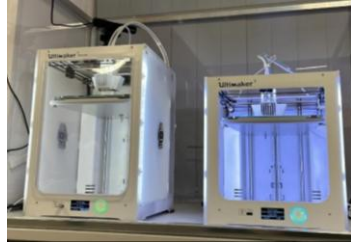
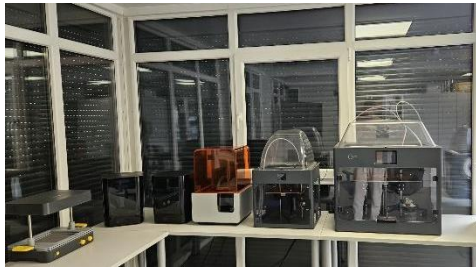
Mașina de injectare ENGEL VC 210/50

Pe lângă mașina proprie zisă, laboratorul a fost dotat și cu dispozitive auxiliare pentru procesele de injectare mase plastice: aspirator Koch tip 608, dozator de culoare tip KE-P4, chiller ONI LKKA 14. Mașina de injectare este dotată cu o serie de echipamente inteligente de învățare și conectivitate cum sunt IQ Clamp Control, IQ flow control, IQ weight control cât și echipamente auxiliare de conectivitate (EDGE Device) specifice contextului „Industry. 4.0.” De asemenea, compania ENGEL RO a echipat laboratorul cu 50 de licențe software CADMould de tip educațional, versiunea 17.0.1.4, acesta fiind un program dedicat pentru simularea procesului de injectare.

Laboratorul dispune de **echipamente pentru fabricație aditivă**, fiind echipat cu o varietate de imprimante 3D, fiecare oferind capacități unice pentru diferite tipuri de proiecte. **Ultimaker 3** și **Ultimaker 3 Extended** sunt imprimante FDM (Fused Deposition Modeling) cunoscute pentru precizia și fiabilitatea lor, ideale pentru prototipuri funcționale și piese de uz final, având un volum de construcție de 215 x 215 x 200 mm, respectiv 215 x 215 x 300 mm. **Creality Ender 5 Pro** este o imprimantă FDM accesibilă, dar robustă, perfectă pentru experimente cu diferite filamente și parametri de imprimare, având un spațiu de lucru de 220 x 220 x 300 mm. **FormLabs 2** utilizează tehnologia SLA (Stereolithography), ideală pentru realizarea de prototipuri detaliate, complexe și piese funcționale de înaltă calitate, cu un volum de construcție de 145 x 145 x 175 mm. **Markforged Mark Two** este specializată în imprimare FDM cu materiale compozite, permițând crearea de piese extrem de rezistente, adecvate pentru aplicații industriale și cercetare în domeniul materialelor avansate, având un spațiu de lucru de 320 x 132 x 154 mm. **CraftBot Flow IDEX** și cele două **CraftBot Plus Pro** oferă versatilitate prin extrudarea independentă dublă (IDEX), facilitând imprimarea cu două materiale diferite simultan și crearea de structuri de suport solubile, cu spații de lucru de 425 x 250 x 250 mm, respectiv 250 x 200 x 200 mm.

De asemenea, laboratorul beneficiază de o **gamă largă de filamente și rășini**, care includ materiale standard precum PLA și ABS, dar și materiale tehnice precum Nylon, polimeri armați cu fibră de carbon/sticlă, PETG, TPU și rășini foto-polimerice de diferite tipuri. Această diversitate materială extinde posibilitățile de cercetare, permițând cercetări detaliate în domenii precum optimizarea proceselor de imprimare, dezvoltarea de noi compozite, și analiza proprietăților mecanice și termice ale pieselor imprimate. **Stația de termoformare Mayku FormBox** completează capabilitățile laboratorului, oferind posibilitatea de a crea rapid matrițe și

piese termoformate, utile pentru prototipuri rapide și producția în serie mică. Aceste dotări avansate permit realizarea unor cercetări complexe și inovative, sprijinind dezvoltarea și testarea unor soluții noi în domeniul fabricației aditive.



Imprimante 3D

Laboratorul de presare și injectare dispune de asemenea de o cameră de termoviziune care permite măsurarea temperaturii cu 4 spoturi, 4 arii, 3 izoterme DeltaT, precum și realizarea unei analize termice în timp real.

Dotarea laboratorului de echipamente și tehnologii de presare, tăiere și injectare este completată de pachetele software CAD (**Catia v5** și **SolidWorks**) și CAE (**ABAQUS**, **ANSYS**, **DynaForm**, **AutoForm**). De asemenea laboratorul dispune de un sistem performant de achiziții de date format din placa de achiziție de date **Keithley KPCI 3108** și pachetul software **TestPoint**.

4. Laboratorul de mașini-unelte și automatizări

Laboratorul de mașini-unelte și automatizări dispune de centrul de prelucrare prin frezare vertical, tip **Haas MiniMill**. Mașina dispune de echipament CNC de ultimă generație și este echipată cu magazie de scule cu 10 posturi. Echipamentul permite realizarea unor prelucrări complexe în 3 axe, prin frezare, găurire, alezare, filetare. De asemenea, pe mașină se desfășoară activități de instruire pentru programarea și operarea mașinilor unelte cu comandă numerică.



Centrul de prelucrare prin frezare vertical Haas MiniMill



Centru de Prelucrare Vertical UMC-500

De asemenea, în dotarea laboratorului se afla un **simulator Haas**, care emulează panourile de comandă ale mașinilor cu comandă numerică de acest tip, atât a celor de frezare cât și a strungurilor. Simulatorul reprezintă un echipament performant, care completează în mod eficient activitățile practice în cadrul cursurilor de instruire.

Laboratorul este prevăzut și cu un Centru de Prelucrare Vertical UMC-500. Acesta este dotat cu un număr de cinci axe, dintre care trei axe de translație X, Y și Z și două axe de rotație, mai exact axele B și C. Prelucrarea în cinci axe constituie o variantă de a reduce numărul setărilor și pentru a crește precizia pentru piesele complexe, fiind soluția perfectă pentru prelucrarea 3+2 și prelucrarea simultană pe 5 axe a pieselor mai mici. Un avantaj important în prelucrarea pieselor complexe îl constituie și magazia de scule laterală de mare capacitate 30+1. De asemenea mașina este dotată cu sistemul fără fir de palpăre intuitivă, sistem care reprezintă un sistem automat de setare a punctului de zero piesă RENISHAW care servește și la măsurarea automată a lungimii sculelor.

Laboratorul dispune și de un centru de strunjire cu performanță ridicată din seria Haas ST15Y cu cinci axe, care este capabilă să ofere o flexibilitate ridicată, rigiditate extremă și stabilitate termică ridicată. Centru de strunjire este dotat cu un număr de cinci axe, dintre care trei axe de translație X, Y și Z și o axă de rotație C și o axă suplimentară de translație B. Mașina dispune pe lângă arborele principal și de un arbore secundar.

Acest centru de strunjire este unul capabil, în condițiile în care dispune de o amprentă la sol mică, oferă totuși un spațiu de lucru generos permițând totodată prelucrarea de diametre mari. Centru de strunjire este dotat cu un arbore principal ce poate lucra la turații de 4000 de rotații pe minut. Capul revolver și ansamblul sculelor antrenate permite montare unui număr de 12 scule. Centrul de strunjire este dotat cu dispozitiv de prereglare a sculei automat și de sistem de palpăre intuitiv fără fir pentru strunguri.



Centru de strunjire Haas ST15Y

În laborator există de asemenea centrul de prelucrare cu 5 axe comandate numeric, **General Numeric 5AX**. Acesta este o mașina-unelă cu comandă numerică realizată în construcție modulară, echipată cu controllerul software de tip arhitectură deschisă **Linux CNC**. Centrul de prelucrare permite realizare unor cercetări legate de cinematica și programarea mașinilor-unelte multi axiale.

Construcția modulară permite adăugarea/modificare/eliminarea cu ușurință a modulelor de tip axă numerică. Arhitectura software deschisă a controllerului CNC permite de asemenea realizarea de cercetări avansate privind controlul axelor numerice utilizând diferite strategii de reglare.

În laborator există de asemenea mașini-unelte cu acționare manuală pentru prelucrarea pieselor prin procesul de așchiere, printre care un strung de preciziei **Bernardo Profi 400 V** cu afișaj digital, o mașină de găurit și frezat **Bernardo KF 25 Pro** cu 3 axe și afișaj digital și o mașină de găurit de banc Bernardo TB 20 T.



Mașină de găurit TB 20 T



Mașină de găurit și frezat
KF 25 Pro



Strung Profi 400

Laboratorul de mașini-unelte este dotat și cu un polizor de banc **Bernardo DSA 200**, o foarfecă de banc pentru tăiat tabla, un fierăstrău cu bandă **Bernardo EBS 115** și un compresor mobil **Bernardo AC12**. De asemenea, în cadrul laboratorului se regăsesc diferite seturi de scule de prelucrare prin așchiere, precum: burghie, burghie în trepte, adâncitoare, alezoare, freze, cuțite de strung, mandrine cu pensete tip ER 40 pentru freze cu diametrul între 3 și 25 mm și seturi de tarozi și filiere.

Cercetările asupra procedeelelor moderne de fabricație sunt facilitate prezența în laborator a echipamentului combinat de prelucrare prin frezare și scanare 3D, cu senzor piezoelectric **Roland Modela MDX 15**. Acesta dispune atât de o unitate de tip cap de scanare cât și de una de tip cap de frezare, acestea putând fi schimbate cu ușurință între ele. În funcție de unitatea montată la un moment dat, echipamentul poate fi folosit ca **scanner 3D** sau ca **mini-centru de prelucrare prin frezare**. Echipamentul Roland Modela MDX 15 permite realizarea prin scanarea obiectului fizic a modelului 3D al acestuia, în diverse formate și apoi prelucrarea prin frezare, pe același echipament și fabricarea prin procedeul ingineriei inverse a unui nou exemplar din obiectul scanat.

În cadrul laboratorului se desfășoară cercetări privind precizia echipamentelor tehnologice de prelucrare. În acest scop este utilizată trusa **Renishaw QC 10** pentru evaluarea preciziei mașinilor unelte cu comandă numerică. Aceasta, utilizând un senzor inductiv de mare precizie și un pachet software dedicat, permite evaluarea erorilor la interpolare circulară și stabilirea măsurilor necesare pentru reducerea acestora.

În dotarea laboratorului se afla de asemenea un echipament **CNC General Numeric S6**. Acesta este un echipament CNC industrial modular, utilizat pentru echiparea mașinilor de prelucrat cu fascicul energetic (flacără oxiacetilenică, laser, plasma, jet de apă).

Pentru studiul tehnicilor de fabricație asistată de calculator (CAM), cât și pentru operarea și exploatarea echipamentelor amintite mai sus, laboratorul dispune de pachete software specifice, dintre care se pot aminti: **Roland Modela 4.0**, **FastCAM** (prelucrări cu fascicul energetic), **SprutCAM** (prelucrări prin frezare și strunjire), **NC Tuner** (optimizarea programelor CNC) precum și o licență de rețea cu 10 posturi a cunoscutului pachet software pentru realizarea și simularea programelor CNC, **CIMCO Edit**.

Laboratorul dispune de asemenea de o dotare hardware ce permite realizarea unor sisteme modulare, flexibile, de automatizare a proceselor de fabricație, cum ar fi **Festo Edutrainer** ce este o platformă educațională modulară, concepută pentru a facilita învățarea și aplicarea conceptelor de automatizare și control industrial. Sistemul din cadrul laboratorului, este compus din 6 automate programabile Siemens **Simatic S7-1215C**, care oferă capacități avansate de control și monitorizare a proceselor. Pe lângă acestea, sunt incluse 6 panouri operator Siemens **HMI KTP700**, care asigură o interfață intuitivă pentru utilizatori, facilitând interacțiunea și controlul sistemelor automatizate. De

asemenea, cele 6 switch-uri **Ethernet Siemens XB005** permit o conectivitate robustă și fiabilă între componentele sistemului, asigurând o comunicare eficientă și rapidă în cadrul rețelei de automatizare. Sistemul include licențe **TIA Portal V18**, oferind un mediu de programare integrat și avansat pentru proiectarea, programarea și diagnosticarea sistemelor de automatizare. În cercetare, acest echipament poate fi folosit pentru dezvoltarea și testarea noilor tehnologii, simularea și optimizarea proceselor industriale complexe, și pentru prototiparea rapidă a noilor concepte. De asemenea, poate sprijini cercetările interdisciplinare, combinând ingineria, informatica și robotica pentru a dezvolta soluții avansate în domenii emergente precum IoT industrial și sisteme cibernetico-fizice. Edutrainer este un instrument valoros pentru formarea continuă, contribuind la dezvoltarea competențelor necesare în cercetarea avansată și facilitând colaborările dintre universități și industrie. Dintre modelele existente în laborator sunt de menționat automatele programabile **Siemens Simatic S7 300 (4 buc.)**, **S7 200 (1 buc.)**, **Omron CPM2A (1 buc.)**, **Omron CP1E (1 buc.)**, **Allen Bradley Micro 850 (1 buc.)** precum și automatele **Telemecanique**, **Bernecker & Reiner** și **Moeller** (câte 1 buc din fiecare).

Programarea automatelor programabile din laborator se face utilizând pachete software specifice, cum ar fi **Siemens TIA Portal V18**, **Simatic STEP 7 MicroWin**, **Allen Bradley by Rockwell Factory Talk Telemecanique**, **Twidosoft**, **Omron Syswin**.

În laboratorul de automatizări se desfășoară cercetări asupra sistemelor de control al mișcării în scopul dezvoltării unor echipamente CNC modularizate și reconfigurabile.

Dintre standurile experimentale utilizate în acest scop se remarcă sistemul de control al mișcării pe trei axe compus din servomotoare sincrone **Bernecker & Reiner**, cu magneți permanenți, echipate cu traductoare numerice pe arborele motor, variatoare de turație (servodrivere) și software de programare. Sistemul are o arhitectură specifică echipamentelor CNC industriale, dar spre deosebire de acestea, este realizat în structură deschisă, permițând realizarea unor cercetări privind studiul și implementarea diferitelor strategii de control al mișcării.

De asemenea, laboratorul dispune de un sistem de control al mișcării pe o axă cu plăci DSP (digital signal processing) **Technosoft ISCM 4085**. Acesta este un sistem de dezvoltare care permite studiul prin simulare și testare experimentală a unor strategii avansate de control al mișcării, implementate la nivelul procesoarelor de semnal de pe placa DSP.

VI. Inovații dezvoltate în perioada 2024-2025

- Se va specifica nivelul de maturitate aferent (TRL)

Notă: Se va reține că pentru a aplica la *Programul Regiunea Centru, PRIORITATEA 1: O REGIUNE OMPETITIVĂ PRIN INOVARE ȘI ÎNTREPRINDERI DINAMICE PENTRU O ECONOMIE INTELIGENTĂ, Acțiunea 1.1 Dezvoltarea structurilor CDI și TT în folosul întreprinderilor, Intervenția 1.1.1 Dezvoltarea capacităților publice de CDI*, condiția de eligibilitate presupune generarea a 2 rezultate cheie exploatabile, pe baza ideilor de cercetare-inovare propuse prin proiect și aflate la stadiul de minim TRL3.

Nivel TRL declarat: TRL 5 – Tehnologie validată în mediu relevant

Descrierea tehnologiei

În cadrul activităților de cercetare desfășurate în proiectul component „Dezvoltarea infrastructurii și resursei umane și creșterea vizibilității internaționale a centrelor de cercetare din structura Universității „Lucian Blaga” din Sibiu”, finanțat prin contractul TEHNE (28PFE/30.12.2021), echipa de cercetare a ULBS a participat la ESAFORM Benchmark 2024, un studiu colaborativ internațional dedicat evaluării performanței procesului Single Point Incremental Forming (SPIF) pentru realizarea unor geometrii complexe din tablă metalică.

Benchmark-ul ESAFORM a reunit 15 institute de cercetare care au realizat experimente comparabile utilizând aceeași piesă de referință, cu dimensiuni de aproximativ 400 × 400 mm, proiectată pentru a include caracteristici geometrice dificil de realizat prin deformare incrementală,

precum variații ale unghiului pereților, zone concave și convexe și regiuni sensibile la instabilități de tip *tent effect* și *pillow effect*. Studiul a urmărit compararea strategiilor de proces, a parametrilor tehnologici și a preciziei geometrice obținute pe diferite infrastructuri experimentale.

Participarea Universității „Lucian Blaga” din Sibiu (ULBS) a fost realizată prin echipa centrului de cercetare în deformări plastice, coordonată de prof. univ. dr. ing. Sever-Gabriel Racz, care a contribuit prin realizarea experimentală a piesei benchmark utilizând infrastructura dezvoltată în cadrul proiectului TEHNE. În mod particular, standul experimental pentru prelucrarea prin deformare incrementală a pieselor de gabarit mare (până la 450 × 450 mm), realizat în cadrul contractului TEHNE, a permis efectuarea experimentelor necesare pentru benchmark și validarea capabilităților tehnologice ale laboratorului ULBS.

Participarea la acest benchmark internațional a permis compararea directă a rezultatelor experimentale obținute la ULBS cu cele ale unor centre de cercetare de referință din Europa, SUA și Asia, contribuind la creșterea vizibilității internaționale a activităților de cercetare dezvoltate în cadrul proiectului TEHNE și la validarea infrastructurii experimentale realizate.

Instituțiile participante la benchmark au fost: KU Leuven (Belgia), University of Michigan (SUA), Technische Universität Dortmund (Germania), AGH University of Krakow (Polonia), University of Calabria (Italia), Università degli Studi di Palermo (Italia), Politecnico di Torino / CNR-STIIMA (Italia), Northwestern Polytechnical University (China), National University of Singapore (Singapore), University of Porto (Portugalia), Lodz University of Technology (Polonia), University of Sheffield (Marea Britanie), Chemnitz University of Technology (Germania) și desigur, Lucian Blaga University of Sibiu (România).

Rezultatele studiului ESAFORM Benchmark 2024 au fost publicate într-un articol științific în revista ***International Journal of Material Forming (WoS Clarivate Q2)***, confirmând relevanța și impactul contribuțiilor experimentale realizate în cadrul acestui proiect:

Vanhulst, M., Lee, Y., Steinfels, D., Bremen, T., Perzyński, K., Vanhove, H., Ambrogio, G., Breaz, R.-E., Buffa, G., Conte, R., De Napoli, L., Fratini, L., Fu, X. D. T., Gagliardi, F., Gralha, M., Kang, P., Kuczek, Ł., Kumar, A. S., Kunke, A., ...Racz, S.-G., ... Duflou, J. R. (2025). *ESAFORM benchmark 2024: Study on the geometric accuracy of a complex shape with single point incremental forming*. *International Journal of Material Forming*, 18, 72. <https://doi.org/10.1007/s12289-025-01928-1>.

Rezultate obținute în etapa a v-a a contractului TEHNE

Rezultatele obținute în etapa a V-a de derulare a contractului TEHNE, proiectul component Dezvoltarea infrastructurii și resursei umane și creșterea vizibilității internaționale a centrelor de cercetare din structura Universității „Lucian Blaga” din Sibiu, sunt prezentate în tabelul de mai jos:

Nr. Crt.	Denumire produs/ tehnologie	Scurtă descriere	Utilitate
1.	Stand pentru prelucrarea prin deformare incrementală a pieselor de gabarit mare și forme complexe (nesimetrice și/sau fără axă de revoluție)	S-a realizat un stand experimental care permite prelucrarea prin deformare incrementală a pieselor de gabarit de până la 450 x 450 mm. Standul realizat a permis, printre altele și participarea echipei de cercetare din cadrul ULBS la benchmark-ul ESAFORM (European Scientific Association for Material Forming), prin care s-a urmărit prelucrarea prin deformare incrementală a unei piese complexe, de gabarit 400 x 400 mm, care să constituie piesă de referință/piesă etalon pentru cercetările ulterioare în domeniu. La acest program (grant	Permite prelucrarea unor piese de gabarit mare (450 x 450 mm), precum și măsurarea on-line a deformațiilor și subțierii relative a materialului piesei.

		<p>ESAFORM) au participat universități din Uniunea Europeană, Marea Britanie, Statele Unite ale Americii, China și Singapore. Cercetările existente în literatura de specialitate nu au raportat până acum prelucrarea prin deformare incrementală a unor piese de gabarite atât de mari.</p> <p>Standul permite validarea în mediu relevant al procedului de deformare incrementală cu contact singular (SPIF) în condiții similare celor utilizate în cercetarea internațională. Benchmark-ul ESAFORM a impus: utilizarea aceluiași material, aceleași dimensiuni ale piesei, proceduri standardizate de măsurare. A fost realizată și integrarea componentelor tehnologice (sistemul de deformare incrementală, sistemul de fixare a piesei, sistemul de măsurare optică a deformațiilor, infrastructura/celula robotică). Integrarea acestor subsisteme reprezintă o demonstrare experimentală a funcționării tehnologiei. Realizarea experimentală a piesei etalon demonstrează capacitatea standului de a prelucra forme complexe de mari dimensiuni.</p>	
2.	<p>Tehnologie de prelucrare prin deformare incrementală a pieselor de gabarit mare, cu formă complexă cu ajutorul roboților industriali</p>	<p>După cum s-a precizat mai sus, ESAFORM a propus o piesă de referință pentru deformare incrementală, care să stea la baza tuturor cercetărilor ulterioare legate de acest domeniu. Piesa propusă are un gabarit mare (400 x 400 mm) și o geometrie extrem de complexă (cu porțiuni convexe și concave, cu pereți cu înclinări mari), care fac dificilă prelucrarea acesteia. Pentru prelucrarea acestei piese (care diferă foarte mult de piesele tipice de tip trunchi de con sau trunchi de piramidă utilizate până acum) a fost necesară dezvoltarea unei tehnologii speciale de prelucrare. Pentru validarea tehnologiei, în diverse variante, a fost prelucrat un număr semnificativ de piese. Tehnologia dezvoltată reprezintă o strategie de proces testată experimental. Capacitatea tehnologiei de a produce piesa etalon confirmă viabilitatea procesului în condiții reale de cercetare avansată. Realizarea mai multor piese pentru validare indică repetabilitate și evaluare experimentală a parametrilor astfel încât se poate afirma că tehnologia este validată experimental în condiții relevante.</p>	<p>S-au dezvoltat strategii care permit prelucrarea într-o singură operație a zonelor concave și convexe și a pereților cu unghiuri mari de înclinare.</p>

3.	Tehnologie de măsurare on-line a deformațiilor și subțierii relative a materialului pieselor de gabarit mare prelucrate prin deformare incrementală	S-a dezvoltat o tehnologie care permite măsurarea în timpul procesului de prelucrare prin deformare incrementală a deformațiilor și subțierii relative a materialului pieselor. Măsurarea în timpul procesului (on-line) oferă informații suplimentare (evoluția în timp a valorilor), față de măsurarea după finalizarea procesului (off-line). Măsurarea on-line a fost facilitată de modul în care a fost realizat standul experiment de prelucrare, care presupune prinderea verticală a piesei și accesul la suprafața posterioară a acesteia în timpul procesului, pentru măsurare. Tehnologia se bazează pe utilizarea sistemului optic de măsurare GOM ARAMIS 3D Professional. Sistemul ARAMIS este integrat direct în standul experimental , permițând monitorizarea procesului și colectarea datelor experimentale. Tehnologia este utilizată în timpul experimentelor de formare, deci nu este doar un concept. Integrarea unui sistem de măsurare optică în procesul experimental reprezintă validare într-un mediu relevant.	Permite măsurarea on-line, care oferă informații mai complete decât măsurarea off-line
4.	Tehnologie de măsurare a preciziei dimensionale a pieselor prelucrate prin deformare incrementală	Tehnologia presupune scanarea 3D a piesei prelucrate prin deformare incrementală și compararea rezultatului cu modelul geometric 3D al piesei (forma impusă). Tehnologia presupune selectarea unor puncte de interes pe forma reală a piesei și determinarea abaterilor dimensionale ale acestor puncte față de punctele de pe modelul geometric al piesei. Tehnologia se bazează pe utilizarea sistemului de măsurare prin scanare 3D GOM ATOS Core 200. Tehnologia de măsurare permite: compararea rezultatelor cu alte organizații/instituții și validarea procesului tehnologic. Tehnologia face parte din fluxul complet proces de formare → măsurare → analiză a preciziei. Tehnologia reprezintă un sistem de validare experimentală utilizat în condiții relevante.	Permite evaluarea preciziei dimensionale a pieselor cu formă complexă prelucrate prin deformare incrementală.

Justificarea nivelului de maturitate tehnologicăTRL 5 a rezultatelor obtinute

Conform definițiilor utilizate de **Comisia Europeană pentru evaluarea nivelului de maturitate tehnologică (Technology Readiness Level – TRL)**, nivelul **TRL 5** corespunde **validării unei tehnologii într-un mediu relevant (technology validated in relevant environment)**, prin integrarea componentelor tehnologice principale și demonstrarea funcționării acestora în condiții experimentale apropiate de aplicația vizată.

Rezultatele obținute în cadrul etapei a V-a de implementare a proiectului component „Dezvoltarea infrastructurii și resursei umane și creșterea vizibilității internaționale a centrelor de cercetare din structura Universității „Lucian Blaga” din Sibiu” se încadrează la acest nivel de

maturitate tehnologică prin dezvoltarea și validarea experimentală a unui ansamblu integrat de infrastructuri, tehnologii și metode de monitorizare dedicate procesului de **prelucrare prin deformare incrementală a tablelor metalice (Incremental Sheet Forming – ISF)**.

Rezultatul 1 constă în realizarea unui **stand experimental pentru prelucrarea prin deformare incrementală a pieselor de gabarit mare și forme complexe**, capabil să proceseze piese cu dimensiuni de până la 450 × 450 mm. Acest stand reprezintă o infrastructură experimentală integrată care permite realizarea procesului de formare incrementală în condiții similare celor utilizate în cercetarea internațională din domeniu și include posibilitatea monitorizării procesului prin sisteme optice de măsurare. Funcționarea acestui sistem a fost demonstrată prin realizarea experimentală a piesei de referință utilizate în cadrul **programului internațional ESAFORM Benchmark 2024**, dedicat evaluării capabilităților procesului de deformare incrementală cu contact singular (Single Point Incremental Forming -SPIF) pentru geometrii complexe. Participarea la acest program, care a implicat multiple institute de cercetare la nivel internațional, confirmă validarea infrastructurii într-un mediu experimental relevant.

Rezultatul 2 constă în **dezvoltarea unei tehnologii de prelucrare prin deformare incrementală a pieselor de gabarit mare cu ajutorul roboților industriali**, capabilă să realizeze într-o singură operație zone concave și convexe și pereți cu unghiuri mari de înclinare. Validarea tehnologiei s-a realizat experimental prin prelucrarea unui număr semnificativ de piese utilizând geometria complexă propusă în benchmark-ul ESAFORM. Acest tip de validare experimentală, realizată în condiții comparabile cu cele utilizate de alte institute de cercetare implicate în benchmark, demonstrează funcționarea tehnologiei într-un mediu relevant și confirmă maturitatea acesteia la nivel TRL 5.

Rezultatul 3 constă în **dezvoltarea unei tehnologii de măsurare on-line a deformațiilor și subțierii relative a materialului pieselor prelucrate prin deformare incrementală**, utilizând sistemul optic GOM ARAMIS 3D Professional. Integrarea acestui sistem în standul experimental permite monitorizarea evoluției deformațiilor în timpul procesului de formare și obținerea unor informații detaliate privind comportamentul materialului. Această integrare reprezintă o demonstrație experimentală a funcționării tehnologiei într-un mediu relevant pentru aplicațiile de cercetare și dezvoltare în domeniul formării incrementale.

Rezultatul 4 constă în **dezvoltarea unei tehnologii de măsurare a preciziei dimensionale a pieselor prelucrate prin deformare incrementală**, bazată pe scanare tridimensională utilizând sistemul GOM ATOS Core 200. Metoda permite compararea modelului geometric CAD al piesei cu geometria reală obținută experimental și determinarea abaterilor dimensionale ale pieselor formate. Această tehnologie este utilizată pentru evaluarea performanței procesului de formare incrementală și pentru validarea experimentală a strategiilor de proces utilizate.

În raport cu definițiile nivelurilor TRL utilizate de Comisia Europeană, rezultatele obținute depășesc nivelul **TRL 4**, care presupune doar validarea tehnologiei în condiții de laborator, deoarece tehnologiile dezvoltate au fost integrate într-un sistem experimental funcțional și validate prin experimente realizate pe piese reale cu geometrii complexe. În același timp, rezultatele nu ating încă nivelul **TRL 6**, care presupune demonstrarea unui prototip tehnologic într-un mediu operațional apropiat de aplicațiile industriale. Activitățile realizate în cadrul proiectului se concentrează în principal pe validarea experimentală a proceselor și tehnologiilor în mediul de cercetare, ceea ce corespunde nivelului **TRL 5**.

Prin urmare, rezultatele 1–4 demonstrează existența unei **tehnologii validate experimental într-un mediu relevant**, prin integrarea infrastructurii experimentale, a proceselor de formare incrementală și a sistemelor avansate de monitorizare și măsurare. Validarea acestor tehnologii în cadrul unui program internațional de benchmarking și utilizarea unor sisteme de măsurare avansate confirmă încadrarea acestora la **nivelul de maturitate tehnologică TRL 5**, conform metodologiei utilizate în programele europene de cercetare și inovare.

Concluzie privind nivelul de maturitate tehnologică

Analiza rezultatelor obținute în cadrul proiectului demonstrează că tehnologiile dezvoltate se încadrează la **nivelul de maturitate tehnologică TRL 5**, conform definițiilor utilizate de Comisia Europeană, care corespund **validării tehnologiei într-un mediu relevant** prin integrarea componentelor principale ale sistemului și demonstrarea funcționării acestora în condiții experimentale apropiate de aplicațiile reale.

Indicatorii concreți care susțin încadrarea la TRL 5 sunt următorii:

- realizarea și operarea unui **stand experimental funcțional pentru deformare incrementală** capabil să proceseze piese de până la **450 × 450 mm**, reprezentând o scală relevantă pentru aplicațiile industriale;
- dezvoltarea și validarea experimentală a unei **tehnologii de prelucrare incrementală a pieselor de gabarit mare utilizând roboți industriali**, testată pe un număr semnificativ de piese experimentale;
- **integrarea sistemelor avansate de măsurare optică** în fluxul experimental, inclusiv monitorizarea **on-line a deformațiilor și subțierii materialului** prin sistemul GOM ARAMIS;
- implementarea unei **metodologii de evaluare a preciziei dimensionale prin scanare 3D**, utilizând sistemul GOM ATOS Core 200 și compararea rezultatelor experimentale cu modelul CAD al piesei;
- demonstrarea experimentală a procesului pe **geometrii complexe de mari dimensiuni**, incluzând zone concave, convexe și pereți cu unghiuri mari de înclinare, specifice aplicațiilor avansate de deformare incrementală.

Un element esențial de validare îl constituie **participarea echipei de cercetare la programul internațional ESAFORM Benchmark 2024**, care a reunit institute de cercetare din Europa, America de Nord și Asia pentru evaluarea comparativă a capabilităților procesului de deformare incrementală cu contact singular (**Single Point Incremental Forming – SPIF**). În cadrul acestui program, aceeași piesă complexă de referință (aprox. **400 × 400 mm**) a fost utilizată de toate instituțiile participante, permițând compararea directă a strategiilor de proces, a parametrilor tehnologici și a rezultatelor experimentale. Participarea la acest benchmark confirmă faptul că infrastructura și tehnologiile dezvoltate au fost validate într-un **mediu experimental relevant la nivel internațional**.

În ansamblu, rezultatele demonstrează existența unui **sistem tehnologic integrat – infrastructură experimentală, tehnologie de proces și metode avansate de monitorizare și evaluare – validat experimental pe piese reale și în condiții comparabile cu cele utilizate în cercetarea internațională**, ceea ce justifică încadrarea acestora la **nivelul TRL 5**.

Etapă următoare de dezvoltare, care poate fi realizată în cadrul unui proiect de cercetare orientat spre transfer tehnologic, va viza **dezvoltarea și demonstrarea unui prototip tehnologic într-un mediu industrial sau semi-industrial**, incluzând integrarea sistemului într-o linie pilot de fabricație și validarea procesului pe aplicații industriale specifice, ceea ce va permite **evoluția tehnologiei către nivelul TRL 6**.

VII. Planul de activități al centrului în perioada 2024-2025:

Nr. crt.	Obiective	Activități	Indicatori de rezultat	Ponderea obiectivului în activitatea centrului
1.	O1: Dezvoltarea resursei umane a CSCDP <i>(indeplinit 100%)</i>	A2: Includerea în echipa CSCDP de asistenți de cercetare / doctoranzi	R1: Un asistent de cercetare / doctorand inclus în echipa centrului	20 %

2.	O2: Dezvoltarea bazei materiale a CSCDP (indeplinit 100%)	A1: Achiziția de echipamente didactice/de cercetare-dezvoltare în	R1: Echipamente didactice/de cercetare-dezvoltare achiziționate în valoare de peste 10.0000 EUR	20%
3.	O3: Diseminarea pe scară cât mai largă a rezultatelor cercetării membrilor CSCDP (indeplinit 100%)	A1: Publicarea de articole în jurnale indexate în quartilele Q1 și Q2 (ISI/Clarivate Analytics)	R1: 5 articole în jurnale Q1 (6 publicate) R2: 5 articole în jurnale Q2 (8 publicate)	20%
4.	O4: Creșterea notorietății științifice și a vizibilității internaționale a CSCDP (indeplinit 100%)	A1: Participarea la programe de cercetare internaționale A2: Indice Hirsch în WoS	R1: Participarea la programul de cercetare internațional ESAFORM Benchmark R2: 46% din membrii CSCDP au indice Hirsch în WoS ≥ 6	20%
5.	O5: Depunerea de aplicații la competiții de proiecte CDI (indeplinit 100%)	A1. Depunerea a minimum 1 aplicație la competiții de proiecte CDI în intervalul 2024-2025	R1: 1 aplicație depusă la o competiție de cercetare cu finanțare internațională, MAPS - Multilateral Academic Projects, SNSF - Swiss National Science Foundation în 2024	20%

VIII. Rezultatele activității de cercetare (2024-2025):

1. Proiecte CDI câștigate si/sau aflate in implementare în perioada 2024-2025 (internaționale / naționale / locale / individuale)

Membrii CSCDP au fost implicați în programul de cercetare ISF Benchmark (<https://www.isf-exchange.com>), program coordonat de către universitățile RWTH Aachen (Germania), KU Leuven (Belgia), AGH Krakow (Polonia și University of Michigan (SUA), la care Universitatea Lucian Blaga din Sibiu, prin Centrul de Studii și Cercetări pentru Deformări Plastice are statut de partener.

1.1 Aplicații depuse la competiții de proiecte CDI:

Breaz, R.-E. (2024). Integrated System of Autonomous Airborne, Ground, and Underwater Modules for Climate Change Monitoring in Urban and Hard-to-reach Areas [Aplicație la competiția MAPS - Multilateral Academic Projects, SNSF - Swiss National Science Foundation), 2024.

2. Alte categorii de activități prin care s-au atras finanțări (proiecte Erasmus+, alte tipuri de proiecte, contracte cu terții, donații, sponsorizări etc.):

-

3. Reviste editate de către centrul de cercetare:

CSCDP nu editează o revistă proprie, dar membrii acestuia au fost implicați activ în activități de editare și recenzare articole pentru alte publicații științifice.

O parte dintre membrii Centrului de Studii și Cercetări pentru Deformări Plastice (CSCDP), fac parte din comitetul editorial al revistei Acta Universitatis Cibiniensis, revista indexată în baze de date internaționale (BDI).

4. Articole publicate reviste de specialitate din țară și străinătate (cu precizarea categoriilor: Web of Science/ Scopus/ ERIH+/ alte baze de date internaționale)

Membrii CSCDP au publicat în intervalul analizat peste 100 de lucrări științifice. Prezentăm aici în sinteză doar lucrările publicate în jurnale indexate în quartilele Q1 și Q2 (ISI WoS / Clarivate Analytics):

Q1

1. C.-D. Petru, F. Morariu, R.-E. Breaz, M. Crenganiș, S.-G. Racz, C.-E. Gîrjob, A. Bârsan and C.-M. Biriș, *Development of a Small CNC Machining Center for Physical Implementation and a Digital Twin*, Applied Sciences, vol. 15, nr. 10, art. 5549, 15 mai 2025, <https://doi.org/10.3390/app15105549>, WOS:001495819600001
2. Crenganis, M., Breaz, R.-E., Racz, S.-G., Gîrjob, C.-E., Biris, C.-M., Maroșan, I.A., Bârsan, A., *Fuzzy Logic-Based Driving Decision for an Omnidirectional Mobile Robot Using a Simulink Dynamic Model*, Applied Sciences, vol. 14, nr. 7, 2024, art. 3058, <https://doi.org/10.3390/app14073058>, WOS:001201112700001
3. Oleksik, M., Dobrota, D., Dimulescu, S.C., Dumitrașcu, O., Petrașcu, R. *Advanced use of waste rubber and fly ash to ensure an efficient circular economy*, Ain Shams Engineering Journal, Elsevier, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102264>, WOS:001132937700001
4. Popp, G. P., Racz, S. G., Breaz, R. E., Oleksik, V., Popp, M. O., Morar, D. E., Chicea, A. L., Popp, I. O. (2024). *State of the Art in Incremental Forming: Process Variants, Tooling, Industrial Applications for Complex Part Manufacturing and Sustainability of the Process*. Materials, 17(23), Article 5811, Noiembrie 2024, DOI:10.3390/ma17235811, WOS:001376431400001,
5. Dobrota, D., Barbusiu, A. M., Sava, G. A., Oleksik, V. (2025). *Functional Additives in Automotive Polymer Matrices: Compatibility, Mechanisms, and Industry Challenges*. Polymers, 17(17), Article 2328. <https://doi.org/10.3390/polym17172328>, WOS:001569690900001
6. Bogorin-Predescu A., Țîțu, S., Țîțu A. M., Marcu D. F., Dragomir D. C., Dragomir M., 2025, *Innovative Cost-Effective Embedded System to Enhance ECU Firmware Quality Through Remote Hybrid Testing in Automotive Domain*, Applied Sciences, 15 (23), 12736 DOI: 10.3390/app152312736, <https://www.mdpi.com/2076-3417/15/23/12736>, 1.12.2025, WOS: 001634007100001

Q2

1. Vanhulst, M., Lee, Y., Steinfels, D...., Breaz, R.E....Racz, S.G...., et al. *ESAFORM benchmark 2024: study on the geometric accuracy of a complex shape with single point incremental forming*. Int J Mater Form 18, 72 (2025). <https://doi.org/10.1007/s12289-025-01928-1>, WOS:001547414700001
2. Adrian Marius Pascu, Nicolae Ștefănoaea (2025): *Strain Rate Impact into the Stress and Strain Values at Break of the PA6 GF30-Reinforced Polyamides*. Applied Science, 2025, vol. 15, Issue 21, pag. 11454, ISSN 2076-3417, <https://doi.org/10.3390/app152111454>, WOS:001612490800001
3. Ouerfelli Nouredine, Vrînceanu Narcisa, Mliki Ezzedine, Amin Kamal A., Snoussi Lotfi, Coman Diana, Mrabet Dalila, *Rheological behavior of the synovial fluid: a mathematical*

- challenge*, *Frontiers in Materials*, volume 11, 1386694, 2024, ISSN 2296-8016, <https://doi.org/10.3389/fmats.2024.1386694>, WOS:001293760300001
4. Morariu, F., Morariu, T., Bârsan, A., Racz, S.-G., Dobrotă, D. (2025). *Evaluation of Hardfacing Layers Applied by FCAW-S on S355MC Steel and Their Influence on Its Mechanical Properties*. *Materials*, 18(15), 3664. <https://doi.org/10.3390/ma18153664>, WOS:001549483800001
 5. Rosca, N., Najm, S. M., Avrigean, E., Oleksik, M., Trzepiecinski, T., & Oleksik, V. *Study on the Choice of a Suitable Material Model for the Numerical Simulation of the Incremental Forming Process of Polymeric Materials*. *Applied Sciences-Basel*, 15(13), Article 7094, 2025. <https://doi.org/10.3390/app15137094>, WOS:001526223200001
 6. Mahan, H.M., Konovalov, S.V., Najm, S.M. Oleksik, M., Trzepiecinski, T. *Experimental and Numerical Investigations of the Fatigue Life of AA2024 Aluminium Alloy-Based Nanocomposite Reinforced by TiO2 Nanoparticles Under the Effect of Heat Treatment*, *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, Korean Soc Precision Eng, Vol. 25, Issue 1., p. 141-153, DOI10.1007/s12541-023-00906-4, WOS:001085310000002
 7. Dobrota, D., Tomescu, M., Oleksik, V., Gârleanu, G. (2025). *Optimization of the functional geometry of cutting tools using the finite element method (FEM) to reduce vibrations in steel machining*. *Journal of Vibration and Control*. <https://doi.org/10.1177/10775463251349588>, WOS:001503356300001
 8. Rosca, N., Najm, S. M., Avrigean, E., Oleksik, M., Trzepiecinski, T., & Oleksik, V. (2025). *Study on the Choice of a Suitable Material Model for the Numerical Simulation of the Incremental Forming Process of Polymeric Materials*. *Applied Sciences-Basel*, 15(13), Article 7094. <https://doi.org/10.3390/app15137094>, WOS:001526223200001
5. Cărți (de autor/editate/traduse) și capitole în cărți:
În intervalul analizat au fost publicate șase cărți:
1. Pop, G.I., Țițu, M. *Ingineria calității în industria aeronautică*, Seria „Management. Calitate”, ISBN 978-973-720-924-5, Editura AGIR, București, 263 pagini, 2024.
 2. Gusan, V., Țițu, M. *Ingineria și managementul calității în industrial automotive prin integrarea roboților colaborativi*, ISBN 978-973-720-928-3, Editura AGIR, București, 350 pagini, 2025.
 3. Apostol, I. E., Țițu, M. *Ingineria calității structurilor constructive de profil complex în industria aeronautică*, ISBN 978-973-720-938-2, Editura AGIR, București, 273 pagini, 2025.
 4. Olteanu, C., Țițu, M. *Managementul calității în organizația bazată pe cunoștințe prestatoare de servicii către cetățeni*, ISBN 978-973-720-937-5, Editura AGIR, București, 247 pagini, 2025.
 5. Deac Șuteu D. V., Țițu M. *Managementul calității serviciilor prin implementarea sistemelor informatice integrate*, ISBN 978-973-720-942-9, Editura AGIR, București, 256 pagini, 2025.
 6. Mara Daniel, Vlad Dorin, *Workplace Social Inclusion*, Editura: Bentham Science Publishers (<https://benthambooks.com/book/9789815165494/preface/>), ISBN (Paperback): 978-981-5256-51-7, Data publicării: octombrie 2024, nr. de pagini: 198.)
- și un capitol de carte:
1. Mătieș, V., Noveanu, S., Dache, L., *Platforma națională de mecatronică Motorul dezvoltării societății sustenabile*, Editura UT Press, Cluj Napoca, 2025, ISBN 978-606-737-775-0, Breaz R.E. și Racz S.G. autori ai capitolului *Centrul regional de excelență în mecatronică Sibiu - Mecatronica în cadrul Universității “Lucian Blaga” din Sibiu*, 18 pag, doi autori
6. Lucrări publicare în proceedingurile conferințelor (indexate/neindexate):
Membrii CSCDP au publicat în intervalul analizat peste 60 de lucrări științifice în proceedingurile conferințelor (indexate/neindexate).

7. Manifestări științifice organizate de către centrul de cercetare:

În intervalul analizat membrii Centrului de Studii și Cercetări pentru Deformări Plastice (CSCDP) au avut un rol activ în organizarea evenimentului științific Noaptea Cercetătorilor, desfășurat în cadrul Universității "Lucian Blaga" din Sibiu. Anual, aceștia au contribuit la succesul acestei manifestări prin prezentarea unei serii de șapte activități de mare interes pentru publicul larg și comunitatea academică. Prin aceste activități, membrii CSCDP au reușit să creeze un mediu educativ și interactiv, promovând știința și tehnologia într-un mod accesibil și captivant pentru toate categoriile de vârstă. Participarea lor constantă la Noaptea Cercetătorilor a contribuit semnificativ la popularizarea științei și la stimularea interesului pentru cercetare și inovare în rândul publicului.

8. Comunicări prezentate la manifestări științifice pe plan internațional/național:

În intervalul analizat, membrii Centrului de Studii și Cercetări pentru Deformări Plastice (CSCDP) au fost activi pe scena științifică, participând la un total de 16 de manifestări științifice atât la nivel național, cât și internațional.

9. Brevete și alte produse cu drepturi de proprietate intelectuală:

1 brevet

Bălan G., Țițu, A. M., Brevet acordat, A 2023 00189, Hotararea 4.3/233 din 30.09.2025, Romania, "INSTALATIE PENTRU PREVENIREA ACUMULARILOR DE METAN PROVENITE DIN SONDELE DE ASECARE IN MINELE DE CARBUNE",

1 propunere de brevet

Țițu A. M., Mărginean I., Țițu S., Bogorin-Predescu O., Bogorin-Predescu A., Moldovan A. M., Oprean C., Cerere de Brevet de Inventie Nr. A-2025-00068, RO139012-A0, România, "STRUCTURĂ ROBOTICĂ DIADICĂ ȘI TRIADICĂ ÎN SCAUNELE AVIOANELOR DE CURSA LUNGĂ PENTRU ELIMINAREA STRESULUI ARTICULAR AL PASAGERILOR".

10. Parteneriate și alte activități desfășurate în colaborare cu agenți din mediul socio-economic:

Membrii CSCDP s-au implicat activ în funcționarea Consorțiului pentru învățământ dual PRODUAL, format din Universitatea "Lucian Blaga" din Sibiu, în calitate de lider al parteneriatului, Primăria Municipiului Sibiu, Academia Forțelor Terestre "Nicolae Bălcescu", Inspectoratul Școlar Județean, Liceul Tehnologic "Avram Iancu" Sibiu, Liceul Tehnologic "Henri Coandă" Sibiu, Colegiul Tehnic Energetic Sibiu, Colegiul Economic "George Barițiu" Sibiu, Liceul Tehnologic de Industrie Alimentară "Terezianum" Sibiu, Colegiul "Școala Națională de Gaz" Mediaș, Liceul Tehnologic Automecanica Mediaș, Continental Automotive Systems S.R.L. Sibiu, Compa SA, Ministerul Educației.

Consorțiul contribuie la buna desfășurare a construcției Campusului integrat pentru învățământul dual – PRODUAL, în valoare de aproximativ 26 de milioane de EURO, care a fost aprobat pentru finanțare prin Programul-pilot pentru dezvoltarea consorțiilor integrate pentru învățământ dual, prin Planul Național de Redresare și Reziliență (PNRR)/Pilonul VI: Politici pentru noua generație/ Componenta C15: Educație/ Reformă.

11. Sisteme, modele, studii și rapoarte de grup și individuale, soluții de probleme însoțite de documentații corespunzătoare:

- A se vedea punctul 13

12. Lucrări („opere”) și manifestări cu caracter cultural-artistic (doar pentru centrele de tipul *Creație artistică și promovarea culturii*):

13. Alte realizări notabile (de ex., colaborări cu instituții/rețele academice de prestigiu pe plan internațional, afiliere internaționale ș.a.).

În perioada 2024-2025, CSCDP a participat sub egida ESAFORM (European Scientific Association for material Forming) la programul de cercetare ISF Benchmark (<https://www.isf-exchange.com>), program coordonat de către universitățile RWTH Aachen (Germania), KU Leuven (Belgia), AGH Krakow (Polonia și University of Michigan (SUA)), la care Universitatea Lucian Blaga din Sibiu, prin Centrul de Studii și Cercetări pentru Deformări Plastice are statut de partener.

Acest program a avut ca scop stabilirea unei piese și a unei tehnologii de referință, cu rol de etalon (benchmark) pentru tehnologia inovativă de prelucrare prin deformare plastică incrementală.

Pe lângă universitățile coordonatoare, enumerate mai sus, la program au mai participat mai participă: Beihang University și Shandong University (ambele din China), Universita della Calabria și Università degli Studi di Palermo (ambele din Italia), University of Technology Chemnitz, Universität Paderborn, Ruhr Universität Bochum și Fraunhofer Institute (Germania), Kaunas University of Technology (Lituania), University of Sheffield (Marea Britanie), Instituto Superior Técnico Lisboa (Portugalia) și Northwestern University (SUA).

Includerea CSCDP în acest grup reprezintă o recunoaștere internațională a rezultatelor științifice pe care colectivul centrului le-a obținut în ultimii ani în domeniul prelucrărilor prin deformare incrementală.

Programul s-a finalizat prin dezvoltarea unei tehnologii de nivel TRL 5 și publicare unei lucrări științifice (având ca autori pe coordonatorii echipelor de cercetare din toate instituțiile implicate) în prestigiosul jurnal International Journal of Material Forming:

Vanhulst, M., Lee, Y., Steinfels, D...., Breaz, R.E....Racz, S.G...., et al. *ESAFORM benchmark 2024: study on the geometric accuracy of a complex shape with single point incremental forming*. Int J Mater Form 18, 72 (2025). <https://doi.org/10.1007/s12289-025-01928-1>, WOS:001547414700001

IX. Gradul de realizare a obiectivelor în perioada 2024-2025

Nr. crt.	Obiective	Rezultate propuse	Indicatori de rezultat	Gradul de realizare a obiectivului	Ponderea obiectivului în activitatea centrului
1.	O1: Dezvoltarea resursei umane a CSCDP (indeplinit 100%)	R1: Un asistent de cercetare / doctorand inclus în echipa centrului	R1: Un asistent de cercetare / doctorand inclus în echipa centrului	100%	20 %
2.	O2: Dezvoltarea bazei materiale a CSCDP (indeplinit 100%)	R1: Echipamente didactice/de cercetare-dezvoltare achiziționate în valoare de peste 10.0000 EUR	R1: Echipamente didactice/de cercetare-dezvoltare achiziționate în valoare de peste 10.0000 EUR	100%	20%
3.	O3: Diseminarea pe scară cât mai largă a	R1: 6 articole în jurnale Q1	R1: 6 articole în jurnale Q1	100%	20%

	rezultatelor cercetării membrilor CSCDP (îndeplinit 100%)	R2: 8 articole în jurnale Q2	R2: 8 articole în jurnale Q2		
4.	O4: Creșterea notorietății științifice și a vizibilității internaționale a CSCDP (îndeplinit 100%)	R1: Participarea la programul de cercetare internațional ESAFORM Benchmark R2: Indice Hirsch în WoS	R1: Participarea la programul de cercetare internațional ESAFORM Benchmark R2: 46% din membrii CSCDP au indice Hirsch în WoS ≥ 6	100%	20%
5.	O5: Depunerea de aplicații la competiții de proiecte CDI (îndeplinit 100%)	R1: 1 aplicație depusă la o competiție de cercetare cu finanțare internațională, MAPS - Multilateral Academic Projects, SNSF - Swiss National Science Foundation în 2024	R1: 1 aplicație depusă la o competiție de cercetare cu finanțare internațională, MAPS - Multilateral Academic Projects, SNSF - Swiss National Science Foundation în 2024	100%	20%
TOTAL Gradul de realizare a obiectivelor centrului în perioada 2024-2025 ...%*				100%	

* Se calculează după formula: (Gradul de realizare a O1 x Pondere a O1 în activitatea centrului) + (Gradul de realizare a O2 x Pondere a O2 în activitatea centrului) + (Gradul de realizare a On x Pondere a On în activitatea centrului) = ...%

X. Planul strategic de dezvoltare a capacității de Cercetare-Dezvoltare-Inovare pentru perioada 2026-2029

Centrul de Studii și Cercetări pentru Deformări Plastice (CSCDP) din cadrul Universității Lucian Blaga din Sibiu este o unitate de cercetare cu tradiție, înființată în 1991, cu infrastructură proprie și competențe consolidate în domeniul deformărilor plastice, sistemelor tehnologice, mecatronicii, automatizării și utilizării roboților industriali în procese de fabricație.

Planul de dezvoltare al centrului pentru perioada 2024–2029 urmărește consolidarea CSCDP ca **pol regional de excelență în mecatronică și fabricație avansată**, cu focalizare pe **industria**

automotive, în deplină concordanță cu **Strategia de Specializare Inteligentă a Regiunii Centru (RIS3 Centru)**, care identifică mecatronica, sistemele inteligente de producție și industria auto ca domenii prioritare.

2. Analiza nevoi

2.1 Nevoi identificate în piață și industrie

Industria auto (automotive) și domeniile conexe, precum și industria aerospațială și alte ramuri din industria prelucrătoare) se confruntă cu următoarele nevoi majore:

- reducerea timpului de dezvoltare a produselor și creșterea flexibilității tehnologice;
- producția de serii mici și medii, fără scule dedicate costisitoare;
- utilizarea pe scară largă a aliajelor de aluminiu și a structurilor ușoare;
- cerințe ridicate de precizie geometrică, trasabilitate și calitate;
- integrarea proceselor în paradigmele Industry 4.0 / 5.0.

2.2 Nevoi de competențe la nivelul CSCDP

Pentru a răspunde acestor cerințe, CSCDP trebuie să își consolideze competențele în următoarele direcții:

- deformare incrementală avansată și strategii de creștere a preciziei dimensionale și de formă a pieselor prelucrate prin acest procedeu;
- metrologie avansată
- simulare numerică FEM și identificare parametri de proces;
- integrare mecatronică și robotică (senzori, achiziție date, control);
- transfer tehnologic și relația cu mediul industrial.

2.3 Soluții identificate

Nevoile de competențe vor fi acoperite prin:

- instruire specializată a personalului existent;
- atragerea de specialiști cheie;
- implicarea tinerilor cercetători, a doctoranzilor și masteranzilor în tematici aplicative (prin lansarea unor teme pentru tezele de doctorat și lucrările de disertație);
- colaborări cu parteneri industriali și centre de cercetare europene similare.

3. Viziune

Viziunea CSCDP pentru perioada 2024–2029 este de a deveni un **centru regional de referință în domeniul mecatronicii și fabricației avansate**, cu accent pe **tehnologii avansate de fabricație pentru industria auto (automotive) și alte ramuri ale industriei prelucrătoare**, capabil să:

- dezvolte tehnologii de fabricație inteligente (integrarea tehnologiei de deformare incrementală, a prelucrărilor prin așchiere și a prelucrărilor aditive pe o singură platformă mecatronică integrată
- avanseze rezultatele unor tehnologii dezvoltate anterior de la nivelurile **TRL 3-5 la TRL 6**;
- ofere demonstratori tehnologici validați în mediu industrial;
- asigure transfer tehnologic către companiile industriale din Regiunea Centru;
- susțină obiectivele RIS3 Centru privind inovarea, digitalizarea și creșterea competitivității industriale.

4. Proiect de cercetare

CSCDP intenționează să depună un proiect de cercetare cu titlul:

Echipamente și tehnologii pentru fabricație inteligentă și dezvoltare rapidă de produse noi– acronim ETFIND

Tema 1: Platformă mecatronică pentru fabricație inteligentă

Tema 2: Dezvoltarea rapidă de produse noi

Tema 3: Aplicații industriale ale tehnologiilor de tipărire 3D prin topire selectivă cu laser (SLM)

În cadrul competiției finanțate prin: Programul Regiunea Centru 2021–2027

Prioritatea 1 – O regiune competitivă prin inovare și întreprinderi dinamice

Acțiunea 1.1 – Dezvoltarea structurilor CDI și TT în folosul întreprinderilor

Intervenția 1.1.1 – Dezvoltarea capacităților publice de CDI

Pe lângă echipa Centrul de Studii și Cercetări pentru Deformări Plastice (CSCDP), din partea ULBS vor fi integrați în echipa proiectului membrii din echipele următoarelor centre de cercetare:

- Centrul de Cercetări pentru Produse și Procese Sustenabile (CCPPS);
- Centrul De Cercetare Pentru Sisteme Fizice Complexe (CCSFC).

4.1 Parteneri

- Centrul de Fabricație Aditivă și Dezvoltare Rapidă de Produse Noi (AMaRaP – UTCN) – partener de cercetare

IMM-uri (procesul de selectare al partenerilor industriali este în curs de desfășurare)

- IMM 1

4.2 Valoarea proiectului

3.300.000 EUR (valoare estimată)

Buget aloct ULBS: 1.875.000

-cofinanțare ULBS: 37.000 EUR)

4.3 Durata proiectului

36 luni (3 ani)

4.4 Scopul Proiectului

Scopul proiectului este dezvoltarea și validarea unei **platforme mecatronice digitale pentru fabricație inteligentă**, integrată cu **sisteme avansate de senzorică și inteligență artificială**, precum și realizarea de **metodologii și prototipuri pentru dezvoltarea rapidă de produse prin fabricație aditivă**, în vederea creșterii capacității de CDI și a transferului tehnologic către întreprinderi, în special IMM-uri.

4.5 Obiective specifice

1. Dezvoltarea și validarea unei platforme mecatronice digitale pentru fabricație inteligentă, la nivel **TRL 6**.
2. Implementarea unui sistem inteligent de monitorizare, analiză și decizie bazat pe senzorică avansată și AI, validat în mediu industrial relevant.
3. Elaborarea unei metodologii de dezvoltare rapidă de produse prin fabricație aditivă și integrarea acesteia în fluxuri digitale.
4. Realizarea și validarea unor prototipuri funcționale prin tipărire 3D, cu aplicații industriale.
5. Consolidarea colaborării dintre mediul academic și mediul economic și facilitarea transferului tehnologic către IMM-uri.

4.6 Activități principale

- Analiza cerințelor industriale și proiectarea conceptuală a platformei mecatronice digitale;
- Dezvoltarea și integrarea platformei mecatronice și a controlului digital;
- Dezvoltarea sistemelor de senzorică avansată și a algoritmilor de inteligență artificială;
- Validarea industrială a soluțiilor dezvoltate și demonstrarea nivelului TRL 6;
- Elaborarea metodologiilor și fluxurilor tehnologice pentru fabricație aditivă;

- Realizarea și testarea prototipurilor funcționale;
- Diseminarea rezultatelor, protejarea proprietății intelectuale și pregătirea exploatarei.

4.7 Rezultate estimate (RE1-RE4)

- RE1. Platformă mecatronică multiproces pentru fabricație inteligentă, validată la TRL 6.
- RE2. Prototip industrial-ready de imprimantă 3D pentru materiale compozite armate cu fibră continuă, validat la TRL 6.
- RE3. Tehnologie SLM validată la TRL 6 pentru fabricarea pieselor metalice din aliaje de aluminiu relevante industrial.
- RE4. Ecosistem integrat de CDI și transfer tehnologic pentru automotive, dezvoltat prin colaborarea efectivă dintre organizații publice de cercetare și IMM.

4.8 Impact

Impact tehnologic

Creșterea nivelului de maturitate tehnologică a soluțiilor dezvoltate, digitalizarea proceselor de fabricație și dezvoltarea de tehnologii avansate validate industrial.

Impact economic

Sprrijinirea competitivității IMM-urilor prin reducerea timpilor de dezvoltare, a costurilor de prototipare și facilitarea transferului tehnologic.

Impact asupra mediului

Creșterea eficienței energetice, reducerea risipei de materiale și susținerea principiilor economiei circulare prin utilizarea fabricației digitale și aditive.

Impact strategic

Consolidarea infrastructurii publice de CDI în Regiunea Centru, alinierea cu RIS3 Centru și Strategia Națională CDI, precum și sprijinirea dezvoltării unor domenii strategice.

4.9 Durabilitate

Rezultatele proiectului vor fi valorificate pe termen lung prin utilizarea platformei mecatronice și a infrastructurii dezvoltate în proiecte CDI ulterioare, servicii de cercetare și prototipare pentru IMM-uri, transfer tehnologic, colaborări cu mediul economic și protejarea rezultatelor prin proprietate intelectuală. Capacitatea CDI dezvoltată va continua să genereze impact economic și tehnologic după finalizarea finanțării.

4.10 Corelarea proiectului cu Strategia de Specializare Inteligentă a Regiunii Centru (RIS3 Centru 2021–2027)

Proiectul „*Echipamente și tehnologii pentru fabricație inteligentă și dezvoltare rapidă de produse noi– acronim (ETFIND)*” este **direct și integral corelat** cu Strategia de Specializare Inteligentă a Regiunii Centru 2021–2027, contribuind în mod explicit la domeniile prioritare și la obiectivele transversale ale strategiei.

Încadrarea în domeniile de specializare inteligentă RIS3 Centru

a) Domeniul prioritar: Mecatronică

Prin dezvoltarea și integrarea de structuri mecanice, sisteme de acționare, senzori și software inteligent într-o platformă unitară, proiectul susține domeniul mecatronicii ca pilon al fabricației moderne. Platforma dezvoltată reprezintă un exemplu concret de **sistem mecatronic avansat**, cu valoare de demonstrator regional.

Prin aceste elemente, proiectul contribuie la modernizarea proceselor industriale din Regiunea Centru și la creșterea nivelului tehnologic al sectorului manufacturier regional, obiectiv central al RIS3.

b) Domeniul asociat: Digitalizare industrială

Proiectul sprijină digitalizarea industrială prin:

- integrarea **senzoricii avansate** și a sistemelor de achiziție de date;
- utilizarea **algoritmilor de inteligență artificială** pentru monitorizare, analiză și decizie;
- implementarea **controlului digital și a modelării numerice** pentru optimizarea proceselor tehnologice.

Astfel, proiectul contribuie la tranziția IMM-urilor regionale către concepte de tip **Industry 4.0**, în deplină concordanță cu direcțiile RIS3 privind transformarea digitală a industriei.

Contribuția la obiectivele transversale RIS3 Centru

a) Creșterea capacității de cercetare-dezvoltare și inovare

Proiectul consolidează capacitatea publică de CDI prin:

- modernizarea și extinderea infrastructurii de cercetare;
- dezvoltarea de rezultate CDI cu nivel ridicat de maturitate tehnologică;
- crearea unei platforme CDI accesibile mediului economic regional.

b) Colaborare cercetare-industrie și transfer tehnologic

Implicarea directă a **unui IMM** ca parteneri asigură:

- orientarea cercetării către nevoi industriale reale;
- validarea rezultatelor în mediu industrial;
- transferul tehnologic și exploatarea rezultatelor în economia regională.

Acest model este explicit promovat de RIS3 Centru ca mecanism de valorificare a cercetării.

c) Dezvoltare durabilă și eficiență a resurselor

Proiectul contribuie la obiectivele RIS3 privind sustenabilitatea prin:

- optimizarea consumului energetic al proceselor de fabricație;
- reducerea risipei de materiale prin tehnologii digitale și fabricație aditivă;
- promovarea principiilor economiei circulare.

Relevanța proiectului pentru Regiunea Centru

Prin tematica abordată, structura parteneriatului și rezultatele urmărite, proiectul:

- răspunde nevoilor reale ale industriei regionale;
- sprijină creșterea competitivității IMM-urilor;
- consolidează ecosistemul regional de inovare;
- creează premisele pentru proiecte CDI viitoare și investiții private.

Proiectul ETFIND este pe deplin aliniat cu RIS3 Centru 2021–2027, contribuind direct la domeniul prioritar „Mecatronică” și la domeniul asociat „Digitalizare industrială”. Prin dezvoltarea unei platforme mecatronice digitale validate industrial și prin facilitarea transferului tehnologic către IMM-uri, proiectul susține obiectivele strategice ale Regiunii Centru privind inovarea, competitivitatea și dezvoltarea durabilă.

4.10 Corelarea proiectului cu Strategia Națională de Cercetare-Dezvoltare și inovare (SNCDI)

Proiectul „**Echipamente și tehnologii pentru fabricație inteligentă și dezvoltare rapidă de produse noi– acronim (ETFIND)**” este **direct aliniat** cu obiectivele și direcțiile prioritare ale **Strategiei Naționale de Cercetare-Dezvoltare și Inovare 2022–2027**, contribuind la consolidarea capacității naționale de CDI, la digitalizarea industriei și la transferul tehnologic către mediul economic.

Alinierea la direcțiile prioritare SNCDI

a) Digitalizare și tehnologii digitale avansate

Proiectul răspunde explicit direcției SNCDI privind digitalizarea prin:

- dezvoltarea unei **platforme mecatronice digitale** pentru fabricație inteligentă;
- integrarea **sistemelor avansate de senzorică** și a achiziției de date în timp real;
- utilizarea **algoritmilor de inteligență artificială** pentru monitorizare, analiză și decizie;

- aplicarea **modelării numerice** pentru optimizarea proceselor tehnologice.

Prin aceste elemente, proiectul contribuie la transformarea digitală a proceselor industriale, obiectiv strategic major al SNCDI.

b) Tehnologii avansate de fabricație și mecatronică

Proiectul se încadrează direct în prioritățile SNCDI privind dezvoltarea tehnologiilor avansate de fabricație prin:

- utilizarea platformelor mecatronice ca suport pentru procese industriale flexibile;
- integrarea controlului digital, a sistemelor inteligente și a proceselor multiproces;
- realizarea de soluții validate în **mediu industrial relevant (TRL 6)**.

Această abordare contribuie la dezvoltarea domeniului **mecatronicii aplicate**, considerat domeniu-cheie în SNCDI.

c) Materiale avansate și utilizarea eficientă a resurselor

Prin procesele tehnologice abordate și prin utilizarea fabricației aditive, proiectul sprijină direcția SNCDI privind:

- studierea și utilizarea eficientă a materialelor;
- reducerea risipei de material;
- realizarea de produse personalizate fără investiții majore în scule dedicate.

Contribuția la obiectivele generale SNCDI

a) Creșterea capacității naționale de CDI

Proiectul contribuie la creșterea capacității CDI prin:

- dezvoltarea și modernizarea infrastructurii publice de cercetare;
- obținerea de rezultate CDI cu nivel ridicat de maturitate tehnologică;
- formarea și implicarea resursei umane în cercetare aplicată.

b) Consolidarea colaborării cercetare–industrie

Implicarea directă a **IMM-urilor partenere** în activitățile de cercetare și validare asigură:

- orientarea cercetării către nevoi reale ale industriei;
- transferul de cunoștințe și tehnologii către mediul economic;
- creșterea gradului de exploatare a rezultatelor CDI.

c) Transfer tehnologic și valorificare economică

Proiectul sprijină obiectivele SNCDI privind transferul tehnologic prin:

- dezvoltarea de soluții demonstrative cu aplicabilitate industrială;
- pregătirea rezultatelor pentru protecție prin proprietate intelectuală;
- furnizarea de servicii CDI către întreprinderi, în special IMM-uri.

Contribuția la dezvoltarea durabilă și competitivitate

Proiectul ETFIND contribuie la:

- creșterea competitivității industriei naționale;
- îmbunătățirea eficienței energetice a proceselor de fabricație;
- reducerea impactului asupra mediului prin tehnologii digitale și aditive;
- susținerea tranziției către o economie bazată pe inovare.

Prin tematica abordată, rezultatele urmărite și structura parteneriatului, proiectul ETFIND este pe deplin aliniat cu Strategia Națională de Cercetare-Dezvoltare și Inovare 2022–2027, contribuind direct la digitalizarea industriei, dezvoltarea tehnologiilor avansate de fabricație și la consolidarea transferului tehnologic către mediul economic.

4.11 Modul în care rezultatele estimate ale proiectului (RE1–RE4) contribuie la:

1. creșterea eficienței energetice,
2. reducerea emisiilor de carbon,
3. creșterea rezilienței la schimbările climatice (din perspectivă industrială și tehnologică),
4. promovarea principiilor economiei circulare.

Contribuția rezultatelor proiectului (RE1–RE4) la obiectivele de sustenabilitate

Rezultatele estimate ale proiectului propus, dezvoltate prin maturizarea tehnologică de la **TRL 3–5 la TRL 6**, contribuie direct la obiectivele de eficiență energetică, reducere a emisiilor de carbon, creștere a rezilienței industriale și promovare a economiei circulare. Integrarea tehnologiilor de fabricație avansată și crearea unui ecosistem funcțional de transfer tehnologic (RE4) asigură nu doar dezvoltarea unor soluții inovatoare, ci și adoptarea acestora în mediul industrial, în special în sectorul automotive și mecatronic.

Creșterea eficienței energetice

Rezultatele RE1–RE3 contribuie semnificativ la eficiența energetică prin optimizarea proceselor și reducerea consumurilor specifice.

RE1 (platforma mecatronică multiproces) permite integrarea într-o singură celulă a proceselor de deformare incrementală, aşchiere și fabricație aditivă, reducând necesitatea utilizării mai multor echipamente distincte. Această integrare conduce la diminuarea consumurilor energetice asociate manipulării, re poziționării și transferului între operații. În plus, utilizarea robotului industrial ca platformă unificată permite optimizarea utilizării energiei în funcție de procesul activ.

RE2 (imprimanta 3D pentru compozite cu fibră continuă) contribuie la eficiența energetică prin realizarea de componente optimizate structural, în care materialul este distribuit doar acolo unde este necesar din punct de vedere mecanic. Orientarea controlată a fibrelor permite reducerea masei componentelor și implicit a consumului de energie în faza de utilizare.

RE3 (tehnologia SLM pentru aliaje de aluminiu) permite fabricarea pieselor aproape de forma finală („near-net shape”), reducând necesitatea operațiilor ulterioare de prelucrare și implicit consumurile energetice asociate acestora. Optimizarea parametrilor de proces contribuie la creșterea eficienței energetice a procesului de fabricație aditivă.

RE4 susține eficiența energetică prin facilitarea transferului tehnologic către industrie și adoptarea acestor soluții de către IMM-uri, contribuind la modernizarea proceselor industriale și la reducerea consumurilor la scară mai largă.

Reducerea emisiilor de carbon

Reducerea emisiilor de carbon este realizată prin diminuarea consumului de resurse, optimizarea proceselor și reducerea etapelor tehnologice.

În cadrul **RE1**, eliminarea utilizării matritelor dedicate și reducerea numărului de echipamente implicate în proces conduc la diminuarea amprentei de carbon asociate producției. Integrarea multiproces reduce consumul energetic total și implicit emisiile indirecte de CO₂.

RE2 și RE3 contribuie prin reducerea semnificativă a deșeurilor de material, caracteristică proceselor aditive. Spre deosebire de prelucrările subtractive, unde o parte semnificativă din material este eliminată, procesele aditive utilizează materialul într-un mod eficient, reducând emisiile asociate producției și prelucrării materiilor prime.

În plus, componentele realizate prin RE2 și RE3 pot fi optimizate din punct de vedere al masei, ceea ce este esențial pentru aplicații din industria auto. Reducerea masei componentelor contribuie la scăderea consumului de combustibil sau energie în utilizare și implicit la reducerea emisiilor de carbon pe întreg ciclul de viață.

RE4 amplifică acest impact prin diseminarea și implementarea acestor tehnologii în mediul industrial, contribuind la reducerea emisiilor la nivel regional și național.

Creșterea rezilienței la schimbările climatice (industrial și tehnologic)

Rezultatele proiectului contribuie la creșterea rezilienței industriale prin flexibilitate, adaptabilitate și reducerea dependenței de lanțuri logistice complexe.

RE1 (platforma multiproces) oferă o flexibilitate ridicată, permițând producția rapidă de piese variate fără necesitatea unor echipamente dedicate. Aceasta permite companiilor să se adapteze rapid la schimbări ale cererii sau la perturbări ale lanțurilor de aprovizionare, aspect esențial în contextul schimbărilor climatice.

RE2 și RE3 permit producția locală de componente complexe, reducând dependența de importuri și de lanțuri logistice globale, care pot fi afectate de riscuri climatice. De asemenea, aceste tehnologii facilitează producția „on-demand”, reducând necesitatea stocurilor mari și a transportului.

În plus, digitalizarea proceselor și integrarea sistemelor de monitorizare și control permit creșterea robusteții proceselor industriale, reducând riscurile operaționale și crescând capacitatea de adaptare.

RE4 (ecosistemul de CDI și transfer tehnologic) contribuie la reziliență prin consolidarea colaborării între mediul de cercetare și industrie, facilitând accesul IMM-urilor la tehnologii avansate și la soluții adaptative.

Promovarea principiilor economiei circulare

Rezultatele proiectului susțin economia circulară prin utilizarea eficientă a resurselor și extinderea ciclului de viață al produselor.

RE2 și RE3 permit reducerea semnificativă a deșeurilor de material, datorită caracterului aditiv al proceselor. În cazul tehnologiei SLM, pulberile metalice pot fi reutilizate, contribuind la reducerea consumului de materii prime.

RE1 permite realizarea de operații de reparație și refabricare (remanufacturing), facilitând reutilizarea componentelor și prelungirea duratei de viață a acestora. Aceasta contribuie la reducerea consumului de resurse și la diminuarea deșeurilor industriale.

Integrarea proceselor într-o singură platformă reduce consumul de resurse asociat transportului și manipulării interne, contribuind la eficiența globală a sistemului de producție.

RE4 asigură transferul acestor principii către mediul industrial, prin dezvoltarea de ghiduri, metodologii și pachete tehnologice care facilitează adoptarea economiei circulare de către companii, în special IMM-uri din sectorul automotive și mecatronic.

Concluzie

Prin rezultatele RE1–RE4, proiectul contribuie integrat la tranziția către o industrie sustenabilă, prin:

- creșterea eficienței energetice
- reducerea emisiilor de carbon
- consolidarea rezilienței industriale
- promovarea economiei circulare

Validarea la nivel TRL 6 asigură că aceste soluții sunt demonstrate în condiții relevante industriale și sunt pregătite pentru transfer tehnologic, maximizând impactul asupra mediului economic și asupra obiectivelor de sustenabilitate.

5. Activități

Analiză cerințe și proiectare conceptuală

Dezvoltarea platformei mecatronice digitale

Sistem inteligent de monitorizare, analiză și decizie

Validare industrială și demonstrare TRL 6 – Tema 1

Metodologie și flux tehnologic pentru fabricație aditivă TRL 6 – Tema 2, Tema 3

Realizare prototipuri pentru aplicații industriale

Diseminare și exploatare rezultate CDI

6. Indicatori

Tema 1: Platformă mecatronică pentru fabricație inteligentă (RE1, RE2 parțial)

Indicatori tehnico-științifici

- **Output:** 1 platformă mecatronică multiproces integrată, validată la **TRL 6**
- **Output:** ≥3 procese integrate funcțional (SPIF + aşchiere + AM)
- **Output:** ≥3 capete tehnologice modulare realizate și testate
- **Output:** ≥5 scenarii tehnologice validate experimental

- **Outcome:** reducere erori dimensionale $\geq 20\%$ față de stadiul TRL 5
- **Outcome:** creștere repetabilitate proces $\geq 15\%$
- **Outcome:** reducere timp de proces $\geq 15\%$ prin integrare multiproces

Indicatori privind colaborarea cu mediul economic

- **Output:** ≥ 1 IMM implicat activ în testare și validare
- **Output:** ≥ 3 aplicații industriale definite împreună cu IMM
- **Outcome:** ≥ 2 cazuri de utilizare validate în condiții relevante industrial
- **Outcome:** ≥ 1 linie/pilot demonstrativ utilizabil de IMM

Indicatori privind transferul tehnologic și digitalizarea

- **Output:** ≥ 1 pachet tehnologic complet (proceduri + parametri + ghiduri)
- **Output:** ≥ 1 sistem digital de monitorizare integrat (senzori + DAQ)
- **Outcome:** creștere trasabilitate proces (100% parametri monitorizați)
- **Outcome:** ≥ 1 tehnologie pregătită pentru transfer (TRL 6)

Tema 2: Dezvoltarea rapidă de produse noi (RE2)

Indicatori tehnico-științifici

- **Output:** 1 prototip imprimantă 3D „industrial-ready” validat la **TRL 6**
- **Output:** ≥ 3 geometrii complexe realizate (straturi curbe)
- **Output:** ≥ 2 tipuri de materiale compozite testate
- **Outcome:** reducere timp dezvoltare prototip $\geq 30\%$
- **Outcome:** creștere performanță mecanică $\geq 20\%$ (raport rezistență/masă)
- **Outcome:** reducere masă componente $\geq 15\%$

Indicatori privind colaborarea cu mediul economic

- **Output:** ≥ 2 prototipuri dezvoltate pentru aplicații reale ale IMM
- **Output:** ≥ 1 aplicație în automotive/mecatronică demonstrată
- **Outcome:** ≥ 1 tehnologie adoptată pilot de IMM
- **Outcome:** ≥ 1 colaborare extinsă post-proiect

Indicatori privind transferul tehnologic și digitalizarea

- **Output:** ≥ 1 set de algoritmi pentru generare traiectorii multi-axiale
- **Output:** ≥ 1 software/procedură de control proces multi-axial
- **Outcome:** reducere intervenție manuală $\geq 25\%$ (automatizare)
- **Outcome:** ≥ 1 tehnologie pregătită pentru transfer industrial

Tema 3: Aplicații industriale SLM (RE3)

Indicatori tehnico-științifici

- **Output:** 1 tehnologie SLM optimizată pentru AISi10Mg validată la **TRL 6**
- **Output:** ≥ 3 seturi de parametri de proces validați
- **Output:** ≥ 5 piese demonstrative fabricate și testate
- **Outcome:** densitate piese $\geq 99\%$
- **Outcome:** proprietăți mecanice comparabile cu metode convenționale ($\pm 10\%$)
- **Outcome:** reducere deșeuri material $\geq 30\%$

Indicatori privind colaborarea cu mediul economic

- **Output:** ≥ 2 aplicații industriale testate cu IMM
- **Output:** ≥ 1 componentă relevantă automotive validată
- **Outcome:** ≥ 1 tehnologie SLM preluată pentru utilizare pilot
- **Outcome:** ≥ 1 contract/colaborare pentru producție experimentală

Indicatori privind transferul tehnologic și digitalizarea

- **Output:** ≥1 pachet tehnologic SLM (parametri + ghiduri + proceduri)
- **Output:** ≥1 metodologie de caracterizare și validare
- **Outcome:** reducere cicluri trial-error ≥20%
- **Outcome:** ≥1 tehnologie pregătită pentru transfer către IMM

Indicator transversal (Tema 3 → RE4 – ecosistem CDI)

Colaborare și transfer tehnologic

- **Output:** ≥1 ecosistem funcțional CDI–IMM implementat
- **Output:** ≥3 pachete tehnologice (RE1–RE3) transferabile
- **Output:** ≥3 sesiuni demonstrare / training
- **Outcome:** ≥2 tehnologii adoptate de IMM
- **Outcome:** creștere nivel digitalizare IMM (procese monitorizate)
- **Outcome:** ≥1 model de colaborare replicabil

Indicatori de impact (pentru toate cele trei teme)

- creșterea gradului de inovare în companiile automotivă din Regiunea Centru;
- reducerea timpului și costurilor de prototipare;
- creșterea vizibilității CSCDP la nivel național și european;
- contribuție directă la implementarea RIS3 Centru – mecatronică și industrie auto.

7. Riscuri și măsuri de evitare/reducere a acestora

Risc identificat	Impact	Măsuri de evitare/reducere
Întârzierea dezvoltării tehnologiei TRL 6	Mediu	Planificare etapizată, validări intermediare
Lipsa resursei umane specializate	Ridicat	Instruire accelerată, angajări țintite
Interes redus din partea industriei	Mediu	Implicare timpurie a partenerilor industriali
Limitări bugetare	Mediu	Accesarea de surse complementare de finanțare
Riscuri tehnologice (acuratețe insuficientă)	Mediu	Iterații experimentale, integrare FEM + măsurare

8. Concluzie

Planul demonstrează o **înțelegere adecvată a rolului CSCDP**, a **nevoilor pieței**, a **oportunităților regionale** și a **mecanismelor concrete de creștere TRL 5 → TRL 6**, fiind **aliniat strategic cu RIS3 Regiunea Centru**, în special în domeniile **mecatronică și industrie automotivă** precum și cu **Strategia Națională de Cercetare-Dezvoltare și inovare (SNCDI)**.

Data,

03.02.2026

Director Centru,

Prof.dr.ing. Sever-Gabriel RACZ

