

Cercetări privind fabricația aditivă și analiza calității produselor industriale polimerice

Teză de abilitare



Domeniul: Inginerie industrială

Conf. Dr. Ing. Răzvan Udroi



Universitatea
Transilvania
din Brașov



CUPRINS

(B) REALIZĂRI ȘTIINȚIFICE ȘI PROFESIONALE ȘI PLANURI DE EVOLUȚIE ȘI DEZVOLTARE A CARIEREI

B1. REALIZĂRI ȘTIINȚIFICE ȘI PROFESIONALE

B1.1 REALIZĂRI ȘTIINȚIFICE

B1.2 REALIZĂRI PROFESIONALE

B2. PLANURI DE EVOLUȚIE ȘI DEZVOLTARE ÎN CARIERĂ

B3. Bibliografie



B1.1. REALIZĂRI ȘTIINȚIFICE

- Capitolul 1. Cercetări privind optimizarea proceselor de fabricație aditivă pentru teste funcționale
 - Capitolul 2. Cercetări experimentale privind fabricarea rapidă a sculelor și matrițelor prin procedee aditive
 - Capitolul 3. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza calității suprafețelor plane fabricate prin procedee aditive
 - Capitolul 4. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza calității suprafețelor pieselor aerodinamice fabricate prin procedee aditive
 - Capitolul 5. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza performanței sistemului și a capabilității de proces în fabricația aditivă
 - Capitolul 6. Metodologie și cercetări privind analiza structurii interne a pieselor de tip multi-material prin control nedistructiv
- Contribuții personale



Capitolul 1. Cercetări privind optimizarea proceselor de fabricație aditivă pentru teste funcționale

Aspecte privind STANDARDIZAREA proceselor de FABRICAȚIE ADITIVĂ (AM)

Fabricația aditivă are un caracter multidisciplinar iar standardizarea acesteia este **esențială** pentru **sectorul industrial**.

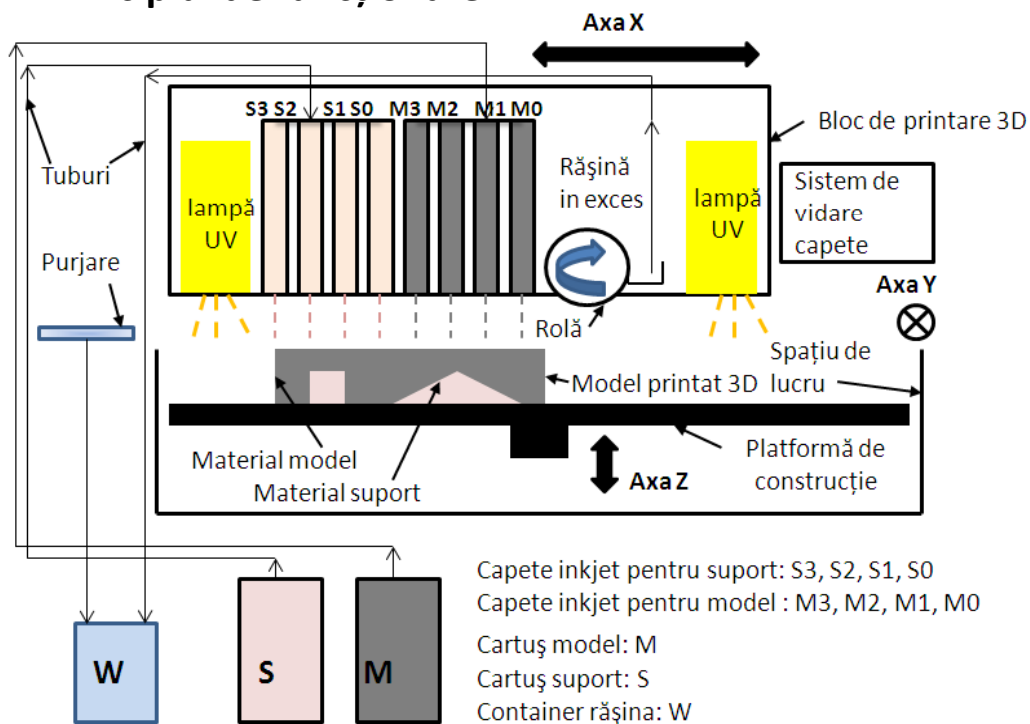
Standardul ISO/ASTM 52900-15 a stabilit și a definit termenii utilizați în tehnologia AM, prin definirea AM ca „*procesul de îmbinare a materialelor pentru a realiza piese din datele modelelor tridimensionale (3D), de obicei strat după strat, spre deosebire de fabricația clasică care este substractivă și formativă*”.

Pe baza **standardului ISO/ASTM 52900-15**, procesele de fabricație aditivă sunt clasificate în:

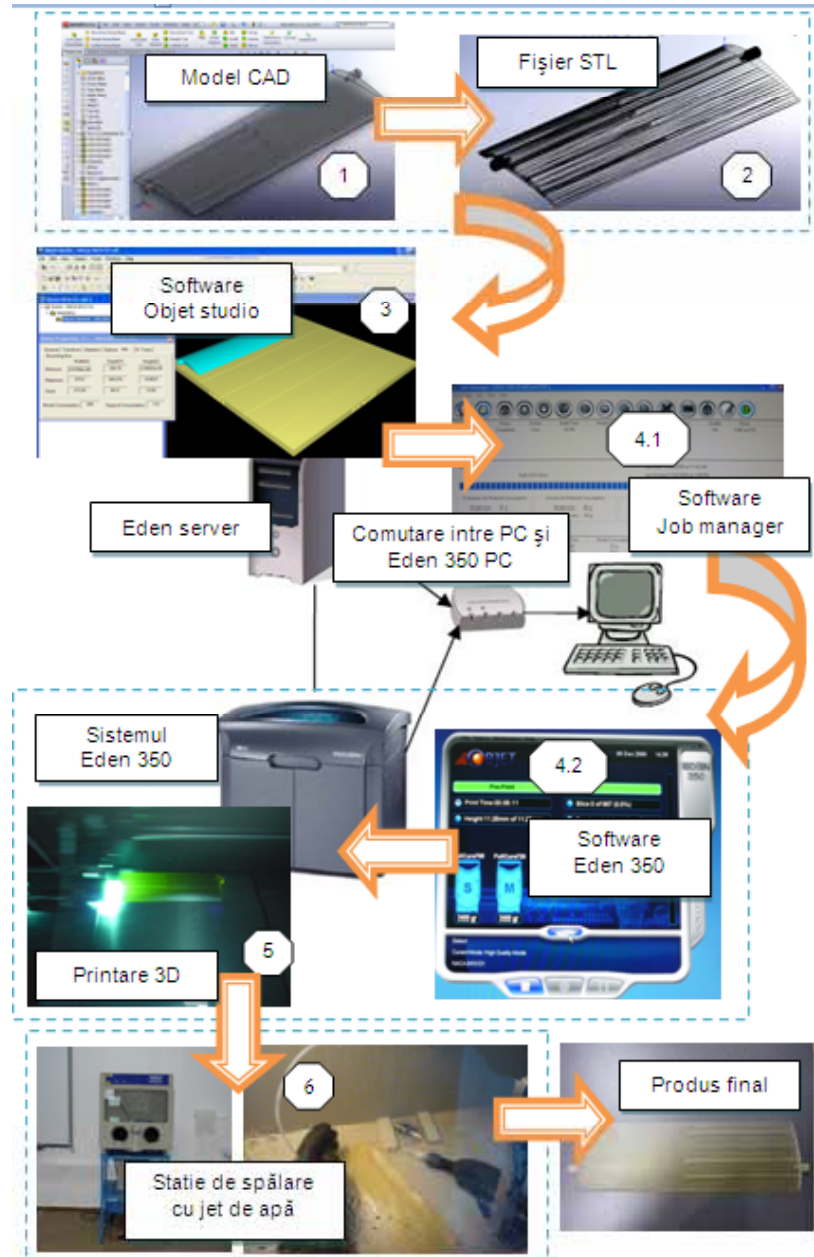
- ✓ Vat Photo-Polymerization (fotopolimerizare Vat),
- ✓ Binder Jetting (**pulverizare cu jet de liant**),
- ✓ Material Extrusion (extrudare de material),
- ✓ Material Jetting (**pulverizare cu jet de materiale**),
- ✓ Sheet Lamination (laminare foi),
- ✓ Powder Bed Fusion (fuziunea patului cu pulberi) și
- ✓ Directed Energy Deposition (depunere cu energie directă).

Procesul de fabricație aditivă prin pulverizare cu jet de materiale - PolyJet (Polimer Jetting)

Principiul de funcționare



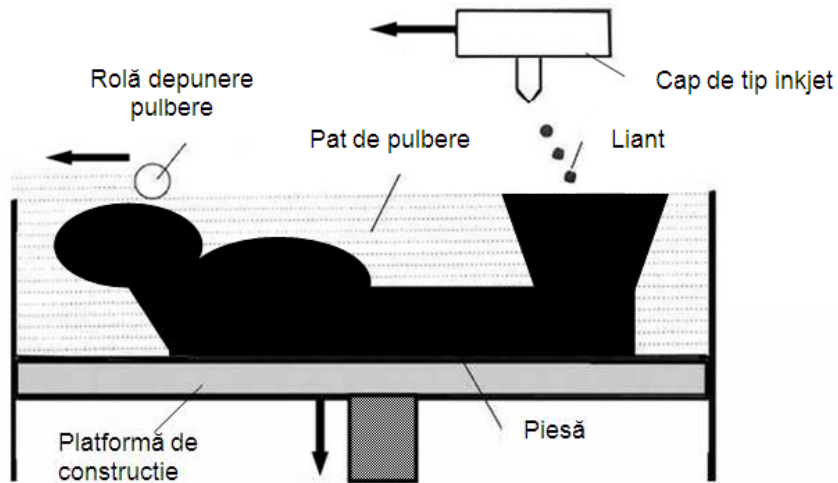
Schema sistemului de fabricație aditivă Objet EDEN 350 PolyJet



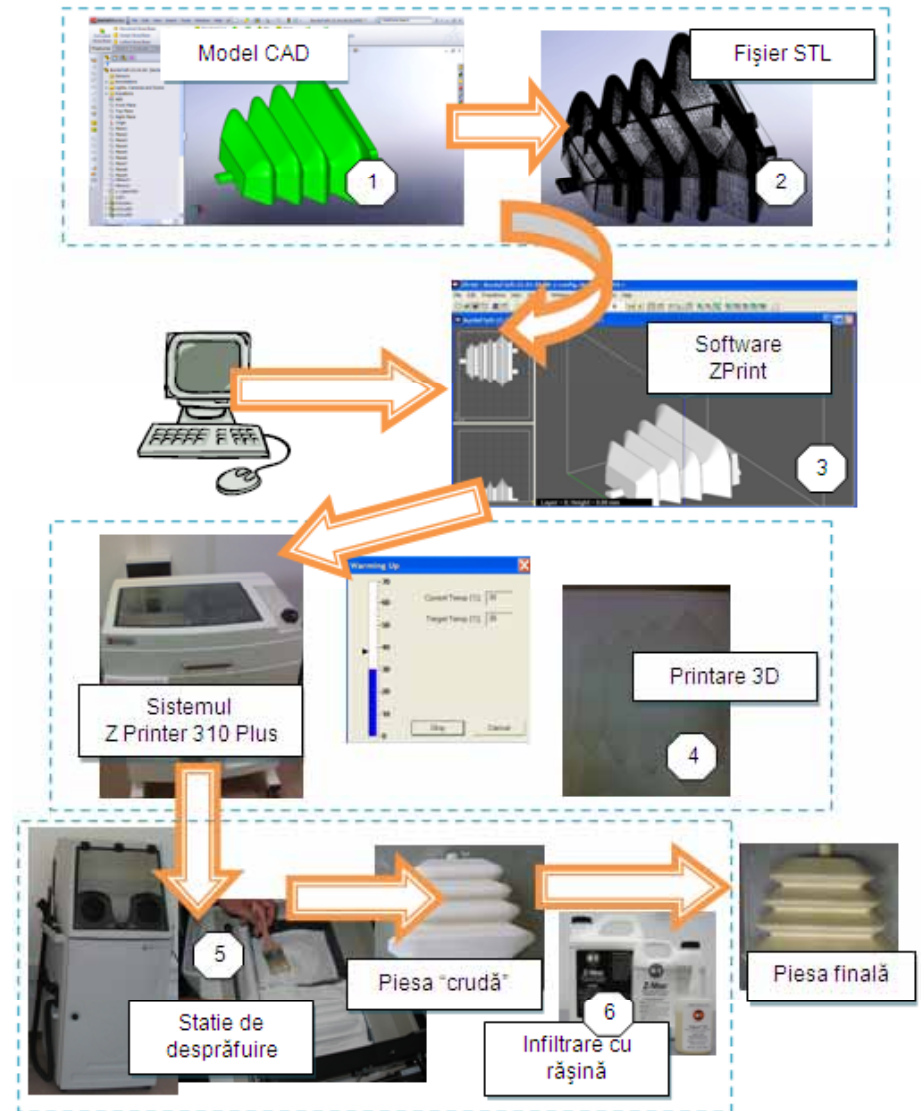
Etapele principale ale procesului

Procesul de fabricație aditivă prin pulverizare cu jet de liant utilizând tehnologia 3DP

Principiul de funcționare



Schema sistemului de fabricație aditivă prin pulverizare cu jet de liant Zcorp 310



Etapele principale ale procesului



Produse realizate in cadrul diverselor contracte și colaborări



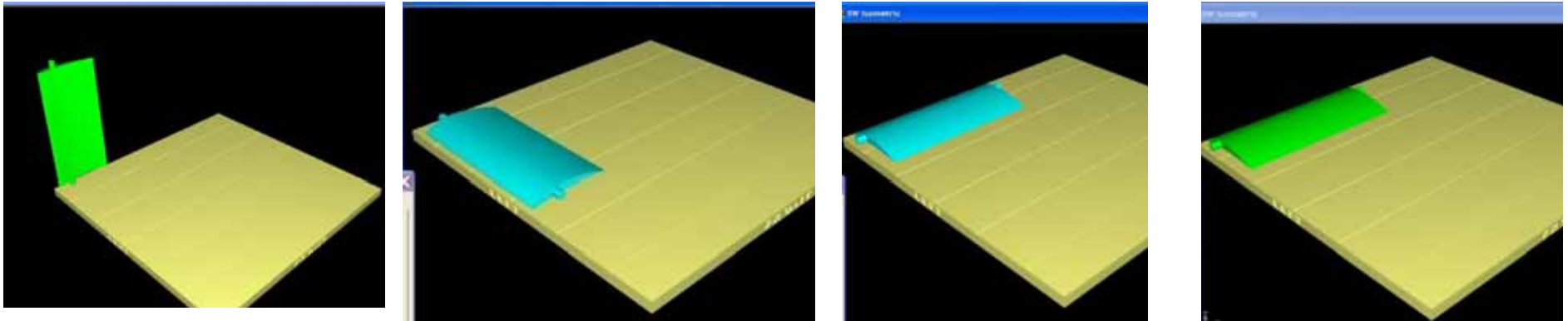
Produse realizate prin tehnologia Polyjet



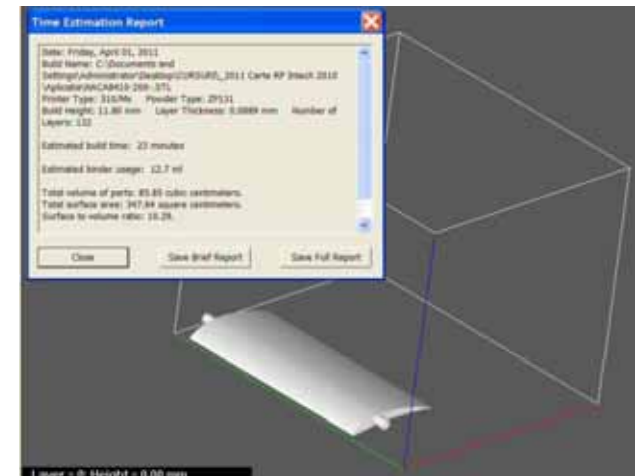
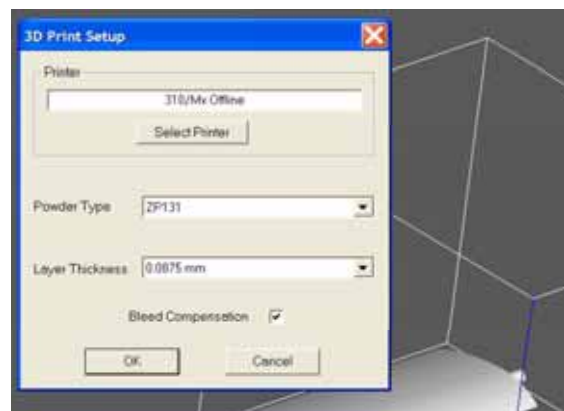
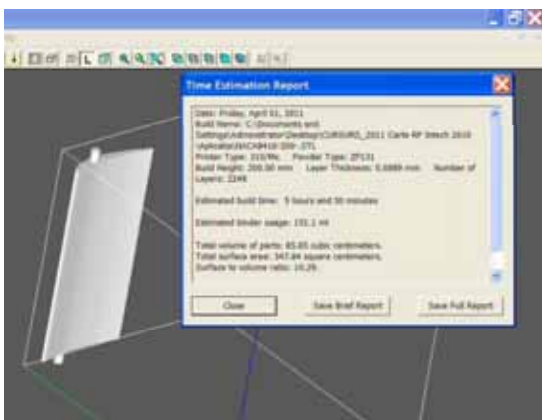
Produse realizate prin tehnologia 3DP

Capitolul 1. Cercetări privind optimizarea proceselor de fabricație aditivă pentru teste funcționale

1.2.1. Cercetări privind optimizarea poziționării și orientării unei piese în fabricația aditivă (studiu de caz)



Orientarea piesei pe platforma de construcție a sistemului de fabricație aditivă EDEN 350



Orientarea piesei pe platforma de construcție a sistemului de fabricație aditivă Z310 Plus

Capitolul 1. Cercetări privind optimizarea proceselor de fabricație aditivă pentru teste funcționale

Cercetări privind optimizarea poziționării și orientării unei piese în fabricația aditivă (studiu de caz)

	Consum de material model [grame]	Consum de material suport [grame]	Timp de fabricație [ore:min]
Cazul A (fig. 11)	162	37	10 : 54
Cazul B (fig. 12)	162	95	3 : 14
Cazul C (fig. 13)	157	91	1 : 38
Cazul D (fig. 14)	155	75	1 : 34

Sistemului de fabricație aditivă EDEN 350

Minimizare timp de construcție și consumul de materiale

Regula XY-0° în mod lucios

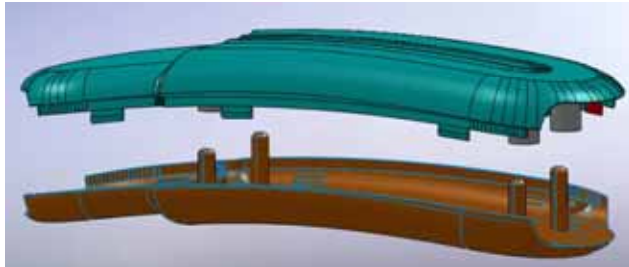


Regula XY-90°

	Consum pulbere	Consum liant	Timp de fabricație
Case A (fig. 15)	85,85 cm ³	151,1 ml	5 h 50 min
Case B (fig. 16)	85,85 cm ³	13,1 ml	34 min
Case C (fig. 17)	85,85 cm ³	12,7 ml	23 min

Sistemul de fabricație aditivă Z310 Plus

1.2.2. Cercetări privind optimizarea poziționării a două piese pentru teste de asamblare (studii de caz)

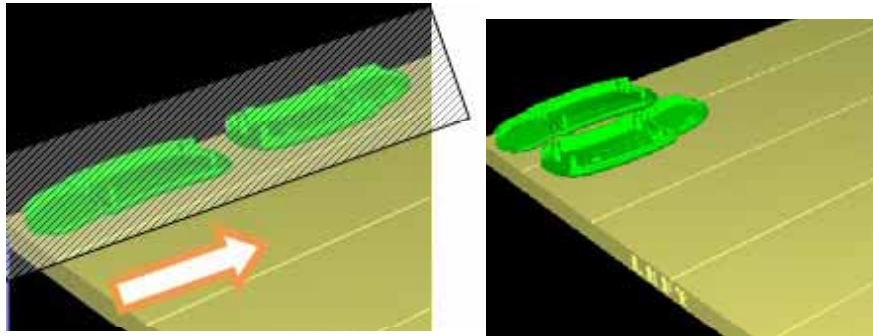


Piese cu elemente de ghidare de tip pini și cleme laterale flexibile de fixare

Minimizare material, timp de construcție și o suprafață de calitate bună

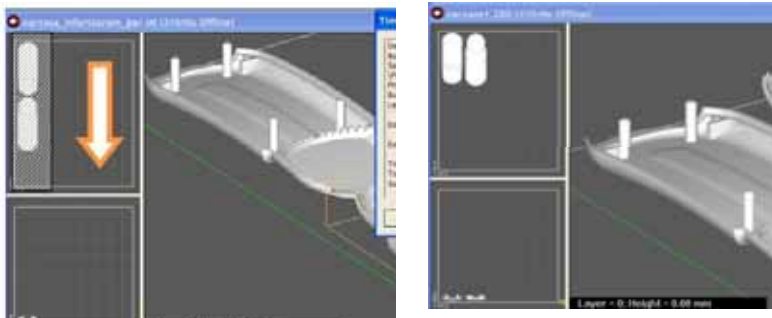


Poziționarea în serie și în paralel a pieselor în lungul axei X,



Regula: Suprafețele care se assemblează trebuie să fie printate în mod lucios, poziționate în sus și plasate în serie în direcția axei X

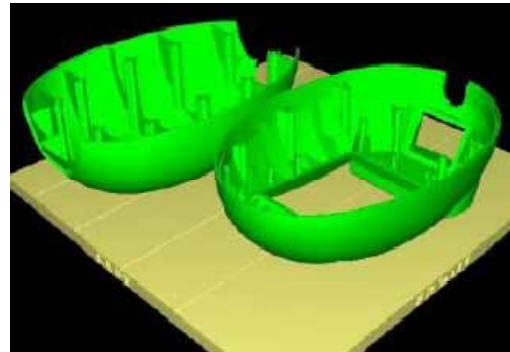
Poziționarea în serie și în paralel a pieselor în lungul axei Y



Nu rezulta o asamblare fără ajustări a pieselor

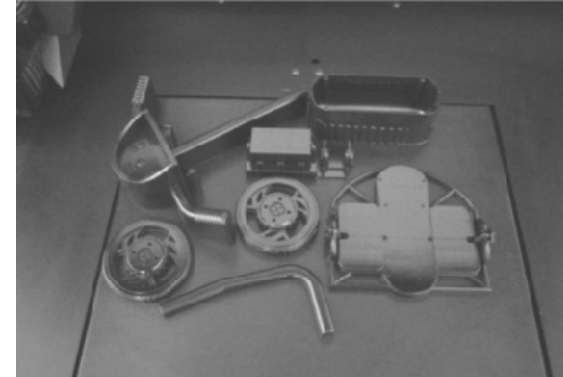
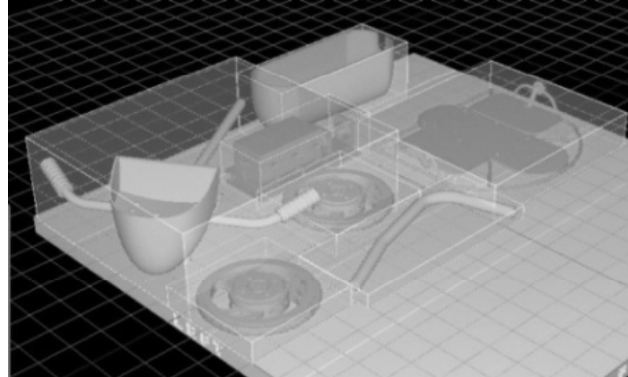
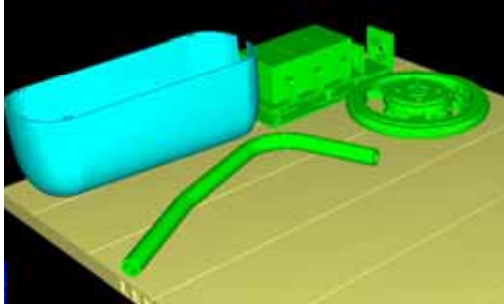
1.2.2. Cercetări privind optimizarea poziționării a două piese pentru teste de asamblare (studii de caz)

Carcase prototip pentru sistemele de e-ticketing folosite in transportul public din România (contract de cercetare)

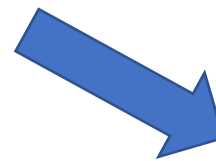
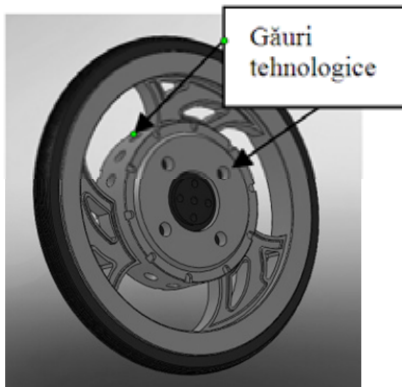




1.2.3. Cercetări privind optimizarea poziționării mai multor piese ale unui ansamblu complex (studiu de caz)

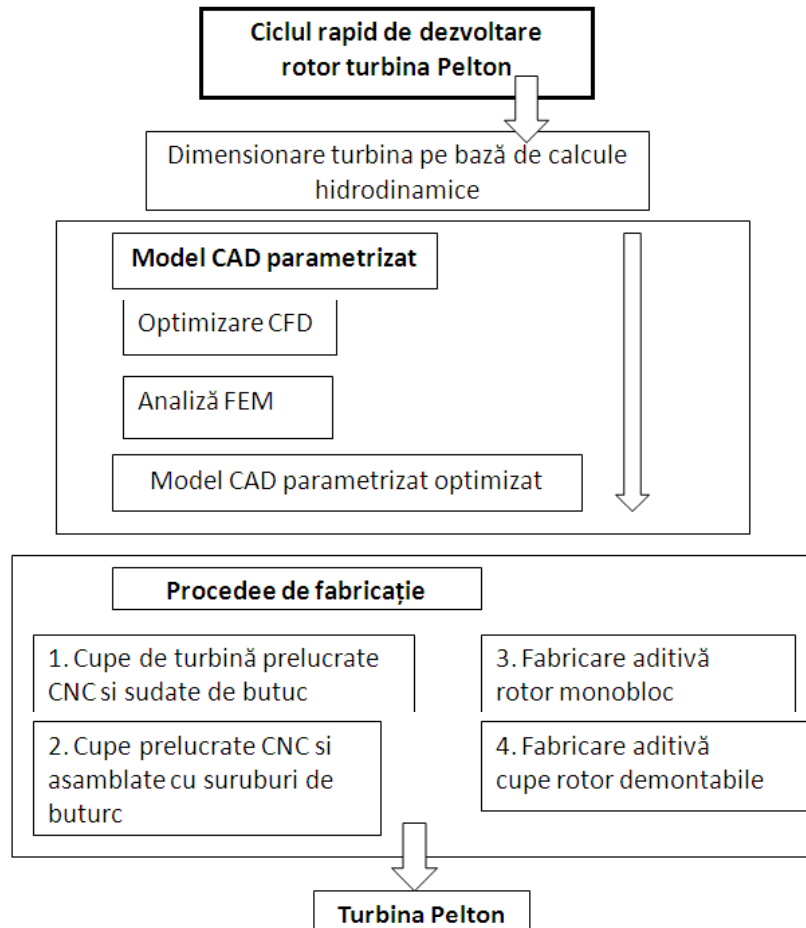


Regula: Poziționarea pieselor in direcția X in ordine descrescătoare a înălțimii



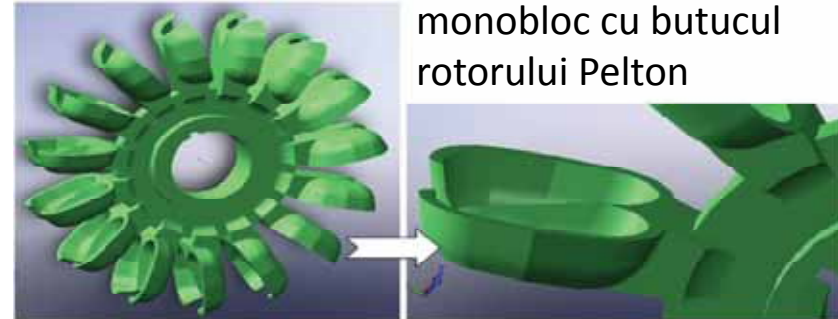
Fabricatia aditiva in stare asamblata a subansamblului roata

1.2.4. Cercetări privind fabricarea aditivă a rotorului unei turbine Pelton

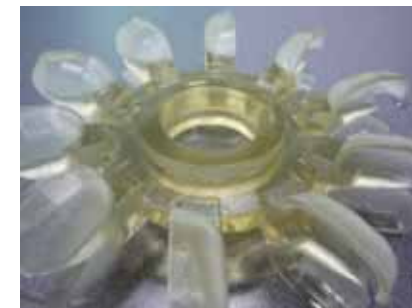
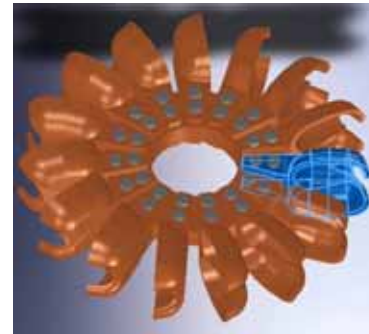


Ciclul de dezvoltare rapidă a unei turbine Pelton

Metoda 1. Palete de turbină monobloc cu butucul rotorului Pelton



Metoda 2. Palete de turbină detașabile asamblate cu șuruburi la butuc



Rotorul turbinei Pelton fabricat în cadrul laboratorului de Tehnologii integrate de fabricație al Universității Transilvania din Brașov (contract de cercetare)



Capitolul 1. Cercetări privind optimizarea proceselor de fabricație aditivă pentru teste funcționale

Concluzii privind cercetările (Capitolul1)

1. Determinarea unor **reguli de poziționare a pieselor pe platforma de construcție** pentru optimizarea timpului de fabricație și a consumului de materiale, în cazul fabricației aditive prin procedeele de pulverizare cu jet de materiale (PolyJet) și pulverizare cu jet de liant (Binder Jetting).
2. Cercetările privind optimizarea orientării unei singure piese au evidențiat :
 - ✓ Pentru pulverizare cu jet de material s-a propus **”Regula XY-0° în mod lucios”**;
 - ✓ Pentru pulverizare cu jet de liant, s-a propus **”Regula XY-90°”**;
3. Reguli de poziționare propuse privind optimizarea poziționării a două piese din cadrul asamblurilor pentru teste de asamblare:
 - ✓ **”suprafețele care se assemblează să fie printate în modul lucios, poziționate în sus și plasate în serie în direcția axei X”**, pentru tehnologia PolyJet.
 - ✓ regula **„Suprafețele care se assemblează să fie poziționate în jos și plasate în serie în direcția axei Y”**, pentru pulverizare cu jet de liant.
4. Fabricația aditivă poate permite realizarea în câteva ore a rotorului unei **turbine Pelton de tip pico** (sub 5kW) , utile ca sursă de energie pentru **standuri experimentale de cercetare și educaționale** și pentru **îmbunătățirea serviciilor energetice rurale îndepărtate**.





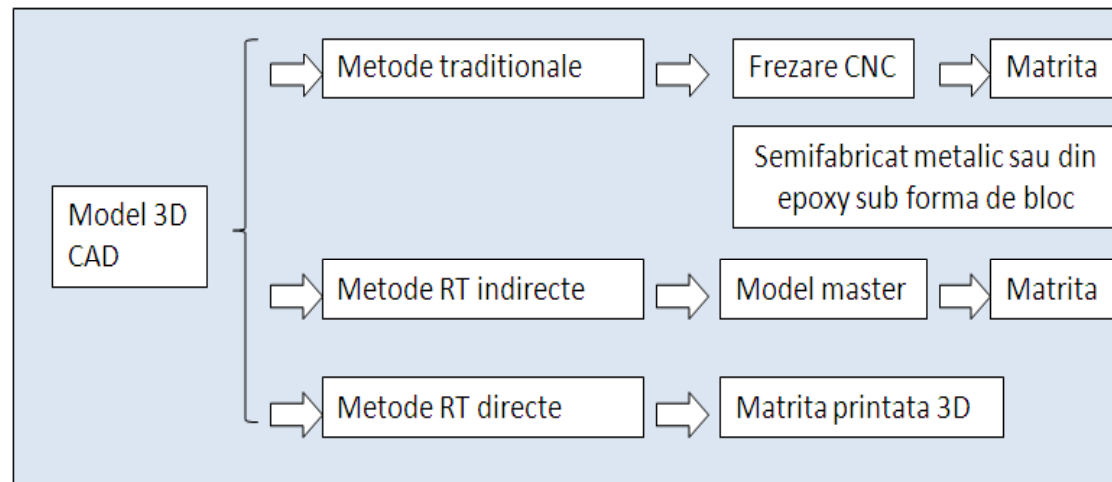
Capitolul 2. Cercetări experimentale privind fabricarea rapidă a sculelor și matrițelor prin procedee aditive

2.1. Cercetări privind fabricarea rapidă a sculelor prin pulverizare cu jet de liant (Procedee RT indirecte)

2.2. Cercetări privind fabricarea rapidă a matrițelor prin pulverizare cu jet de materiale PolyJet

✓ Procedee RT indirecte bazate pe tehnologia PolyJet

✓ Fabricarea matrițelor prin metode RT directe utilizând tehnologia PolyJet

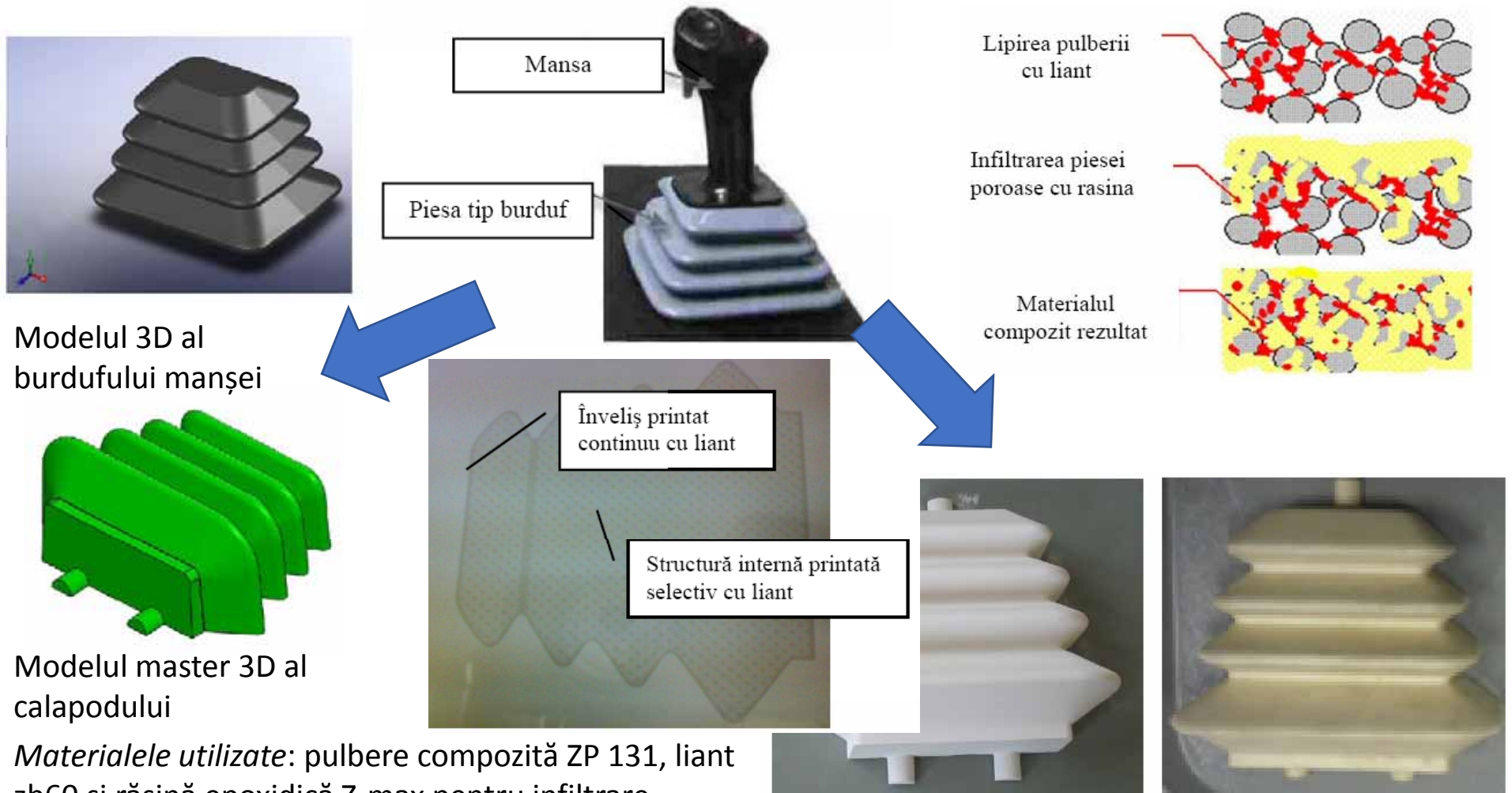


Metode pentru fabricarea matrițelor



Capitolul 2. Cercetări experimentale privind fabricarea rapidă a sculelor și matrițelor prin procedee aditive

2.1. Cercetări privind fabricarea rapidă a sculelor prin pulverizare cu jet de liant (contract de cercetare)



Materialele utilizate: pulbere compozită ZP 131, liant zb60 și rășină epoxidică Z-max pentru infiltrare (ZPrinter 310 Plus).



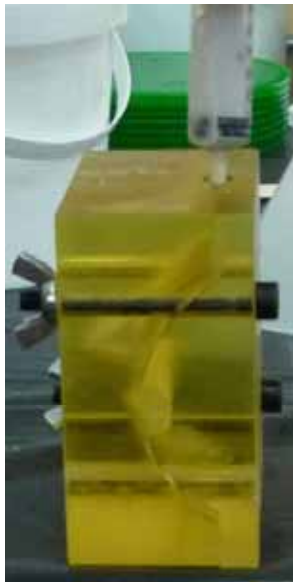
Capitolul 2. Cercetări experimentale privind fabricarea rapidă a sculelor și matrițelor prin procedee aditive

2.2 Cercetări privind fabricarea rapidă a matrițelor prin pulverizare cu jet de materiale PolyJet

Procedeul RT indirect studiat se referă la formarea matrițelor siliconice și aplicațiile acestora.

Au fost experimentate 3 procedee tehnologice de realizare a pieselor polimerice și anume:

- ✓ turnarea gravitațională a rășinilor termorigide
- ✓ injecția cu ajutorul unei seringi a rășinii
- ✓ formarea prin injecție cu reacție (RIM) a rășinii



Procedeul RT direct - Matrița printată 3D din materialul transparent FullCure 720

Injecție cu presiune și la temperatură scăzută, a rășinii poliuretanică RG53/G53 (Sika) în matrița printată 3D (UNIDOS 100 RIM).

Folosind tehnica RIM se pot fabrica până la 25-50 de piese în matrițe siliconice, și până la 200 de piese în matrițe printate 3D.



Capitolul 2. Cercetări experimentale privind fabricarea rapidă a sculelor și matrițelor prin procedee aditive

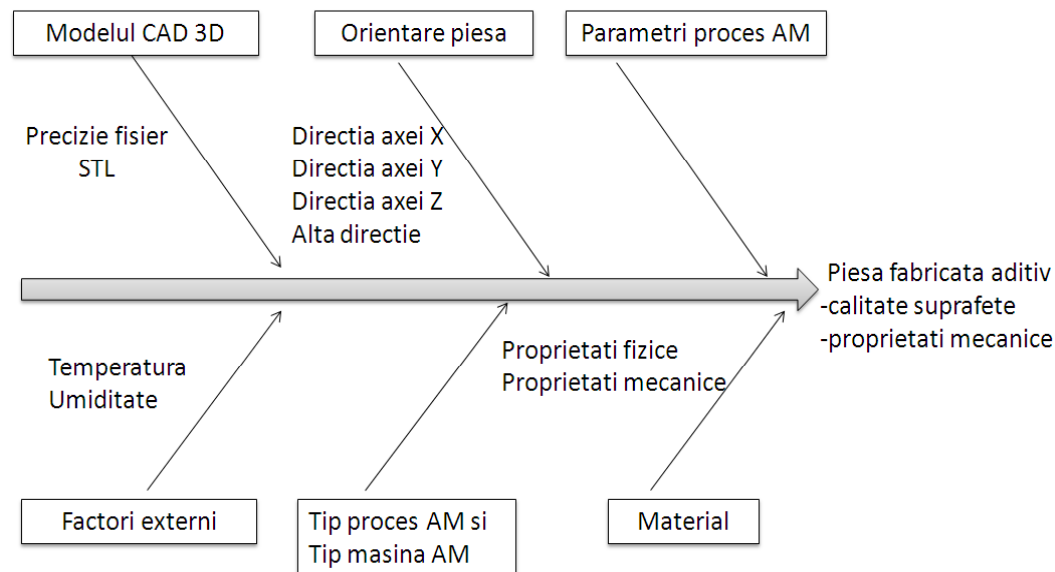
Concluzii privind cercetările (Capitolul 2)

1. Cercetările experimentale au condus la realizarea unor **sculele rapide pentru fabricarea indirectă** a componentei de tip burduf din ansamblul unei manșe a simulatoarelor de zbor.
2. Tehnologia PolyJet permite obținerea unor:
 - ✓ matrițe flexibile prin metode indirecte și
 - ✓ matrițe rigide prin metode directe
3. Cercetările experimentale au condus la obținerea unor **piese polimerice termorigide prin turnare gravitațională, injecție cu ajutorul unei seringi și formarea prin injecție cu reacție RIM.**
 - ✓ Materialele RIM au **proprietăți mecanice comparabile cu materialele termoplastice** folosite în procedeul de injecție masă plastică.



Capitolul 3. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza calității suprafețelor plane fabricate prin procedee aditive

- ✓ Implementarea tehnologiilor de fabricație aditivă în cadrul producției industriale, depinde de **calitatea suprafeței pieselor** și de **repetabilitatea proprietăților**.
- ✓ **Calitatea suprafețelor pieselor** este puternic influențată de **tipul procedeeului** de fabricație aditivă, fiecare procedeu având o serie de particularități proprii



Factori care influențează calitatea și proprietățile mecanice ale pieselor obținute prin fabricație aditivă



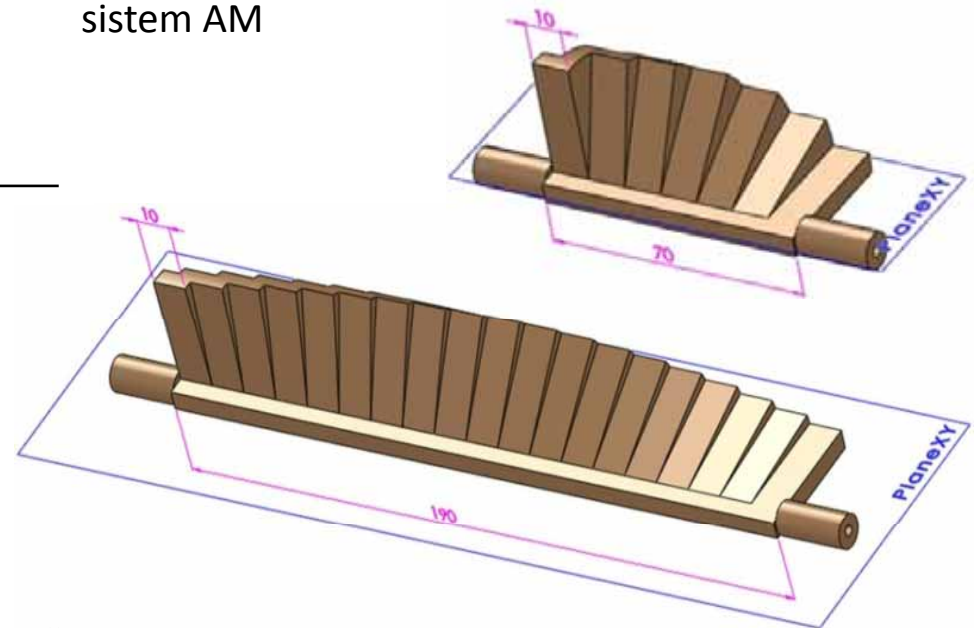
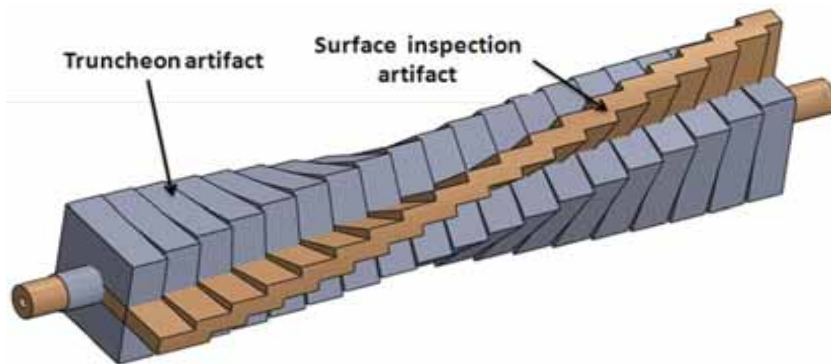
Capitolul 3. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza calității suprafețelor plane fabricate prin procedee aditive

Proiectarea unui artefact de test pentru analiza calității suprafețelor in fabricația aditivă

Configurație de design a artefactului	Increment θ (°)	Număr de plăcuțe
Configurația 1 a artefactului	2	46
Configurația 2 a artefactului	3	31
Configurația 3 a artefactului	5	19
Configurația 4 a artefactului	6	16
Configurația 5 a artefactului	10	10
Configurația 6 a artefactului	15	7
Configurația 7 a artefactului	30	4
Configurația 8 a artefactului	45	3

Artefactele de test au scopul de:

- ✓ a investiga punctele forte și slabe ale procedeeleor de fabricație aditivă și
- ✓ compararea performanțelor diferitelor sisteme de fabricație
- ✓ estimarea performantei în timp pentru același sistem AM

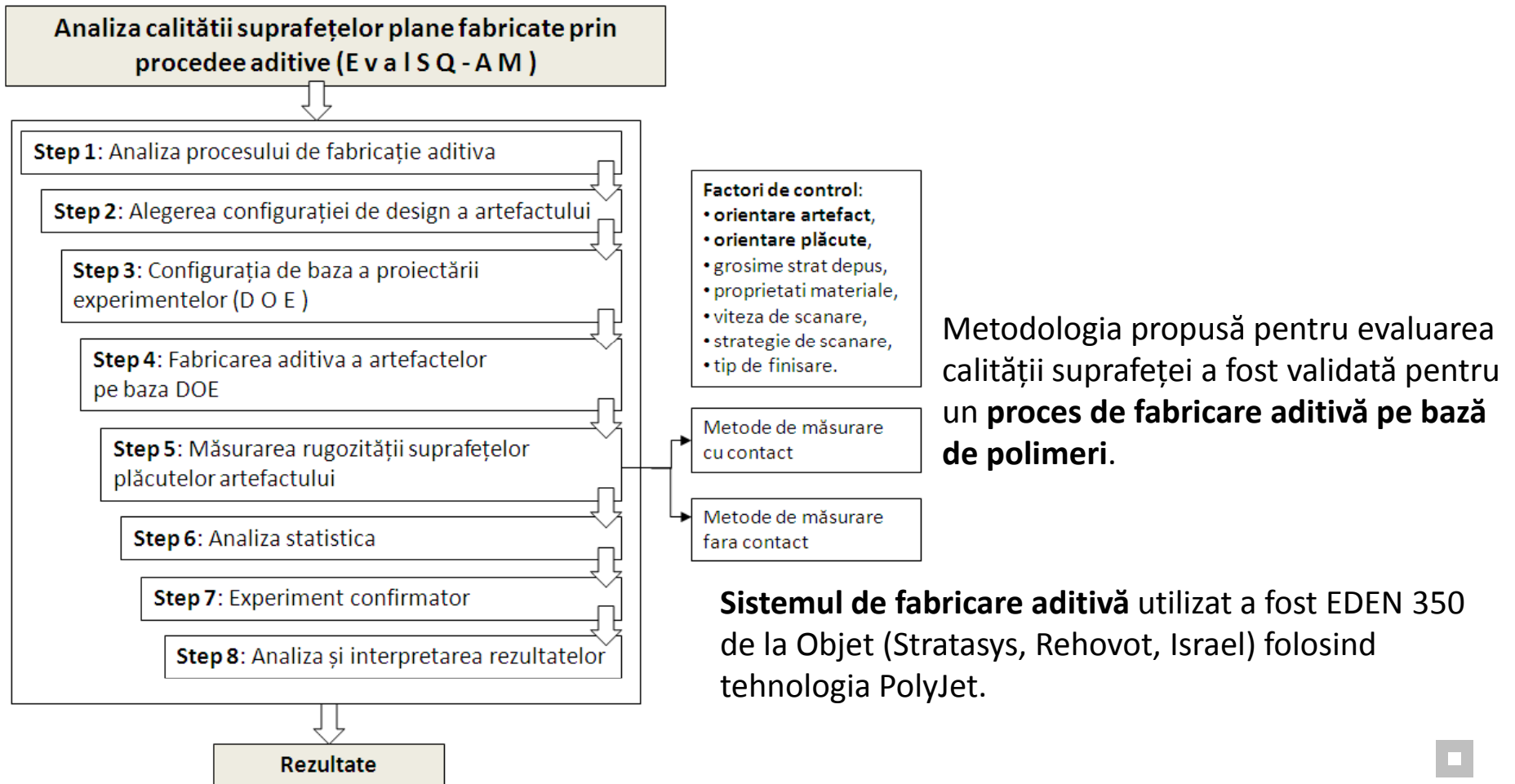


Modele 3D ale noului artefact de testare a calității suprafețelor obținute prin procedee aditive de fabricație: configurația 3; configurația 6



Capitolul 3. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza calității suprafețelor plane fabricate prin procedee aditive

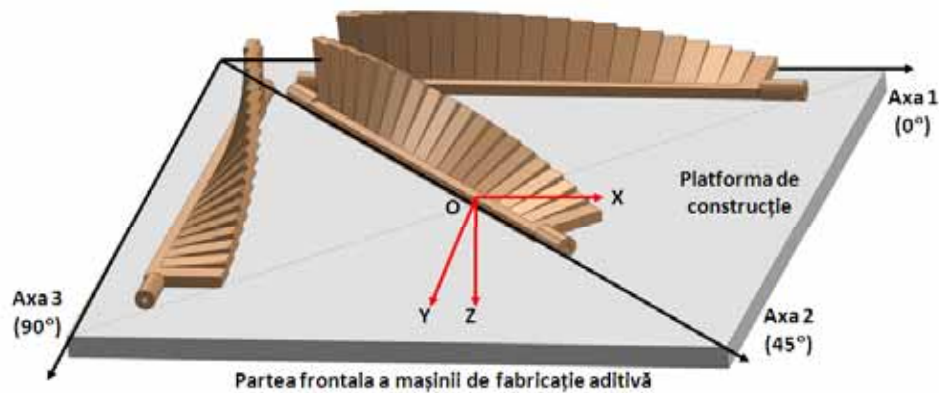
3.3. Metodologie privind analiza calității suprafețelor plane fabricate aditiv





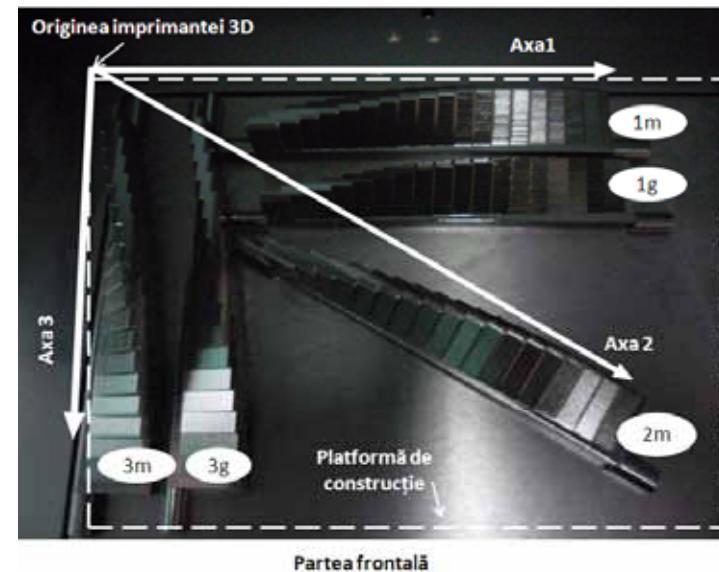
Capitolul 3. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza calității suprafețelor plane fabricate prin procedee aditive

Configurația de bază privind orientarea artefactelor



Orientarea sistemului de coordonate a platformei de construcție conform standardului (ISO/ASTM 52921-13).

Minim trei artefacte orientate într-o configurație $0^\circ / 45^\circ / 90^\circ$ printate 3D într-o singură etapă de printare



Artefacte pe platforma de construcție a sistemului EDEN 350



Capitolul 3. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza calității suprafețelor plane fabricate prin procedee aditive

Proiectarea experimentelor

Nivel	Orientarea artefactului		Orientarea plăcuței		Tip de finisare	
	Simbol	Valoare (°)	Simbol	Valoare (°)	Simbol	Valoare
1	1	0	1	0	1	Mat (Matte)
2	2	45	2	5	2	Lucios (Glossy)
3	3	90	3	10	-	-
4	-	-	4	15	-	-
5	-	-	5	20	-	-
6	-	-	6	25	-	-
7	-	-	7	30	-	-
8	-	-	8	35	-	-
9	-	-	9	40	-	-
10	-	-	10	45	-	-
11	-	-	11	50	-	-
12	-	-	12	55	-	-
13	-	-	13	60	-	-
14	-	-	14	65	-	-
15	-	-	15	70	-	-
16	-	-	16	75	-	-
17	-	-	17	80	-	-
18	-	-	18	85	-	-
19	-	-	19	90	-	-

Proiectarea experimentelor a fost realizată în funcție de **3 factori de control**, și anume

- ✓ orientarea artefactului cu 3 niveluri,
- ✓ orientarea plăcuței cu 19 niveluri și
- ✓ tipul de finisare cu 2 niveluri.

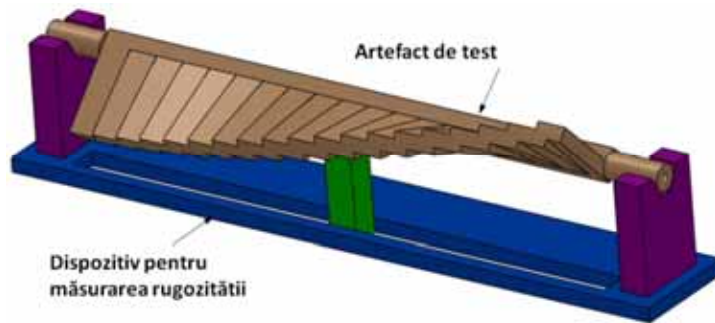
Un **plan factorial complet** cu 114 combinații de factori, a fost realizat pentru a putea investiga influența factorilor asupra rugozității suprafeței.

Contribuția celor trei factori asupra rugozității suprafeței a fost determinată folosind analiza **modelului liniar generalizat (GLM)** in software-ul Minitab 17.

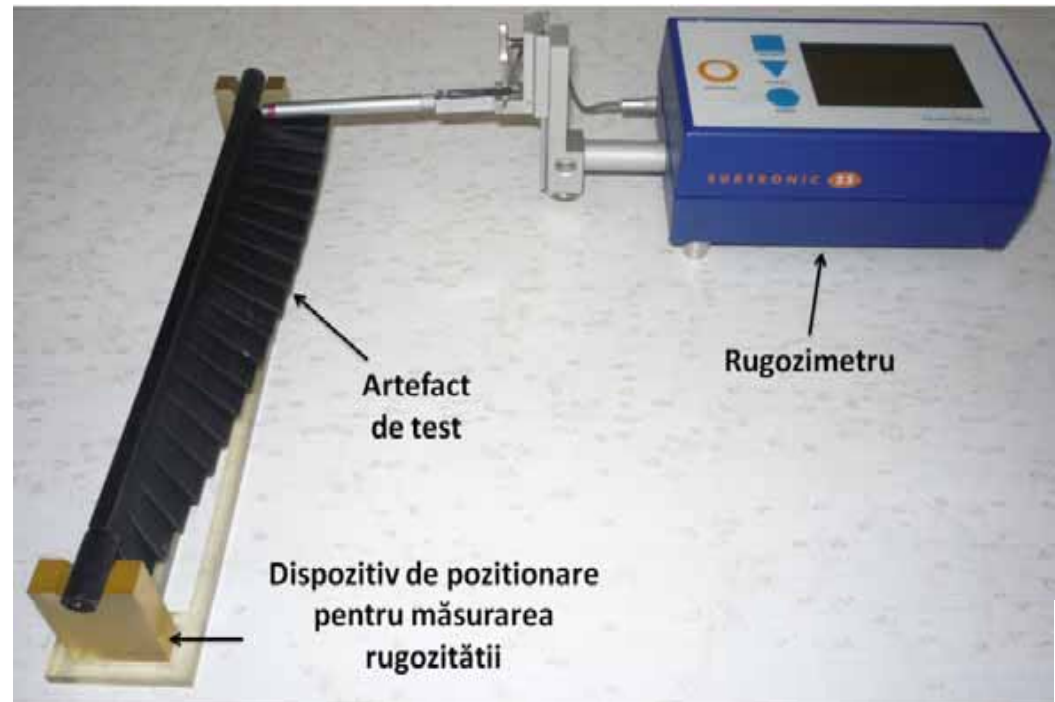


Capitolul 3. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza calității suprafețelor plane fabricate prin procedee aditive

Măsurarea rugozității plăcuțelor



Dispozitiv modular utilizat pentru inspecția artefactelor proiectat în SolidWorks



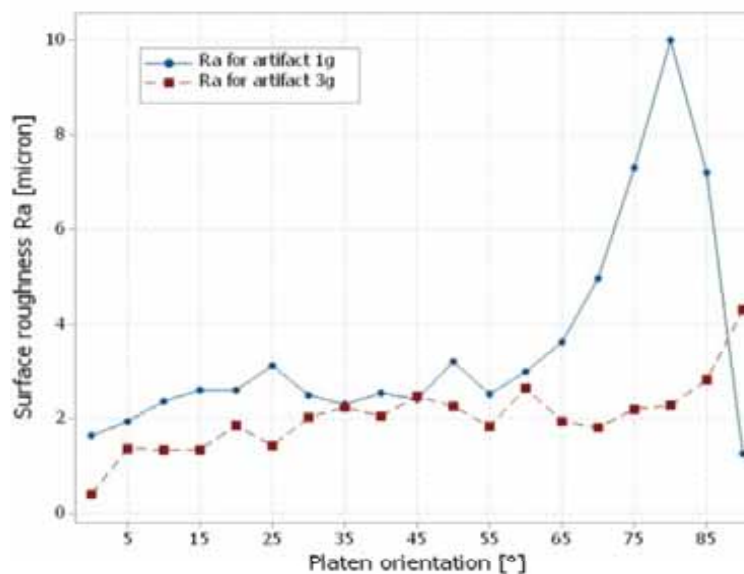
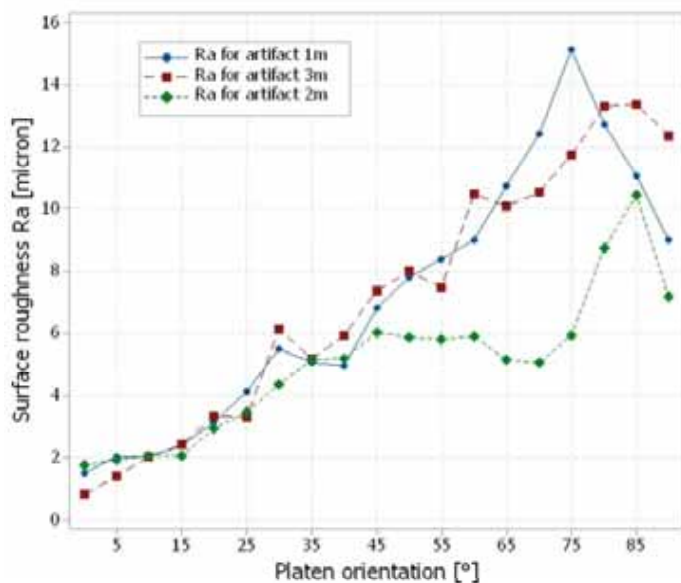
Procedura de măsurare

Rugozitatea fiecărui specimen a fost măsurată folosind rugozimetrul Surtronic 25 Taylor Hobson, conform standardului DIN EN ISO 4288.



Capitolul 3. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza calității suprafețelor plane fabricate prin procedee aditive

Rezultate. Rugozitatea experimentală



Tendențe ale valorilor rugozității experimentale (Ra): a) artefacte printate in mod mat;
b) artefacte printate in mod lucios



Capitolul 3. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza calității suprafețelor plane fabricate prin procedee aditive

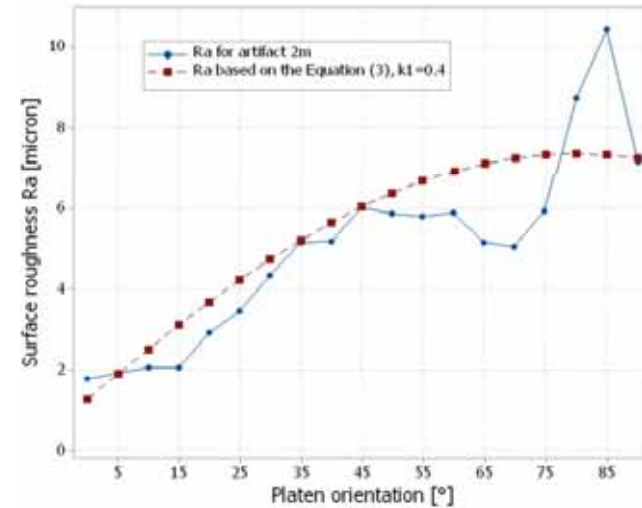
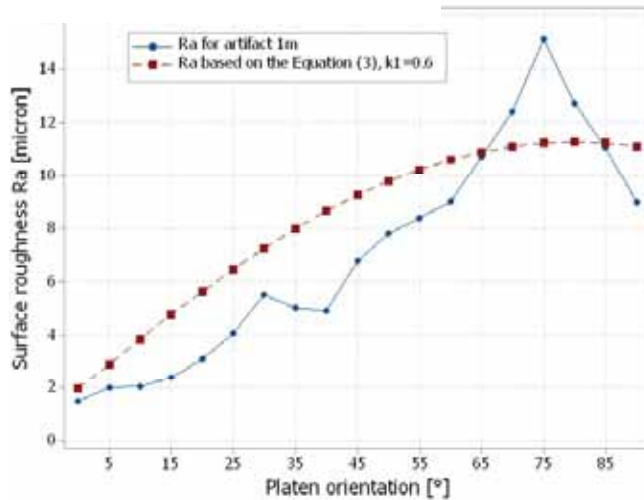
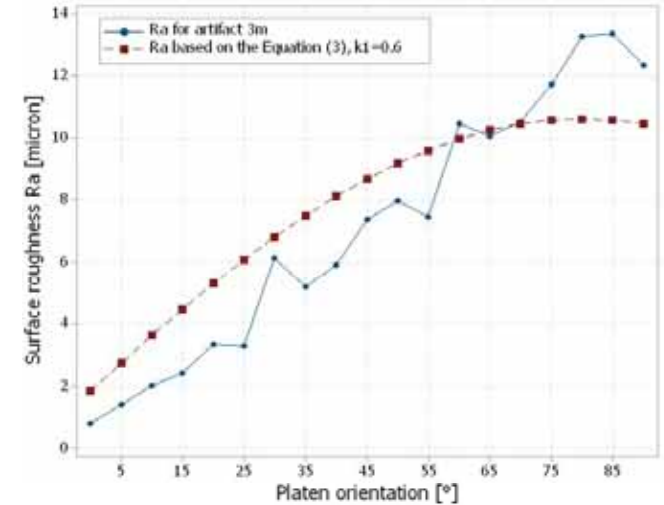
Rezultate. Rugozitatea experimentală versus modele teoretice

Comparații între tendințele experimentale și cele teoretice ale rugozității R_a a artefactelor aliniat cu axele 1, 2 și 3 (cazul finisajului mat)

Model teoretic, parametri:

- ✓ grosimea stratului (t),
- ✓ orientarea plăcuței (θ),
- ✓ unghiul de contact al picăturilor de rășină (ψ) și
- ✓ coeficientul de corecție post-procesare ($K1$)

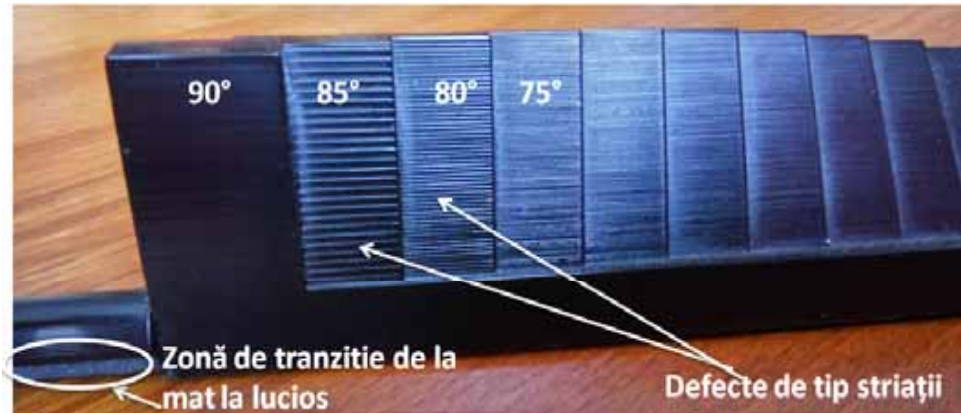
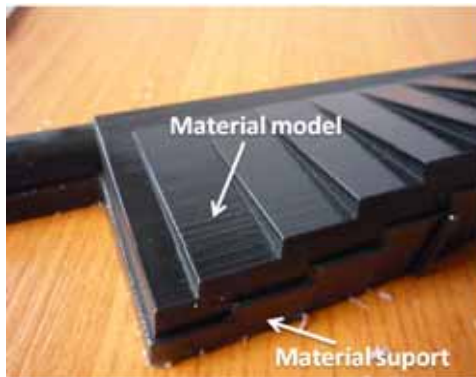
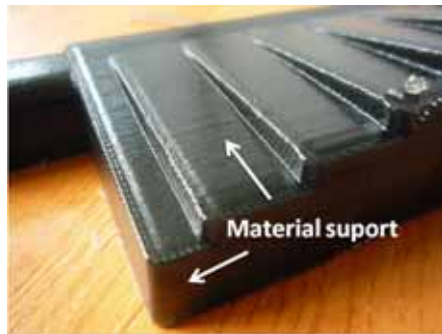
$$R_a = t/4 \cdot |\cot\psi \cdot \sin\theta + \cos\theta| \cdot K1; K1 < 1.$$





Capitolul 3. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza calității suprafețelor plane fabricate prin procedee aditive

Defecte de suprafață a pieselor fabricate prin PolyJet



Defecte de tip striații au fost observate pe artefactele printate în modul lucios, pentru orientarea plăcuțelor începând de la 75° la 85°.

Capitolul 3. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza calității suprafețelor plane fabricate prin procedee aditive

Rezultatele analizei statistice

1. Rezultatele analizei ANOVA

Contribuția procentuală a factorilor

Sursa	PC (%)
Orientare artefact	0.81%
Orientare plăcuța	46.65%
Tip de finisare	29.50%
Orientare artefact × Orientare plăcuța	5.77%
Orientare plăcuța × Tip de finisare	14.49%
Erori	2.76%
Total	100%

Factorii cu influență semnificativă asupra rugozității suprafeței: orientarea plăcuței, tipul de finisare și interacțiunea.

Principalele influențe asupra rugozității suprafeței au fost orientarea artefactului la nivelul 1 (0°), orientarea plăcuței la nivelul 17 (80°) și tipul de finisare la nivelul 1 (mat).

2. Analiza influenței nivelului factorilor de control asupra rugozității suprafeței

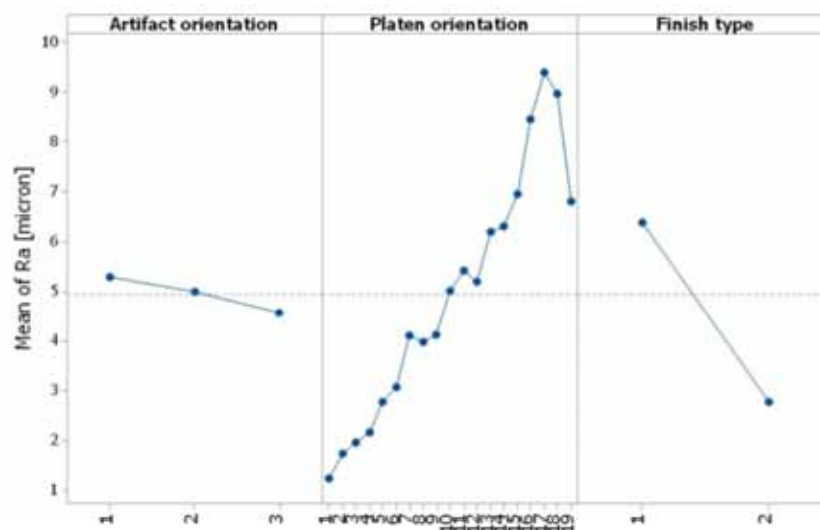


Diagrama efectelor principale pentru Ra



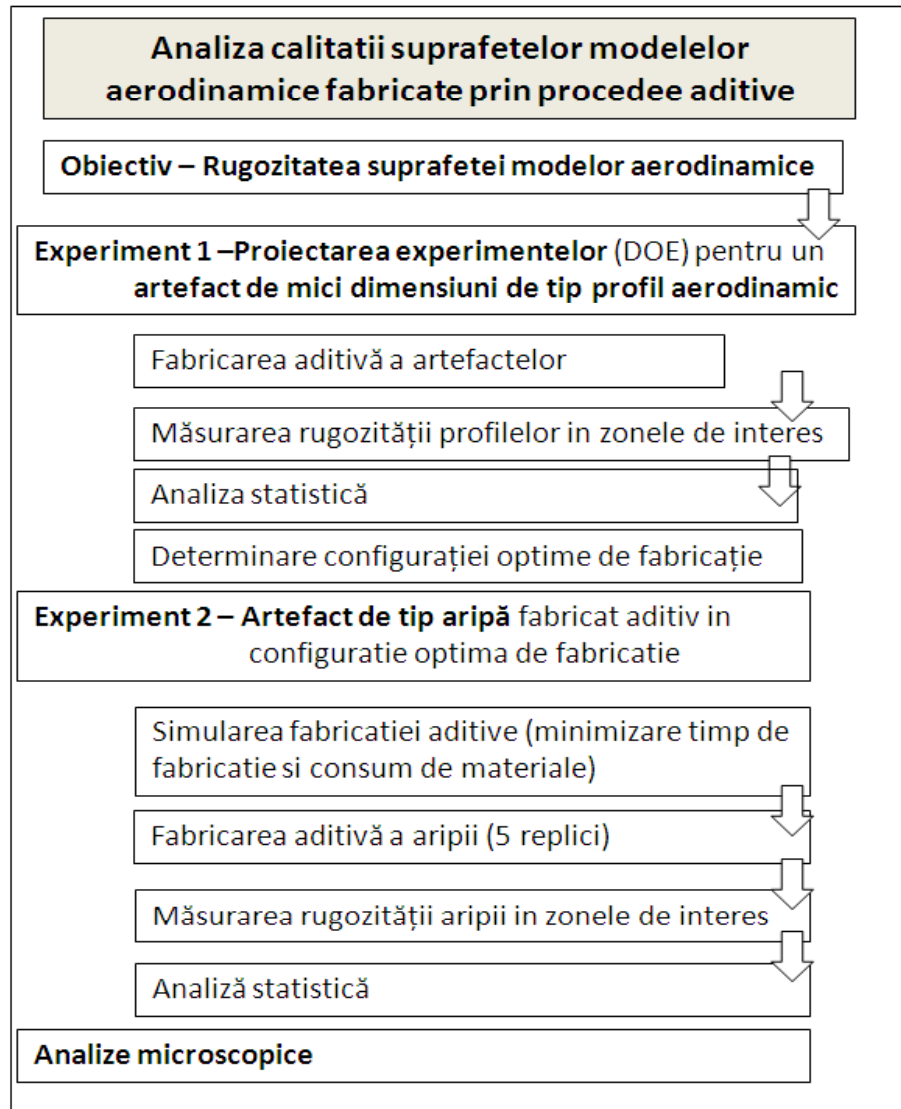
Capitolul 3. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza calității suprafețelor plane fabricate prin procedee aditive

Concluzii privind cercetările (Capitolul 3)

1. Implementarea AM pentru pre-producție și serie scurtă depinde de repetabilitatea calității suprafeței pieselor cuantificate de rugozitatea acestora.
2. **O familie de artefacte** (opt configurații) pentru investigarea calității suprafețelor a fost propusă **ținând cont de diversele dimensiuni ale platformelor de lucru ale sistemelor AM.**
3. **Forma artefactului** este cât se poate de **simplă** pentru a reduce timpul de fabricație și consumul de materiale. De asemenea, simplitatea formei artefactului ajută **la reducerea posibilelor erori umane la efectuarea măsurărilor.**
4. Orientările de bază ale artefactelor permit caracterizarea performanțelor de calitate ale suprafeței pieselor realizate pe un anumit sistem AM în **trei direcții de bază.**
5. **Metodologia propusă** permite evaluarea calității suprafețelor obținute printr-un procedeu de fabricație aditivă și **poate testa precizia mașinilor AM.**



Capitolul 4. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza calității suprafețelor pieselor aerodinamice fabricate prin procedee aditive



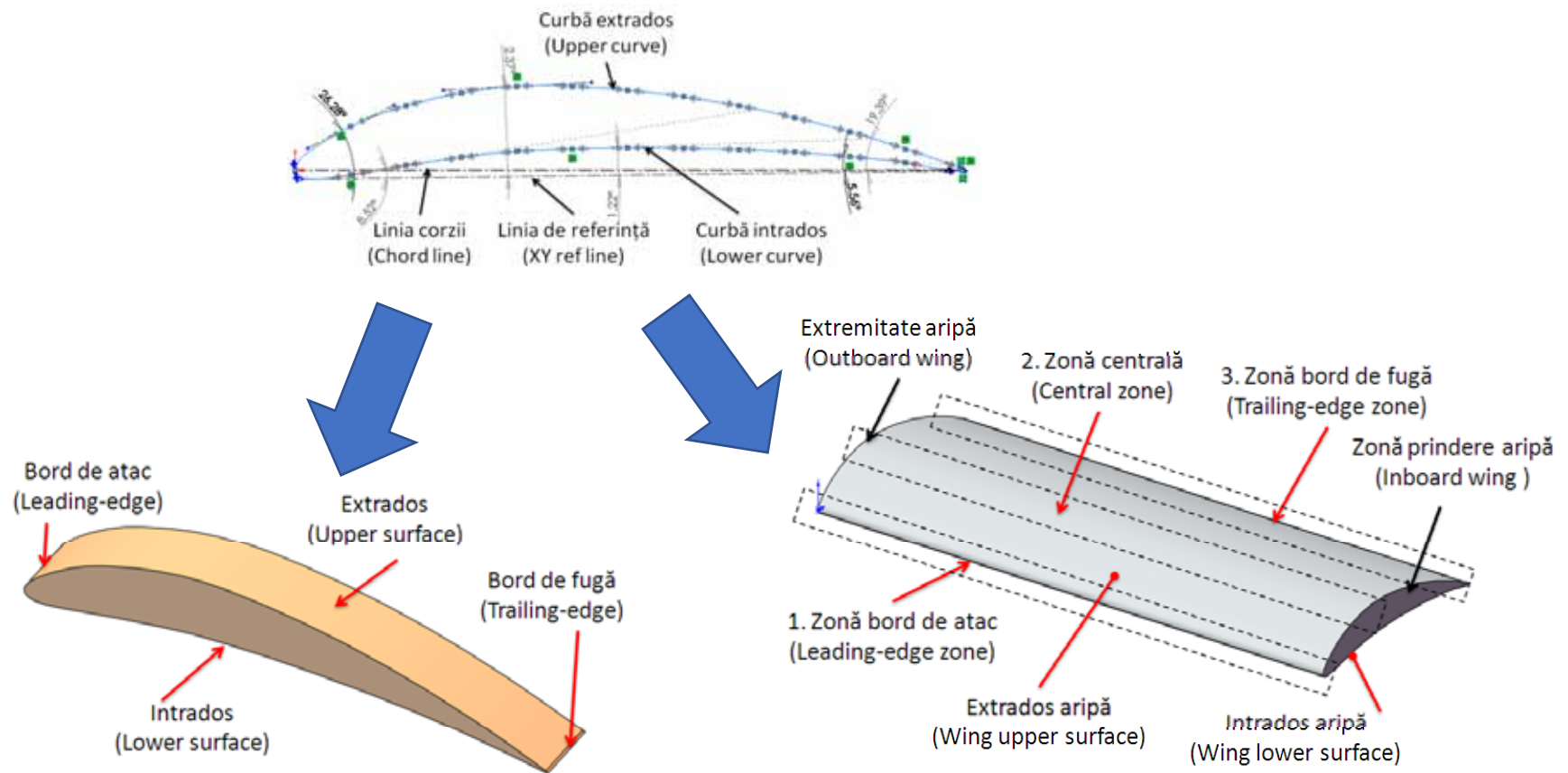
Performanțele pieselor de formă aerodinamică sunt influențate semnificativ de calitatea suprafețelor acestora.





Capitolul 4. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza calității suprafețelor pieselor aerodinamice fabricate prin procedee aditive

Artefacte aerodinamice



1. Artefact de tip profil aerodinamic

2. Artefact de tip aripă

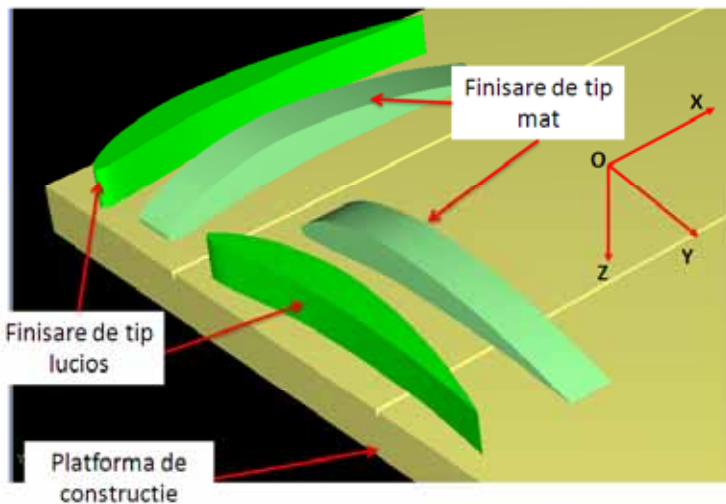


Capitolul 4. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza calității suprafețelor pieselor aerodinamice fabricate prin procedee aditive

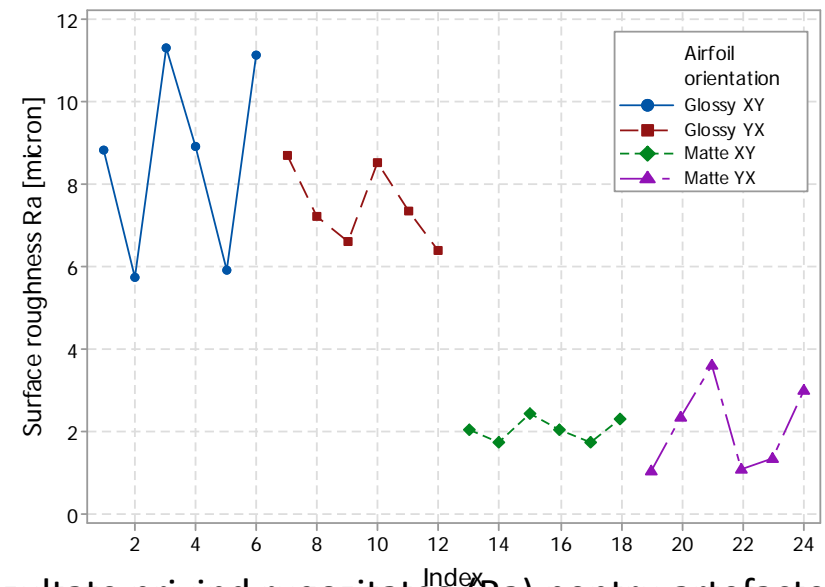
Planul experimental preliminar (screening DOE)

Alegerea factorilor de control și nivelurile acestora

Nivel	Target	Orientare artefact ¹		Tipul finisării		Suprafața profilului		Locație de interes	
	Simbol	Simbol	Valoare	Simbol	Valoare	Simbol	Valoare	Simbol	Valoare
1		1	XY	1	Mata	1	superioară	1	Zona bordului de atac
2	Ra	2	YX	2	Lucios	2	inferioară	2	Zona centrală
3		-	-	-	-	-	-	3	Zona bordului de fugă



Orientările XY și YX ale artefactului profil aerodinamic



Rezultate privind rugozitatea (Ra) pentru artefactele de tip profil aerodinamic



Capitolul 4. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza calității suprafețelor pieselor aerodinamice fabricate prin procedee aditive

Rezultatele analizei statistice

1. Rezultatele analizei ANOVA

Contribuția procentuală a factorilor

Sursa	PC (%)
Orientare artefact	0.07%
Tipul finisării	82.86%
Suprafața profilului	0.005%
Locație de interes	4.46%
Erori	11.86%
Total	100%

Factorii semnificativi asupra rugozității suprafeței:
tipul de finisare și locația de interes.

2. Analiza influenței nivelului factorilor de control asupra rugozității suprafeței

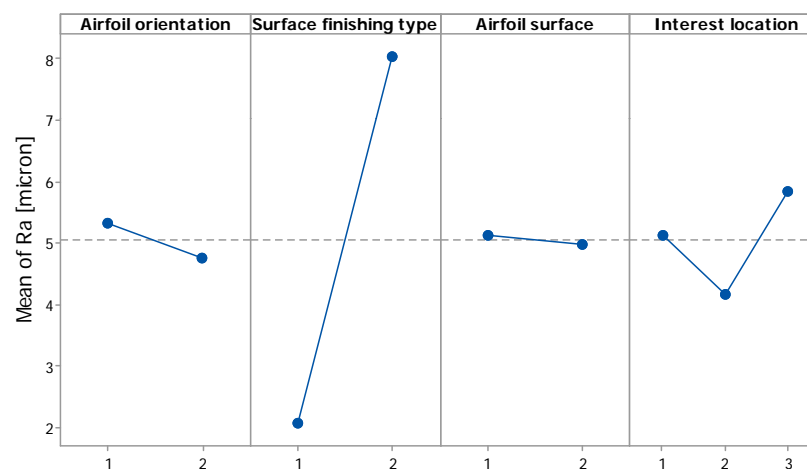


Diagrama efectelor principale asupra rugozității Ra

Principalele efecte ale factorilor asupra rugozității suprafeței sunt:

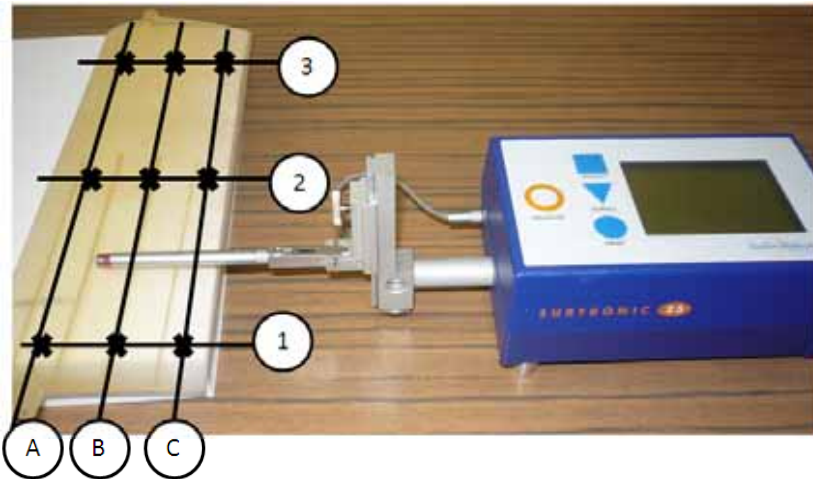
- ✓ orientarea artefactului de tip profil aerodinamic la nivelul 1 (XY),
- ✓ tipul de finisare la nivelul 2 (lucios) și
- ✓ locația de interes la nivelul 3 (zona bordului de fugă)



Capitolul 4. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza calității suprafețelor pieselor aerodinamice fabricate prin procedee aditive

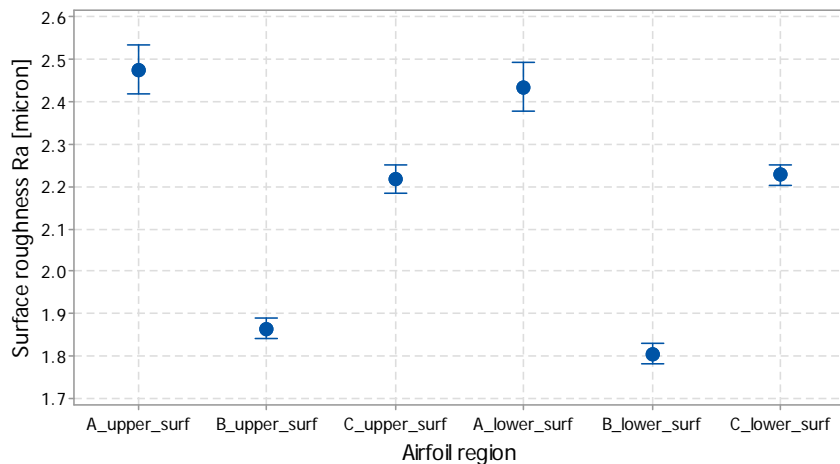
Pe baza rezultatelor obținute din experimentul preliminar (rugozitate min) și simulări (timp, consum), rezulta **configurația optimă XY mat.**

Metoda. Cinci probe de artefacte de tip aripi în această configurație optimă de printare 3D au fost fabricate.



Schema privind măsurarea rugozității

Regiune artefact	Media rugozității Ra [micron]	Deviația standard [micron]	Coefficient de variație [%]
A_upper_surf	2.47	0.225	9.08
B_upper_surf	1.86	0.089	4.82
C_upper_surf	2.22	0.131	5.9
A_lower_surf	2.43	0.221	9.09
B_lower_surf	1.80	0.090	5.02
C_lower_surf	2.22	0.094	4.25



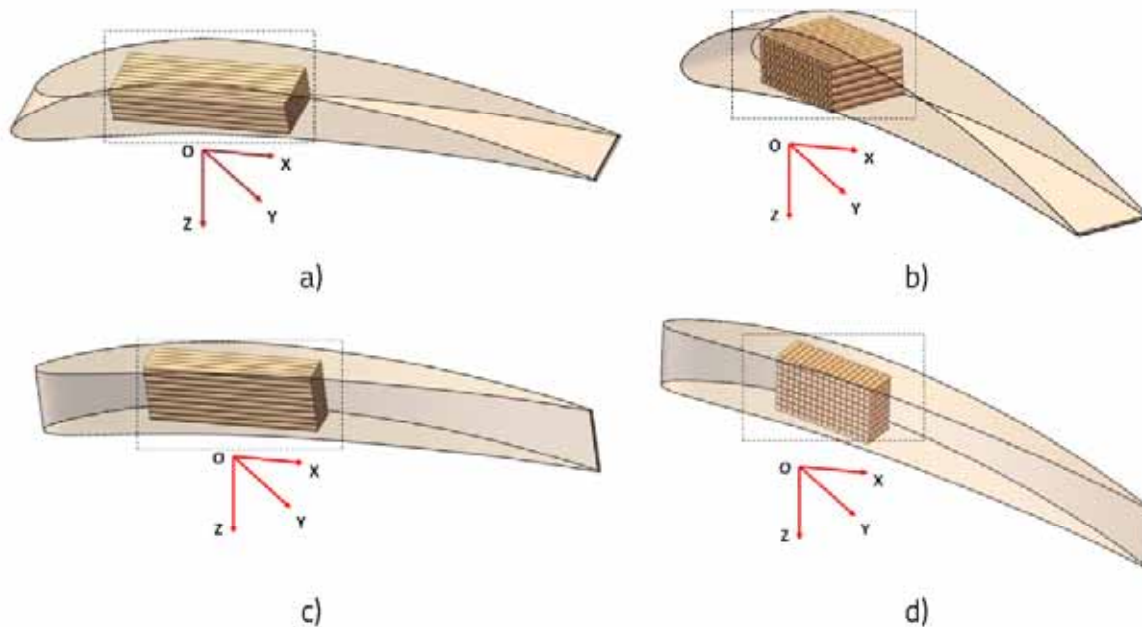
Rezultatele analizei statistice pentru artefactele de tip aripa arată că coeficienții de variație mai mici de 10%, ceea ce asigură eterogenitatea datelor și exprimă repetabilitatea experimentelor.

Diagrame de intervale cu bare de erori pentru regiunile artefactelor de tip aripa în orientarea XY mat.



Capitolul 4. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza calității suprafețelor pieselor aerodinamice fabricate prin procedee aditive

Modele teoretice privind artefactele de tip profil



În orientarea în direcția XY, sunt utilizate mai puține duze ale capului imprimantei în comparație cu orientarea YX

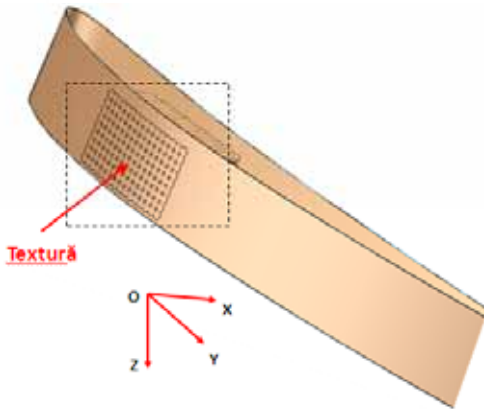
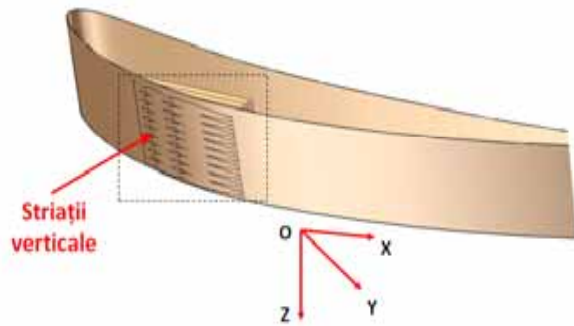
Fiecare duză depune o serie de picături de rășină grupate într-o formă de cilindru, cilindrii nivelului Z formând un strat. Cilindrii sunt similari cu fibrele lungi din materialele compozite.

Diverse orientări, cu vederi parțiale indicând formarea straturilor depuse aditiv: (a) XY mat; (b) YX mat; (c) XY lucios; (d) YX lucios



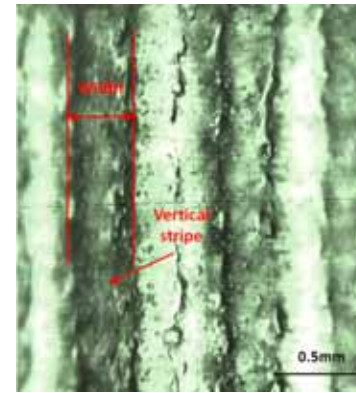
Capitolul 4. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza calității suprafețelor pieselor aerodinamice fabricate prin procedee aditive

Model teoretic de textura pe suprafața artefactelor de tip profil aerodinamic

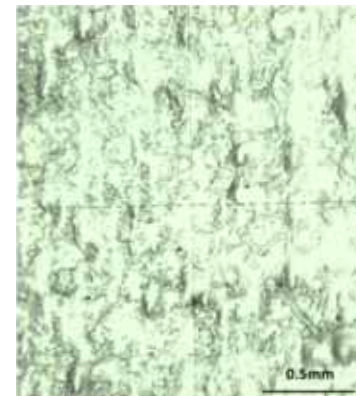


a) XY lucios; (b) YX lucios

Analiza microscopică privind textura



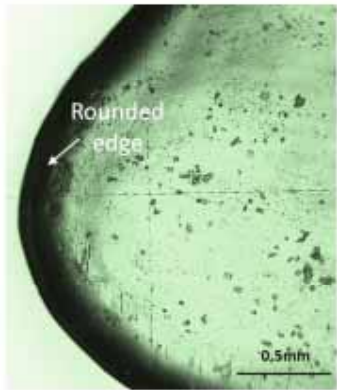
suprafață cu striatii



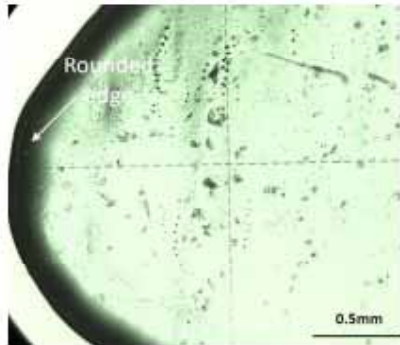
suprafață omogenă



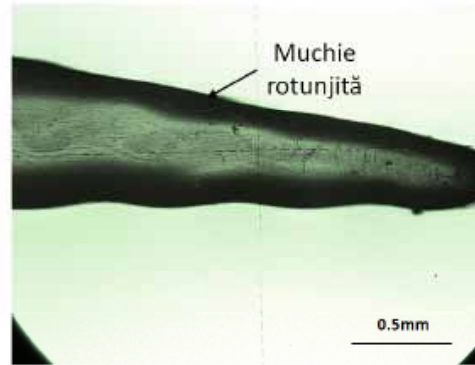
Capitolul 4. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza calității suprafețelor pieselor aerodinamice fabricate prin procedee aditive



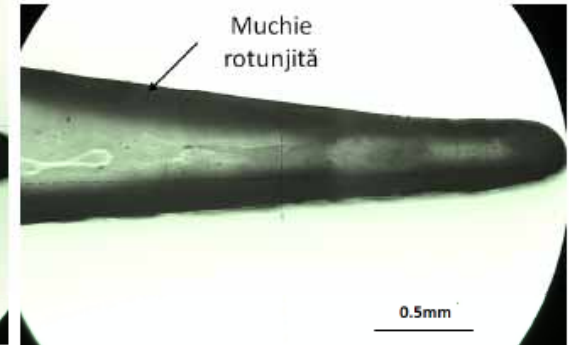
a)



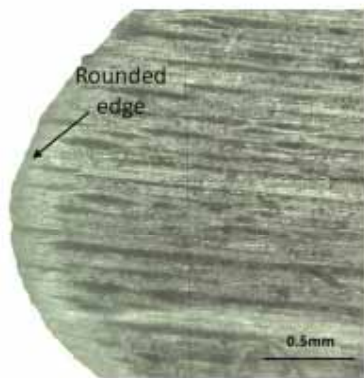
b)



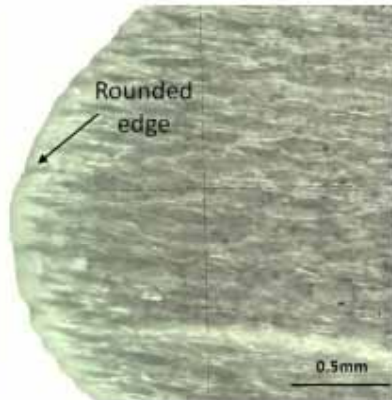
a)



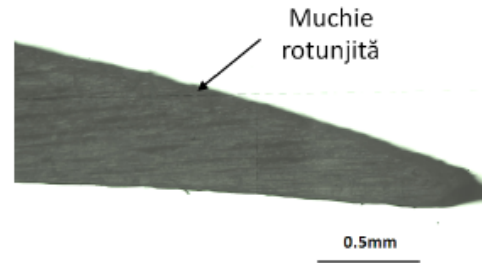
b)



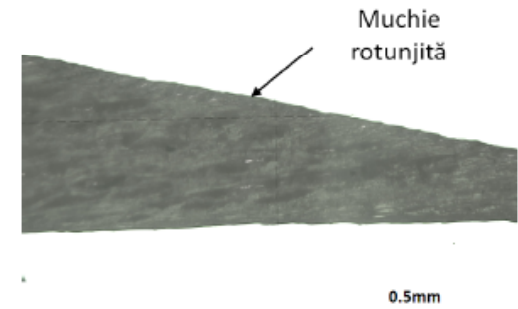
c)



d)



c)



d)

Detalii microscopice privind zona bordului de atac, respectiv borfului de fugă al artefactelor de tip profil aerodinamic: (a) XY lucios; (b) YX lucios; (c) XY mat; (d) YX mat



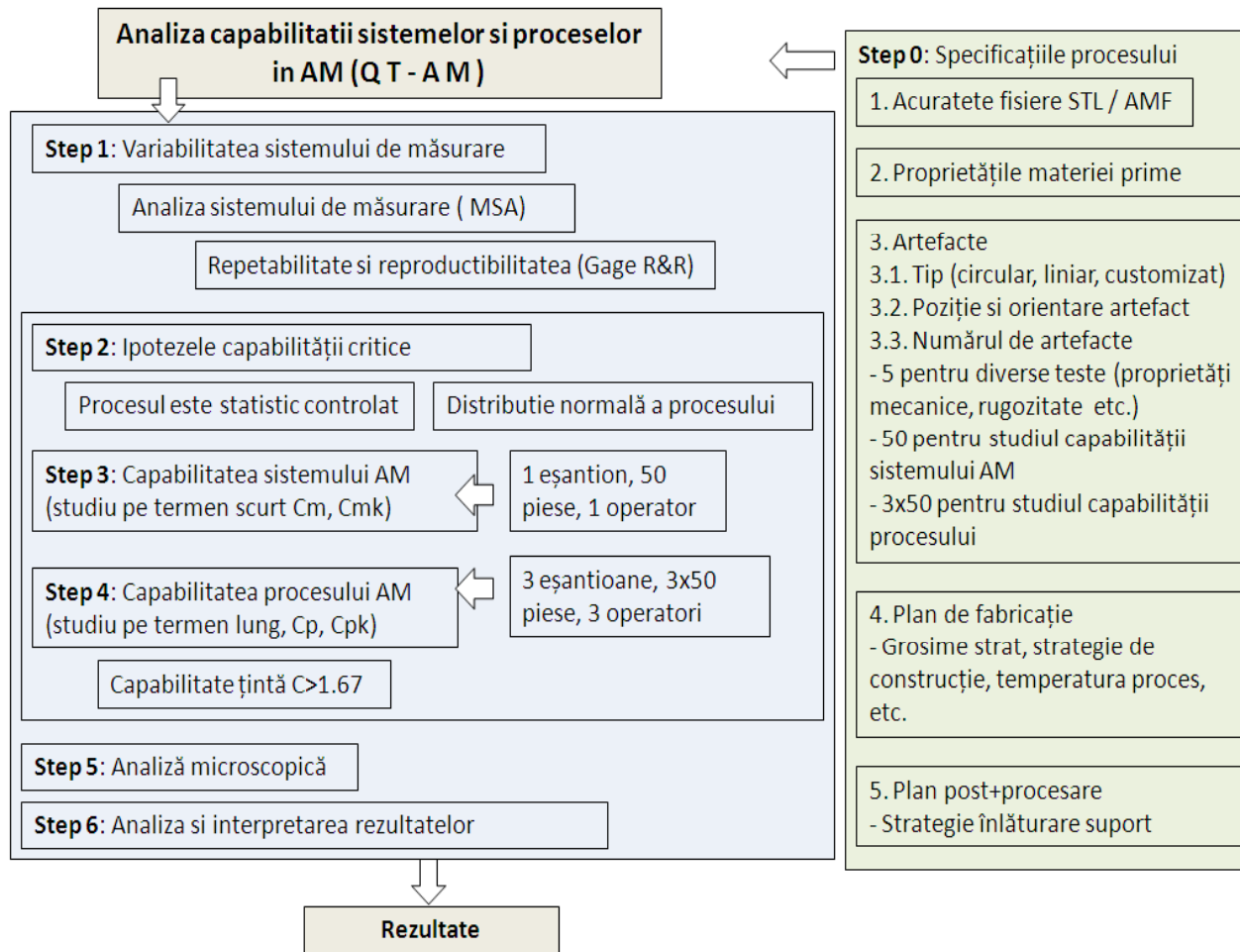
Capitolul 4. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza calității suprafețelor pieselor aerodinamice fabricate prin procedee aditive

Concluzii privind cercetările (Capitolul 4)

1. **Metodologia** propusă permite evaluarea calității suprafeței aerodinamice într-un mod simplu, pe baza unei **scheme de măsurare** a rugozității.
2. O **distribuție neomogenă a rugozității** suprafeței pe profile aerodinamice a fost determinată în cazul tehnologiei PolyJet folosind sistemul de fabricație aditivă EDEN 350. Aceasta se explică prin prezența a diferitelor inclinații ale suprafeței pe zonele profilului aerodinamic, cum ar fi marginea anterioară (bordul de atac), zona centrală și marginea posterioară (bordul de fugă).
3. **Valorile experimentale ale rugozității (R_a)** ale artefactului tip profil aerodinamic printat cu finisaj mat au fost determinate în intervalul **1,06 până la 3,62 micrometri**
4. Un dezavantaj al finisajului lucios include **aparitia unor defecte de suprafață**, cum ar fi suprafețele rugoase, determinate prin inspecție vizuală, microscopie și studii teoretice.
5. Pe baza simulărilor și a rezultatelor obținute în urma screening-ului DOE, s-a stabilit că o **configurație optimă de printare 3D** pentru profilele aerodinamice fabricate prin tehnologia PolyJet este **XY mat**.



Capitolul 5. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza performanței sistemului și a capacității de proces în fabricația aditivă



Un proces de control al calității trebuie să cuantifice:

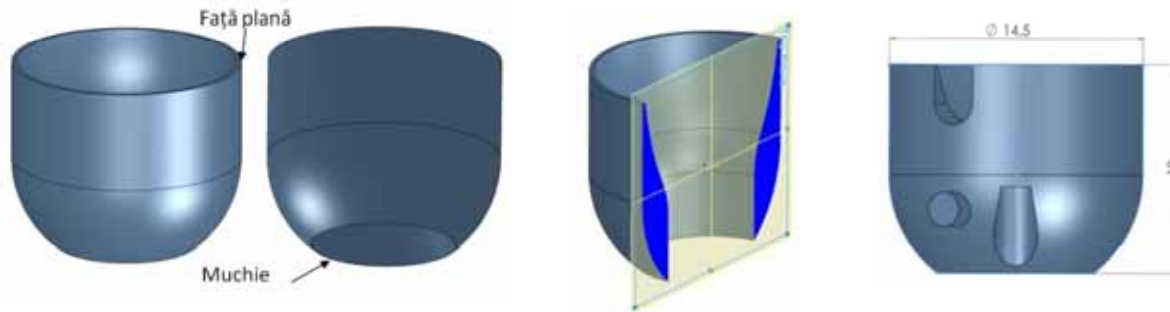
- ✓ **capabilitatea mașinii** (studiu pe termen scurt sau performanța mașinii) și
- ✓ **capabilitatea procesului de fabricație** (studiu pe termen lung) în producția de serie

(ISO 22514-2014)



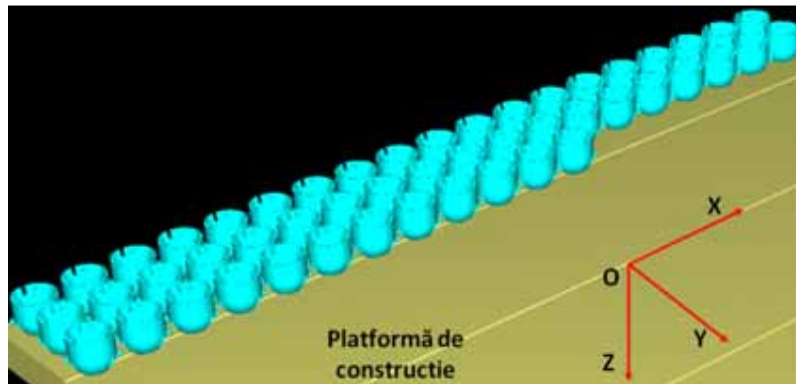
Capitolul 5. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza performanței sistemului și a capacității de proces în fabricația aditivă

Artefact de test, materiale și proces de fabricație



- ✓ Un lot de 50 de piese a fost printat 3D pentru studiul capacității sistemului AM și
- ✓ trei loturi conținând fiecare 50 de piese pentru studiul capacității procesului AM

Artefact de test de formă circulară



Dimensiuni critice,

- ✓ înălțimea $H = 12$ mm și
- ✓ diametrul $D = 14,5$ mm.

Clasă de toleranță aleasă de $\pm 0,1$ mm, ținând cont de intervalele de lungimi nominale între 6–30 mm conform standardului ISO 2768-1.

Platforma de construcție a sistemului de fabricație aditivă EDEN 350;

Piesele au fost măsurate cu un șubler digital Mitutoyo și datele transpuse în software-ul DESTRA.



Capitolul 5. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza performanței sistemului și a capabilității de proces în fabricația aditivă

Capabilitatea sistemului și procesului de fabricație aditivă PolyJet

Capabilitatea sistemului AM (studiu de performanță pe termen scurt)

Capabilitatea procesului de printare 3D (studiu pe termen lung asupra unui proces stabil)

$$C_i = \frac{USL - LSL}{x_{i_{99.865\%}} - x_{i_{0.135\%}}}$$
$$C_{ik} = \min \left\{ \frac{USL - x_{i_{50\%}}}{x_{i_{99.865\%}} - x_{i_{50\%}}}, \frac{x_{i_{50\%}} - LSL}{x_{i_{50\%}} - x_{i_{0.135\%}}} \right\}, i = \{m - machine, p - process\}$$
$$C_{target} = 1.67 (1.33)$$

Locația (centrarea) și dispersia (împrăștierea) procesului au fost calculate folosind **metoda M1_{1,6}** conform standardului ISO 22514-2: 2017

Indicii potențiali Cm, Cp reprezintă numărul de ori în care intervalul de împrăștiere a procesului se încadrează în intervalul de toleranță.

Valorile țintă ale procesului

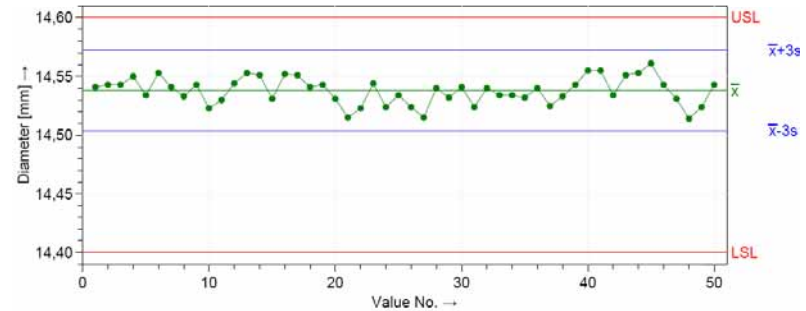
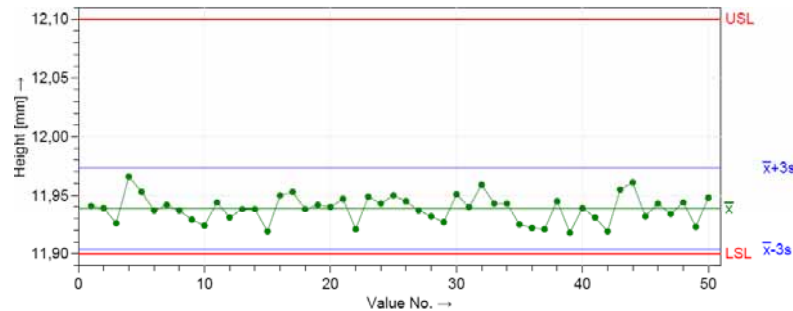
- ✓ limita de specificație inferioară (LSL)
- ✓ limita de specificație superioară (USL)

Indicii de capabilitate critica Cmk și Cpk arată dacă intervalul de împrăștiere este în intervalul de toleranță specificat.

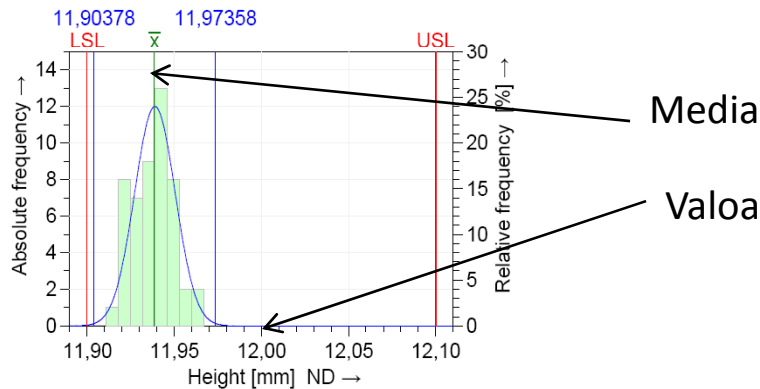
Capitolul 5. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza performanței sistemului și a capabilității de proces în fabricația aditivă

Rezultate privind capabilitatea sistemului de fabricație aditivă Obiect EDEN 350

1. Diagrame de control pentru studiul capabilității sistemului de fabricație aditivă pentru H și D

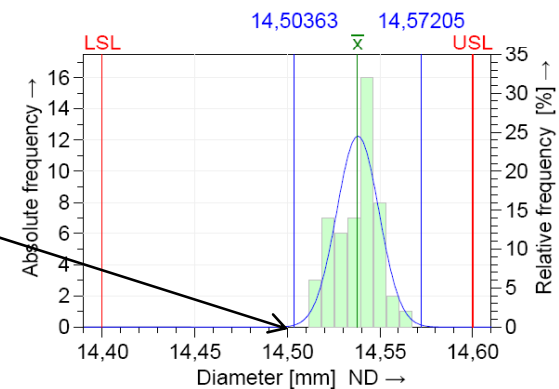


2. Histograma valorilor individuale și modelul de distribuție pentru studiul capabilității H, D


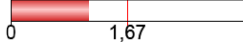


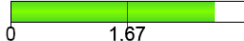
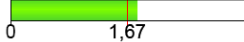
Media

Valoare nominala



3. Raport de analiză a capabilității sistemului de fabricație aditivă

Potential Capability index	C_m	$2,30 \leq 2,87 \leq 3,43$	
Critical capability index	C_{mk}	$0,87 \leq 1,11 \leq 1,35$	

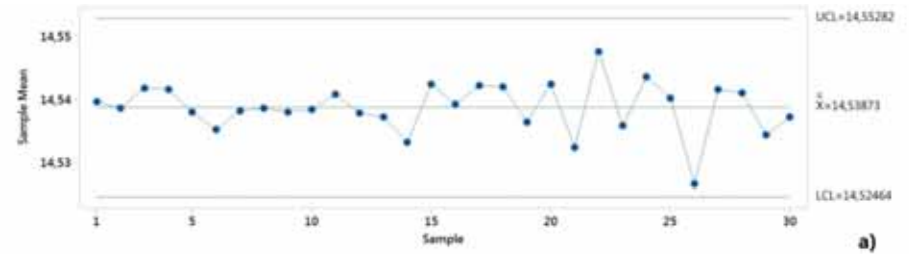
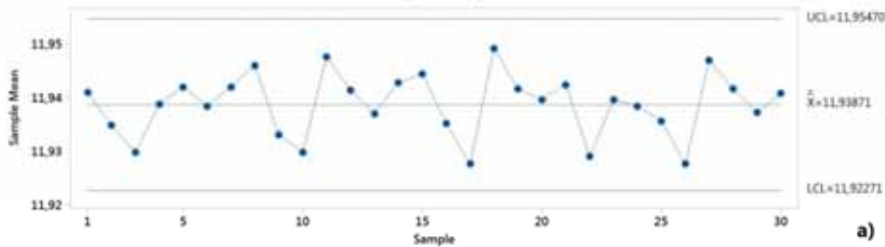
C_m	$2,35 \leq 2,92 \leq 3,50$	
C_{mk}	$1,45 \leq 1,82 \leq 2,19$	



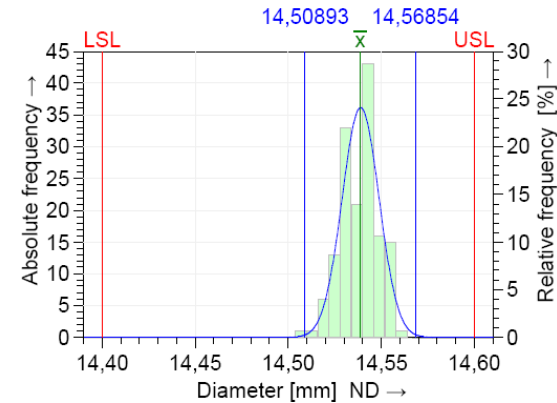
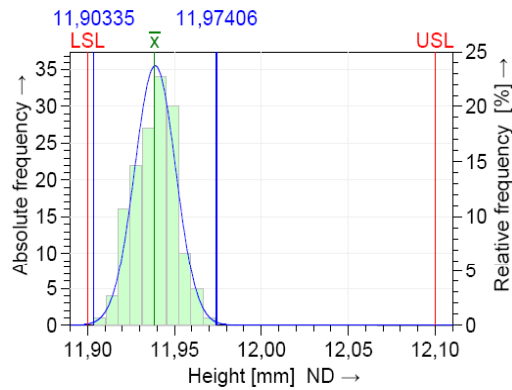
Capitolul 5. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza performanței sistemului și a capabilității de proces în fabricația aditivă

Rezultate privind capabilitatea procesului de fabricație PolyJet

1. Diagrame de control pentru studiul capabilității procesului de fabricație aditivă pentru H și D



2. Histograma valorilor individuale și modelul de distribuție pentru H, D



3. Raport de analiză a capabilității procesului de fabricație aditivă

Potential Capability index	C_p	$2,51 \leq 2,83 \leq 3,15$	
Critical capability index	C_{pk}	$0,96 \leq 1,09 \leq 1,23$	

C_p	$2,97 \leq 3,36 \leq 3,74$	
C_{pk}	$1,82 \leq 2,06 \leq 2,29$	



Capitolul 5. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza performanței sistemului și a capabilității de proces în fabricația aditivă

Calculul toleranței capabile pentru procedeul de fabricație aditivă PolyJet

Indice de capabilitate țintă setat la **1,67**.

$$K = \frac{(USL + LSL) - 2x_{mean}}{USL - LSL}$$



$$\begin{aligned}
 & \text{if } K > 0 \text{ then } \left\{ \begin{array}{l} LSL_T = X_{50\%} - C_{Pk}(X_{50\%} - X_{0.135\%}) \\ LLD = T_m - LSL_T \\ USL_T = LSL_T + C_P(X_{99.865\%} - X_{0.135\%}) \\ ULD = USL_T - T_m \end{array} \right. \\
 & \text{if } K < 0 \text{ then } \left\{ \begin{array}{l} USL_T = X_{50\%} + C_{Pk}(X_{99.865\%} - X_{50\%}) \\ ULD = USL_T - T_m \\ LSL_T = USL_T - C_P(X_{99.865\%} - X_{0.135\%}) \\ LLD = T_m - LSL_T \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

Indicele **K** este o măsură de centrare a procesului.

Rezultate

- ✓ abaterea limită inferioară capabilă LLD=-0,13 mm
- ✓ abaterea limită superioară capabilă ULD=+0,09 mm.
- ✓ intervalul de toleranță capabilă a fost TC=0,22 mm

LSL_T și USL_T - Limitele de specificație capabile
T_m – valoarea nominală

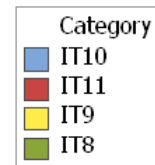
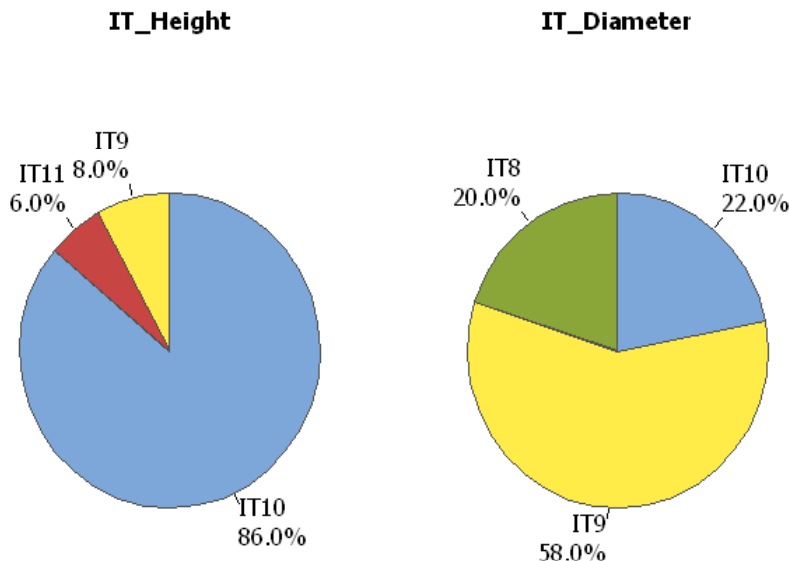


Capitolul 5. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza performanței sistemului și a capabilității de proces în fabricația aditivă

Determinarea treptei de toleranță pentru PolyJet (ISO IT grade)

Treptele de toleranță IT oferă informații cu privire la cât de precisă ar trebui să fie fabricată o piesă la o anumită dimensiune.

Treptele de toleranță IT au fost calculate luând în considerare un **eșantion de 50 de bucăți** ale artefactului circular, pe baza specificațiilor **standardului ISO 286**.



Toleranțele fundamentale pentru procesul de fabricație aditivă PolyJet au fost determinate pe baza unității de toleranță n.

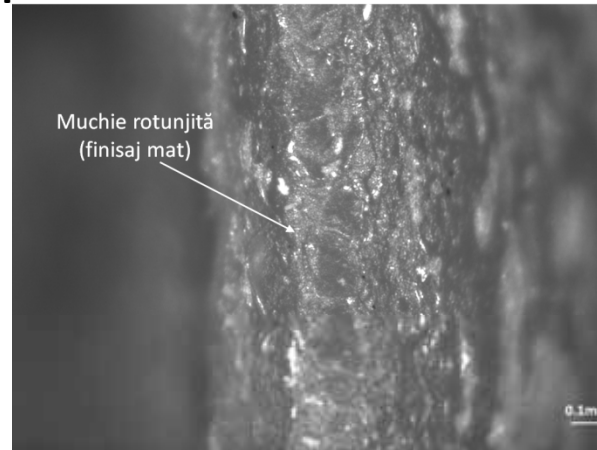
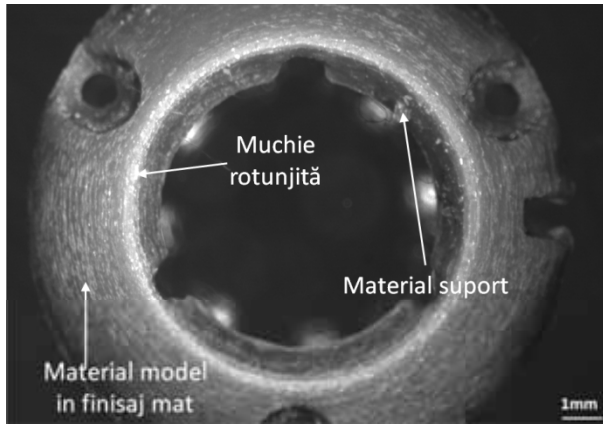
$$n_i = 1000 * \frac{|D_N - D_{M_i}|}{0.45(\sqrt{D_{min}D_{max}})^{\frac{1}{3}} + 0.001\sqrt{D_{min}D_{max}}}, i = \{1, \dots, 50\}$$

Treptele de toleranță determinate pentru înălțimea și diametrul artefactului circular în intervalul de dimensiuni (10–18 mm)

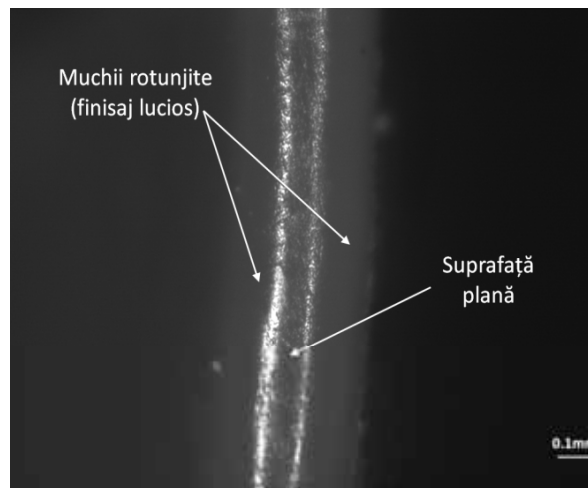
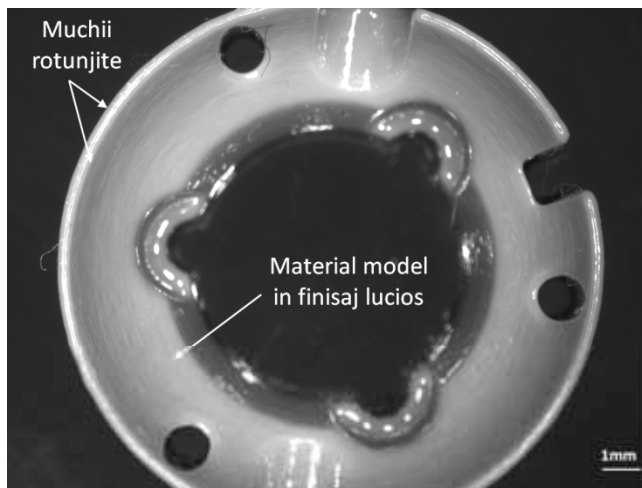


Capitolul 5. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza performanței sistemului și a capacității de proces în fabricația aditivă

Rezultate privind analiza microscopica



Suprafața inferioară afectată de materialul suport; detaliu referitor la muchia inferioară



Analiza microscopica a suprafeței superioare a artefactului



Capitolul 5. Metodologie și cercetări experimentale privind analiza performanței sistemului și a capabilității de proces în fabricația aditivă

Concluzii privind cercetările (Capitolul 5)

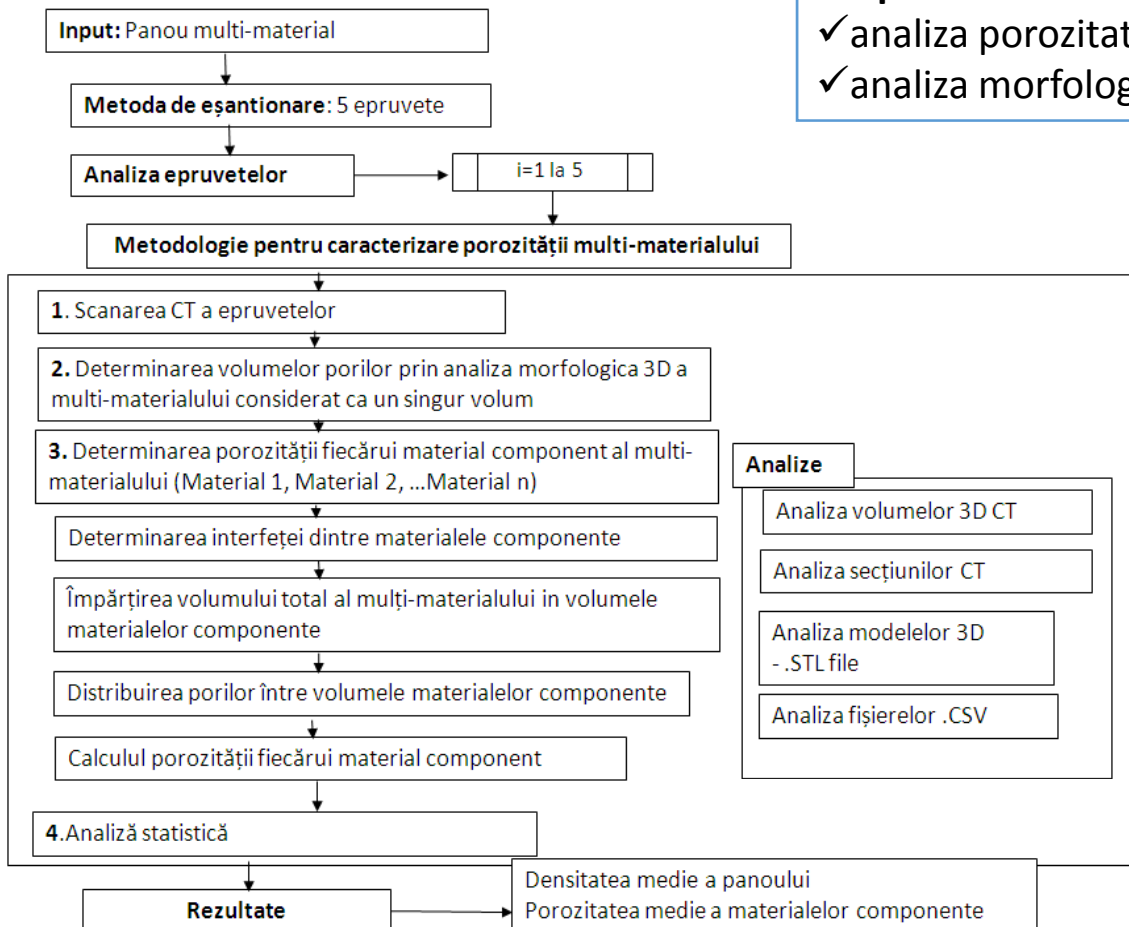
1. Implementarea AM pentru seria de pre-producție depinde în principal de capabilitatea mașinii și capabilitatea procesului.
2. **O piesa de dimensiuni mici**, în scopul minimizării consumului de materiale și a costurilor aferente fabricate
 - ✓ în **lot de minimum 50 de bucăți**, trebuie utilizată pentru **studiul capabilității sistemului AM**,
 - ✓ **3 loturi de 50 de specimene** trebuie fabricate pentru **studiul capabilității procesului**.
3. Valorile indicilor de capabilitate a sistemului și a procesului (C_m , C_{mk} , C_p și C_{pk}) ai pieselor circulare realizate prin tehnologia PolyJet au fost mai mari de **1,67 în intervalul de toleranță capabil de 0,22 mm**.
4. Din analiza statistică a dimensiunilor geometrice ale artefactelor circulare, **distribuția măsurătorilor** a arătat că acestea **nu sunt centrate pe valoarea nominală**.
5. S-a determinat **gradul internațional de toleranță pentru artefactele circulare** fabricate din polimeri **între IT8 și IT10**, conform standardului ISO-286.

Capitolul 6. Metodologie și cercetări privind analiza structurii interne a pieselor de tip multi-material prin control nedistructiv

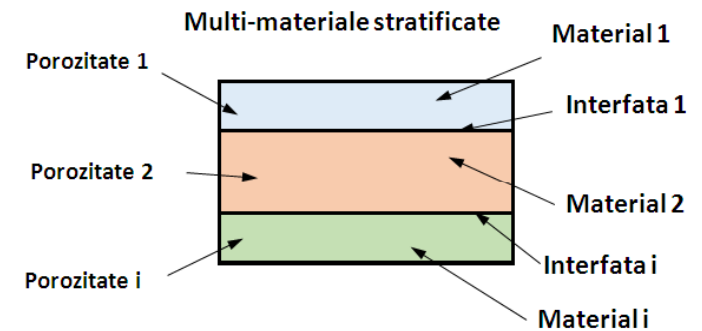
Metodologie privind analiza porozității multi-materialelor prin controlul nedistructiv (tomografie computerizată (CT) cu raze X)

Scop

- ✓ analiza porozitatii obiectelor mari din materiale multiple
- ✓ analiza morfologică a porilor



CT este o tehnică de examinare radiografică a materialelor care generează imagini digitale tridimensionale ale structurii interne.



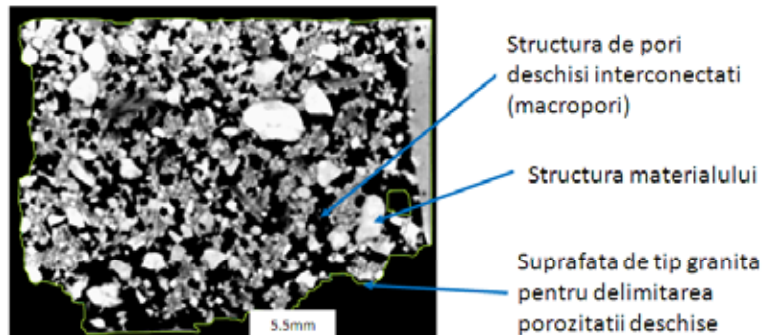
Reprezentare schematizată a unui multi-material stratificat



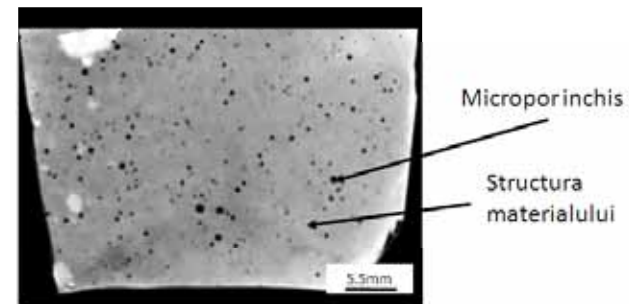
Capitolul 6. Metodologie și cercetări privind analiza structurii interne a pieselor de tip multi-material prin control nedistructiv

Din analiza CT sunt identificate următoarele:

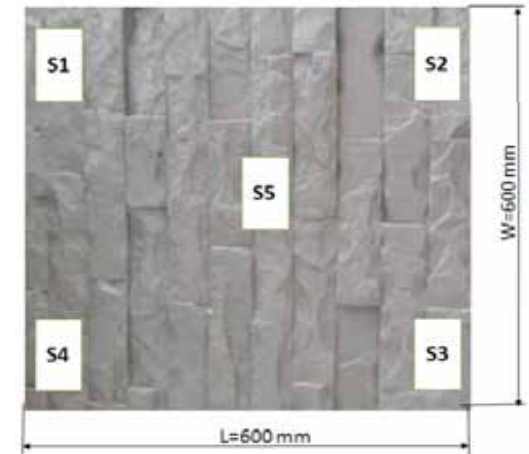
- ✓ pori închiși denumiri micropori și
- ✓ structuri de pori deschiși interconectați denumiți macropori.
- ✓ o interfeță bine delimitată între materiale



Secțiune prin materialul care prezintă macro-porozitate



Secțiune prin materialul care prezintă micro-porozitate



Capitolul 6. Metodologie și cercetări privind analiza structurii interne a pieselor de tip multi-material prin control nedistructiv

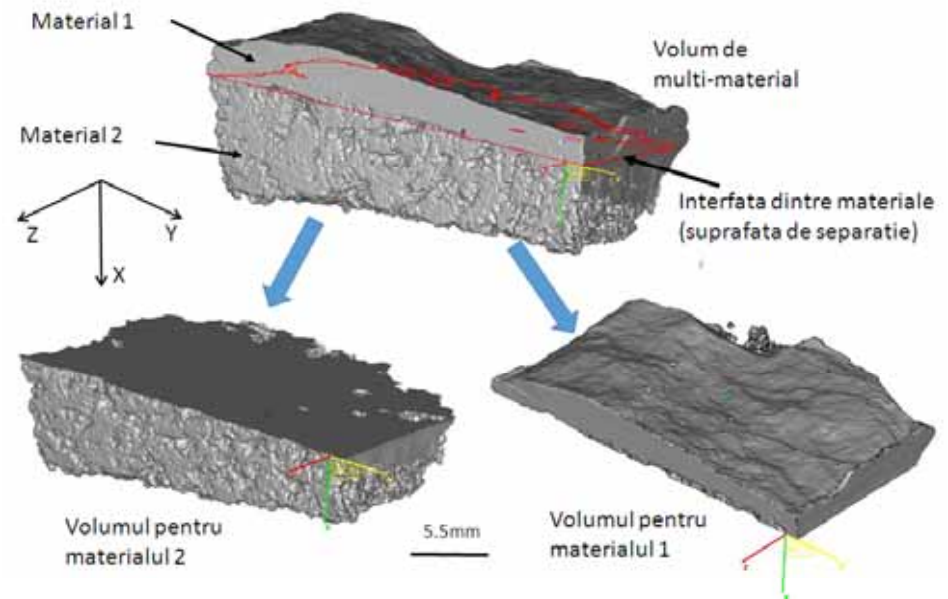
Determinarea porozității fiecărui material component al multi-materialului

Din analiza epruvetelor rezulta:

- ✓ Un raport cu informații despre poziția, dimensiunea, suprafața și volumul porilor (fișier CSV)
- ✓ Modelul 3D al regiunii de interes scanate CT (fișier STL)

Etape

- ✓ Determinarea interfetei dintre materiale într-un sistem de coordonate local - software (Magics).
- ✓ Sortarea după coordonata Z a porilor, având un prag Z a suprafeței de separație, ca reper de delimitare.
- ✓ Distribuirea porilor între volumele materialelor componente
- ✓ Calculul porozității fiecărui material





Capitolul 6. Metodologie și cercetări privind analiza structurii interne a pieselor de tip multi-material prin control nedistructiv

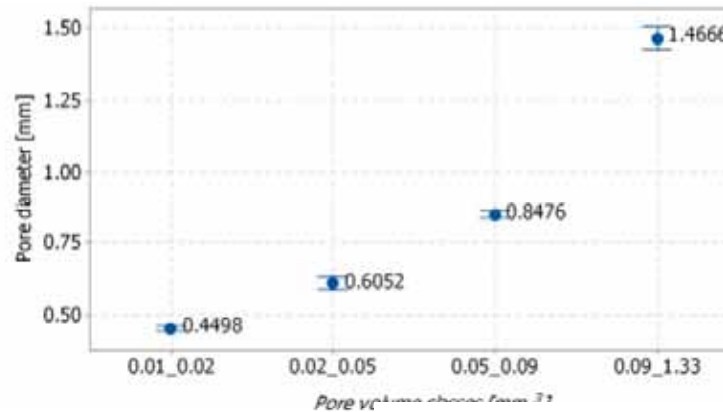
Rezultate

1. Porozitate materiale

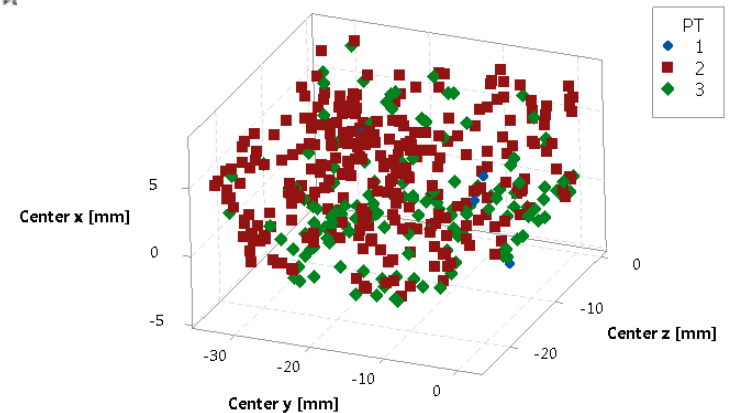
$$P = \frac{V_{porilor}}{V_{ROI}}$$

Parametri	Media
$V_{multi_material}$	7606 mm ³
$V_{material\ 1}$	2597 mm ³
$V_{material\ 2}$	5008 mm ³
$V_{micropori\ 1}$	3,77 mm ³
$V_{macropor\ 2}$	1581 mm ³
$P_{material\ 1}$	0,0015 (0,15%)
$P_{material\ 2}$	0,31 (31%)

2. Analiza statistica



Diagramele de interval cu bare de eroare pentru diametrul microporilor



$$Sp = 6\sqrt{\pi} \frac{V_{micropor}}{\sqrt{A_{micropor}^3}}$$

Distribuția în spațiu 3D a microporilor în funcție de **coeficientului de sfericitate (Sp)**; 1-por alungit, 2-por neregulat, 3-por regulat

Capitolul 6. Metodologie și cercetări privind analiza structurii interne a pieselor de tip multi-material prin control nedistructiv

Concluzii privind cercetările (Capitolul 6)

- 1. Metodologia propusă** de analiza a defectelor interne prin CT a unui multi-material a indicat pentru un panou multi-material o valoare medie de 0,146% pentru porozitatea compozitului 1 , respectiv 31.3% pentru compozitul 2.
- 2. Porozitatea medie a unui panou** de dimensiuni mari poate fi obținută ca o medie aritmetică a porozităților pentru minim cinci eșantioane din panou, pe baza unei metode de eșantionare
- S-a determinat o **distribuție omogenă a porilor** în compozitul multi-material pentru toate probele. Majoritatea porilor detectați prin analiza CT s-au dovedit a fi de formă neregulată.



Contribuții personale in domeniul inginerie industriale (fabricație aditivă)

1. Realizarea unei **sinteze privind fabricația aditivă prin procedeul de pulverizare cu jet de materiale PolyJet** și a unei schematizări complete a funcționării in detaliu a sistemului de fabricație aditivă aferent EDEN 350;
2. Realizarea unei **sinteze privind fabricația aditivă prin procedeul de pulverizare cu jet de liant** și a unei schematizări complete a funcționării in detaliu a sistemului de fabricație aditivă aferent ZCorp 310 Plus;
3. Proiectarea și fabricarea a **două artefacte de test** pentru **investigarea calității suprafețelor pieselor fabricate prin procedee aditive**, precum și proiectarea unui dispozitiv modular utilizat pentru măsurarea rugozității artefactelor care excelează prin simplitate și eficiență;
4. Proiectarea și fabricarea unui **artefact de test pentru determinarea capabilității sistemelor de fabricație aditivă** și a **proceselor de fabricație aditivă**;
5. Realizarea unei **metodologii** de cercetare experimentală, pentru **determinarea rugozității suprafețelor plane inclinate**, pe baza unui **artefact de test parametrizat**;
6. Realizarea unei **metodologii** de cercetare experimentală pentru **determinarea rugozității suprafețelor aerodinamice** utilizând un **artefact de test de tip profil aerodinamic**;
7. Realizarea unei **metodologii**, care integrează instrumente privind controlul calității bazate pe standarde, pentru **evaluarea variabilității sistemului de măsurare, determinarea capabilității unui sistem și a capabilității unui proces** de fabricația aditivă;



Contribuții personale in domeniul inginerie industriale (fabricație aditiva)

8. Determinarea experimentală a rugozității suprafețelor pieselor fabricate aditiv prin procedeul PolyJet;
9. Determinarea experimentală a gradul internațional de toleranță pentru artefactele circulare fabricate din rășini polimerice prin procedeul PolyJet;
10. Determinarea **indicilor de capabilitate** ai sistemului de fabricație și ai procesului (C_m , C_{mk} , C_p și C_{pk}) pentru piese circulare precum și a **intervalul de toleranță capabil** in cazul procedeul de fabricație aditivă PolyJet.
11. Determinarea unor **reguli de orientare și poziționare a pieselor pe platforma de construcție** pentru optimizarea timpului de fabricație și a consumului de materiale, in cazul fabricației aditive prin procedeele de pulverizare cu jet de materiale și pulverizare cu jet de liant.
12. Determinarea unui **model matematic a distribuției rugozității** suprafeței pentru procesul PolyJet care să **țină cont de post-procesare**, și validarea modelului prin încercări experimentale.
13. Realizarea unei **metodologii privind analiza calității structurii interne**, și anume analiza porozității, prin control nedistructiv CT a multi-materialelor stratificate.
14. Determinarea porozității materialelor componente al unui multi-material stratificat prin aplicarea unei **metode corelate de analiză a fișierelor STL și CSV rezultate din CT**.



B1.2 REALIZĂRI PROFESIONALE

B1.2.1. Studii și experiență profesională

B1.2.2. Activitatea didactică

B1.2.3. Activitatea de cercetare științifică



B1.2.1. Studii și experiență profesională

Studii universitare de licență (5 ani): 1990-1995, Universitatea Transilvania din Braşov, Facultatea Tehnologia Construcțiilor de Maşini, Specializarea Construcții Aerospațiale, **media anilor 9,02, media 10 la examenul de diplomă și media de absolvire 9,51**

Studii aprofundate universitare : 1995-1996, Universitatea Transilvania din Braşov, Facultatea Tehnologia Construcțiilor de Maşini, Specializarea **Inginerie tehnologică asistată de calculator**, in domeniul **Inginerie industrială** , **media anilor 9,90 și 10 la examenul de dizertație**

Studii de doctorat: 1997-2003, la Universitatea Transilvania din Braşov. Diplomă de doctor, **distincția CUM LAUDE**, domeniul fundamental **Științe Inginerești**, domeniul **Inginerie industrială**. Titlul tezei de doctorat: Concepția și fabricația pieselor de formă complexă (conducător științific prof. dr. ing. Nicolae Valentin Ivan)

Stagiu doctoral, 2000 (6 luni), Bursă Socrates, finalizat prin Rapport de stage - “Conception et fabrication des pieces de formes complexes”, Institute Universitaire de Technologie, Groupe de Recherche en Production Integree, **Université Paris 13**, Saint Denis, Paris, Franta, 2000, directeur de recherche Prof. R. Ponsonnet





Experiență profesională

1996 - preparator universitar, Universitatea Transilvania din Braşov, Facultatea de Inginerie Tehnologică, Catedra Tehnologia Construcțiilor de Maşini

1999-2002 - asistent universitar, Universitatea Transilvania din Braşov, Facultatea de Inginerie Tehnologică, Catedra Tehnologia Construcțiilor de Maşini

2002-2008 - șef de lucrări universitar, Universitatea Transilvania din Braşov, Facultatea de Inginerie Tehnologică, Catedra Tehnologia Construcțiilor de Maşini

2008-prezent - conferențiar universitar, Departamentul de Ingineria Fabricației, Facultatea de Inginerie Tehnologica și Management Industrial

1996 - inginer proiectare asistată de calculator, SC COMOPREX SRL din Braşov,;

2006-2008, inginer de cercetare și dezvoltare, ELDON Group (*fracțiune de normă*), având ca principale activități dezvoltarea de noi produse, proiectarea asistată de calculator de piese și ansambluri din tabla, activități de recrutare de ingineri si formarea unui nou colectiv CAD al companiei in Romania

2012-2014, Senior Product Development Engineer la Route 66 S.R.L. (*fracțiune de normă*), având ca principale activități cercetare, proiectare, dezvoltare, prototipare, testare și elaborare brevete. Am coordonat activitățile privind întocmirea documentației de suport și activitățile de testare pentru a asigura conformitatea cu specificațiile și cerințele clienților precum și activitatea de management in dezvoltarea de noi produse.

Cursuri si specializari

in domeniul Proiectarii si fabricatiei asistate de calculator

1. 1995 (2 săpt.), Curs de specializare în **Proiectare asistată de calculator cu AutoCAD**, Certificate of Complementation AutoCAD R12 - Level 2, Centrul ATC-TCM Braşov, Universitatea Transilvania din Braşov, diploma UTCM-BV-001209;
2. 1996, (2 săpt.), Curs de specializare în **Proiectare asistată de calculator cu AutoCAD**, Certificate of Complementation AutoCAD R12 - Level 1, Centrul ATC-TCM Braşov, Universitatea Transilvania din Braşov, diploma UTCM-BV-001222;
3. 1996, (2 săpt.) Curs de specializare în **Programare AutoLISP**, Certificate of Complementation AutoCAD R12 – AutoLISP, Centrul ATC-TCM Braşov, Universitatea Transilvania din Braşov, diploma UTCM-BV-001227;
4. 2000, (2 luni), Curs de specializare în softul **CATIA v4.4**, Institut Universitaire de Technologie de Saint Denis, Groupe de Recherche en Production Intégrée, Université Paris 13, Saint Denis, Paris, Franța;
5. 2001, (1 săpt.), Curs de specializare pentru softul CAD: **PowerShape DELCAM**, Universitatea Transilvania Braşov;
6. 2001, (1 săpt.), Curs de specializare pentru softul CAM: **PowerMill DELCAM**, Universitatea Transilvania Braşov;
7. 2002, (2 săpt.), Curs de specializare pentru softul CAD: **SolidWorks**, CADWorks S.R.L.; 2007, Diplomă “Certified SolidWorks Professional”, <http://www.solidworks.com>, USA
8. 2008, Curs de specializare pentru softul **PDM** (PDM Works și PDM Enterprise), Aerofina București;

Cursuri si specializari

in domeniul Fabricației aditive, Reverse engineering, Metrologie

1. 2007, Curs de specializare in fabricație aditivă prin procedeul de pulverizare cu jet de liant (3DP) pentru sistemul **ZPrinter 310 Plus**, Universitatea Transilvania din Braşov
2. 2008, Curs de specializare in fabricație aditivă prin **Polyjet EDEN350**, Universitatea Transilvania din Braşov;
3. 2010 (1 săpt.), Curs de specializare in **Rapid prototyping și rapid tooling**, Objet Geometries, Budapesta, Ungaria;
4. 2012 (1 săpt.), Curs de specializare in fabricație aditivă prin procedeul de **topire selectivă cu laser** (Selective laser melting) pentru sistemul **SLM250HL**, Institutul de cercetare al Universității Transilvania din Braşov
5. 2020, Curs de specializare in Printare 3D prin **extrudare termoplastica** (Fused Filament Fabrication) pentru imprimanta 3D **BCN3D Sigma X**, Departamentul de Ingineria Fabricației, Universitatea Transilvania din Braşov
6. 2021 (1 săpt.), Curs Web de "**Design in Additive manufacturing**", Gen3D, certificate nr. A000185
7. 2005, (2 săpt.), 1ère Ecole d'ete Franco-roumaine sur **La Qualite Dans L'industrie**, L'Université Transilvania de Braşov (Roumanie) en partenariat avec L'Université de Technologie Belfort-Montbéliard (France)
8. 2012 (1 săpt.), Curs de specializare in **Tehnici de scanare 3D – Reverse Engineering și Metrologie**, pentru scannerul 3D COMET – Steinbichler, Geomagic, Universitatea Transilvania din Braşov
9. 2023, Curs de specializare in **Scanare 3D si metrologie**, scanner portabil Shining 3D



B1.2.2. Activitatea didactică

Direcții principale:

- 1. cursuri și ore de aplicații (laborator și proiect), coordonare proiecte de diplomă pentru**
 - ✓ **programele de licență:** Sisteme CAD/CAM/CAPP (an 3 TCM și CA), Materiale compozite. Tehnologii și aplicații (an 3 CA), Fabricarea pieselor din mase plastice și compozite (an 3 TCM și IMC) și Tehnologia structurii aeronavelor (an 4 CA)
 - ✓ **programul de masterat** (Ingineria Fabricației Inovative): Tehnologii performante de fabricație
- 2. activități de practică tehnologică a studenților și îmbunătățirea bazei materiale a laboratoarelor din cadrul departamentului printr-o colaborare strânsă cu partenerii din mediul economic, prin încheierea de contracte cadru de colaborare, contracte de practica, contracte de sponsorizare, vizite in întreprinderi și coordonare stagii de practică**
- 3. cursuri de formare continuă pentru mediul industrial și mediul universitar** (Proiectare 3D avansată utilizând SolidWorks, Proiectare in CATIA) in cadrul Centrului de Formare Continuă al Universității Transilvania din Braşov
- 4. cursuri și ore de aplicații pentru mediul preuniversitar** in calitate de Expert pe termen scurt - **Formator** in cadrul programului / proiectului POS DRU/87/1.3/S/62339, BACOV-IA, 2010–2012
- 5. organizarea unei școli de vară și susținerea de cursuri și ore de aplicații pentru studenți** in cadrul acestora. Cursuri și ore de aplicații la școala de vară **Aircraft: There's no flying without wings** desfășurată în cadrul departamentului de Ingineria fabricației a Universității Transilvania din Braşov, la care au participat **27 de studenți din 11 țări**, 1-10 iulie 2018,



Cărți de specialitate/monografii/manuale/îndrumare de laborator

- ✓ **3 capitole de specialitate (prim autor) publicate in edituri internaționale**
- ✓ **4 cărți de specialitate (1 prim autor) publicate in edituri naționale**
- ✓ **2 cărți in calitate de editor la editură internațională**
- ✓ **6 suporturi de curs și îndrumare (2 ca prim autor) publicate la edituri naționale**





Alte activități didactice

- ✓ **Coordonarea a 137 proiecte de diplomă și de dizertație (2000-2023):**
 - ✓ a studenților din cadrul departamentului de Ingineria fabricației, dar și
 - ✓ a unor studenți ERASMUS de la Politehnica din Torino, Italia (in anul 2004) și Politehnica din Madrid, Spania (in anul 2018).
 - ✓ proiecte au fost in colaborare cu firme.

- ✓ **Atragerea de contracte de sponsorizare din partea companiilor** - îmbunătățirea bazei materiale a laboratoarelor din cadrul departamentului de Ingineria fabricației,
 - ✓ cu structuri compozite și structuri metalice ale unor produse complexe.
 - ✓ o structură de elicopter evaluată la 95214 lei (contract de sponsorizare nr. 1830 / 20.02.2019)

- ✓ **Organizare a 20 seminarii naționale CAD/CAM/CAE/PDM/RP –SolidWorks (2000-2017) in parteneriat cu compania CAD Works SRL și Universitatea Transilvania din Braşov.**
 - ✓ Tematica este **in concordanta cu disciplinele predate și cu activitățile de cercetare.**
 - ✓ Participantii au fost **reprezentanți ai companiilor** din zona Braşovului, precum și **cadre didactice** și cercetători din Universitatea Transilvania din Braşov.



B1.2.3. Activitatea de cercetare științifică

Patru componente principale privind cercetarea:

- ✓ cercetare științifică **in cadrul granturilor**
- ✓ cercetare științifică **in cadrul contractelor/proiectelor cu mediul socio-economic**
- ✓ cercetare științifică **cu studenții in cadrul proiectelor interne câștigate prin competiție**
- ✓ cercetare științifică in cadrul unor **proiecte externe in cadrul unor companii**



Activitatea de cercetare științifică

Direcții in activitatea de cercetare științifică:

- ✓ **Fabricația aditivă** incluzând conceptele de Rapid Prototyping, Rapid Manufacturing și Rapid Tooling;
- ✓ **Proiectarea asistată de calculator** incluzând utilizarea softurilor performante (CATIA, SolidWorks) in dezvoltarea de produse industriale personalizate, precum și aplicații de **scanare 3D** prin conceptele de Reverse Engineering si Metrologie;
- ✓ **Fabricația și analiza materialelor compozite** cu matrice plastica și matrice metalica



Activitatea de cercetare științifică

34 granturi / proiecte câștigate prin competiție sau contracte cu mediul socio-economic :

✓ **Director de proiect**

✓ **4 proiecte de cercetare științifică**, câștigate în competiție internațională;

✓ **19 contracte naționale de cercetare cu mediul socio-economic**, cu **9 companii**, și anume SC Autoliv SA Braşov, SANGARI Engineering SRL Bucureşti, Eldon Romania SRL, SC Compozite SRL Braşov, SC Stabilus SA Braşov, SC RADCOM SA Bucureşti, SC TATA Technologies SRL Braşov, SC WENGLOR SRL Sibiu, Airbus Helicopter Romania SRL și SC GLORIOSA SRL Braşov

Acestea au avut ca domenii de cercetare Fabricația aditivă și tehnologia Reverse engineering, o parte din cercetări bazându-se pe **infrastructura Laboratorului de Tehnologii Industriale Inovative** (Platformă pentru dezvoltări tehnologice inovative - PLADETINO)

✓ **Membru al echipei de cercetare - 11 granturi**, proiecte, contracte științifice (International, CNCSIS , CEEEX, cu mediul socio-economic).





Activitatea de cercetare științifică

Proiecte de cercetare științifică în calitate de director de proiect – Valoare 33000 Euro

- 1. Flux solar sintering of novel carbon fibre reinforced AlSi10Mg metal matrix composites**, Agenția de finanțare: European Union's Horizon 2020, Tip proiect: Solar Facilities for the European Research Area - Third Phase (SFERA-III), Grant Agreement No. 823802, nr. de înregistrare: SURPF2101280004, anul 2021, centrul de cercetare: IMDEA Energy Institute, Madrid, Spania, valoare proiect: 12.658,8 Euro.
- 2. Flux solar sintering of 3D printed metal-polymer**, Agenția de finanțare: European Union's Horizon 2020, Tip proiect: Solar Facilities for the European Research Area - Third Phase (SFERA-III), Grant Agreement No. 823802, nr. de înregistrare: SURPF2101280004, anul 2022, centrul de cercetare: IMDEA Energy Institute, Madrid, Spania, valoare proiect: 7009,58 Euro.
- 3. Microstructural analysis on advanced composites of Carbon Fiber reinforced PolyPhenylene Sulfide manufactured by Thermoforming**, Agenția de finanțare: European Union's Horizon 2020, Tip proiect: Research and Innovation Program Transmission Electron Microscopy - Third Phase (ESTEEM3), Grant Agreement No. 823717, nr. de înregistrare: 456 - MiCFPPS-Therm, anul 2021, centrul de cercetare: JSI Ljubljana, Slovenia, valoare proiect: 4554 Euro.
- 4. Transmission electron microscopy and statistics on advanced composites of Carbon-Fiber-reinforced PolyPhenylene Sulfide**, Agenția de finanțare: European Union's Horizon 2020, Tip proiect: Research and Innovation Program Transmission Electron Microscopy - Third Phase (ESTEEM3), Grant Agreement No. 823717, nr. de înregistrare: 572 – TEM-S-CFPPS, anul 2022, centrul de cercetare: JSI Ljubljana, Slovenia, valoare proiect: 8778,56 Euro.



Activitatea de cercetare științifică

Contracte naționale de cercetare cu mediul socio-economic în calitate de director de proiect selecție (in valoare mai mică de 25 000 lei) –Valoare total 26943,31 Euro

- ✓ **Concepția și fabricația inovativă a produselor pentru sectorul educational și științific,,** Universitatea Transilvania din Braşov (nr. 6427/2009), 2009-2012, *SC Sangari Engineering Service Romania SRL*
- ✓ **Cercetări privind fabricația aditivă a reperelor în ingineria industrială,** Universitatea Transilvania din Braşov (nr. 17163/8.12.2016), 2016-2017, *SC Gloriosa Com SRL*
- ✓ **Cercetări privind fabricația aditivă prin SLS,,** Universitatea Transilvania din Braşov (nr. 14397/19.11.2019), 2019-2020, *SC Gloriosa Com SRL*
- ✓ **Cercetări experimentale privind prototiparea rapidă de echipamente pentru transportul public urban,** Universitatea Transilvania din Braşov (nr. 2807 / 25.02.2011), 2011, *SC RADCOM SRL, Bucuresti*
- ✓ **Cercetări experimentale privind fabricația rapidă pentru teste functionale a componentelor din sisteme de senzori industriali,** Universitatea Transilvania din Braşov (nr. 2151/13.02.2012), 2011-2012, *SC WENGLOR ELECTRONIC SRL, Sibiu*
- ✓ **Cercetări teoretice și experimentale privind prototiparea rapidă a componentelor din sistemele de siguranță ale autovehiculelor,** Universitatea Transilvania din Braşov (nr. 6428/2009), 2009, *SC AUTOLIV Romania SRL*
- ✓ **Cercetări privind tehnologii de fabricare rapidă pentru industria aeronautică,,** Universitatea Transilvania din Braşov (nr. 5319/13.05.2016), 2016-2018, *SC Airbus Helicopter Romania*



Activitatea de cercetare științifică

Contracte naționale de cercetare științifică în calitate de membru in echipa (selecție)

- ✓ **PLATformă pentru DEZvoltări Tehnologice INOvative (PLADETINO)**. Program CNCSIS de tip platformă, Nr.contract:13/ 2008, Cod CNCSIS 78 perioada: 2006-2008, Nr ani derulare: 2,
Director de proiect: Prof.dr.ing. Ivan Nicolae-Valentin
- ✓ **Sisteme expert de optimizare a proceselor tehnologice** (Expert System For Optimisation of Technological Processes-ESOP), Nr.contract:71-133 /18.09.2007, 2007-2010, Nr ani derulare: 3;
Director de proiect: Prof.dr.ing. Ivan Nicolae-Valentin
- ✓ **IMAN-Inovative Manufacturing Network**, Nr. Contract: Project CEEX/PCD, Nr. 41/7.10.2005 2005-2008, Nr ani derulare: 3,
Director de proiect: Prof.dr.ing. Ivan Nicolae-Valentin
- ✓ **Optimizarea functionala a structurilor aerodinamice deportante de autovehicule** Nr. Contract Idei: ID_758/2008 perioada:2008-2011 Nr ani derulare:3,
Director de proiect: Prof.dr.ing. Angel Huminic
- ✓ **Retea nationala de cercetare in domeniul ingineriei integrate a produselor si proceselor - INPRO**, Contract CEEX, Modulul I, P-CD, Nr.Contract:243/2006 perioada:2006-2008, Nr ani derulare:3, Calitate: membru;
Director proiect prof. dr. ing. George Drăghici, responsabil UTBv prof. dr. ing. Nourăș Barbu Lupulescu
- ✓ **Sisteme CAD/CAM pentru strunjire și frezare**, faza 1+2 Modulul CAD-CAM, Nr. Contract: Nr. 33459/2002 -tema 11, Cod CNCSIS: 614 perioada:2002-2003, Nr ani derulare:2,
Director de proiect: Prof.dr.ing. Nouras Lupulescu



Activitatea de cercetare științifică

Diseminarea rezultatelor științifice ale cercetării

- ✓ **10 articole științifice în reviste ISI /Clarivate Analitycs** (8 articole in calitate de autor principal din care 5 articole ca prim autor și 3 articole ca autor corespondent)
- ✓ **6 articole sunt in Q1, 3 articole in Q2 și 1 articol in Q3;**
- ✓ **16 articole științifice în volume de conferințe indexate ISI/Clarivate Analitycs**
- ✓ **13 articole indexate BDI** (5 articole în reviste; 9 articole în volume de conferințe internaționale)
- ✓ **37 articole în reviste sau volume conferințe neindexate** (8 articole în reviste; 29 articole în volume de conferințe)
- ✓ **1 brevet de invenție și 2 cereri de brevete** depuse și in curs de evaluare

Indici Hirsh (ianuarie 2023):

- ✓ **h-index=10, i10-index=11** conform **Scholar Google (429 citări)**
- ✓ **h-index=7** conform **Web of Science Core Collection (142 citări fără autocitări)**
- ✓ **h-index=7** conform **bazelor de date Scopus (148 citări)**



Activitatea de cercetare științifică

Membru in comitetul editorial a jurnalelor indexate ISI (Polymers)

Membru in comitetul de recenzori, 64 de articole ISI recenzate (<https://publons.com/wos-op/researcher/1362966/razvan-udriou/peer-review/>) pentru **16 jurnale indexate ISI:**

- ✓ Taylor&Francis: International Journal of Production Research (Q1);
- ✓ Elsevier:
 - ✓ Measurement (Q1),
 - ✓ Journal of Manufacturing Processes (Q1),
 - ✓ Vacuum (Q1)
- ✓ IEEE Explore: IEEE Access (Q1);
- ✓ MDPI:
 - ✓ Polymers (Q1), Metals (Q1), Drones (Q1), Sensors (Q1)
 - ✓ Materials (Q2), Energies (Q2), Applied Sciences (Q2), Coatings (Q2),
 - ✓ Fractal and Fractional, Crystals, Machines.

Membru în colectivele de recenzori ai revistelor indexate BDI:

- ✓ Acta Innovations
- ✓ Journal of Manufacturing and Materials Processing



Activitatea de cercetare științifică

Membru în comitetul științific ale unor manifestări științifice internaționale

- ✓ International Conference Modern technologies in manufacturing, MTeM 2019, MTeM 2023, Cluj Napoca
- ✓ Membru in comitetul științific și recenzor la International Conference on Manufacturing Science and Education, MSE 2020, Sibiu, 2020

Membru în colectivele de organizare ale unor manifestări științifice internaționale:

- ✓ International Conference Computing and Solutions in Manufacturing Engineering – CoSME '20, CoSME '16, CoSME '12, CoSME '08

Membru, în asociații profesionale și științifice, internaționale și naționale

- ✓ International Association of Engineers (IAENG)
- ✓ Asociația Universitară de Ingineria Fabricației (AUIF)

Membru in comisii de îndrumare a doctoranzilor: 2 doctoranzi

Activități de cercetare cu studenții, in cadrul a 6 proiecte câștigate prin competiție internă (in anii 2015, 2016, 2019, 2020, 2022 și 2023), denumite **"Proiectul meu de diplomă"** și finanțate de către Universitatea Transilvania din Braşov cu suma de **10000 lei** fiecare.

Coordonare studenti la Sesiunile cercurilor științifice studentești (**in medie 8 lucrări / an**) si conferinta AFCCO



Îndeplinirea standardelor minime: condiții privind punctajul

Nr. crt.	Domeniul de activitate	Condiții minime pentru Profesor / Abilitare	Realizat	Standard îndeplinit
1.	Activitatea didactică și profesională (A1)	130 puncte	210,26 puncte	Da
2.	Activitatea de cercetare (A2)	300 puncte	858,18 puncte	Da
3.	Recunoașterea și impactul activității (A3)	100 puncte	1096,79 puncte	Da
TOTAL:		530 puncte	2165,23 puncte	Da





B2. PLANURI DE EVOLUȚIE ȘI DEZVOLTARE ÎN CARIERĂ

B2.1. Planuri de dezvoltare ale activității didactice

B2.2. Planuri de dezvoltare ale activității de cercetare științifică

B2.3. Planuri de evoluție și dezvoltare ale carierei profesionale



B2.1. Planuri de dezvoltare ale activității didactice

Pentru îmbunătățirea performanțelor în activitatea didactică, voi avea în vedere următoarele patru aspecte importante:

1. Dezvoltarea activităților individuale
2. Implicarea în activități colegiale
3. Parteneriat în activitățile cu studenții / doctoranzi
4. Dezvoltarea activităților de formare continuă pentru mediul industrial



Planuri de dezvoltare ale activității didactice

Dezvoltarea activităților individuale :

- ✓ **actualizarea permanentă și îmbunătățirea continuă a conținutului disciplinelor** prin materiale didactice în concordanță cu dezvoltările actuale în domeniu și cu cerințele mediului industrial;
- ✓ **consultarea periodica a mediului industrial** privind conținutul fișelor disciplinelor predate;
- ✓ **dezvoltarea unor discipline noi** ținând cont de cerințele și standardele actuale la nivel național, de schimbările viitoare pe piața muncii, precum și de noile calificări din domeniu;
- ✓ **integrarea rezultatelor din activitatea de cercetare în cadrul disciplinelor predate** la licență, master și de asemenea prezentarea acestora doctoranzilor;
- ✓ **participarea la diverse mobilități de formare**, cum ar fi stagii de specialitate, școli de vară sau workshopuri, organizate în țară și străinătate, în scopul îmbunătățirii continue a procesului didactic
- ✓ **implicarea în mobilități de predare în străinătate**, în calitate de profesor invitat



Planuri de dezvoltare ale activității didactice

Implicarea in activități colegiale :

- ✓ **analiza continua a planurilor de învățământ** și îmbunătățirea graduala a acestora, precum și a fiselor disciplinelor, ținând cont de cerințele ARACIS, de cerințele mediului industrial, de progresul tehnic din domeniu, și de standardele europene EUR-ACE (EUROpean-ACcredited Engineer);
- ✓ **implicarea pentru înființarea în cadrul departamentului a unor programe de studii de licență în limba engleză**, in domeniul ingineriei industriale;
- ✓ **promovarea imaginii departamentului de Ingineria fabricației**, a facultății ITMI și a Universității Transilvania din Braşov în mediul International;
- ✓ **identificarea și atragerea unor posibili candidați pentru consolidarea colectivului** departamentului de Ingineria fabricației.



Planuri de dezvoltare ale activității didactice

Parteneriat in activitățile cu studenții :

- ✓ **realizarea unui proces educațional centrat pe student**, în concordanță cu cerințele pieței muncii, urmărind următoarele rezultate specifice ale învățării: cunoaștere și înțelegere, analiza ingineriasca, proiectare ingineriască, analiză critica, comunicare și lucrul in echipă;
- ✓ **realizarea unui echilibru între cunoștințele teoretice și aplicațiile practice;**
- ✓ **stimularea studiului și cercetării individuale sau în grupuri mici**, prin alocarea de teme de casă care să completeze activitățile de predare;
- ✓ **coordonarea unor proiecte de diplomă** pentru programul de studii TCM și CA, precum și a unor proiecte de disertație la masterul Ingineria fabricației inovative, prin propunerea unor teme de actualitate;
- ✓ **realizarea de acorduri de parteneriat** și acorduri de practica cu mediul industrial;
- ✓ **planificarea unor întâlniri periodice a studenților cu reprezentanți ai mediului industrial** în scopul prezentării ofertelor de practica și intership, precum și a propunerii unor teme pentru proiecte de diplomă și disertații;
- ✓ **invitarea unor experți din cadrul mediului industrial** pentru a ține prelegeri studenților;
- ✓ implicarea in organizarea unor scoli de vara pentru studenți, împreuna cu mediul economic. Astfel, începând cu anul 2022 se desfășoară o Școala de vară anuală, organizata împreuna cu firma Siemens, denumita "Simulare în Inginerie Curious Minds";
- ✓ atragerea și coordonarea unui număr de studenți, in activități, cum ar fi Sesiunile cercurilor științifice studentești și a conferinței studentești AFCO (Absolvenți in fata companiilor);



Planuri de dezvoltare ale activității didactice

Coordonarea activității doctoranzilor, se va baza pe experiența acumulată în coordonarea proiectelor de diplomă și dizertație, calitatea de director și membru în diverse proiecte de cercetare, membru în comisii de îndrumare a doctoranzilor, membru în echipe de cercetare / dezvoltare din cadrul unor companii industriale. Voi avea în vedere următoarele aspecte privind îndrumarea doctoranzilor:

- ✓ **desfășurarea unei activități de cercetare științifice etice;**
- ✓ **coordonarea și susținerea doctoranzilor pentru îndeplinirea planului de cercetare**, elaborarea referatelor și a tezei de doctorat;
- ✓ **corelarea obiectivelor temei de doctorat cu infrastructura existentă în universitate** și după caz, îndrumarea pentru stagii în alte centre universitare pentru completarea cercetărilor;
- ✓ **îndrumarea și susținerea doctoranzilor pentru diseminarea rezultatelor** cercetării la conferințe internaționale și în reviste cotate ISI;
- ✓ **continuarea activității de membru în comisii de îndrumare a doctoranzilor.**
- ✓ integrarea în echipe de cercetare interdisciplinare a doctoranzilor;



B2.2. Planuri de dezvoltare ale activității de cercetare științifică

Activitatea de cercetare științifică se bazează pe experiența acumulată și se va focusa în primul rând pe domeniile de competență deja abordate prin aprofundarea și extinderea acestora. Activitățile de cercetare viitoare se vor concentra pe următoarele direcții principale:

- ✓ **Fabricația aditivă și Printarea 3D** cu accent pe analiza calității produselor și proceselor;
 - ✓ Investigații experimentale privind calitatea pieselor (dimensională, textura suprafeței etc.) obținute din materiale compozite cu matrice plastică și metalică.
 - ✓ Investigații experimentale și optimizarea parametrilor tehnologici ai sistemelor de fabricație aditivă și a imprimantelor 3D.
 - ✓ Analize privind caracterizarea micro și macro structurală a pieselor fabricate aditiv.
- ✓ **Structuri din materiale compozite;**
 - ✓ proiectul Sfera focusat pe materiale compozite noi de înaltă rezistență și ușoare obținute prin sinterizare solară;
 - ✓ proiectele ESTEEM concentrate pe caracterizarea materialelor compozite cu matrice termoplastică utilizate în industria de transport, preponderent în domeniul aerospațial.
- ✓ **Designul, analiza și fabricația asistată de calculator a produselor complexe.**



B2.2. Planuri de dezvoltare ale activității de cercetare științifică

Obiective:

- ✓ **modernizarea și dezvoltarea laboratorului de cercetare**, destinat fabricării, prin tehnologii aditive, a produselor industrial (**Laborator de Tehnologii integrate** - coordonator)
- ✓ **valorificarea echipamentelor de cercetare existente** in cadrul Universității Transilvania și a Institutului de cercetare prin propunerea de **colaborări interdisciplinare** in cadrul departamentului de Ingineria fabricației și cu alte departamente
- ✓ **elaborarea unor propuneri de proiecte** în cadrul unor competiții interne, naționale și internaționale
- ✓ **continuarea colaborării cu mediul economic** prin rezolvarea unor teme specifice, in cadrul unor noi contracte de cercetare / dezvoltare cu mediul industrial
- ✓ **participarea la conferințe internaționale**, desfășurate în țară și în străinătate;
- ✓ **diseminarea rezultatelor cercetărilor în jurnale indexate ISI**, situate în zonele Q1 și Q2, prin publicarea a minim 2 articole anual;
- ✓ **colaborarea cu alți cercetători din domeniu în vederea publicării unor monografii** la edituri de prestigiu internaționale;
- ✓ **implicarea studenților, masteranzilor și doctoranzilor în cadrul proiectelor de cercetare câștigate;**
- ✓ **susținerea și mediatizarea evenimentelor științifice** și a conferințelor organizate de către departamentul Ingineria Fabricației.



B2.3. Planuri de evoluție și dezvoltare ale carierei profesionale

Obiective pentru planul de evoluție și dezvoltare a carierei profesionale:

- ✓ dezvoltarea profesională ca evaluator ARACIS.
- ✓ continuarea colaborărilor aflate în derulare pentru intensificarea activităților de cercetare științifică;
- ✓ dezvoltarea unor parteneriate cu mediul socio economic prin elaborarea de proiecte cu aceștia;
- ✓ intensificarea activităților editoriale și recenzoriale în jurnale cotate ISI Q1 și Q2;
- ✓ implicare și dezvoltarea școlii doctorale in domeniul Inginerie Industrială din cadrul Universității Transilvania din Braşov.



B3. Bibliografie (selectivă)

- ✓ **Udriou, R.**, Computer-aided Technologies. Applications in Engineering and Medicine, Editura IntechOpen Limited, London, U.K. ISBN:978-953-51-2788-8, 2016, 160 pag., <https://www.intechopen.com/books/5379> , DOI: 10.5772/62618
- ✓ **Udriou, R.**; Braga, I.C. System Performance and Process Capability in Additive Manufacturing: Quality Control for Polymer Jetting, Polymers 2020, 12, 1292, FI 4.329 (Q1 zona roșie) , WOS: 000554639700001
- ✓ **Udriou, R.**; Braga, I.C.; Nedelcu, A. Evaluating the Quality Surface Performance of Additive Manufacturing Systems: Methodology and a Material Jetting Case Study. Materials 2019, 12, 995, FI 3.426 (Q2 zona roșie) , WOS: 000465025400057
- ✓ **Udriou, R.**, Braga, I.C, Polyjet technology applications for rapid tooling, Matec Web Conf. Vol. 112, 2017, WOS: 000579349600046
- ✓ **Udriou, R.**, Nedelcu, A., Chapter 1: Optimization of Additive Manufacturing Processes Focused on 3D Printing , in Rapid prototyping technology –principles and functional requirements Edited by Muhammad Enamul Hoque, Editura InTech, Croatia, ISBN:978-953-307-970-7, 2011
- ✓ **Udriou, R.**, Ivan NV. (2010). Rapid Prototyping and Rapid Manufacturing Applications at Transilvania University of Braşov, Bulletin of the Transilvania University of Brasov - Series I: Engineering Sciences, indexata PROQUEST, EBSCO
- ✓ **Udriou, R.** Rapid tooling by Three Dimensional Printing (3DP), 3rd WSEAS international conference on manufacturing engineering, quality and production systems MEQAPS '11, April 11-13, 2011, Brasov, Romania, Published by WSEAS Press
- ✓ **Udriou, R.** New Methodology for Evaluating Surface Quality of Experimental Aerodynamic Models Manufactured by Polymer Jetting Additive Manufacturing, Polymers **2022**, 14, 371, FI 4.967 (Q1 zona roșie) , WOS: 000754916900001
- ✓ **Udriou, R.**; Nedelcu, A., Deaky, B. Rapid manufacturing by polyjet technology of customized turbines for Renewable energy generation, Environmental Engineering and Management Journal 2011, 10 (9), 1387, FI 1,435 (Q3), WOS:000296758400023
- ✓ **Udriou R.**, Mihail L., Experimental determination of surface roughness of parts obtained by rapid prototyping, Proceedings of the 8th WSEAS International Conference on Circuits, Systems, Electronics, Control & Signal Processing (CSECS '09), Puerto de la Cruz Tenerife, Canary Islands, Spain, December 14-16, 2009, Published by WSEAS Press, ISSN: 1790-5117, 283, WOS:000276789200050
- ✓ Sabău, E.; **Udriou, R.** (autor correspondent); Bere, P.; Buranský, I.; Miron-Borzan, C.- Ștefana A Novel Polymer Concrete Composite with GFRP Waste: Applications, Morphology, and Porosity Characterization. Appl. Sci. 2020, 10, 2060, doi:10.3390/app10062060.
- ✓ Bere, P.; Neamtu, C.; **Udriou, R.** Novel Method for the Manufacture of Complex CFRP Parts Using FDM-based Molds. Polymers 2020, 12, 2220, FI 4.329 (Q1 zona roșie) , WOS: 000586198100001



VA MULTUMESC PENTRU ATENTIE!

„In viața noastră de zi cu zi trebuie să ne dăm seama că nu fericirea ne face recunoscători, ci recunoștința ne face fericiți.” Albert Clarke