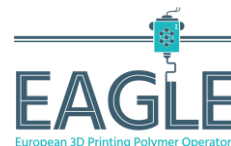
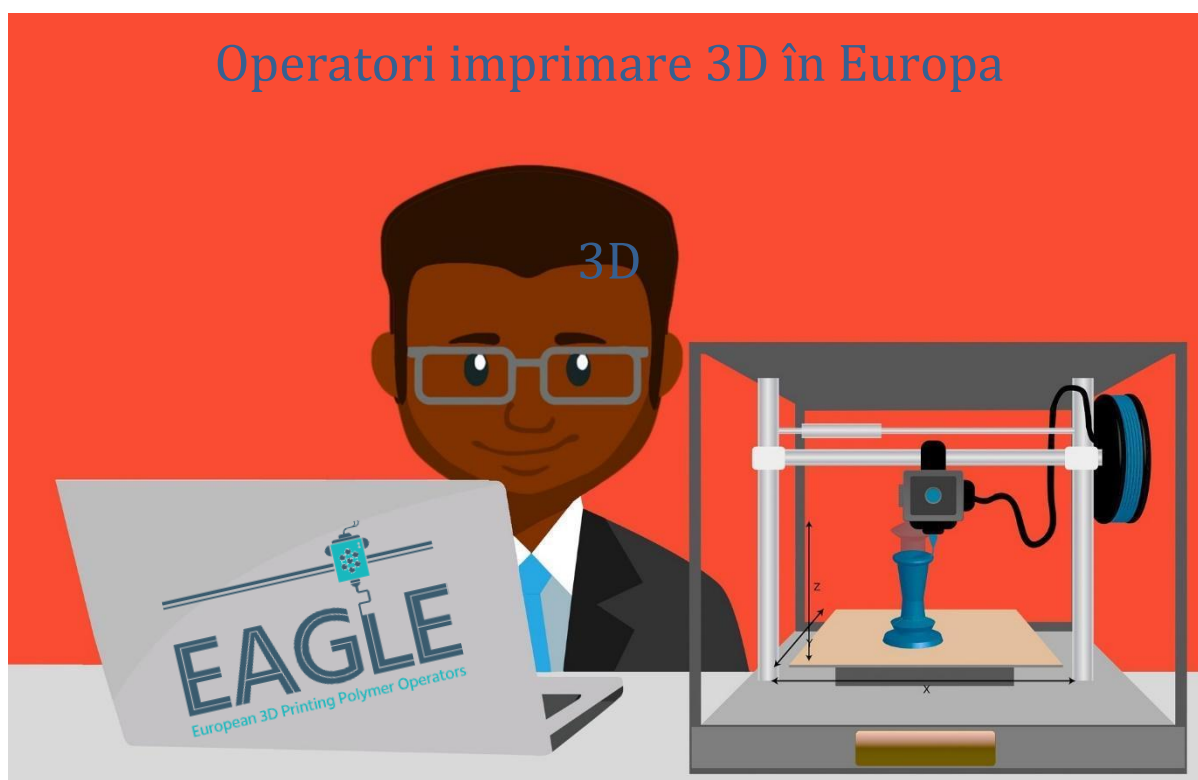




Cofinanțat de  
Uniunea Europeană



## Operatori imprimare 3D în Europa



# EAGLE

## Operator AM cu materiale polimerice

Proiect nr. 2021-1-CZ01-KA220-VET-000033007

Acest proiect a fost finanțat cu suportul Comisiei Europene. Această publicație reflectă exclusiv opiniile autorului, și Comisia nu poate fi considerată responsabilă pentru orice utilizare a informațiilor pe care le conține. ERASMUS+: 2021-1-CZ01-KA220-VET-000033007.



## CURRICULUM OPERATOR PENTRU FABRICAREA ADITIVĂ CU MATERIALE POLIMERICE

### Profil profesional

Operatorii din domeniul Fabricației aditive (AM) cu materiale polimerice sunt profesioniști cu cunoștințe, abilități, autonomie și responsabilitate specifice pentru a opera utilaje care utilizează procese AM bazate pe polimeri. Sarcinile lor principale sunt următoarele:

- Operarea echipamentelor AM pe bază de polimeri, inclusiv montarea și configurarea, post-procesarea și întreținerea.

El/ea va fi capabil(ă) să:

- Pregătească mașina AM pentru fabricarea piesei (pieselor) - inclusiv procedurile de întreținere uzuale;
- Gestionarea autonomă a manipulării materiei prime (acceptare, depozitare, evitarea contaminării, trasabilitate);
- Elaborarea de soluții la probleme simple și specifice legate de mașinile și procesele AM cu polimeri;
- Efectuarea operațiilor de post-procesare necesare.



## Unități de competență pentru operatorul AM cu polimeri

<b>CU-A - Materiale polimerice în AM</b>	<b>6</b>
<b>CU-B - Procesul Extrudare de material (MEX)</b>	<b>7</b>
<b>CU-C - Procesul Fuziune în pat de pulbere (PBF-LB/P)</b>	<b>8</b>
<b>CU-D - Fabricatie aditiva cu jet de material - Material Jetting (MJT)</b>	<b>9</b>
<b>CU-E - Procesul de fotopolimerizare in cuva (VAT)</b>	<b>10</b>
<b>CU-F - Fabricarea de piese prin MEX</b>	<b>11</b>
<b>CU-G - Fabricarea pieselor prin PBF-LB/P</b>	<b>12</b>
<b>CU-H - Fabricația aditivă de piese prin jet de material (MJT)</b>	<b>13</b>
<b>CU-I- Fabricarea pieselor prin VAT</b>	<b>14</b>
<b>CU-J - Asigurarea calității pieselor din polimeri produse prin AM</b>	<b>15</b>



## Introducere

Prezentul ghid acoperă cerințele minime pentru educație și formare în ceea ce privește rezultatele învățării (cunoștințe și competențe) și ORE DE CONTACT (de predare) recomandate pentru atingerea acestora. Cursanții care promovează examenele vor fi capabili să aplice rezultatele învățării obținute la un nivel corespunzător cu nivelul diplomei de calificare.

Conținutul cursului modular este prezentat în următoarea structură (prezentare generală):

UNITĂȚI DE COMPETENȚĂ	Ore de contact recomandate*
CU-A – Materiale polimerice în AM	3,5
CU-B – Procesul Extrudare de material (MEX)	3,5
CU-C – Procesul Fuziune în pat de pulbere (PBF-LB/P)	3,5
CU-D – Fabricatie aditiva cu jet de material - Material Jetting (MJT)	3,5
CU-E – Procesul de fotopolimerizare in cuva (VAT)	3,5
CU-F – Fabricarea de piese prin MEX	7
CU-G – Fabricarea pieselor prin PBF-LB/P	7
CU-H – Fabricatia aditiva de piese prin jet de material (MJT)	7
CU-I – Fabricarea pieselor prin VAT	7
CU-J – Asigurarea calității pieselor din polimeri produse prin AM	3,5
<b>TOTAL</b>	<b>45,5</b>

\* ORE DE CONTACT recomandate reprezintă numărul minim de ore de predare recomandate pentru căile de formare standard. O oră de contact trebuie să conțină cel puțin 50 de minute de predare directă.

\*\* Volumul de muncă preconizat este calculat în ore, corespunzând unei estimări a timpului de care cursanții au nevoie în mod obișnuit pentru a finaliza toate activitățile de învățare necesare pentru a obține rezultatele învățării definite în medii de învățare formale, plus timpul necesar pentru studiul individual.

În cadrul acestei calificări, există două tipuri de unități de competență:

**Unitate de competență transversală** - O unitate de competență ale cărei rezultate ale învățării nu sunt direct legate de o funcție profesională, deoarece cunoștințele și abilitățile dobândite vor fi folosite în mai multe funcții și activități profesionale.

**Unitate de competență funcțională** - O unitate de competență ale cărei rezultate ale învățării sunt direct legate de cel puțin o funcție profesională și în care cunoștințele și abilitățile dobândite vor fi folosite în funcții profesionale specifice și în activități conexe.

Rezultatele așteptate ale învățării sunt descrise în două moduri: descriptori de rezultate generice, organizate în cunoștințe, abilități, autonomie și responsabilitate; și în detaliu pentru fiecare unitate de competență, organizată în funcții și activități aferente, cunoștințe și abilități corespunzătoare unui nivel de competență specific în cadrul nivelurilor din cadrul sistemelor EWF (a se vedea anexa I).

Pentru fiecare unitate de competență, obiectivele și domeniul de aplicare sunt definite pentru o anumită profunzime a cunoștințelor și abilităților. ORE DE CONTACT recomandate sunt distribuite între orele teoretice (A), proiectele/exercițiile atribuite (B), formarea practică în atelier (C) etc., după cum se arată în următorul exemplu:



<b>Calificare: Exemplul 1</b>	
<b>ORE DE CONTACT</b>	<b>X= (SUMĂ A:C)</b>
<b>Conținut</b>	<b>A + B + C</b>



### CU-A - Materiale polimerice în AM

CU-A - Materiale polimerice în AM	NR. ORE DE CONTACT RECOMANDATE
<b>TITLUL TEMEI</b>	
Prezentare generală a materialelor polimerice, proprietăților și aplicațiilor acestora	3,5
<b>Total</b>	<b>3,5</b>
<b>NUMĂR TOTAL ORE</b>	<b>7</b>

Rezultatele învățării – CU-A: Materiale polimerice în AM	
<b>CUNOȘTINȚE</b>	Cunoștințe factuale de bază despre: <ul style="list-style-type: none"><li>- Materiale polimerice și caracteristicile lor</li><li>- Efectele materialelor polimerice asupra Fabricației Aditive (AM)</li><li>- Potențialul și limitările materialelor polimerice</li></ul>
<b>COMPETENȚE</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Enumerarea avantajelor și limitărilor materialelor polimerice în raport cu alte materiale, inclusiv aplicabilitatea acestora</li><li>- Identificarea materialelor polimerice pentru utilizarea în AM, conform cerințelor aplicațiilor din viața reală</li></ul>



### CU-B - Procesul Extrudare de material (MEX)

CU-B - Procesul Extrudare de material (MEX)	ORE DE CONTACT RECOMANDATE
TITLUL TEMEI	
Prezentare generală a procesului MEX	2,5
Prezentare generală a materialelor polimerice, proprietățile și aplicațiile acestora	1
<b>Total</b>	<b>3,5</b>
<b>NUMĂR TOTAL ORE</b>	<b>7</b>

#### Rezultatele învățării - CU-B: Procesul Extrudare de material (MEX)

<b>CUNOȘTINȚE</b>	Cunoștințe factuale generale despre: <ul style="list-style-type: none"><li>- Procesul Extrudare de material (MEX) și principiile sale.</li><li>- Materiale polimerice, caracteristicile și efectele acestora asupra fabricației aditive prin MEX</li><li>- Potențialul și limitele materialelor polimerice folosite în MEX</li></ul>
<b>COMPETENȚE</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Recunoașterea avantajelor și limitărilor MEX în raport cu alte procese AM cu polimeri, inclusiv aplicabilitatea acestuia în funcție de caracteristicile procesului</li><li>- Identificarea principalelor componente ale echipamentelor MEX</li><li>- Identificarea materialelor polimerice pentru aplicațiile MEX</li></ul>



### CU-C - Procesul Fuziune în pat de pulbere (PBF-LB/P)

CU-C - Procesul Fuziune în pat de pulbere (PBF-LB/P)	ORE DE CONTACT RECOMANDATE
<b>TITLUL TEMEI</b>	
Prezentare generală a procesului PBF-LB/P	2,5
Prezentare generală a materialelor polimerice, proprietățile și aplicațiile acestora	1
Asigurarea calității	1
<b>Total</b>	<b>3,5</b>
<b>NUMĂR TOTAL ORE</b>	<b>7</b>

Rezultatele învățării – CU-C Procesul Fuziune în pat de pulbere (PBF-LB/P)	
<b>CUNOȘTINȚE</b>	Cunoștințe factuale generale despre: <ul style="list-style-type: none"><li>- Procesul și principiile fuziunii în pat de pulbere (PBF-LB/P)</li><li>- Materiale polimerice, caracteristicile și efectele acestora asupra fabricației aditive prin PBF-LB/P</li><li>- Potențialul și limitele materialelor polimerice folosite în PBF-LB/P</li></ul>
<b>COMPETENȚE</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Recunoașterea avantajelor și limitărilor PBF-LB/P în raport cu alte procese AM cu polimeri, inclusiv aplicabilitatea acestuia în funcție de caracteristicile procesului</li><li>- Identificarea principalelor componente ale echipamentelor PBF-LB/P</li><li>- Identificarea materialelor polimerice pentru aplicațiile PBF-LB/P</li></ul>





### CU-D - Fabricatie aditiva cu jet de material - Material Jetting (MJT)

CU-D - Fabricatie aditiva cu jet de material - Material Jetting (MJT)	ORE DE CONTACT RECOMANDATE
<b>TITLUL TEMEI</b>	
Prezentare generală a procesului MJT	2,5
Prezentare generală a materialelor polimerice, proprietățile și aplicațiile acestora	1
<b>Total</b>	<b>3,5</b>
<b>NUMĂR TOTAL ORE:</b>	<b>7</b>

Rezultate ale învățării - CU-D: Fabricatie aditiva cu jet de material - Material Jetting (MJT)	
<b>CUNOȘTINȚE</b>	Cunoștințe factuale generale despre: <ul style="list-style-type: none"><li>- Procesul și principiile MJT</li><li>- Materiale și caracteristici ale polimerilor și efectele acestora asupra fabricării aditive MJT</li><li>- Potențialul și limitele materialelor MJT polimerice</li><li>- Asigurarea calității</li></ul>
<b>COMPETENȚE</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Recunoașterea avantajelor și limitărilor MJT în raport cu alte procese de polimeri AM, inclusiv aplicabilitatea sa în funcție de caracteristicile procesului</li><li>- Identificarea principalelor componente ale echipamentului MJT</li><li>- Identificarea materialelor polimerice pentru aplicații MJT</li><li>- Identificarea principiilor de asigurare a calității pentru procesele MJT</li></ul>



### CU-E - Procesul de fotopolimerizare in cuva (VAT)

CU-E - Procesul de fotopolimerizare in cuva (VAT)	ORE DE CONTACT RECOMANDATE
<b>TITLUL TEMEI</b>	
Prezentare generală a procesului VAT	2,5
Prezentare generală a materialelor polimerice, a proprietăților și aplicațiilor acestora în contextul procesului VAT	1
<b>Total</b>	<b>3,5</b>
<b>NUMĂR TOTAL ORE</b>	<b>7</b>

Rezultatele învățării - CU-E: Procesul de fotopolimerizare in cuva (VAT)	
<b>CUNOȘTINȚE</b>	Cunoștințe factuale generale despre: <ul style="list-style-type: none"><li>- Procesul și principiile VAT</li><li>- Materiale și caracteristici ale polimerilor și efectele acestora asupra fabricării aditive în vată</li><li>- Potențialul și limitările materialelor polimerice VAT</li><li>- Asigurarea calității</li></ul>
<b>COMPETENȚE</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Recunoașterea avantajelor și a limitărilor VAT față de alte procese de polimeri AM, inclusiv aplicabilitatea sa în funcție de caracteristicile procesului</li><li>- Identificarea principalelor componente ale echipamentului VAT</li><li>- Identificarea materialelor polimerice pentru aplicațiile VAT</li></ul>



### CU-F - Fabricarea de piese prin MEX

CU-F - Fabricarea de piese prin MEX	ORE DE CONTACT RECOMANDATE
<b>TITLUL TEMEI</b>	
Echipamente MEX și componentele acestora	1,5
Materia primă utilizată în procesul MEX	1
Tipuri de fișiere și documentație de lucru	1
Operațiuni de post-procesare pentru MEX	1
Proceduri de întreținere pentru mașinile MEX	1,5
Proceduri de sănătate, siguranță și mediu	1
<b>Total</b>	<b>7</b>
<b>NUMĂR TOTAL ORE</b>	<b>14</b>

CU	NIVELUL EQF/ EWF	FUNCȚIA POSTULUI	ACTIVITĂȚI NECESARE LA LOCUL DE MUNCĂ	ORE DE CONTACT	NUMĂR TOTAL ORE
Fabricarea de piese prin MEX	4 Independent	Fabricarea de piese prin MEX	Reglarea și instalarea mașinii	7	14
			Efectuarea operațiunilor de post-procesare		
			Întreținerea și curățarea sistemului MEX		

Rezultatele învățării - CU-F: Fabricarea de piese prin MEX	
<b>CUNOȘTINȚE</b>	<p>Cunoștințe generale despre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Echipamente MEX și componentele acestora</li> <li>- Materia primă utilizată în procesul MEX</li> <li>- Tipuri de fișiere și documentație de lucru</li> <li>- Operațiuni de post-procesare pentru MEX</li> <li>- Proceduri de întreținere pentru mașinile MEX</li> <li>- Proceduri de sănătate, siguranță și mediu pentru procesul MEX</li> </ul>
<b>COMPETENȚE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pregătirea sistemului MEX urmând toate etapele operaționale necesare</li> <li>- Îndepărtarea piesele de pe masa de imprimare</li> <li>- Îndepărtarea structurilor de suport (dacă este necesar) și post-procesarea pieselor printate.</li> <li>- Respectarea procedurilor de sănătate, siguranță și mediu</li> <li>- Întreținerea sistemului MEX</li> </ul>



### CU-G - Fabricarea pieselor prin PBF-LB/P

CU-G - Fabricarea pieselor prin PBF-LB/P	ORE DE CONTACT RECOMANDATE
<b>TITLUL TEMEI</b>	
Sistemul PBF-LB/P - Hardware	1
Cerințe de configurare a mașinii PBF-LB/P	1
Consumabile, materii prime și substraturi	1
Tipuri de fișiere și documentație de lucru	1
Procese de îndepărtare a pulberilor și a pieselor	1
Post-procesare	1
Proceduri de sănătate, siguranță și mediu	1
<b>Total</b>	<b>7</b>
<b>NUMĂR TOTAL ORE</b>	<b>14</b>

CU	NIVELUL EQF/ EWF	FUNCȚIA POSTULUI	ACTIVITĂȚI NECESARE LA LOCUL DE MUNCĂ	ORE DE CONTACT	NUMĂR TOTAL ORE
Fabricarea pieselor prin PBF-LB/P	<b>4 Independent</b>	Fabricarea pieselor prin PBF-LB/P	Reglarea și instalarea mașinii Efectuarea operațiunilor de post-procesare Întreținerea și curățarea sistemului PBF-LB/P	7	14

Rezultatele învățării - CU-G: Fabricarea pieselor prin PBF-LB/P	
<b>CUNOȘTINȚE</b>	<p>Cunoștințe factuale generale despre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Echipamente PBF-LB/P și componentele acestora</li> <li>- Materia primă utilizată în procesul PBF-LB/P</li> <li>- Tipuri de fișiere și documentație de lucru</li> <li>- Operațiuni de post-procesare pentru PBF-LB/P</li> <li>- Proceduri de întreținere pentru mașinile PBF</li> <li>- Proceduri de sănătate, siguranță și mediu pentru procesul PBF-LB/P</li> <li>- Proceduri de asigurare a calității</li> </ul>
<b>COMPETENȚE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Confirmarea disponibilității de imprimare a sistemului PBF-LB/P (în funcție de indicația mașinii).</li> <li>- Îndepărtarea camerei de imprimare și transferul la stația de post-procesare.</li> <li>- Extragerea piesei din camera de imprimare (în stația de post-procesare).</li> <li>- Aspirarea excesului de pulbere de pe piese și din stația de post-procesare.</li> <li>- Depozitarea și amestecarea pulberii recuperate și a celei noi, selectând în mod corespunzător raportul de amestec</li> <li>- Așezarea recipientul de pulbere pe mixerul integrat</li> <li>- Efectuarea de operațiuni de post-procesare (sablare...)</li> <li>- Efectuarea procedurilor de întreținere (de ex.: platforma de imprimare; ferestrele optice; șurubul de ghidare pe axa x; senzorul IR; recoater, curățarea filtrelor și a furtunului de evacuare).</li> <li>- Efectuarea verificărilor de asigurare a calității</li> </ul>



### CU-H - Fabricația aditivă de piese prin jet de material (MJT)

CU-H - Fabricația aditivă de piese prin jet de material (MJT)	ORE DE CONTACT RECOMANDATE
<b>TITLUL TEMEI</b>	
Echipamente MJT	1,5
Consumabile, materii prime și substraturi	1,5
Tipuri de fișiere și documentație de lucru	1
Operațiuni de post-procesare	1
Proceduri de întreținere	1
Proceduri de sănătate, siguranță și mediu	1
<b>Total</b>	<b>7</b>
<b>NUMĂR TOTAL ORE</b>	<b>14</b>

CU	NIVELUL EQF/ EWF	FUNCȚIA POSTULUI	ACTIVITĂȚI NECESARE LA LOCUL DE MUNCĂ	ORE DE CONTACT	NUMĂR TOTAL ORE
Fabricația aditivă de piese prin jet de material (MJT)	<b>4 Independent</b>	Fabricația aditivă de piese prin jet de material (MJT)	Reglarea și instalarea mașinii Efectuarea operațiunilor de post-procesare Întreținerea și curățarea sistemului MJT	7	14

Rezultatele învățării - CU-H: Fabricația aditivă de piese prin jet de material (MJT)	
<b>CUNOȘTINȚE</b>	Cunoștințe factuale și vaste despre: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Echipamente MJT și componentele acestora</li> <li>- Materia primă utilizată în procesul MJT</li> <li>- Tipul de dosare și documentația de lucru</li> <li>- Operațiuni de postprocesare pentru MJT</li> <li>- Proceduri de întreținere pentru mașinile MJT</li> <li>- HSE pentru procesul MJT</li> </ul>
<b>COMPETENȚE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Confirmați disponibilitatea de imprimare a sistemului MJT (conform indicației mașinii)</li> <li>- Scoateți camera de construcție și transferați-o la stația de postprocesare.</li> <li>- Extrageți piesa din camera de construcție (în stația de postprocesare).</li> <li>- Aspirăți excesul de pulbere de pe piese și de pe stația de postprocesare.</li> <li>- Depozitarea și amestecarea pulberilor recuperate și a celor noi, selectând în mod corespunzător raportul de amestec</li> <li>- Efectuarea operațiunii de post-procesare (sablare cu jet de media, sablare cu nisip ...)</li> <li>- Efectuarea procedurilor de întreținere (de ex: Înlocuirea și alinierea unui cap de imprimare, înlocuirea unei role de curățare a capului de curățare, reumplerea rezervorului de depozitare, aspirarea sitei, înlocuirea unui cartuș de material, răzuirea lămpii de topire, înlocuirea lămpii de încălzire, înlocuirea rezervorului extern, înlocuirea filtrului pompei de vid)</li> </ul>



### CU-I- Fabricarea pieselor prin VAT

CU-I- Fabricarea pieselor prin VAT	ORE DE CONTACT RECOMANDATE
<b>TITLUL TEMEI</b>	
Echipament VAT și componentele acestuia	1,5
Materiale utilizate în procesul VAT	1,5
Tipul de dosare și documentația de lucru	1
Operațiuni de post-procesare pentru VAT	1
Proceduri de întreținere pentru mașinile VAT	1
Proceduri de sănătate, siguranță și mediu	1
<b>Total</b>	<b>7</b>
<b>NUMĂR TOTAL ORE:</b>	<b>14</b>

CU	NIVELUL EQF/ EWF	FUNCȚIA POSTULUI	ACTIVITĂȚI NECESARE LA LOCUL DE MUNCĂ	ORE DE CONTACT	NUMĂR TOTAL ORE
Fabricarea pieselor prin VAT	<b>4 Independent</b>	Fabricarea pieselor prin VAT	Reglarea și instalarea mașinii Efectuarea operațiunilor de post-procesare Întreținerea și curățarea sistemului VAT	7	14

Rezultatele învățării - CU-I: Fabricarea pieselor prin VAT	
<b>CUNOȘȚINȚE</b>	<p>Cunoștințe factuale și vaste despre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Echipament VAT și componentele acestuia</li> <li>- Materiale utilizate în procesul VAT</li> <li>- Tipuri de fișiere și documentație de lucru</li> <li>- Operațiuni de post-procesare pentru VAT</li> <li>- Proceduri de întreținere pentru mașinile VAT</li> <li>- HSE pentru procesul VAT</li> </ul>
<b>COMPETENȚE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pregătirea sistemului VAT</li> <li>- Scoateți placa de imprimare din mașină</li> <li>- Îndepărtați piesele de pe placa de imprimare</li> <li>- Scufundați piesele în IPA (alcool izopropilic).</li> <li>- Se polimerizează piesele (cu lumină UV)</li> <li>- Îndepărtați suporturile de pe piesă și post-procesați piesele</li> <li>- Îndepărtați excesul de rășină din cuvă și pregătiți-o pentru următoarea utilizare.</li> <li>- Verificați ecranul cuvei pentru a vă asigura că nu a fost împărțită rășină pe partea din spate.</li> <li>- Îndepărtați excesul de rășină din rezervorul de rășină (folosiți o pâlnie și un filtru de vopsea latex).</li> <li>- Îndepărtați rășina rămasă cu o spatulă</li> <li>- Curățați cuva cu alcool și "prosoape".</li> <li>- Aplicați lubrifianț pe cuvă (pentru a vă asigura că rășina nu se lipește la imprimarea următoarelor piese).</li> <li>- Respectarea procedurilor de sănătate, siguranță și mediu</li> </ul>



### CU-J - Asigurarea calității pieselor din polimeri produse prin AM

CU-J - Asigurarea calității pieselor din polimeri produse prin AM	ORE DE CONTACT RECOMANDATE
<b>TITLUL TEMEI</b>	
Asigurarea calității în procesele MEX	0,5
Asigurarea calității în procesele PBF-LB/P	0,5
Asigurarea calității în procesele MJT	0,5
Asigurarea calității în procesele VAT	0,5
Proceduri de asigurare a calității	1,5
<b>Total</b>	<b>3,5</b>
<b>NUMĂR TOTAL ORE</b>	<b>7</b>

Rezultatele învățării - CU-J: Asigurarea calității pieselor din polimeri produse prin AM	
<b>CUNOȘTINȚE</b>	Cunoștințe factuale generale despre: <ul style="list-style-type: none"><li>- Asigurarea calității</li><li>- Proceduri de asigurare a calității</li></ul>
<b>COMPETENȚE</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Identificarea principiilor de asigurare a calității pentru procesele MEX</li><li>- Identificarea principiilor de asigurare a calității pentru procesele PBF-LB/P</li><li>- Identificarea principiilor de asigurare a calității pentru procesele MJT</li><li>- Identificarea principiilor de asigurare a calității pentru procesele cu fotopolimerizare în cuvă</li><li>- Efectuarea verificărilor de asigurare a calității</li></ul>