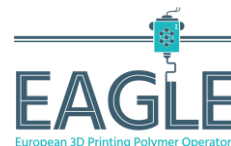




Az Európai Unió  
társfinanszírozásával



Európai 3D nyomtatási polimer-üzemeltetők

Európai 3D nyomtatási polimer-üzemeltetők



# EAGLE

## Polimer AM üzemeltető

Projekt száma: 2021-1-CZ01-KA220-VET-000033007

A projektet az Európai Bizottság támogatásával finanszírozták. Ez a kiadvány kizárólag a szerző nézeteit tükrözi, és a Bizottság nem tehető felelőssé a benne foglalt információk bármilyen felhasználásáért. Erasmus+: 2021-1-CZ01-KA220-VET-000033007



## AZ ADDITÍV GYÁRTÁS POLIMER OPERÁTORI TANTERVE

### Szakmai profil

Az AM polimer operátorok olyan szakemberek, akik rendelkeznek a polimer alapú AM eljárásokat alkalmazó gépek működtetéséhez szükséges speciális ismeretekkel, készségekkel, önállósággal és felelősséggel. Fő feladatai a következők:

- Működtesse a polimer alapú AM gépeket, beleértve a felszerelést és beállítást, az utókezelést és a karbantartást.

Képes lesz:

- Felkészíteni az AM polimer gépet az alkatrész(ek) gyártására - beleértve a rutinszerű karbantartási eljárásokat;
- Az alapanyag kezelésének irányítása (engedélyezés, tárolás, szennyezés, nyomon követhetőség);
- Megoldások kidolgozása a polimer AM gépekkel és eljárásokkal kapcsolatos alapvető és specifikus problémákra;
- Elvégezni a szükséges utókezelési műveleteket.



## Kompetenciaegységek a polimer AM operátor számára

<b>CU-A - Polimer anyagok az AM-ben</b>	<b>6</b>
<b>CU-B - Anyag extrudálási (MEX) eljárás</b>	<b>7</b>
<b>CU-C – Porágyf úziós eljárás (PBF-LB/P)</b>	<b>8</b>
<b>CU-D - Anyagsugaras eljárás (MJT)</b>	<b>9</b>
<b>CU-E – VAT Fotopolimerizációs eljárás</b>	<b>10</b>
<b>CU-F - MEX alkatrészek gyártása</b>	<b>11</b>
<b>CU-G - PBF-LB/P alkatrészek gyártása</b>	<b>13</b>
<b>CU-H - MJT alkatrészek gyártása</b>	<b>15</b>
<b>CU-I - VAT alkatrészek gyártása</b>	<b>17</b>
<b>CU-J - AM polimer alkatrészek minőségbiztosítása</b>	<b>19</b>



## Bevezetés

Ez az iránymutatás az oktatás és képzés minimális követelményeit tartalmazza a tanulási eredmények (ismeretek és készségek) és az ezek elérésére fordítandó ajánlott kontakt (tanítási) órák tekintetében. A vizsgát sikeresen teljesítő hallgatóktól elvárható, hogy képesek legyenek az elért tanulási eredményeket a képesítés diplomaszintjének megfelelő szinten alkalmazni.

A moduláris tanfolyam tartalma a következő struktúrában (áttekintés) található:

KOMPETENCIAEGYSÉGEK	Ajánlott kontaktórák*
CU-A - Polimer anyagok az AM-ben	3,5
CU-B - Anyag extrudálási (MEX) eljárás	3,5
CU-C – Porágy fúziós eljárás (PBF-LB/P)	3,5
CU-D - Anyagsugaras eljárás (MJT)	3,5
CU-E – VAT Fotopolimerizációs eljárás	3,5
CU-F - MEX alkatrészgyártása	7
CU-G - PBF-LB/P alkatrészgyártása	7
CU-H - MJT alkatrészgyártása	7
CU-I - VAT alkatrészgyártása	7
CU-J - AM polimer alkatrészgyártásának minőségbiztosítása	3,5
<b>ÖSSZESEN</b>	<b>45,5</b>

\* Az ajánlott kontaktórák a standard útvonalakhoz ajánlott minimális tanítási órák. Egy kontaktórának legalább 50 perc közvetlen tanítási időt kell tartalmaznia.

\*\* Az elvárt munkateher órákban van kiszámítva, ami megfelel annak az időnek, amelyre a hallgatóknak jellemzően szükségük van ahhoz, hogy a meghatározott tanulási eredmények eléréséhez szükséges összes tanulási tevékenységet elvégezzék a formális tanulási környezetben, plusz az egyéni tanulásra szükséges időt.

Ezen a képesítésen belül kétféle kompetenciaegység létezik:

**Átfogó kompetenciaegység** - Olyan kompetenciaegység, amelynek tanulási eredményei nem kapcsolódnak közvetlenül egy munkakörhöz, mivel az elért ismereteket és készségeket több munkakörben és tevékenységben fogják alkalmazni.

**Funkcionális kompetenciaegység** - Olyan kompetenciaegység, amelynek tanulási eredményei közvetlenül kapcsolódnak legalább egy munkakörhöz, és amelyben az elért ismereteket és készségeket konkrét munkakörökben és kapcsolódó tevékenységekben fogják alkalmazni.

Az elvárt tanulási eredményeket kétféleképpen írják le: általános eredményleírások, amelyek ismeretek, készségek, önállóság és felelősség szerint szerveződnek; és részletesen minden egyes kompetenciaegységre vonatkozóan, a munkakörök és a kapcsolódó tevékenységek, ismeretek és készségek szerint szerveződve, amelyek az EWF rendszerkeret szintjein belül egy adott készség szintnek felelnek meg (lásd az I. függelék).

Az egyes kompetenciaegységek esetében az ismeretek és készségek meghatározott mélységére vonatkozó célkitűzéseket és hatóköröket határoznak meg. Az ajánlott kontaktórák megoszlanak az



elméleti (A), a kijelölt projektek/gyakorlatok (B), a gyakorlati műhelygyakorlatok (C) stb. között, ahogyan az alábbi példa mutatja:

Képesítés: Példa 1	
KAPCSOLATI ÓRÁK	X= (SUM A:C)
Tanárgy Tartalma	A + B + C

### CU-A - Polimer anyagok az AM-ben

CU-A - Polimer anyagok az AM-ben	AJÁNLOTT KONTAKTÓRÁK
<b>TANTÁRGY CÍME</b>	
A polimer anyagok, tulajdonságaik és alkalmazásaik áttekintése	3,5
<b>Összesen</b>	3,5
<b>TERHELÉS</b>	7

Tanulási eredmények – CU-A: Polimer anyagok az AM-ben	
<b>ISMERETEK</b>	Alapvető tényszerű ismeretek: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Polimer anyagok és jellemzők</li> <li>– Polimer anyagok hatása az AM-re</li> <li>– A polimer anyagok lehetőségei és korlátai</li> </ul>
<b>KÉSZSÉGEK</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Polimer anyagok előnyeinek és korlátjainak felsorolása más anyagokkal szemben, beleértve az alkalmazhatóságot is.</li> <li>– Polimer anyagok azonosítása AM felhasználásra a valós alkalmazások követelményei szerint</li> </ul>



### CU-B - Anyag extrudálási (MEX) eljárás

CU-B - Anyag extrudálási (MEX) eljárás	AJÁNLOTT KONTAKTÓRÁK
<b>TANTÁRGY CÍME</b>	
MEX folyamat áttekintése	2,5
A polimer anyagok áttekintése, tulajdonságaik és alkalmazásaik	1
<b>Összesen</b>	<b>3,5</b>
<b>TERHELÉS</b>	<b>7</b>

Tanulási eredmények – CU-B: Anyag extrudálás (MEX) folyamat	
<b>ISMERETEK</b>	Alapvető tényszerű ismeretek: <ul style="list-style-type: none"><li>– Anyag extrudálás (MEX) folyamat és alapelvek</li><li>– Polimer anyagok és jellemzők, valamint ezek hatása a MEX additív gyártásra</li><li>– A polimer MEX anyagok lehetőségei és korlátai</li></ul>
<b>KÉSZSÉGEK</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Felismerni a MEX előnyeit és korlátait más AM polimerekkel szemben, beleértve a folyamat jellemzőinek megfelelő alkalmazhatóságát is.</li><li>– A MEX-berendezések fő alkotóelemeinek azonosítása</li><li>– Polimer anyagok azonosítása MEX alkalmazásokhoz</li></ul>



### CU-C – Porágy fúziós eljárás (PBF-LB/P)

CU-C - Porágy fúziós eljárás (PBF-LB/P)	AJÁNLOTT KONTAKTÓRÁK
<b>TANTÁRGY CÍME</b>	
PBF-LB/P folyamat áttekintése	2,5
A polimer anyagok áttekintése, tulajdonságaik és alkalmazásaik	1
Minőségbiztosítás	1
<b>Összesen</b>	<b>3,5</b>
<b>TERHELÉS</b>	<b>7</b>

#### Tanulási eredmények – CU-C: Porágy fúzió (PBF-LB/P)

<b>ISMERETEK</b>	Alapvető tényszerű ismeretek: <ul style="list-style-type: none"><li>– Porágy fúziós eljárás (PBF-LB/P) és alapelvek</li><li>– Polimer anyagok és jellemzők, valamint ezek hatása a PBF-LB/P additív gyártásra</li><li>– A polimer PBF-LB anyagok lehetőségei és korlátai</li></ul>
<b>KÉSZSÉGEK</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>– A PBF-LB előnyeinek és korlátainak felismerése más AM polimerekkel szemben, beleértve a folyamat jellemzőinek megfelelő alkalmazhatóságát is.</li><li>– A PBF-LB/P berendezés fő alkotóelemeinek azonosítása</li><li>– Polimer anyagok azonosítása PBF-LB alkalmazásokhoz</li></ul>



### CU-D - Anyagsugaras eljárás (MJT)

CU-D - Anyagsugaras eljárás (MJT)	AJÁNLOTT KONTAKTÓRÁK
<b>TANTÁRGY CÍME</b>	
MJT folyamat áttekintése	2,5
A polimer anyagok áttekintése, tulajdonságaik és alkalmazásaik	1
<b>Összesen</b>	<b>3,5</b>
<b>TERHELÉS</b>	<b>7</b>

Tanulmányi eredmények – CU-D: Anyagsugaras eljárás (MJT)	
<b>ISMERETEK</b>	Alapvető tényszerű ismeretek: <ul style="list-style-type: none"><li>– Material Jetting (MJT) folyamat és alapelvek</li><li>– Polimer anyagok és jellemzők, valamint ezek hatása az MJT additív gyártásra</li><li>– A polimer MJT anyagok lehetőségei és korlátai</li></ul>
<b>KÉSZSÉGEK</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>– MJT előnyeinek és korlátainak a felismerése más AM polimerekkel szemben, beleértve az alkalmazhatóságát a folyamat jellemzőinek megfelelően.</li><li>– Az MJTberendezések fő alkotóelemeinek azonosítása</li><li>– Polimer anyagok azonosítása MJT alkalmazásokhoz</li></ul>





### CU-E -VAT Fotopolimerizációs eljárás

CU-E – VAT Fotopolimerizációs eljárás	AJÁNLOTT KONTAKTÓRÁK
<b>TANTÁRGY CÍME</b>	
Vat folyamat áttekintése	2,5
A polimer anyagok áttekintése, tulajdonságaik és alkalmazásuk az áfa-folyamat összefüggésében	1
<b>Összesen</b>	<b>3,5</b>
<b>TERHELÉS</b>	<b>7</b>

Tanulási eredmények – CU-E: VAT Fotopolimerizációs eljárás	
<b>ISMERETEK</b>	<p>Alapvető tényszerű ismeretek:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Vat fotopolimerizációs (Vat) eljárás és alapelvek</li><li>- Polimer anyagok és jellemzők, valamint ezek hatása a Vat additív gyártásra</li><li>- A polimer vattában lévő anyagok lehetőségei és korlátai</li><li>- A VAT eljáráshoz szükséges lépések</li></ul>
<b>KÉSZSÉGEK</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Vat előnyeinek és korlátainak a felismerése más AM polimerekkel szemben, beleértve a folyamat jellemzőinek megfelelő alkalmazhatóságát is.</li><li>- A Vat berendezések fő alkotóelemeinek azonosítása</li><li>- Polimer anyagok azonosítása a VAT alkalmazásokhoz</li></ul>



### CU-F - MEX alkatrészek gyártása

CU-F - MEX alkatrészek gyártása	AJÁNLOTT KONTAKTÓRÁK
<b>TANTÁRGY CÍME</b>	
MEX Berendezések és alkatrészei	1,5
A MEX eljárásban felhasznált alapanyag	1
A fájlok és a munkadokumentáció típusa	1
A MEX utókezelési műveletei	1
A MEX gépek karbantartási eljárásai	1,5
Egészségügyi, biztonsági és környezetvédelmi eljárások	1
<b>Összesen</b>	<b>7</b>
<b>TERHELÉS</b>	<b>14</b>

CU	EQF/ EWF SZINT	MUNKAKÖR	A MUNKAKÖRHÖZ SZÜKSÉGES TEVÉKENYSÉGEK	KONTAKTÓRÁK	TERHELÉS
MEX alkatrészek gyártása	4 Független	MEX alkatrészek gyártása	A gép felszerelése és beállítása Utókezelési műveletek elvégzése A MEX rendszer karbantartása és tisztítása	7	14

Tanulási eredmények – CU-F: MEX alkatrészek gyártása	
<b>ISMERETEK</b>	<p>Alapvető tényszerű ismeretek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– MEX Berendezések és alkatrészei</li> <li>– A MEX eljárásban felhasznált alapanyag</li> <li>– A fájlok és a munkadokumentáció típusa</li> <li>– A MEX utókezelési műveletei</li> <li>– A MEX gépek karbantartási eljárásai</li> <li>– Egészségügyi, biztonsági és környezetvédelmi eljárások a MEX folyamathoz</li> </ul>
<b>KÉSZSÉGEK</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– A MEX rendszer előkészítése az összes szükséges műveleti lépést követve</li> <li>– Alkatrészek eltávolítás az építőlemezről</li> <li>– Tartók (ha szükséges) eltávolítása az alkatrésztől és az alkatrészek utólagosan feldolgozása</li> <li>– Az egészségügyi, biztonsági és környezetvédelmi eljárások betartása</li> <li>– A MEX rendszer karbantartása</li> </ul>



### CU-G - PBF-LB/P alkatrészek gyártása

CU-G - PBF-LB/P alkatrészek gyártása	AJÁNLOTT KONTAKTÓRÁK
<b>TANTÁRGY CÍME</b>	
PBF-LB/P rendszer - Hardver	1
PBF-LB/P gép beállítási követelményei	1
Fogyóanyagok, alapanyagok és szubsztrát	1
A fájlok és a munkadokumentáció típusa	1
Por- és alkatrésztávoltási eljárások	1
Utókezelés	1
Egészségügyi, biztonsági és környezetvédelmi eljárások	1
<b>Összesen</b>	<b>7</b>
<b>TERHELÉS</b>	<b>14</b>

CU	EQF/ EWF SZINT	MUNKAKÖR	A MUNKAKÖRHÖZ SZÜKSÉGES TEVÉKENYSÉGEK	KONTAKTÓRÁK	TERHELÉS
PBF-LB/P alkatrészek gyártása	4 Független	PBF-LB/P alkatrészek gyártása	A gép felszerelése és beállítása Utókezelési műveletek elvégzése A PBF-LB/P rendszer karbantartása és tisztítása	7	14

Tanulási eredmények – CU-G: PBF-LB/P alkatrészek gyártása	
<b>ISMERETEK</b>	<p>Alapvető tényszerű ismeretek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– PBF-LB/P Berendezés és alkatrészei</li> <li>– A PBF-LB/P eljáráshoz használt alapanyag</li> <li>– Az akták és a munkadokumentáció típusa</li> <li>– PBF-LB/P utókezelési műveletek</li> <li>– A PBF gépek karbantartási eljárásai</li> <li>– HSE a PBF-LB/P eljáráshoz</li> </ul>
<b>KÉSZSÉGEK</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– A PBF-LB/P rendszer nyomtatási készenlétének megerősítése (a gép jelzése szerint)</li> <li>– Építő kamra kivétele, és átvitele az utókezelő állomásra.</li> <li>– Alkatrész kivétele az építési kamrából (az utókezelő állomáson).</li> <li>– Kiporszívózása a felesleges pornak az alkatrészekből és a feldolgozást követő állomásról</li> <li>– A visszanyert és az új por tárolása és keverése a keverési arány megfelelő kiválasztásával</li> <li>– Portartály helyezése a beépített keverőre</li> <li>– Utókezelési műveletek elvégzése (médiáfúvó, homokfúvó ...)</li> <li>– Karbantartási eljárások elvégzése (pl.: építési platform; optikai ablakok; x-tengelyes ólomcsavar; IR-érzékelő; újrafestő, szűrők és kipufogócső tisztítása).</li> </ul>



### CU-H - MJT alkatrészek gyártása

CU-H - MJT alkatrészek gyártása	AJÁNLOTT KONTAKTÓRÁK
<b>TANTÁRGY CÍME</b>	
MJT berendezések	1,5
Fogyóanyagok, alapanyagok és szubsztrát	1,5
A fájlok és a munkadokumentáció típusa	1
Utókezelési műveletek	1
Karbantartási eljárások	1
Egészségügyi, biztonsági és környezetvédelmi eljárások	1
<b>Összesen</b>	<b>7</b>
<b>TERHELÉS</b>	<b>14</b>

CU	EQF/ EWF SZINT	MUNKAKÖR	A MUNKAKÖRHÖZ SZÜKSÉGES TEVÉKENYSÉGEK	KONTAKTÓRÁK	TERHELÉS
MJT alkatrészek gyártása	4 Független	MJT alkatrészek gyártása	A gép felszerelése és beállítása Utófeldolgozási műveletek elvégzése Az MJT rendszer karbantartása és tisztítása	7	14

Tanulási eredmények – CU-H: MJT alkatrészek gyártása	
<b>ISMERETEK</b>	<p>Alapvető tényyszerű ismeretek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– MJT berendezések és alkatrészei</li> <li>– Az MJ-eljárásban felhasznált alapanyag</li> <li>– A fájlok és a munkadokumentáció típusa</li> <li>– Az MJT utókezelési műveletei</li> <li>– Az MJT gépek karbantartási eljárásai</li> <li>– HSE az MJT folyamathoz</li> </ul>
<b>KÉSZSÉGEK</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Az MJT rendszer nyomtatási készenlétének megerősítése (a gép jelzése szerint)</li> <li>– Építő kamra kivétele, és átvitele az utókezelő állomásra.</li> <li>– Alkatrész kivétele az építési kamrából (az utókezelő állomáson).</li> <li>– Kiporszívózása a felesleges pornak az alkatrészekből és a feldolgozást követő állomásról</li> <li>– A visszanyert és az új por tárolása és keverése a keverési arány megfelelő kiválasztásával</li> <li>– Utókezelési műveletek elvégzése (médiáfúvó, homokfúvó ...)</li> <li>– Karbantartási eljárások elvégzése (pl: A nyomtatófej cseréje és beállítása; A tiszta fej tisztítóhenger cseréje; A tárolótartály újratöltése; A szita kiürítése; Anyagkazetta cseréje; A forrasztólámpa lekaparása A fűtlámpa cseréje; A külső tartály cseréje ; A vákuumszivattyú szűrőjének cseréje).</li> </ul>



### CU-I – VAT alkatrészek gyártása

CU-I- VAT alkatrészek gyártása	AJÁNLOTT KONTAKTÓRÁK
<b>TANTÁRGY CÍME</b>	
Vat berendezések és alkatrészei	1,5
A Vat eljárásban felhasznált anyagok	1,5
A fájlok és a munkadokumentáció típusa	1
Vat utókezelési műveletek	1
Vat gépek karbantartási eljárásai	1
Egészségügyi, biztonsági és környezetvédelmi eljárások	1
<b>Összesen</b>	<b>7</b>
<b>TERHELÉS</b>	<b>14</b>

CU	EQF/ EWF SZINT	MUNKAKÖR	MUNKAKÖRHÖZ SZÜKSÉGES TEVÉKENYSÉGEK	KONTAKTÓRÁK	TERHELÉS
Vat alkatrészek gyártása	4 Független	Vat alkatrészek gyártása	A gép felszerelése és beállítása Utókezelési műveletek elvégzése A tartályrendszer karbantartása és tisztítása	7	14

Tanulási eredmények – CU-I: VAT alkatrészek gyártása	
<b>ISMERETEK</b>	<p>Alapvető tényszerű ismeretek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Vat berendezések és alkatrészei</li> <li>– A Vat eljárásban felhasznált anyagok</li> <li>– A fájlok és a munkadokumentáció típusa</li> <li>– Vat utókezelési műveletek</li> <li>– Vat gépek karbantartási eljárásai</li> <li>– HSE a Vat folyamathoz</li> </ul>
<b>KÉSZSÉGEK</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– A tartályrendszer előkészítése</li> <li>– Építőlemez kivétele a gépből</li> <li>– Alkatrészek eltávolítása az építőlemezzel</li> <li>– Alkatrészek merítése IPA-ba (izopropil-alkohol)</li> <li>– Az alkatrészek kikeményítése (UV-fénnyel)</li> <li>– A tartók eltávolítása az alkatrésztől és az alkatrészek utófeldolgozása</li> <li>– A felesleges gyanta eltávolítása a tartályból, és előkészítése a következő felhasználásra.</li> <li>– A tartály fóliájának ellenőrzése, hogy a hátsó oldalra nem került-e gyanta.</li> <li>– A felesleges gyanta eltávolítása a gyantatartályból / tartályból (használjon tölcsejt és latexfesték szűrőt).</li> <li>– Maradék gyanta eltávolítása egy spatulával.</li> <li>– Tartály megtisztítása alkohollal és "törülközővel".</li> <li>– Tartály bekenése a kenőanyaggal (hogy a következő alkatrészek nyomtatásakor ne ragadjon le a gyanta).</li> <li>– Az egészségügyi, biztonsági és környezetvédelmi eljárások betartása.</li> </ul>



### CU-J - AM polimer alkatrészek minőségbiztosítása

CU-J - AM polimer alkatrészek minőségbiztosítása	AJÁNLOTT KONTAKTÓRÁK
<b>TANTÁRGY CÍME</b>	
Minőségbiztosítás a MEX folyamatokban	0,5
Minőségbiztosítás a PBF-LB/P folyamatokban	0,5
Minőségbiztosítás az MJT folyamatokban	0,5
Minőségbiztosítás a VAT folyamatokban	0,5
QA eljárások	1,5
<b>Összesen</b>	<b>3,5</b>
<b>TERHELÉS</b>	<b>7</b>

Tanulási eredmények – CU-J: AM polimer alkatrészek minőségbiztosítása	
<b>ISMERETEK</b>	Alapvető tényszerű ismeretek: <ul style="list-style-type: none"><li>– Minőségbiztosítás</li><li>– QA eljárások</li></ul>
<b>KÉSZSÉGEK</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>– A MEX folyamatok minőségbiztosítási elveinek meghatározása</li><li>– A PBF-LB/P folyamatok minőségbiztosítási elveinek meghatározása</li><li>– Az MJT folyamatok minőségbiztosítási elveinek azonosítása</li><li>– A Vat folyamatok minőségbiztosítási elveinek azonosítása</li><li>– QA ellenőrzés elvégzése</li></ul>