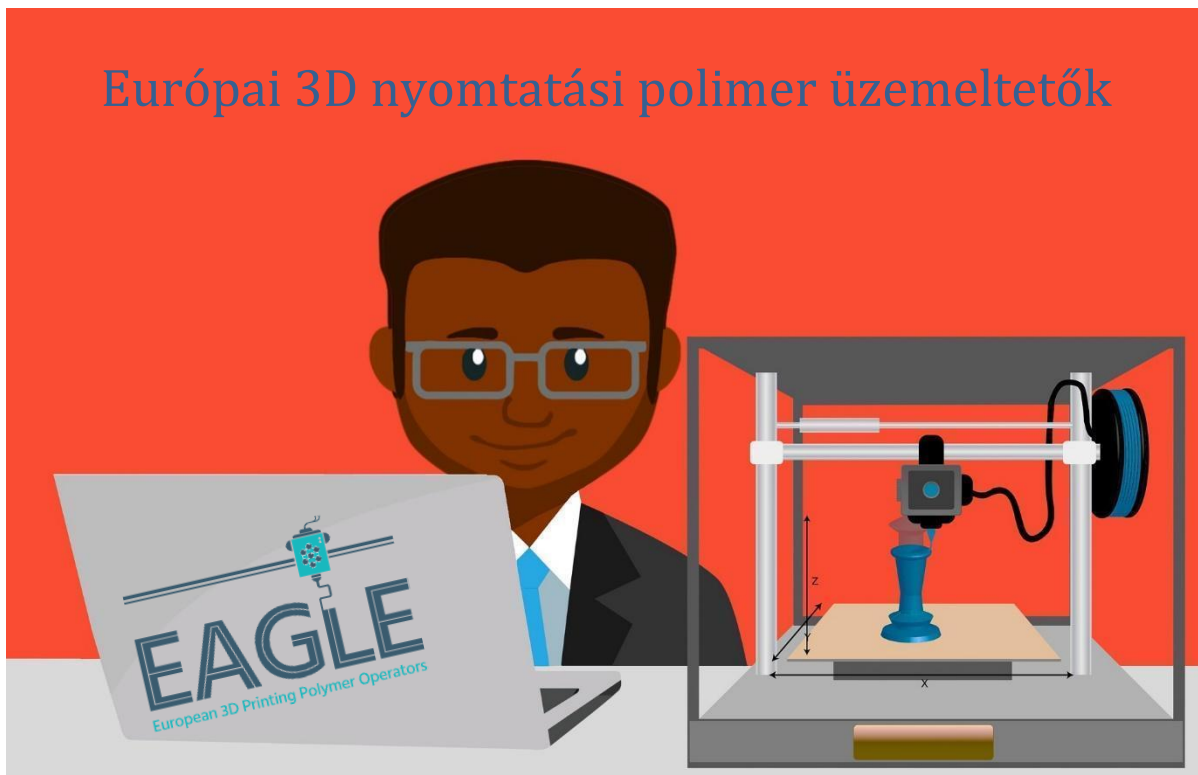
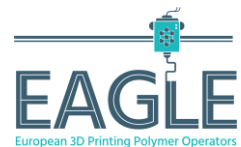




Az Európai Unió
társfinanszírozásával



EAGLE

Irányelv az oktatók képzéséhez



1. Alkalmazási terület Pedagógiai

Ez a projekt az Európai Unió hozzájárulásával, az ERASMUS+ program keretében valósult meg. Az EAGLE projekt célja egy tanulási platform létrehozása az additív gyártás gépkezelői számára, az összes szükséges tananyaggal, vizsgákkal, minősítési rendszerrel és az oktatók számára készült útmutatóval. Ez a dokumentum összefoglalja az ötleteket, elveket és iránymutatásokat az oktatók számára, hogy segítse őket a képzés megtervezésétől a tanulók vizsgáztatásáig.

2. Pedagógiai készségek és eszközök

2.1. Személyes eszközök

2.1.1. A tanulás feltételeinek megteremtése

Ahhoz, hogy a képzés zökkenőmentesen menjen, a trénernek gondoskodnia kell a megfelelő feltételekről.

Ezek a feltételek a következők:

- Megfelelő helyszín a oktatáshoz
- Internetkapcsolat
- Laptopok és 3D nyomtatók használatának lehetősége
- Biztonsági felszerelés: védőszemüveg, kesztyű, SLA nyomtatáshoz maszk a 3D nyomtatás során keletkező gázok belélegzésének elkerülése érdekében. Mivel ez a 3D nyomtatási oktatás iskolákban kerül megrendezésre, a fokozott biztonsági intézkedések elengedhetetlenek.

2.1.2. Mit kell tennie az oktatónak

Az oktatónak fel kell kutatnia a különböző 3D nyomtatási technológiákat és a rendelkezésre álló anyagokat, beleértve az egyes típusok előnyeit és hátrányait. Legyen tisztában a különböző 3D nyomtatók beállításával és működésével. Válassza ki és szerezze be a 3D nyomtatással kapcsolatos szoftvereket, eszközöket és forrásokat. Készítsen biztonsági irányelveket és protokollokat a tanulók számára.

Készítsen egy listát a 3D nyomtatással kapcsolatos projektekről és tevékenységekről, amelyeket a diákok elvégezhetnek. Készítse elő az osztály számára



az anyagokat, például a 3D nyomtató filamenteket, modelleket és egyéb kellékeket. Legyen tisztában a 3D nyomtatási iparági trendekkel és hírekkel.

Az oktatónak rendelkeznie kell azzal a képességgel, hogy tudjon modellezni és szkennelni tárgyakat valamint, hogy 3D nyomtatható fájlokat hozzon létre.

A képzés kezdetén a trénernek meg kell kérdeznie a képzésben résztvevőket, hogy milyen háttérrel, végzettséggel, kompetenciákkal és képességekkel rendelkeznek. Így a tréner könnyen felmérheti, hogy a hallgatók hol tartanak tudásuk tekintetében, melyek az erősségeik, és melyek azok a gyengeségeik, amelyeken még dolgozni kell.

Az egyik legegyszerűbb módja a tanuló megismerésének, ha mindegyikük néhány mondatban bemutatkozik. Így a hallgatók is megismerik egymást.

A tanfolyam elején az oktatónak tisztázni kell a hallgatókkal, hogy mire számíthatnak a tanfolyamok során, és mit fognak tanulni. A 3D nyomtatás oktatása során a legfontosabb a biztonság.

Az oktatónak tudnia kell, hogy a 3D nyomtatási folyamat számos potenciális biztonsági problémát vet fel, például a veszélyes gázok, a hő- vagy tűzveszély, valamint a felhasználó általános biztonsága szempontjából.

A 3D nyomtatók használatakor fontos, hogy tisztában legyen a folyamathoz kapcsolódó lehetséges veszélyekkel. Az elsődleges aggodalom a nyomtatási folyamat során használt felmelegített műanyagból vagy fémből kiáramló veszélyes gázok lehetősége. Ezeknek a belélegzése a szem, az orr és a torok irritációját, valamint potenciálisan súlyosabb egészségügyi kockázatokat is okozhat. A veszélyes gázok kockázatának minimalizálása érdekében fontos, hogy a munkaterület jól szellőztetett legyen, és a 3D nyomtató működtetésekor légzőkészüléket vagy más biztonsági felszerelést, például maszkot, szemüveget és kesztyűt használjon. A 3D nyomtatással kapcsolatos másik potenciális biztonsági probléma a tűz vagy más hővel kapcsolatos balesetek kockázata. Ez különösen akkor igaz, ha olyan anyagokat használunk, mint például az ABS műanyag, amely rendkívül gyúlékony.



2.2. Szoftver

Ezek a programok képezik a valódi 3D modell nyomtatásának alapját. Az oktatóknak kétféle programtípust kell tudnia kezelni: szeletelő és tervező/modellező programokat.

Számos 3D modellező szoftver áll rendelkezésre, többek között az Autodesk Fusion 360, a Blender, a TinkerCAD, a FreeCAD, a SketchUp és a Meshmixer. Mindegyik szoftvertípus más-más funkciókkal és képességekkel rendelkezik, ezért fontos, hogy a tanárok megértsék a köztük lévő különbségeket, és kiválasszák a diákjaik igényeinek legmegfelelőbbet.

Az Autodesk Fusion 360 egy felhőalapú 3D modellező és tervező szoftver, amelyet az Autodesk, a számítógéppel segített tervezés (CAD) és a számítógéppel segített gyártás (CAM) területén vezető szoftvercég fejlesztett ki.

Az Autodesk Fusion 360 egy felhőalapú 3D modellező és tervező szoftver, amelyet az Autodesk, a számítógéppel segített tervezés (CAD) és a számítógéppel segített gyártás (CAM) területén vezető szoftvercég fejlesztett ki. A Blender egy ingyenes és nyílt forráskódú 3D alkotócsomag, amely a 3D modellezéshez, animációhoz, rendereléshez, videószerkesztéshez és sok másához szükséges eszközök széles skáláját foglalja magában. A Tinkercad az Autodesk által kifejlesztett webalapú 3D modellező szoftver. A Tinkercad ingyenes szoftver, így bárki számára elérhető, aki rendelkezik internetkapcsolattal. A FreeCAD egy ingyenes és nyílt forráskódú parametrikus 3D modellező szoftver, amelyet gépészet, terméktervezés és építészet számára fejlesztettek ki. A SketchUp a Trimble Inc. által kifejlesztett 3D modellező szoftver. Felhasználóbarát felületéről és intuitív eszközeiről ismert, amelyek a felhasználók széles köre, köztük építészek, belsőépítészek és hobbisták számára is elérhetővé teszik. A Meshmixer az Autodesk által kifejlesztett ingyenes, önálló 3D modellező szoftver. A program a hálószerkesztésre és -manipulációra specializálódott, és hatékony eszközöket biztosít a 3D hálómodellek módosításához, javításához és optimalizálásához.

Az oktatóknak tisztában kell lenniük az egyes szoftvertípusok által támogatott különböző 3D nyomtatási fájlformátumokkal is, például STL, OBJ, AMF és 3MF. Ismerniük kell továbbá a 3D nyomtatással kapcsolatos modellezés különböző lépéseit, például a 3D modell megtervezését, a 3D nyomtatható fájl létrehozását és a 3D nyomtatónak való elküldését.



- Szeletelő szoftver
 - A szeletelőprogramok segítségével az oktató megnézheti, hogyan néz ki egy STL, egy OBJ vagy egy STP fájl. Ezekben beállíthatja a nyomtatási sebesség, fűtés stb. paramétereit, és itt jön létre a g-kód fájl. Ez az a fájlformátum, amit a 3D nyomtató értelmezni tud.
 - Itt az oktátónak tudnia kell, hogy az alapvető fájlformátumok hogyan írják le a bennük lévő 3D modellt. (STL, OBJ)
 - Fontos továbbá, hogy megfelelő ismeretekkel rendelkezzen a különböző anyagok nyomtatási beállításaihoz, miközben minden anyagot más-más hőmérsékleten és sebességgel kell nyomtatni a megfelelő végtermékhez.
 - Szeletelőprogramok: Ultimaker Cura, PrusaSlicer, Simlify3D
- Modellező szoftverek
 - Az oktátónak jártasnak kell lennie a tervezőprogramok használatában, míg a 3D nyomtatható modelleket csak modellező programokban lehet létrehozni. A 3D nyomtatott modell elkészítésének első lépése egy jól nyomtatható modell elkészítése modellező szoftverben.
 - Fontos, hogy olyan programokat mutassunk be és oktassunk a hallgatónak, amelyeket az oktató használ és tökéletesen kezel, mert ezek a programok összetettek és különböző működési struktúrákkal rendelkeznek, így a hallgatók könnyen segítséget kaphatnak tőle.
 - Modellező szoftverek: Autodesk Inventor, Solidworks 3D CAD, Blender, Cinema 4D, ZBrush, Autodesk 3Ds Max, SketchupFree.

A tanításhoz használandó szoftver kiválasztása előtt az oktátónak meg kell győződnie arról, hogy a tanulók valóban hozzáférnek-e a kiválasztott szoftverhez. Sok oktatási intézmény rendel licencet a különböző gyártók szoftvereire, de ha az oktátónak olyan intézményben kell tanítania, ahol például nem adnak licencet, akkor ingyenes, szabadon hozzáférhető szoftvert kell választani. Ezért célszerű, hogy minden oktató felhasználói szintű ismeretekkel rendelkezzen mind a professzionális, mind a szabad szoftverek terén, hogy oktatást tudjon tartani.

2.3. Hardware

A tanuló könnyebben tanulhat, ha az oktató megfelelő hardverrel rendelkezik a folyamatok bemutatásához és illusztrálásához. Így a tanfolyam érdekesebb lesz, mint a hagyományos oktatási módszerrel. Ezek az eszközök a laptopok vagy számítógépek, gyors internetkapcsolat, modellező szoftverek vagy tervezői alkalmazások, 3D szkennerek és a legfontosabb a 3D nyomtatók.

- Milyen hardverrel kell rendelkeznie az oktátónak:
 - egy nagy teljesítményű számítógép
 - 3D nyomtató(k), 3D szkennerek.



- internetkapcsolat

Az asztali FDM vagy SLA 3D nyomtatók a 3D nyomtatók legelterjedtebb típusai, amelyeket 3D tárgyak digitális fájlkból történő előállítására használnak. A tanfolyamhoz nem feltétlenül kell minden diáknak saját 3D nyomtató, mert az drága lenne, akár kis csoportokban is dolgozhatnak egy közös 3D nyomtatóval.

A 3D szkennereket 3D objektumok rögzítésére és digitális modellek létrehozására használják. Professzionális 3D szkener nélkül a gyakornokok csak a kevésbé bonyolult alkatrészeket és tárgyakat tudják modellezni. De ha van egy, akkor nagyjából bármiből nyomtatható 3D modellt tudnak készíteni. Manapság már sokféle szkener áll rendelkezésre. Vannak például színes szkennerek, így ha van egy 3D nyomtatónk, amely sok színt tud kezelni, akkor olyan dolgokat nyomtathatunk, ahogyan azok a valóságban kinéznek. A mai világban már az okostelefonunkkal is szkennelhetünk. Már rengeteg alkalmazás létezik, a legújabb telefonok pedig LiDAR-ral rendelkeznek a pontosabb szkenneléshez.

Mindezek a hardvereszközök alkalmasak arra, hogy a diákokat megtanítsák a 3D tervezésre, a mérnöki munkára és a gyártásra.

2.4. A képzéshez vezető utak

A tanulási kurzusok az oktatási és képzési tantervekkel együtt határozzák meg a kompetenciaegységeket (CU), amelyeket tantermi vagy laboratóriumi környezetben kell tanítani, így biztosítva a tanulókkal való közvetlen, folyamatos interakciót. Míg a tananyag egyes tartalmait meg lehet ismételni a vegyes tanulás vagy más tanulási módszerek keretében, a fent említett jellemzők közül néhányat nem lehet. Ezek az előnyök csak az egyes szakértőkkel való találkozás révén érhetők el. Ezért a képezések megszerzéséhez különböző útvonalakat dolgoztak ki: a hagyományos útvonalat (/hagyományos út), azaz a személyes képzést vagy a kevert tanulási útvonalat, amely egy online platform, például a Google Meet, a Microsoft Teams vagy a Zoom használatával történik. A két oktatási útvonal közül a közvetlen oktatás (az iskolában) előnyösebb, hogy sokkal interaktívabb órát kapjunk, így a képzendő személyek jobban tudnak fejlődni. Másrészt az online tanfolyamok kevesebb infrastruktúrát igényelnek, különböző régiókból érkező diákok számára is bemutatathatók, és könnyebben megszervezhetőek.

- Standard útvonal (vagy osztályterem / hagyományos)
- Vegyes tanulási útvonal

Az online és a hagyományos oktatási módszerek egyaránt hatékonyak lehetnek a 3D nyomtatási képzésben, a tanulók konkrét céljaitól és igényeitől függően.



Az online 3D nyomtatási képzés kényelmes lehet azon tanulók számára, akik nem férnek hozzá a személyes képzéshez, vagy akik inkább a saját tempójukban szeretnének tanulni. Az online képzés költséghatékonyabb is lehet, mivel nem merülnek fel a fizikai helyszínhez kapcsolódó utazási vagy bérleti költségek.

Az online platform a legjobb forma a 3D nyomtatás elméleti részeinek oktatására, mivel személyre szabottabb megközelítést tesz lehetővé a tanuláshoz. Az online platformokon keresztül a tanulók a saját tempójukban férhetnek hozzá az információkhoz, és annyiszor mehetnek vissza és tekinthetik át a leckéket, ahányszor csak szükségük van rá. Ez interaktívabb élményt is lehetővé tesz, mivel a tanulók kapcsolatba léphetnek a 3D nyomtatás szakértőivel, és kérdéseket tehetnek fel, illetve ötleteket oszthatnak meg egymással. Végül pedig az online platformok a 3D nyomtatás tanulását is elérhetőbbé teszik, mivel a tanulók a világ minden tájáról hozzáférhetnek a legjobb forrásokhoz.

Az online oktatás jobb módja a 3D nyomtatás oktatásának, mint a hagyományos forma, mivel nagyobb rugalmasságot és kényelmet kínál. Az online tanfolyamok lehetővé teszik a hallgatók számára, hogy saját tempójukban és saját idejükben tanuljanak, ami azt jelenti, hogy tanulmányaikat egyéb elfoglaltságaik köré tudják illeszteni. Emellett nem kell időt és pénzt pazarolniuk az órákra való utazásra és az onnan való hazautazásra. Ráadásul az online tanfolyamokon a források és tananyagok széles skálájához férhetnek hozzá, például videós oktatóanyagokhoz, interaktív szimulációkhoz és esettanulmányokhoz, amelyek rendkívül hasznosak lehetnek az olyan összetett témák elsajátításakor, mint a 3D nyomtatás.

A hagyományos, személyes képzés ezzel szemben gyakorlati tapasztalatot nyújthat a 3D nyomtatókkal és más berendezésekkel, valamint azonnali visszajelzést az oktatóktól. A személyes képzések lehetőséget kínálnak a többi tanulóval és az iparági szakemberekkel való együttműködésre és kapcsolatépítésre is. Az online oktatási forma másik hátránya, hogy a rugalmasság miatt különösen a fiatalabb diákok figyelmük könnyebben elkalandozik, a tanuláshoz szükséges időt nem megfelelően osztják be, és gyakran elkalandoznak, miközben a számítógép előtt ülnek az interneten. Ezért fontos, hogy az oktató az online oktatási forma választása esetén is rendszeres és lehetőleg szoros kapcsolatot tartson fenn a tanulókkal a tanfolyam során.

Végső soron a 3D nyomtatással kapcsolatos legjobb képzési lehetőség a tanuló egyéni igényeitől és preferenciáitól, valamint a környéken rendelkezésre álló erőforrások és oktatók elérhetőségétől függ. Egyes tanulók számára az online és a hagyományos oktatási módszerek kombinációja is életképes megoldás lehet.



3. Előadások

3.1. Online előadások

3.1.1. Előre elkészített videók

A különböző 3D nyomtatási technológiákról készült előre elkészített videók értékes oktatási források lehetnek. Többféle módon segíthetik a tanítást. Először is rugalmas és hozzáférhető. Az előre elkészített videók rugalmasságot biztosítanak a tekintetben, hogy a diákok mikor és hol férhetnek hozzá a tartalomhoz. A tanulók a saját tempójukban nézhetik meg a videókat, és szükség szerint átnézhetik azokat. A videókat különböző eszközökről is elérhetik, ami személyre szabott tanulási élményt tesz lehetővé. Másodszor a vizuális szemléltetés. A videók lehetővé teszik a 3D nyomtatási folyamat vizuális bemutatását, lépésről lépésre bemutatva az utasításokat, beállításokat és technikákat. A vizuális demonstrációk fokozhatják a megértést, és a tanulók számára könnyebben hozzáférhetővé tehetik az összetett fogalmakat.

Az előre elkészített videók létrehozásával a tanár biztosíthatja a tartalom átadásának következetességét. Minden egyes videót gondosan megtervezhet, rögzíthet és szerkeszthet, hogy a minőség magas színvonalon maradjon. Ez segít abban, hogy minden diák számára egységes tanulási élményt biztosítson. Az előre elkészített videók kiegészítő anyagként szolgálhatnak más oktatási források kiegészítésére. Használhatók az élő foglalkozásokon, tankönyvekben vagy más oktatási anyagokban tanított fogalmak megerősítésére. A diákok a videókra hivatkozva tisztázhatják a megértésüket és megerősíthetik a tanultakat.

A videók lehetőséget biztosítanak az önálló tempójú tanulásra. A tanulók szükség szerint szüneteltethetik, visszatekerhetik vagy újra megnézhetik a videók egyes részeit. Ez lehetővé teszi számukra, hogy a saját tempójukban tanuljanak, és több időt töltsenek a kihívást jelentő témákkal vagy fogalmakkal.

A videók vizuálisan lekötik a tanulók figyelmét. A vizuális elemek, az animációk és a valós életről vett szemléltetések vonzóbbá és emlékezetesebbé tehetik a tanulási élményt.

Ezek a videók gyakorlatias technikákat mutathatnak be, mivel a 3D nyomtatás sok gyakorlati készséget és technikát foglal magában. Az előre elkészített videók olyan feladatok gyakorlati bemutatására alkalmasak, mint a 3D nyomtató beállítása, kalibrálása, a gyakori problémák elhárítása vagy a nyomtatási beállítások optimalizálása. A diákok vizuálisan figyelhetik meg és tanulhatják meg a technikákat, ami növeli a megértésüket és a tudás gyakorlati alkalmazásának képességét.



Ezek az előre elkészített oktatóvideók feltölthetők különböző platformokra, például a youtube-ra egy privát oldalra. Így ezeket a videókat csak olyan személyek tekinthetik meg, akiknek erre joguk van. A platform kiválasztásakor vegye figyelembe az olyan tényezőket, mint a hozzáférhetőség, az adatvédelmi beállítások, a tárolási korlátozások, a könnyű használat, valamint az esetleges intézményi vagy szervezeti irányelvek vagy korlátozások. Győződjön meg arról, hogy a tanár által választott platform megfelel a sajátos igényeinek és a videók célközönségének.

Mire kell figyelnie a tanárnak egy ilyen videó szerkesztésekor, háttérénel és vágásánál?

- **Háttér:** olyan háttérrel válasszon, amely releváns a tartalom szempontjából és megfelel az oktatási kontextusnak. Ideális a tiszta, rendtelenségtől mentes környezet, minimális zavaró tényezővel. Fontolja meg semleges háttér vagy olyan professzionálisnak tűnő környezet használatát, amely fokozza a témára való összpontosítást. A háttér legyen vizuálisan vonzó, de ne legyen nyomasztó, hogy a hangsúly az előadóra vagy a tárgyalt témára összpontosuljon.
- **Vágás:** Távolítsa el a felesleges tartalmat, és használjon sima átmeneteket, valamint figyeljen a hangminőségre. Vegye figyelembe a videó tempóját és időzítését. Biztosítsa, hogy a tartalom természetesen folyjon, és megfelelő sebességgel kerüljön bemutatásra. Kerülje az információk elsietését vagy a túl lassú beszédet.
- **Hang:** Javasoljuk, hogy a hangfelvételhez használjon mikrofonokat. A kamerák már rendelkeznek beépített mikrofonnal, de a hangminőségük nem feltétlenül a legjobb, különösen akkor, ha a kamera az oktatótól több méterre, az állványon van rögzítve. Ha képeket és videókat vágunk az oktatási anyagba, a hangos narráció hangminősége is fontos, azaz elég hangosnak kell lennie, és nem tartalmazhat zavaró zajokat (pl. sziszegés).
- **Vízjelzés:** Vízjelet is ajánlott elhelyezni az elkészült videóanyagon. A vízjelet olyan helyen helyezze el, amely nem vonja el a figyelmet, nem zavarja az esetlegesen bemutatott anyagokat (képek, diák, kellékek), de mégis megakadályozza a videóanyag jogosulatlan felhasználását.
- **Rendszeres felülvizsgálat:** mielőtt évről évre ugyanazt a linket küldi el a diákoknak, győződjön meg arról, hogy a videóban szereplő információk még mindig naprakészek. Az oktató feladata, hogy kivágja az elavult részeket, és új információkkal helyettesítse azokat, így biztosítva, hogy a hallgatók valóban a legkorszerűbb ismeretekkel rendelkezzenek.

3.1.2. Online élő órák

Az élő online képzés kulcsfontosságú tényezője az oktató internetkapcsolatának minősége. A megfelelő sávszélesség és stabilitás biztosítása érdekében Wi-Fi helyett



kábeles internetkapcsolat használata ajánlott. Fontos továbbá egy jó webkamera és mikrofon beszerzése a megfelelő hang- és képminőség érdekében. Érdeemes headsetet használni az oktatónak, mert az archoz közel elhelyezett mikrofon jobban kiszűri a környezeti zajokat, mint a laptop beépített mikrofonja, és a fülhallgató segítségével az oktató is jobban hallja a feltett kérdéseket. Válasszon olyan helyet az oktatáshoz, ahol csendben és nyugodtan lehet (akár otthon, akár az irodában). Mielőtt bekapcsolja a webkamerát, győződjön meg róla, hogy beállította a virtuális hátteret, és hogy csak olyan dolgok vannak a kamera látómezejében, amelyeket valóban meg akar mutatni a hallgatónak (ha például kellékeket akar mutatni a kamerában, akkor a virtuális háttér szűrése miatt azok nem biztos, hogy megfelelően megjelennek, így ha az oktató amúgy sem szeretné, akkor is ki kell kapcsolni).

A technikai feltételek biztosítása után következik a megfelelő platform kiválasztása: Válassza ki a tanítási igényeinek megfelelő online platformot, videokonferencia-eszközöket, mint például a Zoom vagy a Google Meet, a Microsoft Teams vagy a Go to Meeting. Ezeket az online platformokat rendszeresen használják az iskolákban. E platformok közül a legmegfelelőbb kiválasztása a tanár sajátos igényeitől és preferenciáitól, valamint a szoftverek régióban való elérhetőségétől és a licencektől függ.

Zoom: A Zoom egy széles körben népszerű videokonferencia-eszköz, amely egyszerű használatáról és robusztus funkcióiról ismert. Olyan funkciókat kínál, mint a képernyőmegosztás, a csoportos tevékenységekhez kialakított szüneti szobák, az ülések rögzítése és az interaktív táblák. A Zoom más eszközökkel és platformokkal is jól integrálható, és gyakran használják online oktatásra és távoli együttműködésre. E funkciók némelyike azonban csak előfizetők számára érhető el, és az ingyenes felhasználók számára az értekezlet hossza is korlátozható.

Google Meet: A Google Meet a Google Workspace (korábban G Suite) eszközcsomag része. Videokonferencia-lehetőségeket biztosít olyan funkciókkal, mint a képernyőmegosztás, a csevegés, valamint a Google Drive dokumentumokon való való idejű együttműködés lehetősége. A Google Meet jól integrálható más Google Workspace eszközökkel, így kényelmesen használható a Google ökoszisztémáját már használó felhasználók számára. A vállalati előfizetéssel rendelkezők korlátlanul hozzáférhetnek a szoftver előnyeikhez, az ingyenes felhasználók azonban néha nehézségekkel szembesülhetnek, például a megbeszélés résztvevőinek maximális száma és az, hogy hányan kapcsolhatják be egyszerre a mikrofont.

Microsoft Teams: A Microsoft Teams egy együttműködési platform, amely videokonferenciát, csevegést, dokumentummegosztást és integrációt kínál más Microsoft-eszközökkel, például a OneDrive-val és a SharePointtal. Szervezeteken és oktatási intézményeken belüli csapatmunkára és kommunikációra tervezték. A



Microsoft Teams olyan funkciókat biztosít, mint a szüneti szobák, a képernyőmegosztás és a valós idejű dokumentum-együttműködés. Ha a megbeszélés létrehozója rendelkezik vállalati/intézményi licenccel, akkor külső személyeket is meghívhat, és a külső személyek is élvezhetik a platform által nyújtott számos előnyt. Fontos azonban hangsúlyozni, hogy a már létrehozott csoportok összes fájljához és csevegési előzményéhez hozzáférhetnek a később hozzáadott tagok, így ha a képzés több csoportnak vagy több évfolyamnak tartanak, mindig ellenőrizni kell, hogy csak az arra jogosult felhasználók lépjenek be és maradjanak ott.

GoToMeeting: Ez egy népszerű videokonferencia- és online videokonferencia- és online megbeszélési platform, amely egyben tökéletes online tanulási platform is. Bár a GoToMeeting elsősorban üzleti alkalmazásairól ismert, olyan funkciókat kínál, amelyek az oktatók és a diákok számára is hasznosak lehetnek az online tanulási környezetben. Ez az online felület tartalmazza az online oktatáshoz szükséges összes eszközt, beleértve a videokonferenciát, a képernyőmegosztást és a prezentációkat, az interaktív táblát, amely lehetővé teszi az ülések rögzítését, a szüneti szobákat, a chat- és együttműködési funkciókat, és természetesen a biztonságot és az adatvédelmet. A GoToMeeting ezekkel a funkciókkal könnyen hatékony online tanulási platformként adaptálható.

A tanároknak meg kell vizsgálniuk ezeket a tényezőket, amikor a platformok között választanak:

- **Könnyű használat:** a platform megfelel-e a tanár kényelmi szintjének és technikai képességeinek?
- **Jellemzők:** Határozza meg, hogy mely funkciók elengedhetetlenek az online tanításhoz, például a képernyőmegosztás, a szüneti szobák vagy a közös dokumentumszerkesztés.
- **Integráció:** Használják-e már más, jól integrálható platformokat.
- **Hozzáférhetőség:** A szoftver elérhetősége változhat akár a helyi előírások, akár az intézmény belső szabályai miatt.
- **Adatvédelem és biztonság:** A COVID idején számos platformról derült ki, hogy biztonsági hiányosságokat tartalmaz, ezért ajánlott folyamatosan figyelemmel kísérni, hogy a választott platform adatbiztonsági szempontból még mindig megfelelő-e. Az együttműködés és a megosztott meghajtók esetében is ügyelni kell arra, hogy ne kerüljenek bele vírusos fájlok vagy fenyegető tartalmak.

Hozzon létre vonzó tartalmat: A tananyag bemutatásához használjon videós oktatóanyagokat, interaktív kvízeket és írott anyagokat. Az olyan vizuális eszközök, mint a videók, képek, diagramok és 3D modellek segíthetnek a fogalmak hatékony szemléltetésében.



Biztosítson gyakorlati tapasztalatokat: Bár a 3D nyomtatás online oktatása kihívást jelenthet, alapvető fontosságú, hogy a tanulóknak lehetőséget biztosítson a gyakorlásra. Ösztönözze őket arra, hogy hozzáférjenek egy 3D nyomtatóhoz, akár a helyi alkotótéren keresztül, akár saját nyomtató vásárlásával. Adjon útmutatást a nyomtató működtetéséhez, a gyakori problémák elhárításához és a saját 3D modellek tervezéséhez.

Támogassa az interakciót és a visszajelzést: Bátorítsa a tanulók részvételét vitafórumokon, chatcsoportokban vagy élő kérdés-felelet üléseken keresztül. Adjon visszajelzést a feladatokról vagy projektekről, hogy segítse őket képességeik fejlesztésében.

Készítsen kvízeket, feladatokat vagy projekteket a tanulók megértésének és előrehaladásának értékelésére.

3.1.3. Tanulásirányítási rendszer

Az online tanulási platformok mellett a tanárok többnyire más kiegészítő tanulásirányítási rendszereket használnak: például Moodle vagy Canvas. Ezekben a rendszerekben tudják megszerezni a tananyagokat, például a PowerPoint prezentációkat, videókat, könyveket, a követelményeket, és természetesen az ellenőrzések időpontját és jellegét.

A Moodle-ben rengeteg használható forrás van, itt tudja kezelni a kurzust, tartalmat létrehozni, kommunikálni és együttműködni. Mobilbarát, így a diákok okostelefonokon és táblagépeken is elérhetik a kurzusaikat és interakcióba léphetnek a tartalommal, ami rugalmas és kényelmes tanulási élményt tesz lehetővé. Támogatja a különböző kommunikációs és együttműködési funkciókat. Tartalmaz vitafórumokat az aszinkron vitákhoz, privát üzenetküldést az oktatók és a diákok közötti közvetlen kommunikációhoz, valamint valós idejű csevegést a szinkron interakciókhoz. Ezek a funkciók elősegítik a hallgatók elkötelezettségét és a társaktól való tanulást. A Moodle lehetővé teszi a személyre szabást és a testreszabást az oktatók és a tanulók sajátos igényeinek megfelelően. Az oktatók testre szabhatják a kurzusaik megjelenését, egyéni felhasználói szerepköröket hozhatnak létre, és egyedi hozzáférési jogosultságokat határozhatnak meg. A Moodle funkcióinak bővítéséhez pluginokat és bővítményeket is hozzáadhatnak.

A Canvas számos olyan eszközt és funkciót kínál, amelyek célja a tanítási és tanulási tapasztalatok javítása. A Canvas lehetővé teszi az oktatók számára, hogy hatékonyan szervezzék és kezeljék kurzusaikat. Létrehozhatnak kurzusmodulokat, beállíthatnak feladatokat és tesztek, kezelhetik a jegyeket, és nyomon követhetik a hallgatók előrehaladását. Az intuitív felület megkönnyíti a navigálást és a kurzustartalom



kezelését. Számos eszközt kínál a kurzustartalom létrehozásához és átadásához. Az oktatók fájlokat tölthetnek fel, multimédiás forrásokat ágyazhatnak be, weboldalakat hozhatnak létre, és külső tartalmakra hivatkozhatnak. A platform támogatja a harmadik féltől származó eszközök és tartalomtárak integrálását is, ami rugalmas és dinamikus tanulási élményt tesz lehetővé. A Canvas számos kommunikációs és együttműködési funkciót biztosít. Tartalmaz aszinkron vitafórumokat az aszinkron vitákhoz, közvetlen üzenetküldést az oktatók és a diákok közötti személyes kommunikációhoz, valamint bejelentéseket a fontos frissítések megosztásához. A Canvas támogatja a csoportmunkát és az együttműködést is olyan eszközökkel, mint a csoportos megbeszélések és a közös dokumentumok. A Canvas mobilalkalmazást is kínál, így a diákok könnyen hozzáférhetnek a tananyaghoz. Ezen funkciók mellett a Canvas naptár- és értesítési funkciókat is kínál.

3.2. Tantermi („offline”) órák

2020-ig az oktatás domináns formája az osztályterem volt, így a legtöbb pedagógus, aki a COVID előtti tapasztalatokkal rendelkezik, nem talál új kihívásokat ebben az oktatási formában. A fejezetekben azonban bemutatjuk, hogy mire kell figyelnie az oktatóknak az elméleti és gyakorlati tantermi oktatás során, hogy a hallgatók élvezzék és figyeljenek az előadásokon.

3.2.1. Technikai szempontok

De közelítsük meg a feladatot a technikai oldalról. Az óra előtt győződjön meg arról, hogy rendelkezésre áll-e megfelelő méretű és képminőségű projektor, hozza magával a laptopját töltőkábelrel, és győződjön meg arról, hogy megvannak a bemutatni kívánt diák. Sok intézményben elavult, VGA-csatlakozóval rendelkező projektorok vannak, míg a mai laptopok HDMI-vel vagy displayporttal rendelkeznek. Érdeemes tehát előre megkérdezni, milyen csatlakozók állnak rendelkezésre, és adott esetben a megfelelő adaptert/transzformátort is hozza magával. Mivel az előadások hossza több óra is lehet, mindenképpen vigyen magával töltőkábelt a laptopjához, amelyhez szintén szükség van hálózati csatlakozóra. Ezt is fel kell térképezni, mert ha a legközelebbi konnektor messze van, akkor hosszabbítóról is gondoskodni kell. Nagyon kellemetlen pillanatokot okozhat, ha az oktató indulása késik, mert az oktató még mindig hosszabbítóért vagy átalakítóért szaladgál.

Ahhoz, hogy a kivetítő képe olvasható legyen, célszerű, hogy a teremben megfelelő árnyékolás legyen, de ne legyen túl sötét, nehogy a hallgatók elaludjanak az előadás közben. Előnyös, ha a projektor által vetített kép elég nagy, és nem csak 1 m² -es felületen látható a prezentációnk.



Az oktatónak magával kell hoznia egy egeret és egy prezertert. Érdeemes olyan prezertert választani, amely beépített lézermutatóval rendelkezik. Ma már a hagyományos 2 gombos (előadáson belül előre és hátra) változatok mellett kaphatóak olyanok is, amelyek beépített időzítővel rendelkeznek, azaz egy előre beállított idő után rezegni kezd, hogy figyelmeztesse az előadót, hogy lassan kezdje el befejezni az órát, valamint további programozható gombokkal ellátott változatok is (pl. videóvezérlés, szabályozók stb.). Ilyen készülékek számos oktatási intézményben és cégnél kaphatók, de ha az oktató gyakran tart élő előadást, érdemes lehet beruházni egy ilyen készülékbe, hogy mindig magánál hordhassa a sajátját (akár extra funkciókkal).

Ha a terem túl nagy, vagy az oktató nem tudja kellőképpen megtölteni a termet, célszerű mikrofont és hangszórót biztosítani.

Ugyanígy a mai világban természetesnek vesszük, hogy mindenhol van internet, de ez korántsem így van. Még egy alagsori tanteremben vagy cégeknél is gyakran találkozhatunk azzal a problémával, hogy a rendszer árnyékban van, vagy a Wi-Fi jel gyenge. Ha nincs kábeles internet vagy belső hálózat, a felkészületlen oktató többször is nehéz pillanatokkal szembesülhet. Ezért érdemes mindig meggyőződni arról, hogy milyenek a tanterem adottságai ebből a szempontból, és mindig magunknál tartani nemcsak az előadás diáit, hanem az offline formában is bemutatni kívánt videókat, képeket stb. is.

3.2.2. Teoretikus szempontok

Az elméleti tanterem, azaz az "offline" oktatás jelenti a legnagyobb kihívást, hiszen ebben az esetben a legnehezebb fenntartani a diákok figyelmét (pontosabban az online oktatás során nehéz fenntartani a figyelmet, de ha a diákok kamerája ki van kapcsolva, akkor az oktató nem látja az unatkozó vagy éppen alvó arcokat, illetve a bekapcsolt kamera mögött videójátékot játszó diák sem olyan rossz látvány, mint az, aki a telefonját nyomkodja a pad alatt).

Az oktatónak kellően felkészültnek és gyakorlottnak kell lennie ahhoz, hogy fenntartsa a hallgatók figyelmét, és hogy szépen, hallhatóan és érthetően tudjon beszélni.

A tévovázás, a dadogás, a túlgondolkodás, a gyakori mondatközti szünetek, a szavak keresése mind olyan tényezők, amelyek miatt a hallgatók elveszítik a figyelmet, és kezdik unni az előadást. Nem szégyen előre elpróbálni az előadást, esetleg kisebb közönség előtt próbát tartani, ha nem vagy kellően rutinos (fontos kiemelni, hogy sokszor még a magukat rutinosnak tartó emberek is beleesnek ebbe a hibába, mert ha százszor is előadtál "A" előadást, az még nem jelenti azt, hogy "B"-t is ugyanolyan könnyedséggel fogod tudni előadni).

A megfelelő légzéstechnika nemcsak a megfelelő hangerő biztosításában, hanem a nyugalom megőrzésében is segíthet. Természetes, hogy az első fellépések alkalmával valaki lázasnak érzi magát, de ez megfelelő mentális felkészüléssel és rutinnal



leküzdhető. Ha az első előadás nem úgy sikerül, ahogy terveztük, nem szabad elkeseredni és feladni, hanem tovább kell gyakorolni. Mert az előadó, mint szakma, ugyanolyan tanulást és gyakorlást igényel, mint bármely más szakma.

Érdemes az előadást egy figyelemfelkeltő történettel kezdeni, ami lehet vicces és személyes jellegű, így a hallgatók kötődnek az oktatóhoz, érdeklődnek a személye és persze az oktatott téma iránt.

Figyeljük a hallgatóságot, és ha azt vesszük észre, hogy unatkoznak, lankad a figyelmük, tegyünk fel kérdéseket, meséljünk a témához kapcsolódó személyes élményeket, és oldjuk a hangulatot. Természetesen ne térjünk el túlságosan a témától, hiszen a tanfolyam célja az előre összeállított tananyag átadása. Ha az oktatónak nincs elég tapasztalata, kérdezzen meg tapasztalt kollégákat, gyűjtsön videókat és érdekességeket az internetről, amelyek szintén színesíthetik a monoton oktatást.

Ha egy hallgató elaludt az óra alatt, vagy feltűnően telefonozik, finoman figyelmeztesse, de ne tegyen bántó megjegyzéseket, ne hozza zavarba olyan kérdésekkel, amelyekre előre láthatóan nem fog tudni válaszolni.

Tartsák be az időkeretet, tartsanak rendszeres szüneteket, és ha lehet, alaposan szellőztessék ki az osztálytermet, hiszen a friss levegő is segíti a jó koncentrációt. Ne hagyja nyitva az ablakot óra közben (hacsak nincs más ok), mert a kintről beszűrődő zaj miatt az oktatónak túl hangosan kellene beszélnie, és a diákok nehezen értenék meg.

3.2.3. Gyakorlati képzések

A korábban leírt technikai és elméleti szempontok a gyakorlati oktatásra is vonatkoznak.

A gyakorlati oktatás esetében azonban mindez kiegészül azzal, hogy az oktató a saját felszerelése mellett a hallgatók számára hozzáférhető eszközökért is felelős.

Biztosítani kell, hogy megfelelő mennyiségű felszerelés álljon rendelkezésre, vagy ha az erőforrások korlátozottak, elegendő időt kell hagyni a gyakorlati feladatok elvégzésére, hogy minden tanuló képes legyen a feladatot önállóan elvégezni. A feladatok csoportos megoldása gyakran jó, de vannak olyan tanulótipusok, akik a csoportos feladatok során hajlamosak a háttérben maradni, és a domináns felektől várják a megoldást, így nem rendelkeznek a munka befejezéséhez szükséges önállósággal és tapasztalattal. Ezen segíthetünk a csoportok újraosztásával és több kisebb, önálló feladattal.

A felszerelés mellett a nyersanyagokra is figyeljünk, hiszen a tréner feladata, hogy a megfelelő minőségű és mennyiségű nyersanyag álljon rendelkezésre a képzés kezdetére. Ha többféle felszerelést és anyagot használunk a teremben, ügyeljünk arra, hogy ezek ne keveredjenek.

A gyakorlati oktatás egyik legfontosabb pontja a balesetmegelőzés és a biztonsági oktatás. Ezt azonnal meg kell tenni, és biztosítani kell, hogy olyan tanuló, aki nem vett részt benne, ne kerüljön a berendezések közelébe. A felszerelés és az alapanyagok



mellett rendkívül fontos a megfelelő mennyiségű biztonsági felszerelés. Ha a teremben nincs megfelelő mennyiségű és minőségű biztonsági felszerelés (pl. védőszemüveg, maszk stb.), akkor tilos a tanítás megkezdése, akár a tanulók vagy az oktatók saját felelősségére is.

Az oktatónak képesnek kell lennie az összes felszerelés használatára, ha erre nem képes, akkor segítő személyzetnek kell rendelkezésre állnia. Az oktatónak képesnek kell lennie arra, hogy megtanítsa az eszközök használatát, ezért az eszközöket úgy kell elhelyezni a gyakorlati oktatóteremben, hogy a képzésben részt vevő valamennyi hallgató jól láthassa, hogyan kell az eszközöket megfelelően kezelni. Mindig meg kell győződni arról, hogy a tanulók valóban látták és megértették a feladatot és a munkafolyamat lépéseit. Mindig hagyjon elegendő időt a kérdésekre és válaszokra.

Az oktatónak képesnek kell lennie az összes berendezés használatára, ha erre nem képes, akkor támogató személyzetnek kell rendelkezésre állnia. Az oktatónak meg kell tudnia tanítani a berendezések használatát, ezért a berendezéseket úgy kell elhelyezni a gyakorlati oktatóteremben, hogy a képzésben részt vevő valamennyi tanuló jól láthassa, hogyan kell a berendezéseket megfelelően kezelni. Mindig meg kell győződni arról, hogy a tanulók valóban látták és megértették a feladatot és a munkafolyamat lépéseit. Mindig hagyjon elegendő időt a kérdésekre és válaszokra.

A pontos gyakorlati és elméleti ismeretekre (pl. a technológiával kapcsolatos követelmények) vonatkozó részleteket lásd a dokumentum kapcsolódó fejezeteiben.

4. Tanórak megtervezése

A 3D nyomtatáshoz szükséges tanfolyam építése gondos tervezést és különböző elemek figyelembevételét jelenti.

Kezdje a tanfolyam tanulási céljainak egyértelmű meghatározásával. Határozza meg, milyen ismereteket, készségeket és kompetenciákat szeretne, hogy a tanfolyam végére a hallgatók elsajátítsák. Győződjön meg arról, hogy a célok konkrétak, mérhetőek, elérhetőek, relevánsak és időhöz kötöttek. Válassza ki a tanulási forrásokat. Ezek lehetnek tankönyvek, online cikkek, oktatóanyagok, videók, szoftverek és gyakorlati tevékenységek. Válasszon olyan erőforrásokat, amelyek összhangban vannak a tanulási célokkal és megfelelnek a diákok igényeinek.

Szervezze a tananyagot modulokba vagy egységekbe. Bontsa a témákat kezelhető részekre, hogy megkönnyítse a tanulást és a haladást. Határozza meg a témák logikus sorrendjét, és hozzon létre egy olyan tanfolyami vázlatot, amely végigvezeti a tanulókat a tartalomra.

Fejlesszen ki különféle tanulási tevékenységeket, amelyek lehetővé teszik a tanulók számára, hogy alkalmazzák tudásukat és készségeiket. Tartalmazzon gyakorlati



projekteket, tervezési kihívásokat, problémamegoldó feladatokat, csoportos tevékenységeket és megbeszéléseket. Teremtse lehetőséget a kreativitásra, a kritikus gondolkodásra és az együttműködésre.

4.1. A tanórák kulcstényezői

A 3D nyomtatással kapcsolatos lecke vagy tanfolyam megtervezésekor számos kulcsfontosságú tényezőt kell figyelembe venni a hatékony és vonzó tanulási élmény biztosítása érdekében.

Előkészítés: A tanár felkészültsége és korszerű ismeretei döntő tényezők a hatékony és magas színvonalú tanulási élmény nyújtásában. Azok a tanárok, akik alapos ismeretekkel és szakértelemmel rendelkeznek a témában, bizalmat és hitelességet ébresztenek a tanulóban. Ha a gyakoronokok úgy látják, hogy tanáruk tájékozott és jól felkészült, nagyobb valószínűséggel vesznek részt aktívan a tanulási folyamatban és bíznak a megosztott információkban. A felkészült tanár előre látja a gyakoronokok által esetlegesen felmerülő gyakori kérdéseket és kihívásokat, és proaktívan tud velük foglalkozni. Világos magyarázatokat adhat, útmutatást nyújthat, és megkönnyítheti a tanulóknak a nehézségek leküzdését segítő megbeszéléseket. A naprakészség lehetővé teszi a tanár számára, hogy releváns és pontos információkat és megoldásokat kínáljon. Az órára való felkészülés magában foglalja a gyakoronokok hátterének, előzetes tudásának és tanulási stílusának megértését. Ez az ismeret segít a tanárnak a tartalmat, a példákat és a magyarázatokat a tanulók sajátos igényeihez igazítani, biztosítva, hogy az oktatás hozzáférhető és értelmes legyen.

Strukturált tanterv: A tananyag tartalmának logikus és strukturált megszervezése. Bontsa modulokra vagy leckékre, amelyek összefüggően áramlanak, és a korábban tárgyalt anyagra épülnek. Ez segít a tanulóknak megérteni a tanfolyam menetét, és megkönnyíti az információk jobb megértését és megtartását.

Egyértelmű tanulási célok: Kezdje a lecke vagy tanfolyam tanulási céljainak egyértelmű meghatározásával. Milyen konkrét ismereteket, készségeket vagy kompetenciákat szeretne a tanulókkal elsajátíttatni? A jól meghatározott célok a tanfolyam során végig irányítani fogják a tartalmat és a tevékenységeket.

Vizuális és vonzó tartalom: A videók előnye, hogy vizuális, hang és mozgás kombinációjával rendkívül vonzóvá teszik a tanulók számára. A szöveges forrásokhoz képest könnyebben hozzáférhető és érthető módon mutathatják be az összetett fogalmakat, bemutatókat vagy eljárásokat. A vizuális tartalom segíthet a tanulóknak az ötletek megértésében, az információk megtartásában és az általános megértés javításában.



Kézzelfogható tevékenységek: Tartalmazzon olyan gyakorlati tevékenységeket és gyakorlatokat, amelyek lehetővé teszik a tanulók számára, hogy alkalmazzák tudásukat és gyakorolják készségeiket. A 3D nyomtatással összefüggésben ez magában foglalhatja a 3D tárgyak tervezését és modellezését, a modellek nyomtatásra való előkészítését, a 3D nyomtatók működtetését és a gyakori problémák elhárítását. Az aktív tanulási lehetőségek biztosítása fokozza a tananyag megtartását és a készségek fejlesztését.

Bemutatók és lépésről lépésre történő útmutatások: A 3D nyomtatással kapcsolatos alapvető feladatok és folyamatok egyértelmű bemutatása és lépésről-lépésre történő útmutatása. Ide tartozhatnak a szoftverek bemutatása, a nyomtató beállítása és kalibrálása, a fájlok előkészítése és az utófeldolgozási technikák. A vizuális segédanyagok, képernyőképek vagy videók hatékonyan illusztrálhatják ezeket az eljárásokat.

Gyakorlati tippek és hibaelhárítás: Adjon gyakorlati tippeket és meglátásokat a 3D nyomtatással kapcsolatos saját tapasztalatai alapján. Ossa meg az elkerülendő gyakori kihívásokat vagy hibákat, hibaelhárítási technikákat és legjobb gyakorlatokat. Ez a gyakorlati tudás értékes lesz a tanulók számára, amikor gyakorlati tevékenységekben vesznek részt, és valós helyzetekkel találkoznak.

Interakció és együttműködés: A tanulók közötti interakció és együttműködés elősegítése. Ez történhet vitafórumok, online közösségek, csoportos projektek vagy élő foglalkozások révén, ahol a tanulók ötleteket cserélhetnek, kérdéseket tehetnek fel, és tanulhatnak egymástól. Az egyenrangú tanulás elmélyítheti a megértést és támogató tanulási környezetet biztosíthat.

Valós világbeli alkalmazások: A 3D nyomtatás valós alkalmazásainak kiemelése a különböző iparágakban. Mutasson be esettanulmányokat, sikertörténeteket és példákat arra, hogyan forradalmasítja a 3D nyomtatás a tervezést, a gyártást, az orvostudományt, az építészetet vagy más területeket. A tanulás és a gyakorlati alkalmazások összekapcsolása motiválhatja a tanulókat, és megmutathatja az elsajátított készségek jelentőségét.

Ha figyelembe veszi ezeket a kulcsfontosságú tényezőket, akkor egy jól összeállított és magával ragadó 3D nyomtatással kapcsolatos tanfolyamot hozhat létre, amely hatékonyan támogatja a tanulókat a szükséges ismeretek és készségek elsajátításában.



4.2. Mérföldkövek a tanórák során

Ezek a mérföldkövek mind a tanulók, mind az oktatók számára iránymutatóként szolgálnak, segítik a fejlődés nyomon követését, és biztosítják, hogy a kulcsfontosságú fogalmak és készségek megfelelően le legyenek fedve. Íme néhány lehetséges mérföldkő, amelyet egy 3D nyomtatási tanfolyam tartalmazhat.

1. Biztonsági oktatás
2. Alapvető ismeretek a 3D nyomtatásról és a 3D nyomtatási technológiákról.
3. Modellező és szeletelő szoftverek
4. Haladó 3D nyomtatási ismeretek
5. 3D nyomtató összeszerelése és üzembe helyezése
6. Kalibrálás és gépbeállítások
7. Anyagismeret
8. Záróvizsga

4.3. Példák előkészítése

4.3.1. Demó darabok

Először is meg kell határozni, hogy milyen konkrét tanulási célokat szeretne elérni a demódarabokkal. Célja egy adott technika megtanítása, egy adott nyomtató képességeinek bemutatása, bizonyos anyagok használatának kiemelése, vagy egy gyakori problémára való rávilágítás? A világos célkitűzések meghatározzák majd a demónyomatok kiválasztását és azt, hogy miként mutatja be azokat a gyakornokoknak.

Válasszon olyan demó nyomatokat, amelyek a tanfolyamon tárgyalt témákhoz kapcsolódnak. Fontolja meg, hogy olyan nyomatokat válasszon, amelyek a 3D nyomtatás különböző aspektusait mutatják be, például funkcionális nyomatokat, művészi modelleket, építészeti prototípusokat vagy mérnöki alkatrészeket. A különböző nyomatok bevonásával le lehet kötni a hallgatókat, és be lehet mutatni a 3D nyomtatási technológia sokoldalúságát.

Valóban fontos figyelembe venni a gyakornokok készségszintjét. Vegye figyelembe a gyakornokok készségszintjét és előzetes ismereteit. Válasszon olyan demó nyomatokat, amelyek megfelelnek a képzettségüknek, kezdje egyszerűbb nyomatokkal a kezdőknek, és fokozatosan haladjon a bonyolultabb nyomatok felé, ahogy a gyakornokok fejlődnek. Ez a megközelítés segít a gyakornokoknak önbizalmat szerezni és fokozatosan fejleszteni a képességeiket.



Győződjön meg róla, hogy minden egyes demónyomatáshoz rendelkezik a szükséges tervezési fájlokkal. Ha már létező modelleket használ, győződjön meg arról, hogy rendelkezik a felhasználási jogokkal vagy engedélyekkel. Emellett optimalizálja a szeletelési beállításokat minden egyes nyomtatáshoz a kívánt eredmény elérése érdekében. Ez magában foglalhatja az olyan paraméterek beállítását, mint a rétegmagasság, a kitöltési sűrűség, a tartószerkezetek és a nyomtatási sebesség.

Mielőtt bemutatná a demódarabokat a gyakornokoknak, gyakorolja maga is a nyomtatási folyamatot. Ismerkedjen meg az adott nyomtatóval, amelyet használni fog, kalibrálja azt, ha szükséges, és tesztelje a beállításokat és paramétereket minden egyes nyomtatásnál. Ez segít azonosítani az esetleges problémákat vagy kihívásokat, és biztosítja a tanfolyam során a gördülékenyebb bemutatót.

Az is nagyon fontos, hogy hibaelhárítási tippekkel készüljön. Előre jelezze ki azokat a gyakori problémákat vagy kihívásokat, amelyekkel a tanfolyamon résztvevők a nyomtatási folyamat során találkozhatnak, és készítsen hibaelhárítási tippeket vagy megoldásokat. Ilyen lehet például a tapadási problémák kezelése, a nyomtatási beállítások beállítása az optimális minőség érdekében, vagy a nyomtatási hibák kezelése. A hibaelhárításra való felkészültség és az útmutatás segít a gyakornokoknak a lehetséges akadályok leküzdésében.

A tanfolyam során világosan magyarázza el az egyes bemutatónyomatások céljait, adjon kontextust, és lépésről lépésre vezesse végig a tanfolyam résztvevőit a nyomtatási folyamaton. Magyarázza el a tervezési szempontokat, mutassa be a nyomtató beállítását, és emelje ki a fontos részleteket vagy beállításokat. Ösztönözze a gyakornokokat, hogy tegyenek fel kérdéseket, és vegyenek részt a bemutató darabokkal kapcsolatos megbeszélésekben.

4.3.2. Példa dokumentumok

Bár az operátorok korlátozott felelősséggel rendelkeznek a dokumentálásban, hasznos megmutatni nekik, hogyan lehet dokumentálni az alkatrészek gyártását. A gyártás dokumentálása az iparágon belül nagymértékben változhat az alig dokumentáltól a nagymértékben dokumentáltig, a vevők, a szabványok vagy a törvények és irányelvek igényei szerint. Az oktatóknak ismerniük kell a különböző szinteket, hogy hol fordulnak elő, és el kell magyarázniuk a hallgatóknak, hogy miért van ilyen különbség a dokumentációs szintek között. Az oktatóknak el kell magyarázniuk a hallgatóknak a dokumentáció olyan kulcsfontosságú tényezőit, mint az anyagok, a személyzet vagy a gépek nyomon követhetősége. A hallgatóknak példákat kell adni a gyártási és minőségellenőrzési dokumentumok különböző specifikációira.

A tanfolyamok során a korábban ismertetett bemutató darabokat lehetőleg három különböző szinten lehetne dokumentálni, például:



- "szinte semmi", csak az árképzéshez szükséges minimális adatokkal.
- "teljes minőségirányítás", amely a gyártás minden hozzáférhető adatát rögzíti, amely a nyomon követhetőség biztosításához szükséges, és bemutatja a technológiára és az alkalmazási területre jellemző ellenőrzési dokumentumokat,
- "a kettő között": az oktató és a képzésben részt vevők közösen kidolgozhatnak egy TQM dokumentációt, amely az ésszerűség határain belül megfelel a növekedésre törekvő kisvállalkozások számára.

A dokumentációval kapcsolatos gyakorlatok az ügyfél igényeihez igazíthatók, a standok irányába.

5. Értékelések

5.1. Elméleti ismeretek

Az elméleti tudás a következő kifejtendő kérdésekkel mérhető:

- A 3D nyomtató részei:
- Melyek az FDM 3D nyomtató főbb részei?
 - Extruder: Ez a 3D nyomtatónak az a része, amely az alapanyag adagolásáért felelős.
 - Forró vég: Ez a 3D nyomtatónak az a része, amely felmelegíti és megolvasztja a műanyagszálat, amelyből aztán megépül a 3D tárgy.
 - Nyomtatóágy: Ez az a platform, amelyre a 3D tárgyat nyomtatják.
 - Motorok: Ezek a motorok vezérlik az extruder és a nyomtatóágy mozgását.
 - Elektronika: Ide tartozik a vezérlőpanel, a tápegység és egyéb alkatrészek, amelyek a 3D nyomtató működését vezérlik.
 - Szál: A filament az a műanyagtípus, amelyet az extruderrel extrudálnak. Többféle színben és típusban kapható.
- Melyek az SLA 3D nyomtató fő részei?
 - Gyanta tartály
 - Építőplatform
 - Lézer
 - Tükrök
 - Vezérlőpanel
 - Tápegység
 - Gyanta
 - UV fény
 - Tisztítószerszámok



A gyantatartályban tárolják a folyadékot a nyomtatási folyamat során.

Az építési platform az a hely, ahol a tárgy létrejön. Az építőplatform felfelé és lefelé mozog, lehetővé téve a tárgy rétegenkénti nyomtatását.

A lézer a gyanta megkeményítésére és a kívánt tárgy létrehozására szolgál. A lézer egy meghatározott mintát követ a tárgy minden egyes rétegének létrehozásához.

Tükrök segítségével a lézert a megfelelő helyre irányítjuk a gyantatartályon.

A vezérlőpanel a nyomtató agya. Ez vezérli az építőplatform és a lézer mozgását, és biztosítja a tárgy megfelelő nyomtatását.

A tápegység biztosítja a 3D nyomtató működéséhez szükséges energiát.

A gyanta az az anyag, amelyet a tárgy létrehozásához használnak. A gyantatartályban tárolják, és a lézer keményíti meg.

Az UV-fényt a gyanta kikeményítésére és szilárd tárgyakká történő megszilárdítására használják.

A tisztítóeszközöket a tárgy, a gyantatartály és az építőplatform tisztítására használják a nyomtatási folyamat befejezése után.

- Írja le az AM technológiákat néhány mondatban!
 - Az additív technológiák, mint például a 3D nyomtatás, olyan eljárások, amelyek egy digitális fájlból háromdimenziós tárgyat előállító anyagrétegeket építenek fel. Ezt a technológiát különböző anyagokból, többek között műanyagokból, fémekből, kerámiákból és kompozitokból készült termékek előállítására használják. A folyamat egy 3D modell vagy tervrajz kidolgozásával kezdődik, amelyet aztán elküldenek a 3D nyomtatónak vagy gépnek. A 3D nyomtató ezután leolvassa az utasításokat a modelltől, és a kívánt alakban rétegezi az anyagot. A végeredmény egy használatra kész késztermék.
- Melyek azok a szükséges értékek, amelyeket tökéletesen be kell állítani a tökéletes nyomtatáshoz?
 - ágykiegyenlítés, szintek
 - nyomtatási sebesség, extrudálási sebesség
 - fűtési paraméterek
 - hűtési paraméterek

Anyagismeret - Mi a megfelelő anyag és mihez jó?

- Alapvető FDM alapanyagok
 - ABS: Az ABS jó anyag olyan tárgyak nyomtatásához, amelyek nagy szilárdságot és hőmérséklet-állóságot, UV-állóságot igényelnek, mint például szerszámok és műszaki alkatrészek. Például: autóalkatrészek, mechanikus alkatrészek.
 - PLA: A PLA jó anyag olyan tárgyak nyomtatásához, amelyek nem igényelnek nagy szilárdságot vagy hőmérséklet-ellenállást. Gyakori



prototípusok és dekoratív tárgyak, alapvető alkatrészek, például telefontokok, ékszerek, szobrok és makettek készítéséhez.

- PETG: A PETG jó anyag olyan tárgyak nyomtatásához, amelyek szilárdságot, rugalmasságot, valamint víz-, UV-, vegyszer- és hőmérsékletállóságot igényelnek, például orvosi, élelmiszer-tartályok, vízalapú alkatrészek, UV-álló alkatrészek.
- TPU: A TPU egy tartós anyag, amely ellenáll a magas hőmérsékletnek, kopásnak és szakadásnak. Emellett ellenáll a legtöbb vegyi anyagnak, az UV-sugárzásnak és a kopásnak is. A TPU kiváló rugalmassággal rendelkezik, így repedés nélkül hajlítható és csavarható. A nyúlásnak és zsugorodásnak is ellenáll, így kiváló anyag összetett formák és alkatrészek készítéséhez. A TPU ellenáll a legtöbb vegyi anyagnak, így számos alkalmazásban használható. Ez az anyag jó rugalmas alkatrészekhez is.
- ASA: Az ASA egy tartós hőre lágyuló szál, amely számos alkalmazáshoz használható. Erős és UV-álló anyag, amely rendkívül ellenálló az elemekkel szemben, így kiváló választás kültéri projektekhez. Könnyű vele nyomtatni, és sima felületű, így tökéletes a részletes és bonyolult mintákhoz. Emellett alacsony költségű anyag, így ideális prototípusok készítéséhez és kis sorozatban történő gyártáshoz.
- Nylon: A nejlon a 3D nyomtatáshoz használt hőre lágyuló szálak egyik típusa. A nejlon jó anyag olyan tárgyak nyomtatásához, amelyek szilárdságot, rugalmasságot és tartósságot igényelnek, például kültéri alkalmazáshoz és autóiipari alkatrészekhez.
- Alapvető SLA anyagok:
 - Az SLA 3D nyomtatási gyanta egyfajta fotopolimer anyag, amelyet a sztereolitográfias 3D nyomtatásban használnak. Ez az anyag folyékony gyantából áll, amely ultraibolya (UV) fény hatására megszilárdul. Ez egy akril alapú műanyag, amely rendkívül részletes, pontos és tartós 3D nyomatok készítésére használható. Az SLA 3D nyomtatási gyanta számos színben kapható, így egyedi, színes 3D nyomatok készíthetők. Ez az anyag könnyen utófeldolgozható, így kiváló választás bármilyen 3D nyomtatási projekthez. Emellett rendkívül ellenálló a hővel és a vegyi anyagokkal szemben, így funkcionális alkatrészekhez is kiváló választás. Az SLA 3D nyomtató gyanta kiváló választás bármilyen 3D nyomtatási projekthez, és számos színben és kivitelben kapható.
 - Az SLA 3D nyomtatási gyantaanyagok tulajdonságai széles skálával rendelkeznek, mint például a rugalmasság, az átláthatóság és a keménység, így számos alkalmazáshoz használhatók.
 - Merev gyanta: Ezt a típusú gyantát gyakran használják olyan funkcionális alkatrészek és végfelhasználási alkatrészek létrehozására, amelyek szilárdságot és tartósságot igényelnek.



- Rugalmas gyanta: Ez a típusú gyanta ideális a rugalmasságot igénylő alkatrészek, például tömítések, tömítések és más, rugalmasságot igénylő alkatrészek gyártásához.
- Magas hőmérsékletű gyanta: Ezt a típusú gyantát úgy tervezték, hogy ellenálljon a magas hőmérsékletnek, és gyakran használják olyan alkatrészek gyártásához, amelyek szélsőséges hőhatásnak vannak kitéve.
- Önthető gyanta: Ezt a típusú gyantát öntésre tervezték, például ékszerekhez és fogászati alkatrészekhez.
- Átlátszó gyanta: Ezt a típusú gyantát átlátszó alkatrészek gyártására tervezték, például optikai lencsékhez vagy világítási alkalmazásokhoz.

SLS (szelektív lézersinterezés)

Melyek az SLS 3D nyomtató fő részei?

Az SLS 3D nyomtató fő részei közé tartozik az építőplatform, a porágy, a lézer, a szkennelőrendszer, a porszállító rendszer, a kamra, a hűtőrendszer és a vezérlőrendszer.

- Építőplatform: Az építőplatform az az alap, amelyre a 3D tárgy rétegről rétegre felépül. Ez általában egy fémlapból készül, és fűthető, hogy az anyag a platformhoz tapadjon.
- Porágy: A porágy egy porított anyagból álló réteg, amely különböző anyagokból, például nejlontól, poliamidtól vagy fémporokból készülhet. A poragyat az építőplatformra terítik, és a lézer szelektíven összeolvastja a részecskéket, hogy létrehozza a 3D-tárgyat.
- Lézer: A lézer az SLS-eljárásban használt elsődleges eszköz a por alakú anyag szelektív megolvasztásához és összeolvasztásához. A lézer jellemzően egy nagy teljesítményű CO₂-lézer, amely az olvasztási folyamat hőmérsékletének és sebességének szabályozására állítható.
- Pásztázó rendszer: A pásztázó rendszer felelős a lézer irányításáért a porágy felületén, hogy a részecskéket szelektíven megolvasztja és összeolvastja. Általában tükrökből vagy galvanométerekből áll, amelyek a lézersugarat pontosan mozgatják a porágyon.
- Porszállító rendszer: A porszóró rendszer felelős azért, hogy az egyes rétegek összeolvasztása után egy új réteg poranyagot terítsenek szét az építési platformon. Általában egy hengerből vagy lapátból áll, amely egyenletesen osztja el a port a felületen.
- Kamra: A kamra egy zárt tér, amelyben a porágy és a lézerrendszer található. Úgy tervezték, hogy ellenőrzött környezetet tartson fenn a por szennyeződésének megelőzése és az egyenletes nyomtatási feltételek biztosítása érdekében.



- Hűtőrendszer: A hűtőrendszer a 3D tárgy gyors lehűtésére szolgál a nyomtatás után, hogy megakadályozza az elhajlást vagy deformációt.
- Vezérlőrendszer: A vezérlőrendszer felelős az SLS-nyomtató különböző alkatrészeinek, például a lézer teljesítményének, a szkennelési rendszernek és a porszóró rendszernek a vezérléséért. Általában olyan szoftverekből áll, amelyek lehetővé teszik a felhasználó számára a 3D modellek létrehozását és módosítását, a nyomtatási paraméterek beállítását és a nyomtatási folyamat felügyeletét.

Gyakori SLS anyagok:

Az SLS egy sokoldalú 3D nyomtatási technológia, amely az anyagok széles skáláját képes kinyomtatni, beleértve a műanyagokat, fémeket és kerámiákat. Az anyag kiválasztása az alkalmazás követelményeitől függ, például a szilárdságtól, a tartósságtól és a hőmérséklet-ellenállástól. Az ilyen anyagokból nyomtatott SLS-alkatrészek kiváló mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, és számos ipari alkalmazásban használják őket.

- Nylon: A nejlon az SLS-nyomtatásban leggyakrabban használt anyagok egyike. Erős és tartós hőre lágyuló műanyag, amely könnyen újrahasznosítható, így környezetbarát megoldás. Az SLS-technológiával nyomtatott nejlon alkatrészek kiváló mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, beleértve a nagy szilárdságot és merevséget.
- Polikarbonát (PC): A polikarbonát az SLS-nyomtatás másik népszerű anyaga. Ez egy átlátszó hőre lágyuló műanyag, amely nagy ütésállóságáról és szívósságáról ismert. Az SLS-technológiával nyomtatott PC-alkatrészek erősek, tartósak és ellenállnak a szélsőséges hőmérsékleti viszonyoknak.
- Polipropilén (PP): A polipropilén egy könnyű és rugalmas hőre lágyuló műanyag, amelyet számos alkalmazásban használnak, többek között csomagolásban, autóiipari alkatrészekben és orvosi eszközökben. Az SLS-nyomtatott PP alkatrészek jó mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, beleértve a nagy szilárdságot és merevséget.
- Fémporok: Az SLS különböző fémporokkal is képes nyomtatni, beleértve az alumíniumot, a titániumot és a rozsdamentes acélt. Az SLS-technológiával nyomtatott fém alkatrészek kiváló mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, beleértve a nagy szilárdságot és merevséget, és gyakran használják őket a repülőgépiparban, az autóiiparban és az orvosi alkalmazásokban.
- Kerámiaporok: Az SLS kerámiaporokkal, például timfölddel és cirkónium-dioxiddal is nyomtathat. Az SLS-technológiával nyomtatott kerámia alkatrészek erősek, tartósak, és nagy kopás- és korrózióállósággal



rendelkeznek, így ideálisak a magas hőmérsékletű és zord környezetben való használatra.

- TPU (termoplasztikus poliuretán): A TPU egy rugalmas hőre lágyuló műanyag, amit olyan alkalmazásokban használnak, ahol rugalmasságra és elasztikusságra van szükség. Az SLS technológiával nyomtatott TPU alkatrészek erősek, tartósak és nagy kopásállósággal rendelkeznek, így ideálisak az orvosi és fogyasztsági cikkekben való felhasználásra.

PolyJet

Melyek a PolyJet 3D nyomtató fő részei?

A PolyJet 3D nyomtató fő részei közé tartozik az építőplatform, a nyomtatófej, az anyagkazetták, az UV-lámpák, a nyomtatófej kocsija és a vezérlőrendszer. Ezek az alkatrészek együttesen működnek, hogy a folyékony fotopolimer anyagok rétegenkénti lerakásával és kikeményítésével rendkívül részletes és pontos 3D tárgyakat hozzanak létre.

- Építő platform : Az az alap, amelyre a 3D objektum rétegről rétegre felépül. Különböző anyagokból, például üvegből vagy fémből készülhet, és a nyomtatási folyamat során fel-le mozgatható az egyes rétegek létrehozásához.
- Nyomtatófej: A nyomtatófej az az alkatrész, amely a folyékony fotopolimer anyagot az építőplatformra juttatja. Általában több fúvókát tartalmaz, amelyek nagy pontossággal képesek kis anyagcseppeket kilökní az építő platformra.
- Anyagkazetták: Az anyagkazetták olyan tartályok, amelyek a nyomtatási folyamatban használt folyékony fotopolimer anyagokat tartalmazzák. Ezek jellemzően a nyomtató tetején vagy oldalán található, és könnyen cserélhetők, amikor kifognak.
- UV-lámpák: Az UV-lámpák felelősek a folyékony fotopolimer anyagok kikeményítéséért, ahogyan azok az építőplatformra kerülnek. Intenzív ultraibolya fényt bocsátanak ki, amely megszilárdítja az anyagot, és szilárd 3D-tárgyat hoz létre.
- Nyomtatófej kocsija: A nyomtatófej-kocsija az az alkatrész, amely a nyomtatófejet és az anyagkazettákat előre-hátra mozgatja a felépítési platformon. Általában egy motor és egy sor szíj vagy sín hajtja.
- Vezérlőrendszer: A vezérlőrendszer felelős a PolyJet 3D nyomtató különböző alkatrészeinek, például a nyomtatófejnek, az UV-lámpáknak és a nyomtatófejkocsinak a vezérléséért. Általában olyan szoftverekből áll, amelyek lehetővé teszik a felhasználó számára a 3D modellek létrehozását



és módosítását, a nyomtatási paraméterek beállítását és a nyomtatási folyamat felügyeletét.

Melyek a leggyakoribb PolyJet anyagok?

- **Akrilnitril-butadién-sztirol (ABS):** Az ABS egy általánosan használt hőre lágyuló műanyag, amely nagy szilárdságáról, tartósságáról és hőállóságáról ismert. A PolyJet nyomtatott ABS alkatrészek kiváló mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, beleértve a nagy szilárdságot és merevséget.
- **Polipropilén (PP):** A polipropilén egy könnyű és rugalmas hőre lágyuló műanyag, amelyet számos alkalmazásban használnak, beleértve a csomagolást, az autóiipari alkatrészeket és az orvosi eszközöket. A PolyJet-nyomtatott PP alkatrészek jó mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, beleértve a nagy szilárdságot és merevséget.
- **Polikarbonát (PC):** A polikarbonát egy átlátszó hőre lágyuló műanyag, amely nagy ütésállóságáról és szívósságáról ismert. A PolyJet nyomtatott PC alkatrészek erősek, tartósak és ellenállnak a szélsőséges hőmérsékleteknek.
- **Gumiszerű anyagok:** A PolyJet technológiával rugalmas, gumiszerű anyagok is nyomtathatók, például TPU (termoplasztikus poliuretán) vagy TPE (termoplasztikus elasztomer), amelyek ideálisak a rugalmasságot vagy párnázottságot igénylő alkalmazásokhoz.
- **Átlátszó anyagok:** A PolyJet technológia képes átlátszó anyagok, például átlátszó akril vagy polikarbonát-szerű anyagok nyomtatására, amelyek ideálisak fényvezetők, lencsék és egyéb optikai alkatrészek készítéséhez.
- **Több anyagból készült alkatrészek:** A PolyJet-technológia képes különböző keménységű vagy színű alkatrészek nyomtatására egyetlen nyomtatási sorozatban. Ez több fotopolimer anyag egyidejű nyomtatásával érhető el, amelyeket aztán kikeményítenek, hogy egyetlen, többféle tulajdonságú alkatrészt alkossanak.

MJF (Multi Jet Fusion)

Melyek az MJF 3D nyomtató fő részei?

- **Porágy:** A porágy az az alap, amelyre a 3D tárgy rétegről rétegre felépül. Általában olyan anyagból készül, mint például nejlon, és a nyomtató építő kamrájában található.
- **Nyomtatófej tömb:** A nyomtatófejtömb több tintasugaras nyomtatófejből áll, amelyek a porágyra juttatják az olvasztóanyagot és a részletezőanyagot.



A nyomtatófejtőmb a nyomtatási folyamat során előre-hátra mozog az ágy felett, és pontos mintázatokban helyezi el az anyagokat.

- **Olvasztólámpák:** Az olvasztólámpák a porágy felett helyezkednek el, és intenzív fényenergiát bocsátanak ki a poranyag szelektív olvasztása érdekében. Az olvasztólámpák felelősek a poranyag megolvasztásáért és összekapcsolásáért a végső 3D tárgy létrehozása érdekében.
- **Részletező lámpák:** A részletező lámpák szintén a porágy felett helyezkednek el, és a részletező anyag melegítéséért felelősek, hogy elősegítsék a kötődést a poranyaggal.
- **Építési platform:** Az építőplatform az az alkatrész, amely a nyomtatási folyamat során fel és le mozgatja a poragyat. Általában egy motor és egy sor szalag vagy sín hajtja.
- **Vezérlőrendszer:** A vezérlőrendszer felelős az MJF 3D nyomtató különböző alkatrészeinek, például a nyomtatófej-csoportnak, a olvasztólámpáknak, a részletező lámpáknak és a build platformnak a vezérléséért. Általában olyan szoftverekből áll, amelyek lehetővé teszik a felhasználó számára a 3D modellek létrehozását és módosítását, a nyomtatási paraméterek beállítását és a nyomtatási folyamat felügyeletét.

MJF alapanyagok:

- **Nylon:** Az MJF nyomtatás népszerű anyaga szilárdsága, rugalmassága és tartóssága miatt. Többféle minőségben nyomtatható, beleértve a PA12-t (poliamid 12), amelyet széles körben használnak az autóiparban és az ipari alkalmazásokban.
- **TPU (termoplasztikus poliuretán):** A TPU egy rugalmas anyag, amelyet általában párnázást vagy rugalmasságot igénylő alkalmazásokban használnak, például telefon tokokban vagy cipőtálpakban.
- **PP (polipropilén):** A PP egy könnyű és rugalmas hőre lágyuló műanyag, amelyet számos alkalmazásban használnak, beleértve a csomagolást, az autóipari alkatrészeket és az orvosi eszközöket.
- **PA11 (Poliamid 11):** A PA11 egy bioalapú nejlon, amelyet megújuló forrásokból, például ricinusolajból állítanak elő. Kiváló mechanikai tulajdonságokkal rendelkezik, és általában autóipari és úrhajózási alkalmazásokban használják.
- **PA12GB (Poliamid 12 üveggyöngyök):** A PA12GB egy üveggyöngyökkel megerősített nejlonanyag, amely megnövelt merevséget és szilárdságot biztosít.
- **PA12MB (Poliamid 12 ásványi gyöngyök):** A PA12MB egy ásványi gyöngyökkel megerősített nejlon anyag, amely megnövelt merevséget és hőállóságot biztosít.



- MJF TPE (termoplasztikus elasztomer): Az MJF TPE egy gumyszerű anyag, amelyet általában rugalmasságot vagy párnázottságot igénylő alkalmazásokban használnak.

A fenti anyagokon kívül az MJF-technológia más anyagokkal, például kerámiával, fémmel vagy szilikonnal is képes nyomtatni. Ezek az anyagok azonban további utókezelési lépéseket igényelnek, és drágábbak, mint az MJF-nyomtatásban általánosan használt hőre lágyuló anyagok.

Összefoglalva, az MJF-technológia számos anyaggal nyomtatható, beleértve a nejlont, TPU-t, PP-t, PA11-et, PA12GB-t, PA12MB-t és MJF TPE-t. Az anyag kiválasztása az alkalmazás követelményeitől függ. Az MJF-nyomtatással nyomtatott alkatrészek ezen anyagok felhasználásával kiváló mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, és számos ipari, orvosi és fogyasztói alkalmazásban használják őket.

5.2. Gyakorlati ismeretek

A gyakorlati tudás ezekkel a gyakorlatokkal mérhető:

- 3D nyomtató építése alkatrészekből vagy csak egy 3D nyomtató részegységéből, vagy egy 3D nyomtató beállítása.
- A hiba megtalálása a rossz 3D nyomtatón és annak megoldása
- Tökéletes munkadarab modellezése és 3D nyomtatása
- Nyomtatás 3 (alap) 3D nyomtatási anyaggal
- Egy végleges 3D nyomtatott munkadarab egy saját maga által összeállított géppel
- A megfelelő technológia és anyag kiválasztása egy adott munkadarabhoz
- Hibás munkadarabból annak meghatározása, hogy mi okozhatta a hibás eredményt. A gép beállítása vagy a rossz anyagbeállítás okozta?
- Menjen végig egy alapvető gépkarbantartási folyamaton
- Anyagcsere a 3D nyomtatóban és új nyomtatás indítása

Ezek a gyakorlatok segítenek abban, hogy a tanuló elsajátítsa a szükséges elméleti anyagot, és megbizonyosodjon gyakorlati tudásáról is.

A diákoknak meg kell tanulniuk, hogyan kell irányítani egy 3D nyomtatót. A legjobb módszer pedig az, ha maga fedezi fel a gépet, így a diákok kezelhetik a 3D nyomtatókat.



6. Az oktatók képzettsége

6.1. Ezen a területen szükséges tapasztalat

A képzés relevanciájának biztosítása érdekében szorosan kapcsolódnia kell az ipari gyakorlathoz, és elengedhetetlen, hogy az oktatók folyamatos kapcsolatban legyenek az iparral. Ebben az értelemben az oktatóknak kombinálniuk kell:

- Oktatói képességek - az előadás, a nyilvános beszéd vagy a szóbeli kommunikáció terén szerzett képzettség igazolása.
- Az oktatott tantárgyokhoz való hozzáértés.
- A tanított tantárgyak aktuális ipari gyakorlatának ismerete és tapasztalata.
- Az oktatott tantárgyhoz kapcsolódó gyakorlati készségek.

A képzési központnak megfelelő számú oktatói gárdával kell rendelkeznie, amely együttesen rendelkezik a jóváhagyás tárgyát képező tanfolyam hatékony lebonyolításához szükséges ismeretekkel és készségekkel. Az ilyen személyzet létszámának elegendőnek kell lennie annak biztosítására, hogy a tananyag lefedéséhez szükséges alapvető szaktudás és ipari tapasztalat megfelelően képviselve legyen a tanárok és vendégoktatók csoportjában. A képzési program frissítéséhez és ellenőrzéséhez megfelelő erőforrást is biztosítani kell.

Az oktatóknak kapcsolatot kell tartaniuk az aktuális ipari gyakorlattal, és például a tanároknak a tanácsadói munkába való bevonása az egyik módja e kapcsolat megteremtésének; a rövid távú kiküldetések egy másik lehetőség. Az ipari előadók bevonása ajánlott, hogy a tanfolyamba erős ipari elemet építsenek be.