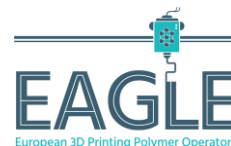
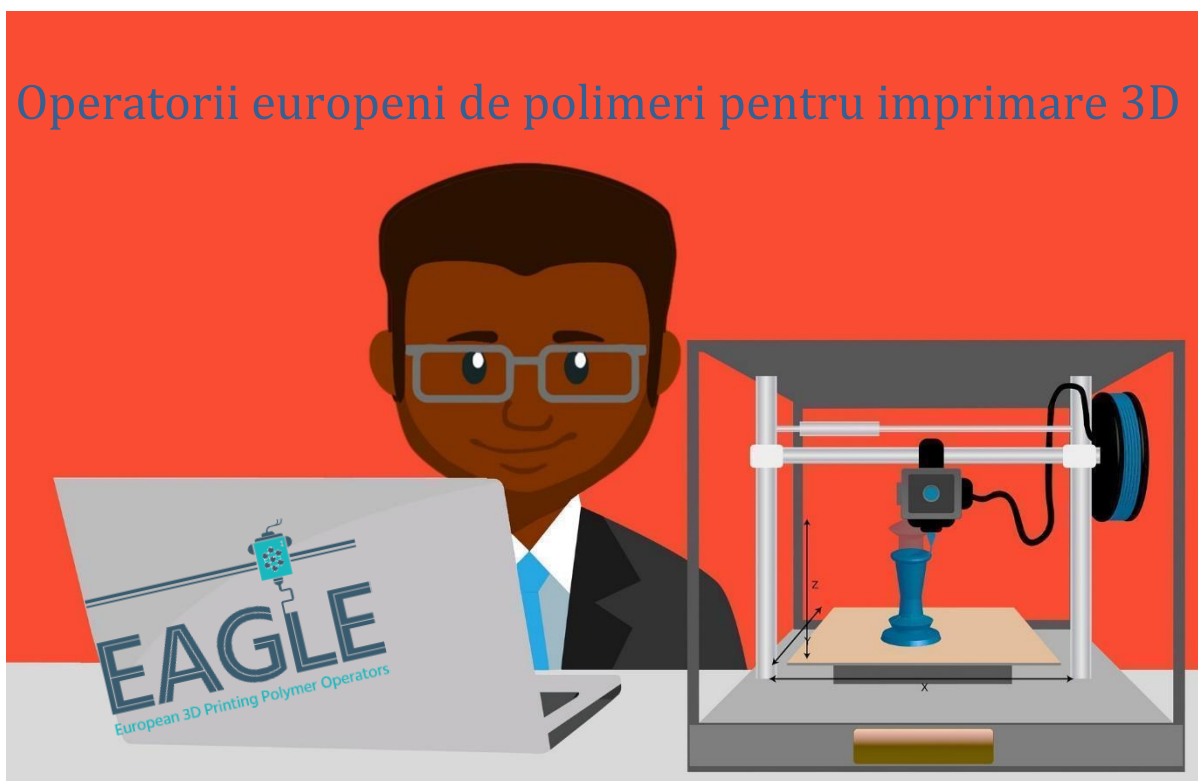




Cofinanțat de
Uniunea Europeană



Operatorii europeni de polimeri pentru imprimare 3D



EAGLE

Ghid de instruire pentru formatori

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.



Ghid de instruire pentru formatori

1. Domeniul de aplicare

Acest proiect a fost realizat cu contribuția Uniunii Europene, în cadrul programului ERASMUS+. Scopul proiectului EAGLE este de a crea o platformă de învățare pentru operatorii de mașini de fabricație aditivă, cu toate materialele de învățare necesare, examene, sistem de calificare și un ghid pentru formatori. Acest document sintetizează idei, principii și orientări pentru formatori, pentru a-i ajuta de la planificarea formării până la examinarea studenților.

2. Set de competențe și instrumente pedagogice

2.1. Instrumente personale

2.1.1 Crearea condițiilor pentru învățare

Pentru ca instruirea să se desfășoare fără probleme, formatorul trebuie să aibă grijă să existe condiții adecvate.

Aceste condiții sunt reprezentate de:

- O locație potrivită pentru o instruire de calitate
- Conexiune la internet
- Posibilitatea de a utiliza laptopuri și imprimante 3D
- Echipamente de siguranță: ochelari de protecție, mănuși și mască pentru imprimarea SLA, pentru a preveni expunerea la fumul generat în timpul imprimării 3D. Deoarece această instruire în domeniul imprimării 3D se va desfășura în diferite locuri, cum ar fi universități sau companii, măsurile de securitate sporite sunt esențiale.

2.1.2 Ce trebuie să facă formatorul

Formatorul trebuie să cunoască diferitele tipuri de tehnologii de imprimare 3D și materialele disponibile, inclusiv avantajele și dezavantajele fiecăruia. De



asemenea, e necesar să se familiarizeze cu configurarea și funcționarea diferitelor imprimante 3D, să identifice și să găsească software, instrumente și resurse legate de imprimarea 3D, să pregătească orientări și protocoale de siguranță pentru cursanți.

Creați o listă de proiecte și activități de imprimare 3D pe care cursanții le-ar putea realiza. Pregătiți materialele pentru curs, cum ar fi materii prime pentru imprimarea 3D, modele și alte consumabile. Fiți la curent cu tendințele și noutățile din industria imprimării 3D.

Formatorul trebuie să aibă capacitatea de a modela și/sau de a scana lucruri pentru a crea fișiere imprimabile 3D.

La începutul instruirii, e important ca formatorul să aibă un dialog cu cursanții despre nivelul lor de educație, competențele și abilitățile pe care aceștia le au. În acest fel, formatorul poate evalua cu ușurință unde se află cursanții în ceea ce privește cunoștințele, care sunt punctele lor forte și care sunt punctele slabe la care mai trebuie să lucreze. Una dintre cele mai ușoare modalități de a cunoaște cursanții este atunci când fiecare dintre ei se prezintă în câteva fraze. La începutul cursului, formatorul ar trebui să le spună cursanților la ce se pot aștepta în timpul cursurilor și ce vor învăța.

În timpul formării privind imprimarea 3D, cea mai importantă este siguranța. Formatorul trebuie să știe că procesul de imprimare 3D prezintă o varietate de potențiale probleme de siguranță, cum ar fi producerea de fum periculos, riscul de căldură sau de incendiu, precum și siguranța generală a utilizatorului. Atunci când se folosesc imprimantele 3D, este important ca utilizatorul să fie conștient de potențialele pericole asociate procesului. Principala preocupare este posibila degajare de fum periculos, care poate fi emis de plasticul sau metalul încălzit utilizat în procesul de imprimare. Inhalarea fumului periculos poate provoca iritații ale ochilor, nasului și gâtului, precum și riscuri potențial mai grave pentru sănătate. Pentru a reduce la minimum riscul de vapori periculoși, este important să vă asigurați că spațiul de lucru este bine ventilat și că se utilizează un aparat de respirație sau alte echipamente de siguranță atunci când operați imprimanta 3D, cum ar fi măști, ochelari și mănuși. O altă posibilă problemă de siguranță legată de imprimarea 3D este riscul de incendiu sau de alte accidente legate de căldură. Acest lucru este valabil mai ales atunci când se întrebunțează materiale precum plasticul ABS, care este foarte inflamabil.



2.2. Software

Aceste software-uri reprezintă baza imprimării unui model 3D real. Formatorul trebuie să fie capabil să gestioneze două tipuri de software: software de secționare și software de proiectare/modelare.

Sunt disponibile multe software-uri de modelare pentru imprimarea 3D, printre care *Autodesk Fusion 360*, *Blender*, *TinkerCAD*, *FreeCAD*, *SketchUp* și *Meshmixer*. Fiecare tip de software are caracteristici și capacități diferite, așa că este important ca formatorii să înțeleagă diferențele dintre ele și să-l aleagă pe cel mai potrivit pentru nevoile cursanților lor.

Autodesk Fusion 360 este un software de modelare și proiectare 3D bazat pe cloud, dezvoltat de Autodesk, o companie de software de top în domeniul proiectării asistate de calculator (CAD) și al producției asistate de calculator (CAM). *Blender* este o suită de creație 3D gratuită și open-source care cuprinde o gamă largă de instrumente pentru modelare 3D, animație, randare, editare video și multe altele. *Tinkercad* e un software de modelare 3D bazat pe web, dezvoltat de Autodesk. Tinkercad e gratuit, ceea ce-l face accesibil oricui are o conexiune la internet. *FreeCAD* este un software gratuit și open-source de modelare 3D parametrică, conceput pentru inginerie mecanică, proiectare de produse și arhitectură. *SketchUp* este un software de modelare 3D dezvoltat de Trimble Inc. Este cunoscut pentru interfața sa prietenoasă și instrumentele intuitive care îl fac accesibil unei game largi de utilizatori, inclusiv arhitecți, designeri de interior și pasionați. *Meshmixer* este un software de modelare 3D gratuit și independent, dezvoltat de Autodesk, specializat în editarea și manipularea mesh-urilor, oferind instrumente puternice pentru modificarea, repararea și optimizarea modelelor 3D tip mesh.

E necesar ca formatorii să fie familiarizați cu diferitele formate de fișiere de imprimare 3D acceptate de fiecare tip de software, cum ar fi STL, OBJ, AMF și 3MF. De asemenea, ei trebuie să cunoască îndeaproape diferitele etape implicate în modelarea pentru imprimarea 3D, cum ar fi proiectarea modelului 3D, crearea unui fișier imprimabil 3D și trimiterea acestuia către o imprimantă 3D.



- Software tip slicer (de secționare)
 - Cu ajutorul software-ului de secționare, instructorul poate vedea cum arată un fișier STL, OBJ sau STP. În acesta, se pot seta anumiți parametri: viteză de imprimare, încălzire etc., și tot aici se creează *fișierul G-code*. Acesta este formatul de fișier pe care-l poate interpreta imprimanta 3D.
 - În acest caz, formatorul trebuie să știe cum descriu formatele modelul 3D pe care îl conțin. (STL, OBJ)
 - De asemenea, e important să aveți abilitățile necesare ca să faceți setările de imprimare pentru diferite materiale, întrucât fiecare material trebuie imprimat la o temperatură și o viteză diferite pentru a obține un produs final corect.
 - Software tip slicer: Ultimaker Cura, PrusaSlicer, Simplify3D
- Software de modelare
 - Este un avantaj dacă formatorul cunoaște noțiunile de bază ale programelor de modelare, deoarece modelele imprimabile 3D pot fi create numai cu aceste programe, dar nu este o cerință obligatorie.
 - Primul pas pentru crearea unui model imprimat 3D este realizarea unui bun model imprimabil cu ajutorul software-ului de modelare.
 - Aceasta este și o oportunitate de a prezenta aceste software-uri, astfel încât cursanții să poată vedea întregul proces de producție.
 - Software-uri de modelare: Autodesk Inventor, Solidworks 3D CAD, Blender, Cinema 4D, ZBrush, Autodesk 3Ds Max, SketchupFree

Înainte de a alege software-ul care va fi utilizat pentru predare, e important ca formatorul să se asigure că cursanții au acces efectiv la software-ul selectat. Multe instituții de învățământ comandă licențe pentru software-uri de la diverși producători, iar dacă formatorul trebuie să predea într-o instituție în care, de exemplu, nu se acordă nicio licență, atunci el va trebui să aleagă software-uri gratuite, cu acces liber. Din acest motiv, este recomandabil ca toți formatorii să aibă cunoștințe la nivel de utilizator atât de software profesional, cât și de software liber, pentru a putea oferi formare.

2.3. Hardware

Cursanții pot învăța mai ușor dacă formatorul dispune de echipamentul adecvat pentru a demonstra și ilustra procesele, în acest fel, cursul va fi interesant și atractiv. Aceste instrumente sunt laptopuri sau computere, conexiune rapidă la internet, software de modelare sau aplicații de proiectare, scanere 3D și, cel mai important, imprimante 3D.



- Ce hardware ar trebui să aibă formatorul:
 - un calculator puternic
 - imprimantă(e) 3D, scanere 3D (opțional)
 - conexiune la internet

Imprimantele 3D FDM sau SLA de birou sunt cel mai comun tip de imprimantă 3D și sunt utilizate pentru a produce obiecte 3D din fișiere digitale. Cursul nu necesită neapărat ca fiecare cursant să aibă propria imprimantă 3D, deoarece ar fi costisitor, ci pot lucra în grupuri mici cu o imprimantă 3D comună.

Scanerele 3D sunt folosite pentru scanarea obiectelor 3D și crearea de modele digitale. Fără un scanner 3D profesional cursanții pot modela doar piesele și obiectele mai puțin complicate, dar dacă au la dispoziție un scanner 3D pot face din aproape orice un model 3D imprimabil. În prezent sunt o mulțime de tipuri de scanere disponibile. De exemplu, există scanere color, așa că, dacă avem o imprimantă 3D care poate gestiona mai multe culori, putem imprima lucruri așa cum arată în realitate. În lumea de astăzi putem scana și cu ajutorul smartphone-urilor noastre. Există deja o multitudine de aplicații, iar cele mai recente telefoane au LiDAR pentru o scanare mai precisă.

Toate aceste dispozitive hardware pot fi întrebuințate pentru a-i învăța pe cursanți despre proiectarea, ingineria și producția 3D.

2.4. Căi de acces la formare

Cursurile de învățare definesc unitățile de competență (UC) cu programele de educație și formare profesională, care sunt destinate predării în clasă sau laborator, asigurând astfel o interacțiune directă și continuă cu cursanții. În timp ce o parte din conținutul programelor de studii poate fi realizată în cadrul unei învățări mixte sau al altor metode de învățare, cealaltă parte se poate pune în practică numai cu ajutorul unor experți individuali. Prin urmare, au fost dezvoltate diferite modalități de obținere a calificărilor: *metoda standard* (/calea tradițională), care este reprezentată de formarea ce necesită prezență fizică în sala de clasă, sau *metoda de învățare mixtă* ce presupune utilizarea unei platforme online precum Google Meet, Microsoft Teams sau Zoom. Dintre cele două metode educaționale, este de preferat *metoda standard* (în școală, cu prezență fizică) pentru a se obține o lecție mult mai interactivă decât dacă ea s-ar desfășura on-line și astfel cursanții să se poată implica mult mai mult. Pe de



altă parte, cursurile online necesită mai puțină infrastructură, sunt accesibile cursanților din diferite regiuni și sunt mai ușor de organizat.

- Metoda standard (sau în clasă / tradițional)
- Metoda de învățare mixtă

Atât metoda de predare online, cât și cea tradițională pot fi eficiente pentru formarea în domeniul imprimării 3D, în funcție de obiectivele și nevoile specifice ale cursanților.

Formarea online în domeniul imprimării 3D poate fi convenabilă pentru cursanții care nu au acces la formare în persoană sau care preferă să învețe în ritmul propriu. De asemenea, formarea online poate fi mai rentabilă deoarece nu există cheltuieli de deplasare sau costuri de închiriere asociate cu o locație fizică.

Platforma online e cea mai bună formă de înțelegere și învățare a noțiunilor teoretice ale imprimării 3D deoarece permite o abordare mai personalizată a învățării. Prin intermediul platformelor online, cursanții pot accesa informațiile în timpul lor liber și pot reveni și aprofunda lecțiile ori de câte ori au nevoie. De asemenea, aceste platforme permit o experiență interactivă, cursanții având posibilitatea de a interacționa cu experții în imprimare 3D, pot pune întrebări sau împărtăși idei. Tot platformele online fac ca învățarea imprimării 3D să fie facilă, întrucât cursanții pot accesa cele mai bune resurse din întreaga lume.

Învățarea online este o alternativă bună pentru formarea în domeniul imprimării 3D alături de forma tradițională fiindcă oferă flexibilitate și confort. Cursurile online le dau posibilitatea cursanților să studieze în ritmul lor și în intervalul de timp dorit, ceea ce înseamnă că-și pot adapta învățarea în funcție de alte angajamente. De asemenea, nu trebuie să piardă timp și bani pentru a se deplasa la și de la cursuri. În plus, cursurile online oferă acces la o gamă largă de resurse și materiale de învățare, cum ar fi tutoriale video, simulări interactive și studii de caz, care sunt extrem de utile atunci când se învață subiecte complexe, cum ar fi imprimarea 3D.

Pe de altă parte, formarea tradițională oferă o experiență practică cu imprimantele 3D și alte echipamente, precum și feedback imediat din partea instructorilor. De asemenea, formarea tradițională prezintă oportunități de



colaborare și de creare de rețele cu alți cursanți și profesioniști din industrie. Un dezavantaj al învățării online este acela că fiind flexibilă, atenția cursanților mai tineri, în special, se poate pierde mai ușor, ei adesea irosesc timp navigând pe internet, fiind ușor distrași de alte subiecte. Din acest motiv, este important ca formatorul să mențină un contact regulat și, de preferință, apropiat cu cursanții în timpul cursului, chiar și atunci când alege forma de instruire online.

În concluzie, cea mai bună opțiune pentru formarea în domeniul imprimării 3D depinde de nevoile și preferințele individuale ale cursantului, precum și de disponibilitatea resurselor și a formatorilor din zona sa. O combinație de metode de predare online și tradiționale poate fi o soluție viabilă pentru unii cursanți.



3. Cursuri

3.1. Lecții online

3.1.1 Videoclipuri pregătite în prealabil

Videoclipurile pregătite în prealabil despre diferitele tehnologii de imprimare 3D sunt resurse didactice valoroase care pot ajuta la predare în mai multe feluri. În primul rând, sunt flexibile și accesibile. Videoclipurile oferă flexibilitate în ceea ce privește momentul și locul în care cursanții pot accesa conținutul. Ei le pot viziona în ritmul propriu și revedea ori de câte ori doresc. Videoclipurile pot fi vizionate de pe diverse dispozitive, permițând astfel o experiență de învățare personalizată. În al doilea rând, demonstrația vizuală. Videoclipurile permit demonstrarea vizuală a procesului de imprimare 3D, prezentând instrucțiuni pas cu pas, setări și tehnici. Demonstrațiile vizuale îmbunătățesc înțelegerea și pot face conceptele complexe mai accesibile cursanților.

Prin crearea de videoclipuri, formatorul asigură coerență în transmiterea conținutului său. Fiecare videoclip poate fi planificat, înregistrat și editat cu atenție pentru a menține un standard ridicat de calitate. Acest lucru ajută la furnizarea unei experiențe de învățare consecvente pentru toți cursanții. Videoclipurile realizate în prealabil pot servi ca material suplimentar pentru a completa alte resurse de predare. Ele pot fi întrebuițate la consolidarea conceptelor predate în cadrul cursurilor online, în manuale sau în alte materiale de instruire. Cursanții folosesc videoclipurile și pentru a-și clarifica anumite noțiuni și pentru a-și consolida învățarea.

Videoclipurile oferă o oportunitate de învățare în ritm propriu. Cursanții pot să întrerupă, să deruleze sau să revadă secțiuni din videoclipuri, după cum este necesar. Acest lucru le permite să învețe în ritmul propriu și să petreacă mai mult timp pe anumite subiecte sau concepte dificile.

E indicat ca videoclipurile să-i atragă vizual pe cursanți și să le capteze atenția. Elementele vizuale, animațiile și demonstrațiile din viața reală pot face ca experiența de învățare să fie interesantă și ușor de reținut.

Aceste clipuri video pot demonstra tehnici practice, deoarece imprimarea 3D implică o mulțime de abilități și tehnici practice. Videoclipurile pot prezenta demonstrații practice ale unor sarcini precum configurarea unei imprimante 3D, calibrarea, rezolvarea problemelor comune sau optimizarea setărilor de



imprimare. Cursanții pot observa și învăța tehnicile în mod vizual, îmbunătățindu-și înțelegerea și capacitatea de a aplica cunoștințele în mod practic.

Aceste videoclipuri educaționale realizate în prealabil pot fi încărcate pe diferite platforme, de exemplu pe YouTube pe o pagină privată, și astfel pot fi vizionate doar de persoanele care au dreptul să facă acest lucru. Atunci când alegeți o platformă, luați în considerare factori precum accesibilitatea, setările de confidențialitate, limitările de stocare, ușurința de utilizare și orice orientări sau restricții instituționale sau organizaționale. Asigurați-vă că platforma pe care o alege formatorul se aliniază cu nevoile sale specifice și cu publicul căruia îi sunt destinate videoclipurile.

La ce ar trebui să fie atent formatorul atunci când editează, montează fundalul și taie un astfel de videoclip?

- **Context:** Selectați un fundal relevant pentru conținut și adecvat contextului educațional. Un mediu curat, fără dezordine și cu un minim de distrageri este ideal. Luați în considerare utilizarea unui fundal neutru sau a unui cadru cu aspect profesional care să pună accentul pe subiect. Mențineți fundalul atractiv din punct de vedere vizual, dar nu aglomerat, permițând ca atenția să rămână concentrată pe prezentator sau pe subiectul discutat.
- **Tăiere:** Eliminați conținutul inutil și utilizați tranziții fluide; acordați atenție calității audio. Luați în considerare ritmul și sincronizarea videoclipului. Asigurați-vă că conținutul se derulează natural și este prezentat la o viteză adecvată. Evitați să vă grăbiți cu informațiile sau să vorbiți prea încet.
- **Audio:** se recomandă utilizarea microfoanelor pentru înregistrarea audio. Camerele de luat vederi au deja un microfon încorporat, dar calitatea sunetului lor nu este neapărat cea mai bună, mai ales dacă camera este fixată pe trepied la câțiva metri distanță de formator. Dacă decupați imagini și videoclipuri în materialul educațional, calitatea sunetului narațiunii vocale este, de asemenea, importantă, adică trebuie să fie suficient de tare și să nu conțină zgomote deranjante (de exemplu, șuierături).
- **Marcaj:** Se recomandă, de asemenea, să puneți un marcaj pe materialul video finalizat. Așezați marcajul într-un loc care să nu distragă atenția, să nu interfereze cu eventualele materiale prezentate (imagini, recuzită), dar care să împiedice utilizarea neautorizată a materialului video.
- **Revizuirea periodică:** înainte de a trimite același link cursanților an de an, asigurați-vă că informațiile din videoclip sunt disponibile și actualizate. Sarcina formatorului este de a tăia părțile învechite și de a le înlocui cu



informații noi, punând astfel la dispoziția cursanților cunoștințe relevante și actuale.

3.1.2 Sesiune online în direct

Un factor cheie în formarea online în direct este calitatea conexiunii la internet a formatorului. Se recomandă utilizarea unei conexiuni la internet prin cablu în locul unei conexiuni Wi-Fi pentru a asigura o lățime de bandă și o stabilitate adecvate. Este important să folosiți o cameră web și un microfon bune pentru o calitate corespunzătoare a sunetului și a imaginii. Este indicat ca formatorul să utilizeze o cască deoarece microfonul plasat aproape de față filtrează mai bine zgomotul ambiental decât microfonul integrat al laptopului, iar căștile-l ajută să audă mai bine întrebările adresate. Alegeți un loc pentru instruire în care să puteți fi liniștit și calm (fie acasă, fie la birou). Înainte de a porni camera web, asigurați-vă că ați configurat un fundal virtual și că doar lucrurile pe care doriți cu adevărat să le arătați cursanților se află în câmpul vizual al camerei (de exemplu, dacă doriți să arătați elemente de recuzită în cameră, este posibil ca acestea să nu apară corect din cauza filtrării fundalului virtual).

După ce sunt asigurate condițiile tehnice, urmează selectarea platformei adecvate: selectați o platformă online care se potrivește nevoilor dumneavoastră de predare, instrumente de videoconferință precum Zoom sau Google Meet, Microsoft Teams sau Go to Meeting. Aceste platforme online sunt utilizate în mod regulat în școli. Selectarea celei mai potrivite dintre aceste platforme depinde de nevoile și preferințele specifice ale formatorului și, de asemenea, de disponibilitatea software-ului în acel loc și de licențe.

Zoom: Zoom este un instrument de videoconferință foarte popular, cunoscut pentru ușurința de utilizare și caracteristicile sale solide. Oferă funcții precum partajarea ecranului, săli de discuții pentru activități de grup, sesiuni de înregistrare și tablă interactivă. De asemenea, Zoom se integrează bine cu alte instrumente și platforme și este adesea utilizat pentru predare online și colaborare la distanță. Însă unele dintre aceste funcții pot fi accesate doar de către abonați, iar durata ședinței poate fi limitată pentru utilizatorii care folosesc gratuit Zoom.

Google Meet: Google Meet face parte din suita de instrumente Google Workspace (fosta G Suite). Acesta oferă capacități de videoconferință cu funcții precum partajarea ecranului, chat și posibilitatea de a colabora în timp real pe



documentele Google Drive. Google Meet se integrează bine cu alte instrumente Google Workspace, ceea ce îl face convenabil pentru utilizatorii care folosesc deja ecosistemul Google. Cei care au un abonament corporativ au acces nelimitat la beneficiile software-ului, dar utilizatorii care folosesc gratuit Google Meet pot întâmpina uneori dificultăți, de exemplu în ce privește numărul maxim de participanți la o reuniune și câte persoane pot activa microfonul în același timp.

Microsoft Teams: Microsoft Teams este o platformă de colaborare care oferă conferințe video, chat, partajare de documente și integrare cu alte instrumente Microsoft, cum ar fi OneDrive și SharePoint. Este concepută pentru munca în echipă și comunicarea în cadrul organizațiilor și instituțiilor de învățământ. Microsoft Teams oferă funcții precum camere de discuții, partajarea ecranului și colaborarea în timp real a documentelor. În cazul în care inițiatorul reuniunii are o licență corporativă/instituțională, acesta poate invita și persoane externe, iar persoanele externe pot beneficia și ele de numeroasele avantaje oferite de platformă. Este important de subliniat faptul că toate fișierele și istoricul de chat al grupurilor deja create pot fi accesate de către membrii adăugați ulterior, astfel încât, în cazul în care instruirea este predată mai multor grupuri sau mai multor clase, trebuie să se verifice întotdeauna că numai utilizatorii autorizați intră și rămân acolo.

GoToMeeting: este o platformă populară de videoconferințe online și de întâlniri online și e foarte potrivită pentru învățare online. Deși este cunoscut în primul rând pentru aplicațiile sale de afaceri, GoToMeeting oferă caracteristici care pot fi benefice pentru formatori și cursanți în mediul de învățare online. Această interfață online conține toate instrumentele necesare pentru educația online, inclusiv conferințe video, partajarea ecranului și prezentări, tablă interactivă, care permite înregistrarea sesiunilor, săli de discuții, funcții de chat și colaborare și, bineînțeles, securitate și confidențialitate. Prin aceste caracteristici, GoToMeeting poate fi adaptat cu ușurință ca o platformă eficientă de învățare online.

Formatorul ar trebui să analizeze următorii factori atunci când alege între platforme:

- *Ușurința de utilizare:* este platforma aliniată cu nivelul de confort și abilitățile tehnice ale formatorului?
- *Caracteristici:* Stabiliți care sunt caracteristicile esențiale pentru predarea online, de exemplu, partajarea ecranului, camere de discuții sau editarea documentelor în colaborare.



- *Integrare:* Dacă folosesc deja alte platforme care pot fi bine integrate.
- *Accesibilitate:* disponibilitatea software-ului se poate modifica fie din cauza reglementărilor locale, fie din cauza normelor interne ale instituției de învățământ.
- *Confidențialitate și securitate:* în timpul pandemiei COVID, s-a constatat că multe platforme prezintă lacune în materie de securitate, astfel încât se recomandă să se monitorizeze în mod constant dacă platforma aleasă este adecvată din punctul de vedere al securității datelor. Pentru colaborare și drive-uri partajate, e important să se verifice că nu sunt incluse fișiere infectate sau conținut amenințător.

Creați conținut atractiv: Folosiți o combinație de tutoriale video, teste interactive și materiale scrise pentru a realiza conținutul cursului. Mijloacele vizuale, cum ar fi videoclipurile, imaginile, diagramele și modelele 3D, ajută la ilustrarea eficientă a conceptelor.

Oferiți experiență practică: Deși predarea imprimării 3D online poate fi o provocare, este esențial să se ofere cursanților oportunități de a exersa. Încurajați-i să aibă acces la o imprimantă 3D, fie prin intermediul Space maker-ului local, fie prin achiziționarea propriei imprimante. Oferiți-le îndrumări cu privire la operarea imprimantei, la rezolvarea problemelor comune și la proiectarea propriilor modele 3D.

Promovați interacțiunea și feedback-ul: Încurajați participarea cursanților prin intermediul forumurilor de discuții, al grupurilor de chat sau al sesiunilor de întrebări și răspunsuri în direct. Oferiți feedback cu privire la temele sau proiectele lor pentru a-i ajuta să-și îmbunătățească abilitățile.

Creați teste, teme sau proiecte pentru a evalua înțelegerea și progresul cursanților.

3.1.3 Sisteme de gestionare a învățării

În afară de platformele de învățare online, formatorii utilizează în general alte sisteme suplimentare de gestionare a învățării, precum Moodle sau Canvas. În aceste sisteme, ei pot organiza materialele de învățare, cum ar fi prezentările PowerPoint, videoclipurile, cărțile, temele și, bineînțeles, data și natura evaluărilor.



În **Moodle**, o mulțime de surse utilizabile aici pot fi folosite pentru curs, pot crea conținut, comunica și colabora. Este adaptat pentru mobil, astfel încât cursanții pot accesa cursurile și interacționa cu conținutul pe smartphone-uri și tablete, permițând experiențe de învățare flexibile și convenabile. Oferă diverse funcții de comunicare și colaborare. Include forumuri de discuții pentru dezbateri asincrone, mesagerie privată pentru comunicare directă între formator și cursanți și chat în timp real pentru interacțiuni sincrone. Aceste caracteristici stimulează implicarea cursanților și promovează învățarea între colegi. Moodle permite personalizarea și adaptarea pentru a răspunde nevoilor specifice ale instructorilor și cursanților. Instructorii pot personaliza aspectul cursurilor lor, pot crea roluri de utilizator personalizate și pot defini permisiuni de acces specifice. De asemenea, ei pot adăuga plugin-uri și extensii pentru a crește funcționalitatea Moodle.

Canvas pune la dispoziție o serie de instrumente și caracteristici concepute pentru îmbunătățirea experiențelor de predare și învățare. Canvas permite formatorilor să-și organizeze și să-și gestioneze cursurile în mod eficient. Aceștia pot crea module de curs, pot configura teme și teste, pot gestiona evaluările și urmări progresul cursanților. Interfața intuitivă facilitează navigarea și gestionarea conținutului cursului. Oferă o varietate de instrumente pentru a crea și livra conținutul cursului. Formatorii pot încărca fișiere, încorpora resurse multimedia, crea pagini web și realiza legături către conținut extern. De asemenea, platforma suportă integrarea instrumentelor și arhive ale terților, permițând o experiență de învățare flexibilă și dinamică. Canvas prezintă numeroase funcții de comunicare și colaborare: forumuri de discuții, mesagerie directă pentru comunicare individuală între formatori și cursanți și anunțuri pentru a împărtăși actualizări importante. Canvas sprijină, de asemenea, munca în grup și colaborarea prin instrumente precum discuțiile în grup și documentele colaborative. Canvas oferă și o aplicație mobilă, astfel încât cursanții să poată accesa cu ușurință materialele de curs. Pe lângă toate acestea, Canvas are și funcții de calendar și de notificare.

3.2. Lecții în sala de clasă ("offline")

Până în 2020, locul dominant de desfășurare a educației a fost sala de clasă, astfel încât majoritatea formatorilor care au experiență înainte de pandemia COVID nu întâmpină noi probleme legate acest lucru. Totuși vom prezenta aspecte la care ar trebui să fie atent formatorul în timpul educației teoretice și practice la clasă, astfel încât cursanții să fie atrași și atenți în timpul cursurilor.



3.2.1 Aspecte tehnice

Înainte de lecție, asigurați-vă că aveți la dispoziție un proiector de dimensiuni și calitate a imaginii potrivite, aduceți-vă laptopul cu un cablu de încărcare și asigurați-vă că aveți acces la slide-urile pe care doriți să le prezentați. Multe institute au proiectoare învechite cu conectori VGA, în timp ce laptopurile din prezent au HDMI sau displayport. Prin urmare, e indicat să întrebați în prealabil ce conectori sunt disponibili și, dacă este cazul, trebuie să aduceți cu dumneavoastră și adaptorul/transformatorul corespunzător. Deoarece durata cursurilor poate fi de câteva ore, trebuie neapărat să aveți un cablu de încărcare pentru laptop, care necesită, de asemenea, un conector de alimentare. Cea mai apropiată priză este posibil să fie la o distanță considerabilă, așa că e indicat să dețineți și un prelungitor. Se pot produce momente foarte neplăcute dacă începerea cursului este întârziată pentru că formatorul încă aleargă după un prelungitor sau un convertor.

Pentru ca imaginea proiectorului să fie lizibilă, este recomandabil ca sala unde se desfășoară cursul să fie suficient de umbrită, dar nu prea întunecată pentru ca cursanții să nu adoarmă în timpul prezentării. Este important ca imaginea obținută prin intermediul proiectorului să fie suficient de mare și deci prezentarea să fie cât mai vizibilă.

Formatorul trebuie să aducă cu el mouse și un pointer laser. În prezent, pe lângă versiunile tradiționale cu 2 butoane (înainte și înapoi în cadrul prezentării), sunt disponibile și versiuni cu temporizator încorporat, adică după un timp prestabilit începe să vibreze pentru a avertiza lectorul să înceapă să încheie încet cursul, precum și versiuni cu butoane programabile suplimentare (de exemplu, controale video, reglatoare etc.). Astfel de dispozitive sunt accesibile, iar dacă instructorul ține deseori o prelegere în direct, merită să investească într-un astfel de dispozitiv, astfel încât să poată avea întotdeauna la el propriul dispozitiv (chiar și cu funcții suplimentare).

În cazul în care sala este prea mare, este recomandabil ca formatorul să aibă la dispoziție un microfon și un difuzor.

În prezent considerăm că e de la sine înțeles că există internet peste tot, dar acest lucru e întotdeauna așa. Într-o sală de clasă de la subsol sunt adesea probleme, ca de exemplu că semnalul Wi-Fi este slab. Dacă nu există internet prin cablu sau rețea internă, formatorul se poate confrunta în mod repetat cu momente dificile. Din acest motiv, merită să verificăm întotdeauna cum sunt dotările sălii de clasă din acest punct de vedere și să păstrăm la noi nu doar slide-urile din prezentare, ci și videoclipurile, imaginile etc. destinate a fi prezentate și în format offline.



3.2.2 Instruiri teoretice

Sala de clasă teoretică, adică educația "offline", e cea mai mare provocare pentru că în acest caz este foarte greu de menținut atenția cursanților (dacă camerele video ale cursanților sunt închise, formatorul nu poate vedea dacă ei sunt interesați sau nu de cele prezentate, dacă sunt plictisiți, dacă joacă jocuri video sau sunt preocupați de cu totul alte lucruri).

Formatorul trebuie să fie suficient de pregătit și abil pentru a atrage și menține atenția cursanților, printre altele și vorbind frumos, audibil și inteligibil.

Ezitatea, bâlbâiala și pauzele frecvente la mijlocul frazei, căutarea cuvintelor sunt factori care-i fac pe cursanți să-și piardă concentrarea și să se plictisească de curs. Este indicat să exersați modul de a prezenta în prealabil sau, eventual, să faceți un test în fața unui public mai mic (este important de subliniat că, de multe ori, chiar și persoanele cu experiență fac această greșală, deoarece chiar dacă ați susținut prelegerea "A" de o sută de ori, nu înseamnă că veți putea să o susțineți pe "B" cu aceeași ușurință).

Tehnica corectă de respirație poate ajuta nu numai la asigurarea unui volum corect, ci și la păstrarea calmului. Este firesc ca cineva să se simtă mai mult sau mai puțin emoționat în timpul primelor prezentări, dar acest lucru poate fi depășit cu o pregătire mentală și o rutină adecvată. Dacă prima prezentare nu decurge conform planului, nu trebuie să vă descurajați și să renunțați, ci să continuați să exersați. Pentru că formatorul, ca profesie, necesită aceeași învățare și practică ca orice altă profesie.

Merită să începeți prelegerea cu o poveste care să atragă atenția, care poate fi amuzantă și de natură personală, astfel încât cursanții să se apropie de formator, să se intereseze de persoana respectivă și, desigur, de subiectul predat.

Monitorizați participanții și, atunci când observați că se plictisesc, că își pierd din atenție, puneți-le întrebări, povestiți-le întâmplări din experiența personală relevante pentru subiect și relaxați astfel atmosfera. Bineînțeles, nu vă abateți prea mult de la subiect, deoarece scopul cursului este de a livra materialul educațional pregătit. Dacă nu aveți suficientă experiență, întrebați colegi cu experiență, găsiți videoclipuri și lucruri interesante de pe internet, care pot, de asemenea, să dea culoare educației monotone.

Dacă un cursant a adormit în timpul orelor de curs sau folosește timp îndelungat telefonul, avertizați-l cu blândețe, nu faceți comentarii jignitoare, nu-i puneți întrebări la care, în mod previzibil, nu va putea să răspundă.

Respectați intervalul de timp, faceți pauze regulate și, dacă e posibil, aerisiți bine sala de clasă, deoarece aerul proaspăt ajută la o bună concentrare. Nu lăsați



fereastra deschisă în timpul orei (cu excepția cazului în care există un alt motiv) deoarece, din cauza zgomotului exterior, formatorul ar trebui să vorbească prea tare și ar putea fi deranjant pentru unii cursanți.

3.2.3. Instruiri practice

Aspectele tehnice și teoretice descrise anterior se aplică și formării practice.

În cazul formării practice, acest lucru este completat de faptul că, pe lângă echipamentul propriu, formatorul este responsabil și pentru echipamentul accesibil cursanților.

Asigurați-vă că este disponibilă o cantitate adecvată de echipament sau, în cazul în care resursele sunt limitate, acordați suficient timp pentru a se finaliza sarcinile practice, astfel încât toți cursanții să fie capabili să le îndeplinească singuri. Rezolvarea sarcinilor în grup este adesea indicată, dar există și cursanți care au tendința de a nu se implica în rezolvarea sarcinilor de grup și așteaptă soluția de la ceilalți, așadar nu au independența și experiența necesare pentru a finaliza lucrarea. Pentru a rezolva această problemă se poate face redistribuirea echipelor și va fi cerută îndeplinirea mai multor sarcini mici, independente.

Pe lângă echipament, trebuie să acordăm atenție și materiilor prime, întrucât este sarcina formatorului să se asigure că sunt disponibile materiile prime de calitate și în cantitatea potrivită pentru procesul de formare. În cazul în care în sală sunt folosite mai multe tipuri de echipamente și materiale, formatorul trebuie să se asigure că acestea nu se amestecă.

Unul dintre punctele cheie ale formării practice este prevenirea accidentelor și educația în materie de siguranță. Acest lucru e important să fie făcut imediat și formatorul trebuie să se asigure că niciun cursant care nu cunoaște regulile de siguranță nu are voie să se apropie de echipamente. Pe lângă echipamente și materii prime, este extrem de important să aveți cantitatea potrivită de echipament de siguranță. În cazul în care sala nu dispune de cantitatea și calitatea corespunzătoare de echipament de siguranță (de exemplu, ochelari de protecție, măști etc.), este interzis să se înceapă predarea, chiar și pe răspunderea cursanților sau a formatorilor.

Formatorul trebuie să fie capabil să utilizeze toate echipamentele, iar dacă nu este în măsură să facă acest lucru, atunci e indicat să fie disponibil personal de sprijin. E necesar ca formatorul să fie capabil să predea modul de utilizare a echipamentului care trebuie să fie amplasat în sala de instruire practică în așa fel încât toți cursanții să poată vedea clar cum trebuie manevrat echipamentul în mod corespunzător. Este întotdeauna important să ne asigurăm că cursanții au văzut și au înțeles cu adevărat sarcina și etapele procesului de lucru. Lăsați întotdeauna suficient timp pentru întrebări și răspunsuri.



Formatorul trebuie să fie capabil să folosească toate echipamentele, iar dacă nu poate să facă acest lucru trebuie să fie disponibil personal de sprijin.

Pentru detalii privind cunoștințele practice și teoretice exacte (de exemplu, cerințele legate de tehnologie), vă rugăm să consultați secțiunile aferente din prezentul document.



4. Planificarea lecțiilor

Conceperea unui curs pentru imprimarea 3D implică o planificare atentă și luarea în considerare a diferitelor elemente.

Începeți prin a defini clar *obiectivele de învățare* ale cursului dumneavoastră. Determinați ce cunoștințe, abilități și competențe doriți ca cursanții să dobândească până la finalul cursului. Asigurați-vă că obiectivele cursului dvs. sunt specifice, măsurabile, realizabile și relevante. Selectați resursele de învățare. Acestea pot include manuale, articole online, tutoriale, videoclipuri, software și activități practice. Alegeți resurse care se aliniază cu obiectivele de învățare și răspund nevoilor cursanților dumneavoastră.

Organizați conținutul cursului în module sau unități. Împărțiți subiectele în secțiuni ușor de gestionat pentru a facilita învățarea și progresul. Determinați succesiunea logică a subiectelor și creați o schemă de curs care să ghideze cursanții prin conținut.

Apelați la activități variate de învățare care să le permită cursanților să aplice cunoștințele și competențele. Includeți proiecte practice, provocări în ceea ce privește proiectarea, sarcini de rezolvare a problemelor, activități de grup și discuții. Încorporați sarcini ce presupun creativitate, gândire critică și colaborare.

4.1. Factorii cheie ai lecției

Atunci când se concepe o lecție sau un curs despre imprimarea 3D, există mai mulți factori cheie care este important să fie luați în considerare pentru a se asigura o experiență de învățare eficientă și atractivă.

Pregătirea: Pregătirea și cunoștințele de ultimă oră ale formatorului sunt factori cruciali pentru a oferi o experiență de învățare eficientă și de înaltă calitate. Formatorii care posedă cunoștințe aprofundate și expertiză în materie inspiră încredere și credibilitate în rândul cursanților. Atunci când cursanții își percep profesorul ca fiind bine informat și bine pregătit, e mai probabil ca ei să se implice activ în procesul de învățare și să aibă încredere în informațiile împărtășite. Un formator foarte bine pregătit poate anticipa întrebările și provocările comune pe care e posibil să le întâmpine cursanții și le poate aborda în mod proactiv, oferind explicații clare, îndrumări și facilități discuții care-i ajută pe cursanți să depășească dificultățile. Faptul de a fi la curent cu noutățile



îi permite formatorului să ofere informații și soluții relevante și exacte. Pregătirea unei lecții implică, printre altele, și ca formatorul să știe care e nivelul cunoștințelor anterioare și a stilurilor de învățare ale cursanților. Aceste lucruri îl ajută pe formator să adapteze conținutul, exemplele și explicațiile pentru a se potrivi nevoilor specifice ale cursanților, asigurându-se că instruirea este accesibilă și semnificativă.

Curriculum structurat: Organizarea conținutului cursului într-o manieră logică și structurată. Împărțiți cursul în module sau lecții care se desfășoară coerent, pornind de la materialul abordat anterior. Acest lucru îi ajută pe cursanți să înțeleagă progresia etapelor cursului și facilitează o mai bună înțelegere și învățare a informațiilor.

Obiective clare de învățare: Începeți prin a defini clar obiectivele de învățare ale lecției sau cursului. Ce cunoștințe, aptitudini sau competențe specifice doriți ca cursanții să dobândească? Faptul de a avea obiective bine definite va ghida conținutul și activitățile pe parcursul cursului.

Conținut vizual și captivant: Videoclipurile au avantajul de a combina imagini, sunet și mișcare, ceea ce le face foarte atractive pentru cursanți. El pot prezenta concepte, demonstrații sau proceduri complexe într-un mod mai accesibil și mai ușor de înțeles în comparație cu resursele bazate pe text. Conținutul vizual îi ajută pe cursanți să înțeleagă ideile, să rețină informațiile și să îmbunătățească înțelegerea generală.

Activități practice: Includeți activități și exerciții practice care să le permită cursanților să aplice cunoștințele și să-și exerseze abilitățile. În contextul imprimării 3D, acest lucru implică proiectarea și modelarea obiectelor 3D, pregătirea modelelor pentru imprimare, operarea imprimantelor 3D și rezolvarea problemelor comune. Oferirea oportunităților de învățare activă îmbunătățește învățarea și dezvoltarea abilităților.

Demonstrații și instrucțiuni pas cu pas: Faceți demonstrații clare și dați instrucțiuni pas cu pas pentru sarcini și procese esențiale legate de imprimarea 3D. Acestea pot include tutoriale privind software-ul, configurarea și calibrarea imprimantei, pregătirea fișierelor și tehnici de postprocesare. Mijloacele vizuale, capturile de ecran sau videoclipurile pot fi eficiente în ilustrarea acestor proceduri.



Sfaturi practice și depanare: Oferiți sfaturi și informații practice bazate pe propria experiență în domeniul imprimării 3D. Împărtășiți provocările comune sau greșelile care trebuie evitate, tehnicile de depanare și cele mai bune practici. Aceste cunoștințe practice vor fi valoroase pentru cursanți în timp ce se implică în activități practice și se confruntă cu situații din lumea reală.

Interacțiune și colaborare: Promovarea interacțiunii și a colaborării între cursanți. Acest lucru se poate realiza prin intermediul forumurilor de discuții, al comunităților online, al proiectelor de grup sau al sesiunilor în direct, unde cursanții fac schimb de idei, pun întrebări și pot învăța unii de la alții. Învățarea unul de la altul aprofundează înțelegerea și oferă un mediu care susține învățarea.

Aplicații din lumea reală: Evidențiați aplicațiile din lumea reală ale imprimării 3D în diferite industrii. Prezentați studii de caz, povești de succes și exemple despre modul în care imprimarea 3D revoluționează designul, producția, medicina, arhitectura sau alte domenii. Conectarea învățării la aplicații practice poate motiva cursanții și le arată relevanța competențelor pe care le dobândesc.

Prin luarea în considerare a acestor factori cheie, puteți crea un curs de imprimare 3D complet și atractiv, care să-i sprijine eficient pe cursanți în dobândirea cunoștințelor și abilităților de care au nevoie.

4.2. Repere în timpul lecției

Aceste repere servesc ca puncte de referință atât pentru cursanți, cât și pentru formatori, ajutând la urmărirea progresului și asigurându-se că conceptele și competențele cheie sunt acoperite în mod adecvat. Iată câteva repere potențiale care pot fi incluse într-un curs de imprimare 3D.

1. Educație pentru siguranță
2. Cunoștințe de bază privind imprimarea 3D și tehnologiile de imprimare 3D
3. Software de modelare și secționare
4. Cunoștințe avansate de imprimare 3D
5. Punerea în funcțiune a imprimantei 3D
6. Calibrarea și setările mașinii
7. Cunoștințe despre materiale
8. Examene finale



4.3. Pregătirea exemplilor

4.3.1. Piese demonstrative

În primul rând, trebuie să stabiliți obiectivele specifice de învățare pe care doriți să le atingeți prin intermediul pieselor demonstrative. Intenționați să predați o anumită tehnică, să prezentați capacitățile unei anumite imprimante, să evidențiați utilizarea anumitor materiale sau să subliniați o problemă comună? Dacă aveți obiective clare, vă veți ghida în selectarea modelelor demonstrative și în modul în care le prezentați cursanților.

Selectați obiecte printate 3D demonstrative care sunt relevante pentru subiectele abordate în cadrul cursului. Luați în considerare alegerea unor piese imprimate care demonstrează diferite aspecte ale imprimării 3D, cum ar fi printuri funcționale, modele artistice, prototipuri arhitecturale sau componente de inginerie. Includerea unei varietăți de printuri poate atrage cursanții și poate arăta versatilitatea tehnologiei de imprimare 3D.

Este foarte important să se ia în considerare nivelul de calificare al cursanților. Țineți cont de nivelul de competențe și de cunoștințele anterioare ale cursanților. Alegeți obiecte printate demonstrative care se aliniază cu nivelul lor de competență, începând cu printuri mai simple pentru începători și trecând treptat la printuri mai complexe, pe măsură ce cursanții avansează. Această abordare îi ajută pe cursanți să capete încredere și să-și dezvolte treptat abilitățile.

Asigurați-vă că aveți fișierele de design necesare pentru fiecare imprimare demo. Dacă folosiți modele preexistente, asigurați-vă că aveți drepturile sau permisiunile necesare pentru a le utiliza. În plus, optimizați setările de secționare pentru fiecare imprimare pentru a obține rezultatele dorite. Acest lucru poate implica ajustarea unor parametri precum înălțimea stratului, densitatea de umplere, structurile de suport și viteza de imprimare.

Înainte de a le prezenta cursanților piesele demonstrative, exersați procesul de imprimare. Familiarizați-vă cu imprimanta specifică pe care o veți utiliza, calibrați-o dacă este necesar și testați setările și parametrii pentru fiecare imprimare. Acest lucru vă va ajuta să identificați orice potențiale probleme sau provocări și va asigura o demonstrație mai ușoară în timpul cursului.



Este, de asemenea, foarte important să pregătiți sfaturi de depanare. Anticipați problemele sau provocările comune pe care cursanții le pot întâmpina în timpul procesului de imprimare și pregătiți sfaturi sau soluții de depanare. Acestea ar putea include rezolvarea problemelor de aderență, ajustarea setărilor de imprimare pentru o calitate optimă sau rezolvarea eșecurilor de imprimare. Faptul de a fi pregătiți pentru depanare și de a oferi îndrumare îi va ajuta pe cursanți să depășească eventualele obstacole.

În timpul cursului, explicați în mod clar obiectivele fiecărei imprimări demonstrative, oferiți contextul și conduceți cursanții prin procesul de imprimare pas cu pas. Explicați considerentele de proiectare, demonstrați configurarea imprimantei și evidențiați orice detalii sau setări importante. Încurajați cursanții să pună întrebări și să se angajeze în discuții despre piesele demonstrative.

4.3.2. Exemple de documente

Cu toate că operatorii au o responsabilitate limitată în ceea ce privește documentația, este util să se arate cum poate fi documentată producția de piese. Documentarea producției poate varia foarte mult în întreaga industrie, de la foarte puțin documentată la foarte documentată, în funcție de cerințele clienților, de standarde sau de legi și directive. Formatorii trebuie să fie familiarizați cu diferitele niveluri și să le explice cursanților de ce există o astfel de diferență între nivelurile de documentare. Formatorii trebuie să le explice cursanților factorii-cheie ai documentației, cum ar fi trasabilitatea materialelor, a personalului sau a utilajelor. E important să li se ofere cursanților exemple de documente de fabricație și de control al calității pentru diferite specificații.

În timpul cursurilor, piesele demonstrative, explicate mai devreme, ar putea fi documentate de preferință pe trei niveluri diferite, de exemplu:

- "aproape nimic", cu date minime necesare doar pentru stabilirea prețurilor
- "managementul calității totale", care înregistrează toate datele accesibile ale producției necesare pentru a asigura trasabilitatea și prezintă documente de inspecție specifice tehnologiei și domeniului de aplicare,
- "intermediar" formatorul și cursanții ar putea să creeze împreună o documentație TQM care să se potrivească în mod rezonabil pentru companiile mici, care urmăresc să crească.

Exercițiile privind documentația pot fi adaptate nevoilor clienților, în ambele direcții.



5. Evaluare

5.1. Cunoștințe teoretice

Cunoștințele teoretice sunt măsurabile prin următoarele întrebări care trebuie explicate:

- Parte a unei imprimante 3D:
- Care sunt principalele părți ale unei imprimante 3D FDM?
 - Extruder: este partea din imprimanta 3D care încălzește și topește filamentul de plastic, care este apoi utilizat pentru a construi obiectul 3D.
 - Capătul cald: este partea din imprimanta 3D care controlează temperatura extruderului și modelează filamentul topit în forma dorită.
 - Masa de imprimare: este platforma pe care se imprimă obiectul 3D.
 - Motoare: Acestea sunt motoarele care controlează mișcarea extruderului și a patului de imprimare.
 - Electronică: Aceasta include placa de control, sursa de alimentare și alte componente care controlează modul de funcționare a imprimantei 3D.
 - Filament: Filamentul este tipul de plastic care este extrudat prin extruder. Este disponibil într-o varietate de culori și tipuri.
- Care sunt principalele părți ale unei imprimante 3D SLA?
 - Rezervor de rășină
 - Platforma de construcție
 - Laser
 - Oglinzi
 - Tablou de control
 - Sursa de alimentare
 - Rășină
 - Lumina UV
 - Instrumente de curățare

Rezervorul de rășină este locul în care este depozitat lichidul în timpul procesului de imprimare.

Platforma de construcție este locul pe care este creat obiectul. Platforma de construcție se mișcă în sus și în jos, permițând imprimarea obiectului strat cu strat.

Laserul e folosit pentru a întări rășina și a crea obiectul dorit. Laserul urmează un model specific pentru a crea fiecare strat al obiectului.



Oglinzile sunt utilizate pentru a direcționa laserul către locația corectă de pe rezervorul de rășină.

Placa de control este creierul imprimantei. Aceasta controlează mișcarea platformei de construcție și a laserului și se asigură că obiectul este imprimat corect.

Sursa de alimentare furnizează energia necesară pentru a face să funcționeze imprimanta 3D.

Rășina e materialul utilizat pentru a crea obiectul și este depozitată în rezervorul de rășină și întărită de laser.

Lumina UV este utilizată pentru a polimeriza rășina și a o întări într-un obiect solid.

Instrumentele de curățare sunt utilizate pentru a curăța obiectul, rezervorul de rășină și platforma de construcție după finalizarea procesului de imprimare.

- Descrieți tehnologiile AM în câteva cuvinte.
 - Tehnologiile aditive, cum ar fi imprimarea 3D, sunt procese care depun straturi de material pentru a produce un obiect tridimensional dintr-un fișier digital. Această tehnologie este utilizată pentru a crea produse dintr-o varietate de materiale, inclusiv materiale plastice, metale, ceramică și materiale compozite. Procesul începe cu dezvoltarea unui model 3D sau a unei schițe, care este apoi trimisă la imprimanta sau mașina 3D. Imprimanta 3D citește instrucțiunile din model și așază materialul în straturi în forma dorită. Rezultatul final este un produs finit, gata de utilizare.
- Care sunt valorile necesare care trebuie să fie perfect ajustate pentru o imprimare perfectă?
 - nivelarea patului, niveluri
 - viteza de imprimare, viteza de extrudare
 - parametri de încălzire
 - parametri de răcire

Cunoașterea materialelor - Ce este un material adecvat și la ce este bun?

- *Materiale FDM de bază:*
 - **ABS:** ABS este un material bun pentru imprimarea obiectelor care necesită o rezistență ridicată și rezistență la temperaturi ridicate, rezistență la UV, cum ar fi uneltele și piesele de inginerie. De exemplu: piese auto, piese mecanice.
 - **PLA:** PLA este un material bun pentru imprimarea obiectelor care nu necesită o rezistență ridicată sau rezistență la temperaturi ridicate. Este indicat pentru prototipuri și obiecte



- decorative, piese de bază, cum ar fi carcase de telefon, bijuterii, statui și machete.
- **PETG:** PETG este un material bun pentru imprimarea obiectelor care necesită rezistență, flexibilitate și rezistență la apă, UV, substanțe chimice, temperatură, cum ar fi recipientele medicale, alimentare, piese pe bază de apă, piese rezistente la UV.
 - **TPU:** TPU este un material durabil care poate rezista la temperaturi ridicate, la uzură și la rupere. De asemenea, este rezistent la majoritatea substanțelor chimice, la radiațiile UV și la abraziune. TPU are o flexibilitate excelentă, permițându-i să se îndoie și să se răsucească fără a se crăpa. De asemenea, este rezistent la întindere și contracție, ceea ce îl face un material excelent pentru crearea de forme și piese complexe. TPU este rezistent la majoritatea substanțelor chimice, ceea ce îl face potrivit pentru o gamă largă de aplicații. Acest material este bun pentru piese elastice, pe bază de apă și așa mai departe.
 - **ASA:** ASA e un filament termoplastic durabil care poate fi utilizat pentru o gamă largă de aplicații. Este un material puternic și rezistent la UV, foarte rezistent la intemperii, ceea ce îl face o alegere excelentă pentru proiectele în aer liber. Este ușor de imprimat și are un finisaj neted și astfel e potrivit pentru desene detaliate și complexe. Este, de asemenea, un material cu costuri reduse, fiind ideal pentru prototipuri și producția la scară mică.
 - **Nailon:** Nailonul este un tip de filament termoplastic utilizat pentru imprimarea 3D. Nailonul e un material bun pentru imprimarea obiectelor care necesită rezistență, flexibilitate și durabilitate, cum ar fi piesele de îmbrăcăminte pentru exterior și piesele auto.
 - **Materiale SLA de bază:**
 - **Rășina pentru imprimarea SLA 3D** este un tip de material fotopolimeric utilizat în imprimarea stereolitografică 3D. Acest material e alcătuit din rășină lichidă care se întărește și se solidifică atunci când este expusă la lumină ultravioletă (UV). Este un plastic pe bază de acril care poate fi folosit pentru a crea printuri 3D foarte detaliate, precise și durabile. Rășina pentru imprimarea 3D SLA este disponibilă într-o gamă largă de culori, permițând realizarea unor printuri 3D unice și



colorate. Acest material este ușor de post-procesat, ceea ce îl face o alegere excelentă pentru orice proiect de imprimare 3D. De asemenea, este foarte rezistent la căldură și la substanțe chimice, fiind astfel o opțiune foarte bună pentru piesele funcționale. Rășina pentru imprimare 3D SLA este o alegere excelentă pentru orice proiect de imprimare 3D și este disponibilă într-o varietate de culori și finisaje. Materialele din rășină pentru imprimare 3D SLA dispun de o gamă largă de proprietăți, cum ar fi flexibilitatea, transparența și duritatea, ceea ce le permite să fie utilizate pentru o varietate de aplicații.

- **Rășină rigidă:** Acest tip de rășină este adesea utilizat pentru crearea de componente funcționale și piese de utilizare finală care necesită rezistență și durabilitate.
- **Rășină flexibilă:** Acest tip de rășină este ideal pentru producerea de piese care trebuie să fie flexibile, cum ar fi garnituri, garnituri de etanșare și alte componente care necesită flexibilitate.
- **Rășină de înaltă temperatură:** Acest tip de rășină este conceput pentru a rezista la temperaturi ridicate și este adesea utilizat pentru producerea de piese care vor fi expuse la căldură extremă.
- **Rășină turnabilă:** Acest tip de rășină este conceput pentru a fi utilizat pentru turnare, de exemplu pentru bijuterii și componente dentare.
- **Rășină transparentă:** Acest tip de rășină este conceput pentru a produce piese transparente, cum ar fi lentilele optice sau aplicațiile de iluminat.

SLS (Sinterizare selectivă cu laser)

Care sunt principalele părți ale unei imprimante 3D SLS?

Principalele părți ale unei imprimante 3D SLS includ platforma de construcție, patul de pulbere, laserul, sistemul de scanare, sistemul de livrare a pulberii, camera, sistemul de răcire și sistemul de control.

- **Platforma de construcție:** Platforma de construcție este baza pe care obiectul 3D este construit strat cu strat. De obicei, aceasta este realizată dintr-o placă metalică și poate fi încălzită pentru a se asigura că materialul aderă la platformă.



- **Pat de pulbere:** Patul de pulbere este un strat de material pulverizat, care poate fi realizat din diverse materiale, cum ar fi nailon, poliamidă sau pulberi metalice. Stratul de pulbere este împrăștiat pe platforma de construcție, iar laserul fuzionează selectiv particulele pentru a crea obiectul 3D.
- **Laser:** Laserul este principalul instrument utilizat în procesul SLS pentru a topi și fuziona selectiv materialul sub formă de pulbere. De obicei, laserul este un laser CO₂ de mare putere, care poate fi reglat pentru a controla temperatura și viteza procesului de fuziune.
- **Sistem de scanare:** Sistemul de scanare este responsabil de direcționarea laserului pe suprafața patului de pulbere pentru a topi și a uni particulele în mod selectiv. De obicei, acesta este format din oglinzi sau galvanometre care deplasează cu precizie fasciculul laser pe patul de pulbere.
- **Sistem de livrare a pulberii:** Sistemul de distribuire a pulberii este responsabil pentru răspândirea unui nou strat de material pulverizat pe platforma de construcție după ce fiecare strat este topit. Acesta constă, de obicei, într-o rolă sau o lamă care distribuie uniform pulberea pe toată suprafața.
- **Camera:** Camera este un spațiu închis care adăpostește patul de pulbere și sistemul laser. Aceasta este concepută pentru a menține un mediu controlat pentru a preveni contaminarea pulberii și pentru a asigura condiții de imprimare constante.
- **Sistemul de răcire:** Sistemul de răcire este utilizat cu scopul de a răci rapid obiectul 3D după ce a fost imprimat pentru a preveni deformarea.
- **Sistem de control:** Sistemul de control este responsabil pentru controlul diferitelor componente ale imprimantei SLS, cum ar fi puterea laserului, sistemul de scanare și sistemul de livrare a pulberii. De obicei, acesta constă într-un software care permite utilizatorului să creeze și să modifice modele 3D, să seteze parametrii de imprimare și să monitorizeze procesul de imprimare.

Material SLS obișnuite:

SLS este o tehnologie versatilă de imprimare 3D care folosește o gamă largă de materiale, inclusiv materiale plastice, metale și ceramică. Alegerea materialului depinde de cerințele aplicației, cum ar fi rezistența, durabilitatea și rezistența la temperatură. Piese SLS imprimate cu aceste materiale au proprietăți mecanice excelente și sunt utilizate într-o varietate de aplicații industriale.



- **Nailon:** Nailonul este unul dintre cele mai comune materiale utilizate în imprimarea SLS. Este un termoplastic puternic și durabil care poate fi ușor reciclat, ceea ce îl face o opțiune ecologică. Piese din nailon imprimate cu tehnologia SLS au proprietăți mecanice excelente, inclusiv rezistență și rigiditate ridicate.
- **Policarbonat (PC):** Policarbonatul este un alt material popular pentru imprimarea SLS. E un termoplastic transparent care este cunoscut pentru rezistența ridicată la impact și duritatea sa. Piese din PC imprimate cu ajutorul tehnologiei SLS sunt puternice, durabile și rezistente la temperaturi extreme.
- **Polipropilenă (PP):** Polipropilena este un termoplastic ușor și flexibil care este utilizat într-o varietate de aplicații, inclusiv în ambalaje, piese auto și dispozitive medicale. Piese din PP imprimate prin SLS au proprietăți mecanice bune, inclusiv rezistență și rigiditate ridicate.
- **Pulberi metalice:** SLS poate imprima, de asemenea, cu diverse pulberi metalice, inclusiv aluminiu, titan și oțel inoxidabil. Piese metalice imprimate cu ajutorul tehnologiei SLS au proprietăți mecanice excelente, inclusiv rezistență și rigiditate ridicate, și sunt adesea utilizate în aplicații aerospațiale, auto și medicale.
- **Pulberi ceramice:** SLS poate imprima, de asemenea, cu pulberi ceramice, cum ar fi alumina și zirconia. Piese ceramice imprimate cu tehnologia SLS sunt puternice, durabile și au o rezistență ridicată la uzură și coroziune, ceea ce le face ideale pentru utilizarea în medii cu temperaturi ridicate și medii dure.
- **TPU (poliuretan termoplastic):** TPU este un termoplastic flexibil care este utilizat în aplicații care presupun flexibilitate și elasticitate. Piese din TPU imprimate cu tehnologia SLS sunt puternice, durabile și au o rezistență ridicată la abraziune, ceea ce le face ideale pentru utilizarea în domeniul medical și al bunurilor de consum.

PolyJet

Care sunt principalele părți ale unei imprimante 3D PolyJet?

Principalele părți ale unei imprimante 3D PolyJet includ platforma de construcție, capul de imprimare, cartușele de material, lămpile UV, căruciorul capului de imprimare și sistemul de control. Aceste componente lucrează împreună pentru a crea obiecte 3D foarte detaliate și precise prin depunerea și polimerizarea materialelor fotopolimerice lichide strat cu strat.



- **Platforma de construcție:** Platforma de construcție este baza pe care este construit obiectul 3D strat cu strat. Platforma poate fi realizată din diverse materiale, cum ar fi sticla sau metalul, și poate fi deplasată în sus și în jos în timpul procesului de imprimare pentru a crea fiecare strat.
- **Cap de imprimare:** Capul de imprimare este componenta care depune materialul fotopolimeric lichid pe platforma de construcție. Acesta conține, de obicei, mai multe duze care pot ejecta picături mici de material pe platforma de construcție cu mare precizie.
- **Cartușe de material:** Cartușele de materiale sunt recipiente care conțin materialele fotopolimerice lichide utilizate în procesul de imprimare. Ele sunt amplasate de obicei în partea superioară sau laterală a imprimantei și pot fi înlocuite cu ușurință atunci când se epuizează.
- **Lămpile UV:** Lămpile UV sunt responsabile de polimerizarea materialelor fotopolimerice lichide pe măsură ce acestea sunt depuse pe platforma de construcție. Ele emit lumină ultravioletă intensă care întărește materialul, creând un obiect 3D solid.
- **Căruciorul capului de imprimare:** Căruciorul capului de imprimare este componenta care deplasează capul de imprimare și cartușele de material înainte și înapoi pe platforma de construcție. De obicei este acționat de un motor și de o serie de curele sau șine.
- **Sistem de control:** Sistemul de control este responsabil pentru controlul diferitelor componente ale imprimantei 3D PolyJet, cum ar fi capul de imprimare, lămpile UV și căruciorul capului de imprimare. De obicei, acesta constă într-un software care permite utilizatorului să creeze și să modifice modele 3D, să seteze parametri de imprimare și să monitorizeze procesul de imprimare.

Care sunt materialele PolyJet obișnuite?

- **Acrilonitril butadien-stiren (ABS):** ABS este un termoplastic utilizat în mod obișnuit, cunoscut pentru rezistența sa ridicată, durabilitatea și rezistența la căldură. Piese ABS imprimate cu PolyJet au proprietăți mecanice excelente, inclusiv rezistență și rigiditate ridicate.
- **Polipropilenă (PP):** Polipropilena este un termoplastic ușor și flexibil care este utilizat într-o varietate de aplicații, inclusiv în ambalaje, piese auto și dispozitive medicale. Piese din PP imprimate cu PolyJet au proprietăți mecanice bune, inclusiv rezistență și rigiditate ridicate.
- **Policarbonat (PC):** Policarbonatul este un termoplastic transparent, cunoscut pentru rezistența sa la impact și duritatea ridicată. Piese din PC



imprimare cu PolyJet sunt puternice, durabile și rezistente la temperaturi extreme.

- **Materiale asemănătoare cauciucului:** Tehnologia PolyJet poate imprima, de asemenea, materiale flexibile, asemănătoare cauciucului, cum ar fi TPU (poliuretan termoplast) sau TPE (elastomer termoplast), care sunt ideale pentru aplicații care necesită flexibilitate sau amortizare.
- **Materiale transparente:** Tehnologia PolyJet poate imprima materiale transparente, cum ar fi materialele acrilice transparente sau materiale asemănătoare policarbonatului, care sunt ideale pentru crearea de dispozitive de ghidare a luminii, lentile și alte piese optice.
- **Piese multi-materiale:** Tehnologia PolyJet poate imprima piese cu durometre sau culori diferite într-o singură serie de imprimare. Acest lucru se realizează prin imprimarea simultană a mai multor materiale fotopolimerice, care sunt apoi polimerizate pentru a forma o singură piesă cu caracteristici multiple.

MJF (fuziune multi-jet)

Care sunt principalele părți ale unei imprimante MJF 3D?

- **Pat de pulbere:** Patul de pulbere este baza pe care se construiește stratul de obiect 3D, strat cu strat. De obicei, este fabricat dintr-un material precum nailon și se află în camera de construcție a imprimantei.
- **Matricea capului de imprimare:** Rețeaua de capete de imprimare constă din mai multe capete de imprimare cu jet de cerneală care depun agentul de topire și agentul de detaliere pe patul de pulbere. Setul de capete de imprimare se deplasează înainte și înapoi pe patul de imprimare în timpul procesului de imprimare, depunând agenții în modele precise.
- **Lămpi de fuziune:** Lămpile de fuziune sunt amplasate deasupra patului de pulbere și emit energie luminoasă intensă pentru a fuziona selectiv materialul pulverulent. Lămpile de topire sunt responsabile de topirea și lipirea materialului sub formă de pulbere pentru a crea obiectul 3D final.
- **Lămpile de detaliere:** Lămpile de detaliere sunt, de asemenea, amplasate deasupra patului de pulbere și sunt responsabile de încălzirea agentului de detaliere pentru a promova aderența cu materialul pulverulent.
- **Platforma de construcție:** Platforma de construcție este componenta care deplasează patul de pulbere în sus și în jos în timpul procesului de imprimare. De obicei, este acționată de un motor și de o serie de curele sau șine.



- **Sistem de control:** Sistemul de control este responsabil pentru controlul diverselor componente ale imprimantei MJF 3D, cum ar fi matricea de capete de imprimare, lămpile de topire, lămpile de detaliere și platforma de construcție. De obicei, acesta constă într-un software care permite utilizatorului să creeze și să modifice modele 3D, să seteze parametri de imprimare și să monitorizeze procesul de imprimare.

Materiale de bază MJF:

- **Nailon:** Nailonul este un material popular pentru imprimarea MJF datorită rezistenței, flexibilității și durabilității sale. Poate fi imprimat în diverse calități, inclusiv PA12 (poliamidă 12), care este utilizat pe scară largă în aplicațiile auto și industriale.
- **TPU (poliuretan termoplastice):** TPU este un material flexibil care e utilizat în mod obișnuit în aplicații care necesită amortizare sau flexibilitate, cum ar fi carcasa de telefon sau tălpile de pantofi.
- **PP (polipropilenă):** PP este un termoplastice ușor și flexibil care este utilizat într-o varietate de aplicații, inclusiv în ambalaje, piese auto și dispozitive medicale.
- **PA11 (poliamidă 11):** PA11 este un nailon pe bază biologică, produs din surse regenerabile, cum ar fi uleiul de ricin. Are proprietăți mecanice excelente și este utilizat în mod obișnuit în aplicațiile din industria auto și aerospațială.
- **PA12GB (poliamidă 12 perle de sticlă):** PA12GB este un material din nailon care este întărit cu bile de sticlă, oferind o rigiditate și o rezistență sporite.
- **PA12MB (poliamidă 12 perle minerale):** PA12MB este un material din nailon care este întărit cu perle minerale, oferind o rigiditate și o rezistență sporite la căldură.
- **MJF TPE (elastomer termoplastice):** MJF TPE este un material asemănător cauciucului care e utilizat în mod obișnuit în aplicații care necesită flexibilitate sau amortizare.

În concluzie, tehnologia MJF poate imprima cu o varietate de materiale, inclusiv nailon, TPU, PP, PA11, PA12GB, PA12MB și MJF TPE. Alegerea materialului depinde de cerințele aplicației. Piesele imprimate MJF care utilizează aceste materiale au proprietăți mecanice excelente și sunt utilizate într-o varietate de aplicații industriale, medicale și de consum.



5.2. Cunoștințe practice

Cunoștințele practice sunt măsurabile prin aceste practici:

- Construiți o imprimantă 3D din piese sau doar o subunitate a unei imprimante 3D sau configurați o imprimantă 3D
- Găsiți eroarea pe imprimanta 3D greșită și remediați-o
- Modelarea și imprimarea 3D a unei piese de lucru perfecte
- Imprimare cu 3 materiale de imprimare 3D (de bază)
- O piesă finală imprimată 3D cu o mașină auto-asamblată
- Alegeți tehnologia și materialul potrivit pentru o anumită piesă de lucru
- Determinați, pornind de la o piesă defectă, care ar fost cauza defectului respectiv. Este cauzat de configurația mașinii sau de configurația greșită a materialului?
- Parcurgeți un proces de bază de întreținere a mașinilor
- Schimbați materialul în imprimanta 3D și începeți o nouă imprimare

Aceste exerciții ajută formatorul să se asigure că cursantul și-a însușit materialul teoretic necesar și deține bune cunoștințe practice.

Cursanții trebuie să învețe cum să controleze o imprimantă 3D. Iar cea mai bună metodă este să descopere singuri imprimanta, așa că lăsați cursanții să manevreze imprimantele 3D.



6. Calificarea formatorilor

6.1. Experiență necesară în acest domeniu

Pentru a asigura relevanța calificării, ea trebuie să fie strâns legată de practica industrială și este esențial ca personalul didactic să aibă un contact permanent cu industria. În acest sens, personalul didactic trebuie să combine:

- Capacitate de predare - dovezi de pregătire în materie de predare, vorbire în public sau comunicare verbală.
- Competența în materiile predate.
- Cunoașterea și experiența practicilor industriale actuale în domeniile predate.
- Competențe practice relevante pentru cursul predat.

Centrul de formare trebuie să asigure un număr corespunzător de formatori care să aibă, în mod colectiv, cunoștințele și competențele necesare pentru a oferi în mod eficient cursul pentru care se solicită aprobarea. Numărul acestui personal trebuie să fie suficient pentru a se asigura că cunoștințele de specialitate și experiența industrială esențiale pentru a acoperi programul de studii sunt reprezentate în mod adecvat în echipa de formatori și de lectori invitați. De asemenea, acesta trebuie să asigure o resursă adecvată pentru actualizarea și monitorizarea programului de formare.

Personalul didactic trebuie să mențină contactul cu practicile industriale actuale și, de exemplu, implicarea cadrelor didactice în activități de consultanță este o modalitate de a realiza această legătură; detașările pe termen scurt sunt o altă modalitate. Se recomandă utilizarea de vorbitori externi din industrie pentru a introduce un element industrial puternic în cadrul cursului.