



Co-funded by
the European Union



CRAFT3D

Подобряване на традиционните занаятчийски практики
3D принтиране и технологии чрез иновации

МЕНТОРСКА ПРОГРАМА - Наръчник

Проект №: 2023-1-IT01-KA220-VET-000154806

Отказ от отговорност

Финансирано от Европейския съюз. Изразените възгледи и мнения обаче принадлежат единствено на автора/авторите и не отразяват непременно позицията на Европейския съюз или на Националната агенция. Нито Европейският съюз, нито Националната агенция могат да бъдат държани отговорни за тях.



Съдържание

ПРОГРАМА ЗА МЕНТОРСТВО	1
1. Въведение	4
1.1. Общ преглед на проекта CRAFT3D и неговите цели.	4
1.2. Цел на програмата за менторство.	4
1.3. Целева аудитория: дърводелци, дърводелец и експерти по 3D принтиране.	4
1.4. Очаквани ползи както за менторите, така и за стажантите.	4
2. Цели на менторската програма - Подобряване на разбирането за традициите в дърводелството и тяхното приложение в 3D моделирането и принтирането.	4
2.1. Улесняване на практическото обучение чрез учене на работното място (WBL).	5
2.2. Създаване на взаимни менторски отношения между дърводелци и експерти по 3D принтиране.	5
2.3. Подкрепа на прехода от теоретични знания (MOOC) към практическо приложение.	5
2.4. Укрепване на мрежата и взаимното обучение между участниците.	5
3. Менторската програма	9
3.1. Ролята на наставника	9
3.2. Преди урока	9
3.3. По време на урока	9
3.4. След урока	10
3.5. Съвети за онлайн взаимодействие	10
3.6. Включване и подкрепа	11
3.7. Оперативен списък за проверка на преподавателя	11
4. Оперативни указания	12
4.1. Модул 1: Въведение в 3D принтирането	12
4.2. Модул 2: Технологии за 3D принтиране	17
4.3. Модул 3 – Оборудване за 3D принтиране	22
4.4. Модул 4: Дизайн за 3D принтиране и CAD моделиране	27
4.5. Модул 5: Получаване на физически модел чрез услуги за 3D принтиране	32
4.6. Модул 6: Принтиране на 3D обект	36
4.7. Модул 7: 3D принтиране и секторът на дървообработването	40
4.8. Модул 8: Проектиране на дървен обект с помощта на 3D принтиране	44
4.9. Модул 9: Казуси в дървообработването	48



**Co-funded by
the European Union**



5.	Програма за наставничество Анкета за стажанти	52
6.	Препоръки от участниците	56
6.1.	По-добро структуриране на времето и продължителността	56
6.2.	Засилване на индивидуалното менторство	56
6.3.	Подобряване на взаимодействието и сътрудничеството	56
6.4.	Ясно формулиране на целите и напредъка	57
6.5.	Подкрепа за адаптиране към дигиталните инструменти	57
6.6.	Фокусиране върху комуникацията и непрекъснатата подкрепа	57
6.7.	Съвети за бързо прилоение	57
7.	Мониторинг, оценка и сертифициране	59
7.1.	Проследяване на напредъка	59
7.2.	Сесии за обратна връзка между ментори и стажанти	59
7.3.	Окончателна оценка	59
7.4.	Декларация за завършване – MOOC курсове (проект CRAFT3D)	64



1. Въведение

1.1. Общ преглед на проекта CRAFT3D и неговите цели.

Проектът CRAFT3D има за цел да модернизира сектора на дървообработването чрез интегриране на технологията за 3D принтиране в традиционните занаяти. Той се фокусира върху повишаване на квалификацията на дърводелци, дърводелец, ентузиасты и заинтересовани лица чрез учебна програма, базирана на MOOC, дигитален инструмент за оценка и менторска програма, за да се гарантира практическо обучение. Целта е да се предоставят на професионалистите специализирани умения за 3D принтиране, като се насърчават иновациите и адаптивността в отрасъла.

1.2. Цел на менторската програма.

Менторската програма е предназначена да създаде взаимна обмяна на знания между традиционните дърводелци и експертите по 3D принтиране. Тя предоставя практически опит на занаятчиите за прилагане на техники за 3D принтиране, като същевременно позволява на експертите да научат традиционните методи за обработка на дърво, като по този начин се осигурява балансиран трансфер на знания.

1.3. Целева аудитория: дърводелци, дърводелец и експерти по 3D принтиране.

Целевата аудитория включва дърводелци, дърводелец, ентузиасты и заинтересовани лица, които искат да интегрират съвременните технологии в своето занаят, както и експерти по 3D принтиране, които искат да задълбочат познанията си за традиционните техники за обработка на дърво.

1.4. Очаквани ползи както за менторите, така и за стажантите.

Очакваните ползи за стажантите (занаятчи и дърводелци) включват подобрени дигитални умения, по-добри възможности за работа и иновативно занаятчийство. Менторите (експерти по 3D принтиране) ще придобият по-дълбоко разбиране за традиционните техники, което ще им позволи да разработват по-добри 3D модели, съвместими с дърво, като насърчават съвместното развитие и иновациите в индустрията с цел успешното реализиране на общо 60 менторски програми.

2. Цели на менторската програма - Подобряване на разбирането за традициите в дърводелството и тяхното приложение в 3D моделирането и принтирането.

Традициите в дърводелството се предават от поколение на поколение, като се набляга на прецизност, издръжливост и естетика. Традиционните техники за обработка на дърво, като сложни дърводелски съединения, детайлни резби и експертно довършване, определят занаятчийството, което стои зад ръчно изработените дървени продукти. Разбирането на тези методи е от съществено значение при интегрирането им в съвременното 3D моделиране и принтиране, тъй като позволява на занаятчиите да запазят автентичността и качеството на традиционното дърводелство, като същевременно се възползват от новите технологични възможности.



Един от най-значимите начини за преодоляване на различията между традицията и технологията е чрез дигитално възпроизвеждане на традиционните техники за дървообработване. Чрез усъвършенстван софтуер за 3D моделиране, като Fusion 360, Rhino или Blender, занаятчиите могат да проектират сложни дърводелски изделия, взаимосвързани структури и богато украсени дърворезби, които биха били трудни за изпълнение на ръка. Тези дигитални модели могат да бъдат оптимизирани за 3D принтиране, като се гарантира, че запазват както структурната си цялост, така и естетическата си стойност. Освен това свойствата на материала играят решаваща роля за постигането на автентичен вид, наподобяващ дърво. Чрез използването на филamenti с дървесни влакна, които съдържат истински дървесни влакна, смесени с полимери, занаятчиите могат да създават 3D-принтирани компоненти, които могат да бъдат шлифовани, боядисани и довършени като естествено дърво.

2.1. Улесняване на практическото обучение чрез обучение на работното място (WBL).

Обучението на работното място е популярен подход към професионалното развитие, при който студентите или служителите се обучават на работното място, а не в класната стая или в традиционна обучителна среда. Тези подходи към обучението предлагат възможности на студентите да придобият квалификации, докато работят, а на служителите да развият нови умения, които могат да им помогнат в кариерното им развитие.

2.2. Създаване на взаимни менторски отношения между дърводелци и експерти по 3D принтиране.

Освен възпроизвеждането, 3D принтирането позволява иновации в дърводелството, като дава възможност на занаятчиите да експериментират с хибридни дизайнерски подходи. Чрез комбинирането на ръчно изработени дървени елементи с 3D принтирани части се появяват нови възможности в производството на мебели, декоративните изкуства и архитектурните детайли. Занаятчиите могат да интегрират принтирани компоненти за персонализирани инкрустации, прецизни фитинги или дори леки решетъчни структури, които намаляват отпадъците от материали, като същевременно запазват здравината. Възможността за бързо прототипиране на дизайни преди производството в пълен мащаб допълнително повишава креативността и ефективността, като гарантира ефективното използване на времето и ресурсите.

Прилагането на традиционните познания в дърводелството към 3D моделирането и принтирането не само съхранява културното наследство, но и отваря нови пътища за занаятчиите да модернизират занаята си. С правилния баланс между традиция и технология, дърводелците могат да разширят творческия си потенциал, да усъвършенстват производствените си процеси и да разработват уникални, иновативни продукти, които съчетават най-доброто от двата свята.

2.3. Подкрепа на прехода от теоретични знания (МООС) към практическо приложение.

След завършване на МООС обучението, учащите прилагат теоретичните си знания в практическа среда. Тази фаза засилва ученето и гарантира, че занаятчиите ефективно интегрират 3D принтирането в занаята си.



2.4. Укрепване на мрежата за контакти и взаимното обучение между участниците.

Програмата създава възможности за сътрудничество, мрежово взаимодействие и взаимно обучение между занаятчии, дърводелци и професионалисти в областта на 3D принтирането. Това подобрява споделянето на знания, насърчава иновациите и спомага за изграждането на силна професионална общност в сектора на дървообработването.

3. Структура на програмата

3.1. Подбор на участници и процес на съпоставяне

- Критерии за допустимост на стажантите (занаятчии в дървообработването, дърводелци, ентузиаста и заинтересовани лица от МООС).

Целева аудитория: Програмата е предназначена за занаятчии, дърводелци, ентузиаста и заинтересовани лица, които са завършили МООС CRAFT3D по 3D принтиране.

Мотивация: Кандидатите трябва да демонстрират силно желание да интегрират технологиите за 3D принтиране в традиционните практики на дърводелството.

Включване: Акцентът се поставя върху подбора на лица от групи в неравностойно положение, като например живеещи в отдалечени райони, с цел насърчаване на равните възможности.

- Процес на подбор на организации за домакини.

Картографиране на заинтересованите страни: Провежда се първоначална идентификация на 40 потенциални организации домакини за всеки партньор, като се набляга на организации с опит в 3D принтирането и/или дърводелството.

Ангажираност и посвещение: От тях се избират 20 организации, които да сключат меморандум за разбирателство (MOU), потвърждаващ тяхната готовност да наставяват стажантите и да участват в обмен на взаимно обучение. (4 за партньор)

Критерии за подбор:

- *Експертни познания* – Доказан опит в технологиите за 3D принтирането и/или традиционната дърводелска изработка.
- *Способност за наставничество* – способност да се осигури ефективно наставничество и да се улесни 30-дневен период на учене на работното място (WBL), през който наставникът ще бъде на разположение на стажанта в случай на възникване на въпроси или предложения. Не е необходимо стажантите да посещават всеки ден, може да бъде физически, онлайн или хибриден стил.
- *Наличност на ресурси* – достъп до необходимите инструменти, оборудване и съоръжения за подкрепа на практическото обучение.
- Разпределяне на стажантите в приемащите организации.

Съображения за съвпадение:



Co-funded by
the European Union



- *Интереси и умения* – Съгласуване на интересите и нивото на компетентност на стажантите с конкретната експертиза на приемащите организации.
- *Географски фактори* – Отчитане на местоположението и логистичните аспекти, за да се гарантира достъпност и удобство за двете страни.

Структура на менторството: Всяка приемаща организация определя наставник-ментор за стажантите, като поддържа максимално съотношение 1 наставник на 3 стажанти, за да се гарантира индивидуално ръководство.

- Сключване на споразумения за взаимно обучение (MLA).

MLA служи като неформално споразумение, очертаващо очакванията и отговорностите както на стажантите, така и на приемащите организации:

- Цели на обучението:
 - *За стажантите:* Прилагане на техники за 3D принтиране в дърводелството с цел иновации и подобряване на традиционните практики.
 - *За приемащите организации:* Придобиване на познания за традиционните методи в дърводелството и проучване на интегрирането на дигитални технологии за насърчаване на иновациите.
- Очаквани резултати:
 - *Иновативни продукти:* Създаване на нови или подобрени дърводелски изделия с помощта на 3D принтиране.
 - *Повишаване на уменията:* Повишаване на техническите компетенции както на стажантите, така и на менторите.
 - *Създаване на мрежи:* Установяване на връзки между традиционни занаятчии и експерти в областта на дигиталното производство, насърчаване на възможности за сътрудничество.
- Роли и отговорности както на стажантите, така и на приемащите организации:
 - *Стажанти:* Активно се включват в практическото обучение, документират своя напредък и ефективно сътрудничат с менторите.
 - *Приемащи организации:* Предлагат наставничество, осигуряват достъп до необходимите съоръжения и ръководят стажантите в практически проекти.
 - *Партньори по проекта CRAFT3D:* Наблюдават изпълнението на програмата, събират обратна информация и оценяват нейното въздействие чрез инструменти като дневници на програмата.

3.2. Опит с учене на работното място (WBL)

Опитът с WBL в рамките на менторската програма CRAFT3D е внимателно разработен, за да свърже теоретичните знания с практическото приложение, като насърчава цялостно разбиране за интегрирането на технологиите за 3D принтиране в традиционното дърводелство.



- Продължителност: 30 дни дистанционно практическо обучение с подкрепата на обучител

В продължение на 30 дни стажантите ще работят дистанционно с определените им приемащи организации. Въпреки че този опит няма да включва пряко, практическо участие в помещенията на организацията, стажантите все пак ще имат достатъчно възможности да приложат на практика знанията, придобити от CRAFT3D MOOC, в релевантни, реални сценарии в сектора на дървообработването. През този период обучителите от приемащите организации ще останат на разположение, за да предоставят насоки, да отговарят на въпроси и да помагат при всякакви предизвикателства, с които стажантите могат да се сблъскат. Този подход гарантира, че стажантите получават целенасочена подкрепа, което улеснява цялостното разбиране на практиките, предизвикателствата и иновациите в

- Отговорности на стажантите:
 - *Активно участие в ежедневиите дейности:* От стажантите се очаква да се интегрират безпроблемно в работния процес на приемащата организация, като се ангажират с рутинни задачи и специални проекти. Това участие предлага цялостен поглед върху оперативната динамика и приложението на 3D принтирането в различни контексти.
 - *Прилагане на уменията, придобити в MOOC:* Въз основа на основните знания от CRAFT3D MOOC, стажантите ще използват напреднали техники за 3D моделиране и принтиране, за да разработват прототипи, да оптимизират производствените процеси и да прилагат иновации в дизайна на продуктите. Това практическо приложение засилва ученето и показва многофункционалността на 3D принтирането в дървообработването.
 - *Сътрудничество:* С акцент върху работата в екип, стажантите ще си сътрудничат с ментори, колеги и други отдели, за да насърчат мултидисциплинарен подход към решаването на проблеми. Това сътрудничество подобрява комуникационните умения и насърчава обмена на разнообразни идеи, обогатявайки опита от обучението.
- Ролята на ментора-наставника:
 - *Непрекъснато ръководство и супервизия:* Менторите играят ключова роля в опита на WBL, като предлагат постоянен надзор и подкрепа. Те помагат на стажантите да се ориентират в сложни проекти, като гарантират спазването на най-добрите практики и предоставят познания, извлечени от професионалния им опит. Менторите ще бъдат на разположение през този 30-дневен период, за да помагат и да сътрудничат на стажантите.
 - *Съгласуваност с учебните цели:* За да поддържат фокусирана траектория на обучението, менторите гарантират, че възложените задачи и проекти са в хармония с предварително определените учебни цели, описани в менторската програма. Тази съгласуваност гарантира, че опитът с WBL остава целенасочен и ориентиран към постигане на цели.
 - *Конструктивна обратна връзка и подкрепа:* Осъзнавайки важността на растежа чрез размисъл, менторите предоставят редовна, конструктивна



обратна връзка. Тази обратна връзка засяга както техническите компетенции, така и меките умения, насочвайки стажантите към непрекъснато усъвършенстване и професионално развитие.

3.3. Компонент за взаимно менторство

Компонентът за взаимно менторство на програмата за менторство CRAFT3D е предназначен да улесни двупосочния обмен на знания между традиционните дърводелци и експертите по 3D принтиране. Този подход на сътрудничество обогатява и двете дисциплини, насърчава иновациите и съхранява същността на традиционното занаятчийство.

- За дърводелци/дърводелци:
 - *Интегриране на 3D моделиране и принтиране в традиционното занаятчийство:* Занаятчиите се запознават с инструменти за дигитален дизайн и технологии за 3D принтиране, което им позволява да усъвършенстват традиционните си методи. Тази интеграция позволява създаването на сложни дизайни и възпроизвеждането на комплексни модели, които преди бяха трудни за постигане ръчно.
 - *Изследване на иновативни подходи към продуктивия дизайн:* Чрез възприемането на 3D принтирането занаятчиите могат да експериментират с нови материали и дизайнерски концепции, което води до разработването на уникални продукти, съчетаващи традиционна естетика с модерна функционалност. Това изследване отваря нови пазари и възможности за персонализирани творения.
- За експерти по 3D принтиране:
 - *Разбиране на традиционните техники за дърводелство:* Експертите в дигиталното производство придобиват практически опит с утвърдени методи за обработка на дърво, като ръчно навиване и плетене на кошници. Това разбиране им позволява да включват органични форми и текстури в своите дигитални дизайни, което води до по-автентични и културно резониращи продукти.
 - *Получаване на познания за свойствата на материалите, естетиката и функционалните аспекти на дърводелството:* Запознаването с тактилните качества на дървото и традиционните техники на строителство информира специалистите в областта на 3D принтирането за ограниченията и възможностите при работа с естествени материали. Тези познания водят до разработването на хибридни продукти, които зачитат целостта на дървото, като същевременно се възползват от прецизността на 3D принтирането.



3. Програмата за наставничество

3.1. Ролята на наставника

Ролята на наставника в онлайн курс като този, посветен на 3D принтиране, далеч надхвърля обикновената техническа помощ. Не става въпрос само за решаване на практически проблеми или изясняване на оперативни съмнения, а за това да се превърне в истински фасилитатор на ученето. Това означава да се насочват учениците в процеса на проучване на съдържанието, да се насърчават да не се ограничават до повърхностно разбиране, а да свързват концепции, примери и конкретни приложения. Преподавателите трябва да могат да стимулират любопитството, да насърчават задаването на въпроси и критичното мислене, като същевременно подхранват творчеството, предлагайки идеи за лични експерименти или групови проекти. Също така е от съществено значение да могат да насочват студентите в използването на дигитални инструменти и софтуер за проектиране, като предоставят практични съвети, най-добри практики и допълнителни ресурси, които правят ученето по-плавно и по-малко затруднено от технологични бариери. В същото време преподавателите трябва да могат да поддържат положителна, сътрудническа и приобщаваща среда за учене, в която всеки участник се чувства ценен и свободен да изразява идеи или да споделя трудности, без да се страхува от осъждане. Това изисква междуличностни умения, межкултурна чувствителност и внимателно управление на груповата динамика, особено в онлайн контекст, където рискът от изолация е по-голям. Накратко, преподавателите действат като мост между съдържанието на курса и личния опит на студентите: те не само предават знания, но и създават условия за тяхното усвояване, прилагане и превръщане в реални и трайни умения.

3.2. Преди урока

Преди началото на обучителния курс работата на преподавателя започва зад кулисите, в деликатен, но решаващ момент: подготовката. Преподавателят не просто посреща учениците, когато те за първи път влизат в платформата, а създава условия за гладко и ефективно развитие на тяхното обучение. Първата стъпка е внимателно да се проучи обучителният модул, от който се разработва персонализиран план за подкрепа: календар с контролни точки, моменти, посветени на дискусии, и ясни и стабилни часове за достъпност. Тази предварителна организация не е само логистична, но и показва, че преподавателят е надеждна фигура, способна да предложи последователност и подкрепа. Същевременно се подготвя кратко ръководство, за да се помогне на учениците да се ориентират в платформата: малко наръчник, обогатен с отговори на често задавани въпроси, което намалява техническата тревожност и оставя място за любопитство към съдържанието. Накрая е време да се установи директен контакт с участниците. Мотивиращото приветствено съобщение не е просто формалност, а истински инструмент за ангажираност: думи, които създават близост, които канят хората да се почувстват част от общо пътуване, които предизвикват ентузиазъм и успокояват онези, които се страхуват, че не разполагат с необходимите умения. В това първоначално приветствие преподавателят полага основите на образователна връзка, базирана на доверие и изслушване, като напомня на всички, че никога няма да бъдат сами пред екрана. Така, когато курсът наистина започне, учениците намират не само материали и дейности, но и приветлива, организирана и стимулираща среда, готова да превърне тяхната ангажираност в конкретен растеж.



3.3. По време на урока

По време на курса преподавателят поема ролята на дискретен, но постоянен водач, който придружава учениците стъпка по стъпка и превръща теоретичното съдържание в конкретни учебни преживявания. Гласът му не трябва да заглушава този на участниците, а по-скоро да създава контекст, в който всяка концепция може да бъде разбрана, усвоена и свързана с личния опит. По тази причина в края на всяка единица преподавателят отделя няколко минути, за да обобщи ключовите моменти с кратки практически резюмета: компас, който насочва онези, които може би са се загубили в детайлите, и помага на всички да се съсредоточат върху това, което наистина има значение. Всеки път те обогатяват обясненията си с примери от реалния свят, защото теорията, без конкретни опорни точки, рискува да остане абстрактна. По този начин концепцията като бързото прототипиране става веднага разбираема, когато се обясни чрез примера на модна компания, която успява да тества аксесоар за няколко часа благодарение на 3D принтирането.

В същото време преподавателят насърчава практични дейности, които ангажират студентите: изготвяне на визуална хронология на основните етапи в развитието на технологията, критично сравняване на PLA и ABS в дискуссионен форум и проучване на приложенията на 3D принтирането в тяхната собствена област на интерес. Това не са упражнения само за себе си, а възможности за изследване, които превръщат виртуалната класна стая в колективна лаборатория.

По този начин онлайн общността става неразделна част от курса: преподавателят отговаря на въпросите незабавно, в идеалния случай в рамките на 24 часа, и насърчава диалога между студентите, като признава приноса им и кани другите да го допълнят със собствения си опит. Малки инструменти като анкети или целенасочени дискусии служат за придаване на ритъм и живост на взаимодействията, поддържане на интереса и укрепване на чувството за принадлежност към групата. В този баланс между подкрепа, стимулиране и присъствие, ученето се оформя не като еднопосочен поток, а като жива мрежа от връзки и обмен.

3.4. След урока

Завършването на курса е ценен момент, не само за да се направи равностойност, но и за да се остави у учениците усещането, че са завършили истинско пътуване на растеж. Преподавателят съпътства тази фаза с внимание и грижа, организирайки заключителна сесия с въпроси и отговори, която се превръща в възможност за отворена дискусия: учениците могат да изяснят останалите си съмнения, да споделят впечатления и, преди всичко, да размишляват заедно как придобитите умения могат да намерят място в професионалния им или творчески живот. В същото време преподавателят ги кани да съберат работата си в малко дигитално портфолио: CAD файлове, фотографии на принтовете, които са направили, лични бележки и критични размисли. Това не е просто упражнение по синтез, а инструмент, който помага на учениците да признаят напредъка си и да визуализират пътя, който са изминали. Накрая идва най-деликатният и мотивиращ момент: персонализирана обратна връзка. Общите фрази не са достатъчни; необходими са целенасочени наблюдения, способни да подчертаят силните страни и да предложат конкретни идеи за по-нататъшно изучаване. Като кажете на един студент: „Имаш добро разбиране за принципите на нарязването, сега опитай с по-напреднали



софтуери като Fusion360“, вие признавате неговата ангажираност, повишавате самочувствието му и му отваряте нови възможности за учене. По този начин края на курса не бележи завършек, а се превръща в трамплин за бъдещо развитие.

3.5. Съвети за онлайн взаимодействие

В онлайн курса успешното учене зависи не само от качеството на съдържанието, но и от способността да се поддържа активното участие. В този смисъл преподавателят става движещата сила зад взаимодействието. Задаването на стимулиращи въпроси е проста, но мощна стратегия: не става въпрос само да попитате „разбирате ли?“, а да поставите предизвикателства, които принуждават учениците да свържат теорията с конкретния си опит. Например, задаването на въпроса каква технология биха използвали за създаване на прототип на ежедневен предмет ги насърчава да мислят критично и лично. Геймификацията може да добави елемент на игра, който засилва мотивацията: значките и точките, дори и да са символични, създават чувство на признание и правят индивидуалната ангажираност видима. Споделянето на актуални ресурси е също толкова важно: статии, видеоклипове и уроци не само разширяват хоризонта на знанията, но и показват на студентите, че 3D принтирането е жива, постоянно развиваща се област. Накрая, работните групи позволяват виртуалната класна стая да се превърне в истинска общност: сътрудничеството по мини проект означава да се научим да общуваме, да договаряме идеи и да се сблъскаме с различни визии. В тази динамика преподавателят не е зрител, а фасилитатор: той насърчава, модерира и стимулира споделянето. По този начин онлайн взаимодействието става много повече от допълнение, превръщайки се в неразделна част от процеса на обучение.

3.6. Включване и подкрепа

В онлайн курса включването не е допълнителен аспект, а сърцевината на процеса на обучение. Преподавателят трябва да помни, че всеки студент идва с различен багаж от знания, опит и дори емоции по отношение на технологиите. Някои се движат уверено между софтуера и принтерите, докато други се доближават до тях за първи път с страх и несигурност. По тази причина езикът, който се използва, прави цялата разлика: обясняването на концепциите с прости думи, избягването на ненужни технически подробности, позволява на всички да се чувстват включени и да не се чувстват изоставени. В същото време предлагането на алтернативни материали – инфографика за тези, които предпочитат визуално въздействие, видео урок за тези, които учат, като гледат, опростен речник за тези, които се нуждаят от ясни ориентирни – дава възможност да се адаптира курса към различни стилове на учене. Но включването не се ограничава до инструментите: то е преди всичко свързано с атмосферата, която се създава. Преподавателят има задачата да създаде безопасно пространство, където всеки въпрос е добре дошъл като легитимен и всеки принос, дори и най-простият, се цени. Насърчаването, уважителната обратна връзка и признаването на индивидуалния напредък са мощни лостове за повишаване на увереността на учениците. По този начин никой не се чувства съден или изключен, а самата група се превръща в подкрепяща общност за учене, способна да расте заедно и да превърне разнообразието в богатство.



Co-funded by
the European Union



3.7. *Оперативен контролен списък на преподавателя*

В края на всеки урок ще предложим оперативен контролен списък: това е практичен инструмент, който придружава преподавателя през целия курс на обучение, нещо като компас, който му помага да не изгуби от поглед основните стъпки. Ние го възприемаме като динамична подкрепа, с която да се консултирате преди, по време и след всеки модул. В началото списъкът напомня на преподавателя да се запознае подробно със съдържанието и да планира моменти за оценка и дискусия, за да организира последователен и добре структуриран курс. По време на курса той помага да се поддържа диалогът, да се предлагат практически дейности и да се дава ясна и мотивираща обратна връзка: действия, които изглеждат прости, но изискват последователност и внимание. Накрая, в заключителната фаза, списъкът ви кани да следите напредъка, да докладвате всички критични проблеми и, преди всичко, да насърчавате положителна и приобщаваща атмосфера. Използван по този начин, той се превръща в дискретен, но ефективен спътник в работата: гарантира, че нищо не се пропуска, помага за по-добро управление на енергията и дава на преподавателя увереност да продължи методично. С други думи, той е общата нишка, която свързва организационното и междуличностното измерение, позволявайки онлайн опитът да се превърне в истински път на споделен растеж.



4. Оперативни насоки

4.1. Модул 1: Въведение в 3D принтирането

Цели на главата

Преподавателят трябва да помогне на учениците да:

1. Разберат какво е 3D принтиране и как се различава от традиционното производство.
2. Научат основните исторически етапи и развития в технологията.
3. Идентифицират основните технологии за 3D принтиране (FDM, SLA, SLS и др.).
4. Разпознаят предимствата и ограниченията на 3D принтирането.
5. Открият приложенията му в различни сектори (здравеопазване, промишленост, занаяти, мода, архитектура и др.).

Въведение и мотивация

- Започнете дискусията с въпроса:
- „Каква е първата ви представа или идея, когато мислите за 3D принтиране?“
- Свържете темата с ежедневния опит на учениците (персонализирани протези, декоративни предмети, къщи, принтирани с 3D принт).
- Представете 3D принтирането като трансформираща технология, а не само като технически инструмент.
-

Обяснение на ключови понятия

- Разлика от традиционното производство: използвайте конкретни примери (например стол, изработен чрез рязане на дърво, срещу стол, принтиран на 3D принтер).
- Исторически етапи: предложете съвместна онлайн времева линия (Padlet, Miro или Google Jamboard).
- Основни технологии: покажете опростена инфографика, обобщаваща принципите и приложенията (FDM, SLA, SLS и др.).

Практически съвет: помолете учениците да създадат сравнителна таблица с: технология / принцип / примери за приложение.



Активни учебни дейности

- Ръководена дискусия: помолете учениците да идентифицират индустрия, с която са запознати, и да спекулират как 3D принтирането би могъл да я трансформира.
- Мини проучване: поканете всеки ученик да потърси пример от реалния живот (новина, стартираща компания, фирма) и да го сподели във форума.
- Критичен анализ: насърчете размисъл върху предимствата и ограниченията. Пример за стимулиращ въпрос:
- „Според вас, 3D принтирането ще бъде ли по-полезен за персонализиране или за масово производство? Защо?“

Подкрепа и разяснения

- Някои ученици може да се объркат от техническите термини. Учителят трябва:
 - Да се позове на речника на модула (CAD, G-код, FDM, SLA и др.).
 - Да даде кратки, опростени примери (напр. „G-кодът е като рецепта, която казва на принтера какво да прави стъпка по стъпка“).
- Помогне на учениците да разграничат професионалните технологии (SLS, DMLS, EBM) от по-достъпните (FDM, SLA).

Съвети за стимулиране на творчеството

- Поканете учениците да нарисуват прост обект (на ръка или с помощта на основен CAD софтуер като Tinkercad), който биха искали да принтират.
- Предложете групово „предизвикателство“: представете си обект, който не би било възможно да се изработи с традиционни методи.
- Насърчавайте обмена между съучениците: коментари и предложения по проектите на другите.

Контролен списък за преподавателя

- Представих ли 3D принтирането с конкретни и мотивиращи примери?
- Улесних ли разбирането на историческите етапи и технологии?
- Стимулирах ли практически дейности и дискусии?
- Изясних ли съмненията относно терминологията и техническите понятия?



- Насочих ли учениците да размишляват върху предимствата, ограниченията и приложенията?
- Използвах ли финалния тест като инструмент за сравнение?

Заключителен тест – Въведение в 3D принтирането

1. Какво отличава 3D принтирането от традиционното производство?

- а) Използва по-евтини материали
- б) Добавя материал слой по слой, вместо да го отстранява
- в) Позволява да се създават само пластмасови обекти
- г) Винаги е по-бърз от традиционните техники

Правилен отговор: б

2. В коя десетилетие се появяват първите технологии за 3D принтиране?

- а) 1960-те години
- б) 70-те години
- в) 1980-те
- г) 1990-те

Правилен отговор: в

3. Коя от следните технологии е най-широко използвана в потребителския сектор?

- а) SLS (селективно лазерно синтезиране)
- б) SLA (стереолитография)
- в) FDM (моделирание чрез напластяване)
- г) DMLS (директно лазерно синтезиране на метал)

Правилен отговор: в

4. Кое е основното предимство на 3D принтирането?

- а) Бързо производство на големи количества
- б) Създаване на сложни и персонализирани геометрии
- в) Нулеви разходи за материали
- г) Принтиране без електроенергия



Правилен отговор: б

5. Кое е едно от основните ограничения на настоящия 3D принтиране?

- а) Не позволява персонализиране
- б) Дълги производствени срокове в сравнение с масовото производство
- в) Не може да произвежда функционални обекти
- г) Винаги е по-скъпо от традиционното производство

Правилен отговор: б

6. Кой сектор е извлякъл голяма полза от 3D принтирането при създаването на персонализирани протези?

- а) Мода
- б) Здравеопазване
- в) Архитектура
- г) Автомобилна промишленост

Правилен отговор: б

7. Стереолитографията (SLA) използва:

- а) Екструзия на пластмасови нишки
- б) Сливане на метални прахове
- в) Течна смола, втвърдена с UV лазер
- г) Прецизни механични форми

Правилен отговор: в

8. Кой от следните материали се използва често в FDM принтирането?

- а) Неръждаема стомана
- б) PLA и ABS
- в) Течна епоксидна смола
- г) Синтериран пясък

Правилен отговор: б

9. Кое твърдение е вярно по отношение на въздействието на 3D принтирането?

- а) Той е полезен само в специализирани лаборатории



Co-funded by
the European Union



- б) Има многостранни приложения в много индустриални и творчески сектори
- в) Все още няма конкретни приложения в реалния свят
- г) Може да произвежда само естетически, нефункционални модели

Правилен отговор: б

10. Каква е функцията на G-код файла в 3D принтирането?

- а) Да проектира обекта в 3D
- б) Да контролира движенията на принтера и екструдирането на материала
- в) Да съхранява проекти в облака
- г) Да се провери качеството на материала преди принтиране

Правилен отговор: б



4.2. Модул 2: Технологии за 3D принтиране

Цели на главата

Преподавателят трябва да помогне на студентите да:

1. Разберат основните технологии за 3D принтиране (FDM, SLA, SLS, DMLS, Binder Jetting и др.).
2. Разпознават принципа на действие на всяка технология.
3. Разграничат предимствата и недостатъците на различните техники.
4. Идентифицират типичните области на приложение за всяка технология.
5. Знаят как да съпоставят най-подходящата технология с типа материал и производствения контекст.

Въведение и мотивация

- Започнете главата с провокиращ въпрос:
- „Според вас, каква е разликата между принтирането на пластмасов прототип и титанова протеза?“
- Подчертайте, че разнообразието от технологии е ключът към прилагането на 3D принтирането в много различни сектори.
- Покажете кратко видео или сравнително изображение на процесите (FDM, SLA, SLS), за да предизвикате интерес.

Обяснение на ключови понятия

- **FDM (Fused Deposition Modeling):** екструдиране на пластмасови нишки → образователни приложения, бързо прототипиране.
- **SLA (стереолитография):** фотополимерна смола, втвърдена с UV лазер → детайлни модели, стоматология, бижута.
- **SLS (селективно лазерно синтезиране):** синтезиране на прахове → функционални прототипи, механични компоненти.
- **DMLS/SLM (директно лазерно синтероване на метал/селективно лазерно топене):** метални прахове, сплавени с лазер → аерокосмическа, биомедицинска промишленост.



- Binder Jetting: лепило върху прахове → архитектурни модели, сложни неструктурни елементи.
- Предимства и ограничения на всяка технология (разходи, материали, скорост, прецизност, устойчивост).

Съвет: подгответе сравнителна таблица, която да обсъдите с учениците.

Активни учебни дейности

- Упражнение за сравнение: раздели учениците на групи, всяка от които ще проучи една технология в дълбочина и ще представи нейните приложения и ограничения.
- Казус: предложете проблем („Стартираща компания иска да произведе персонализирани титанови протези. Коя технология бихте използвали и защо?“).
- Средносрочен тест във виртуалната класна стая, за да се провери разбирането на основните принципи.

Подкрепа и разяснения

- Обърнете внимание на техническите термини (синтероване, фотополимеризация, екструзия).
- Използвайте прости метафори:
 - FDM = „компютърно управлявано пистолетче за горещо лепене“.
 - SLA = „принтер, който втвърдява течност с помощта на светлина“.
- Обяснете разликите между аматьорското използване (например, евтин FDM) и индустриалното използване (SLS, DMLS).

Съвети за стимулиране на творчеството

- Помолете учениците да си представят обект, който би било невъзможно да се създаде с традиционни техники, и да помислят коя 3D технология би била най-подходяща.
- Насърчете използването на CAD софтуер за проектиране на основен модел и обсъдете идеалната технология за принтиране.
- Подчертайте разнообразието от приложения (от мода до биомедицина).



Контролен списък за преподавателя

- Представих ли основните технологии по ясен начин?
- Насочих ли учениците да сравнят предимствата и ограниченията?
- Предложих ли практически и групови дейности?
- Изясних ли техническите термини с прости примери?
- Стимулирал ли съм творческото мислене относно употребата на технологиите?
- Проверих ли разбирането с въпроси и тестове?

Заклучителен тест – Технологии за 3D принтиране

1. Коя е най-широко използваната технология за 3D принтиране на потребителско ниво?

- а) SLA
- б) FDM
- в) SLS
- г) Binder Jetting

Отговор: б

2. Стереолитографията (SLA) използва:

- а) Разтопен пластмасов филамент
- б) Метални прахове
- в) UV-втвърдяваща се фотополимерна смола
- г) Синтеризиран пясък

Отговор: в

3. Селективното лазерно синтероване (SLS) работи с:

- а) PLA нишки
- б) Пластмасови или найлонови прахове
- в) Течни смоли
- г) Гипс и лепила

Отговор: б



4. Коя технология се използва за принтиране на високоякостни метални компоненти?

- a) SLA
- б) FDM
- в) DMLS/SLM
- г) Binder Jetting

Отговор: в

5. Какво е основното предимство на SLA технологията?

- a) Ниски разходи
- б) Висока прецизност и фини детайли
- в) Скорост на производство
- г) Използване на метали

Отговор: б

6. Архитект, който иска да принтира макет, вероятно ще избере:

- a) FDM
- б) Binder Jetting
- в) DMLS
- г) SLA

Отговор: б

7. Какъв недостатък е характерен за FDM технологията?

- a) Груби повърхности и необходимост от последваща обработка
- б) Висока цена на машините
- в) Прекалено бързо принтиране
- г) Изключително използване на метали

Отговор: а

8. Каква е отличителната характеристика на технологията Binder Jetting?

- a) Използва свързващо вещество за свързване на прахове
- б) Изтласква нишки



Co-funded by
the European Union



- в) Тя втвърдява смолите с UV лазери
- г) Тя топи метали при високи температури

Отговор: а

9. Коя от следните технологии е най-подходяща за евтино бързо прототипиране?

- а) SLS
- б) SLA
- в) FDM
- г) DMLS

Отговор: в

10. Кой е най-важният фактор при избора на технология за 3D принтиране?

- а) Предпочитан цвят
- б) Материал и крайна употреба
- в) Наличност на CAD софтуер
- г) Интернет връзка

Отговор: б



4.3. Модул 3 – Оборудване за 3D принтиране

Цели на главата

- Насочете студентите към разбирането на критериите за избор на оборудване за 3D принтиране (видове принтери, характеристики, разходи).
- Подпомагайте запознаването с основните процедури за работа (инсталиране, зареждане на материали, калибриране и стартиране на принтиране).
- Насърчавайте отговорно поведение по отношение на безопасността, здравето и устойчивостта на околната среда.
- Стимулирайте способността на учениците да оценяват разходите, възвръщаемостта на инвестициите и въздействието върху околната среда при използването на технологии.

Въведение и мотивация

- Представете оборудването като оперативното сърце на 3D принтирането, като подчертаете как правилният избор влияе върху качеството, разходите и устойчивостта.
- Мотивирайте учениците, като подчертаете колко е важно да знаят как да оценяват своите дизайнерски нужди (например размер, материали, прецизност) преди да закупят принтер.
- Подчертайте как овладяването на оперативните процедури и практиките за безопасност прави учениците по-независими и професионални.

Обяснение на ключови понятия

- Избор на принтер: критерии (цели на проекта, съвместимост на материалите, технически спецификации, разходи, мащабируемост).
- Работа с принтера: настройка, зареждане с материали, калибриране, управление на принтирането, постпродукция.
- Безопасност и околна среда: използване на ЛПС (ръкавици, маски, очила), подходяща вентилация, управление на отпадъците и материалите, намаляване на отпадъците, избор на екологично устойчиви материали.
- Регламенти и съответствие: познаване на стандарти и регламенти (напр. CE, ISO, REACH).



Активни учебни дейности

- Водена дискусия: помолете учениците да сравнят модели принтери за реален проект (например дървен прототип срещу механичен компонент).
- Практическо упражнение: насочете учениците през симулация на настройка и калибриране, като подчертаете критичните стъпки.
- Анализ на разходите: предложете малък бизнес случай за изчисляване на възвръщаемостта на инвестицията и оперативните разходи на принтер.
- Семинар по безопасност: анализирайте реални случаи на инциденти и обсъдете как да ги предотвратите.

Подкрепа и разяснения

- Предоставете подробни ресурси (ръководства, видео уроци, статии, предложени в модула).
- Изяснете съмненията относно технологичните разлики (FDM, SLA, SLS) с практически примери.
- Напомнете на учениците да проверяват винаги ръководствата на производителя, тъй като процедурите варират в зависимост от модела.

Съвети за стимулиране на творчеството

Насърчавайте учениците да мислят извън рамките на техническата функционалност: как различните устройства могат да отворят нови възможности за дизайн?

Стимулирайте идеи за използване на алтернативни и устойчиви материали.

- Предложете творчески предизвикателства: например, проектиране на обект при оптимизиране на потреблението на материали и енергия.

Контролен списък за преподавателя

- Представих ли темата, като подчертах важността на избора на оборудване?
- Обясних ли основните критерии за избор (материали, прецизност, разходи, възвръщаемост на инвестицията)?
- Насочих ли учениците през симулация на настройка и калибриране?
- Подчертах ли практиките за безопасност и въздействието върху околната среда?
- Стимулирах ли решаването на проблеми и творчеството?



- Проверих ли дали учениците могат да разграничават основните видове принтери и материали?

Заключителен тест

Коя е първата основна стъпка при избора на 3D принтер?

- А) Цвят на филамента
- Б) Определяне на целите на проекта
- В) Най-ниската цена
- Г) Най-известната марка

Правилен отговор: б

Кой параметър определя максималния размер на обекта, който може да се принтира?

- А) Скорост на принтиране
- Б) Обем на изграждане
- В) Точност на разделителната способност
- Г) Консумация на енергия

Правилен отговор: б

Кой материал се счита за биоразградим и по-устойчив?

- А) ABS
- Б) PLA
- В) Найлон
- Д) Стандартна смола

Правилен отговор: б

Защо е важно да се изравни платформата за принтиране?

- А) За да се намали времето за принтиране
- Б) За да се осигури добро залепване на първия слой
- В) За да се направи принтерът по-тих
- Г) За да се увеличи цвета на нишките



Co-funded by
the European Union



Правилен отговор: б

Какви лични предпазни средства се препоръчват при работа с течни смоли?

- А) Латексни ръкавици и очила
- Б) Нитрилни ръкавици и предпазни очила
- В) Само маска
- Г) Нищо, ако помещението е проветриво

Правилен отговор: б

Каква е основната функция на G-кода?

- А) Да определи плътността на материала
- Б) Да даде инструкции за работа на принтера
- В) Да избере цвета на принтиране
- Г) Да установи времето за последваща обработка

Правилен отговор: б

Какъв е основният риск от съхранението на филамент във влажна среда?

- А) Загуба на цвят
- Б) Счупване на макарата
- В) Абсорбиране на влага, което влошава качеството на принтиране
- Г) Увеличаване на скоростта на екструдирание

Правилен отговор: в

Какво означава ROI при избора на принтер?

- А) Възвръщаемост на инвестицията
- Б) Намаляване на оперативното въздействие
- В) Оптимално съотношение на иновациите
- Г) Промислена оперативна ефективност

Правилен отговор: а

Коя мярка намалява въздействието на 3D принтирането върху околната среда?

- А) Винаги принтирайте със 100% подкрепа



Co-funded by
the European Union



- Б) Изключване на принтера само в края на седмицата
- В) Използване на рециклирани нишки и системи за възстановяване на материали
- Г) Използване на по-скъпи материали за намаляване на отпадъците

Правилен отговор: в

Кой европейски орган регулира безопасността и въздействието върху околната среда на химическите материали?

- А) ЮНЕСКО
- Б) REACH
- В) OSHA
- Г) ISO

Правилен отговор: б



4.4. Модул 4: Дизайн за 3D принтиране и CAD моделиране

Цели на главата

Преподавателят трябва да помогне на студентите да:

1. Разберат принципите на проектирането за 3D принтиране.
2. Се запознаят с основните концепции на CAD моделирането.
3. Разпознават критериите за дизайн за адитивно производство (DfAM).
4. Развият умения за използване на основен CAD софтуер (например Tinkercad, Fusion 360, FreeCAD).
5. Оценят как дизайнът влияе върху качеството, цената и устойчивостта на принтирания обект.

Въведение и мотивация

- Въведете главата, като подчертаете, че дизайнът е отправната точка за 3D принтиране: без добър модел няма да получите добри резултати.
- Мотивирайте учениците, като подчертаете, че уменията за работа с CAD са търсени в много сектори (инженерство, мода, изкуство, архитектура).
- Стимулиращ въпрос: „Мислили ли сте някога за обект, който бихте искали да персонализирате или модифицирате? С CAD и 3D принтиране това става възможно.“

Обяснение на ключови понятия

- Принципи на проектиране за 3D принтиране: минимална дебелина, критични ъгли, толеранси, необходимост от опори или не.
- CAD файлове и формати: STL, OBJ, STEP и техните характеристики.
- Основни CAD инструменти: създаване на прости форми, екструзии, булеви операции.
- DfAM (дизайн за адитивно производство): проектиране с оглед на уникалните характеристики на 3D принтирането (лекота, сложни геометрии, намаляване на сглобените части).
- От CAD до принтиране: преход чрез нарязване и G-код.



Предложение: представете сравнителна таблица на най-често използваните CAD софтуери с техните предимства и недостатъци.

Активни учебни дейности

- Практическо упражнение: насочете учениците в създаването на прост модел (например ключодържател, гайка, малък контейнер) с безплатен онлайн CAD софтуер.
- Групово предизвикателство: проектиране на обект чрез оптимизиране на опорите (например, намаляване на консумацията на материал без компромис с функционалността).
- Групово преразглеждане: помолете учениците да качат своите модели и обсъдете техните силни и слаби страни.
- Казус: анализирайте реален обект, който не би могъл да бъде произведен с традиционни методи.

Подкрепа и разяснения

- Някои ученици може да сметнат CAD софтуера за труден: преподавателят трябва да опрости техническия език, като покаже примери стъпка по стъпка.
- Подчертайте разликите между софтуера за начинаещи (Tinkercad) и професионалния софтуер (Fusion 360, SolidWorks).
- Не забравяйте, че CAD е умение, което се придобива постепенно: насърчавайте учениците, дори когато правят грешки.

Съвети за стимулиране на творчеството

- Поканете учениците да започнат с предмет от ежедневието си и да помислят как да го подобрят с 3D принтиране.
- Предложете им да експериментират с генеративни дизайни и органични форми.
- Насърчавайте създаването на персонализирани обекти (например джаджи, аксесоари, малки инструменти).

Контролен списък за преподавателя

- Представих ли темата, като свързах дизайна и 3D принтирането?
- Обясних ли основните концепции на CAD моделирането и файловите формати?
- Проведох ли практически упражнения с основен CAD софтуер?
- Изясних ли принципите на DfAM?



Co-funded by
the European Union



- Насърчих ли колективно преразглеждане на моделите?
- Предложих ли творчески и персонализирани дейности?

Заклучителен тест

Какъв е най-разпространеният файлов формат за 3D принтиране?

- A) .PDF
- Б) .STL
- В) .DOCX
- Г) .JPEG

Отговор: В

Какво означава DfAM?

- A) Дизайн за адитивно производство
- Б) Дигитално производство и моделиране
- В) Чернова за усъвършенствано моделиране
- Г) Дизайн за автоматизирани машини

Отговор: А

Какво е основното предимство на CAD моделирането за 3D принтиране?

- A) Позволява принтиране без нарязване
- Б) Позволява създаването на редактируеми и точни дигитални модели
- В) Автоматично намалява времето за принтиране
- Г) Избягва необходимостта от опори

Отговор: Б

Кой принцип е фундаментален в 3D дизайна, за да се избегнат крехките обекти?

- A) Използвайте подходящи минимални дебелини
- Б) Винаги избягвайте извитите форми
- В) Принтирайте цветно
- Г) Използвайте само метални материали

Отговор: А



Co-funded by
the European Union



Кой софтуер се счита за подходящ за начинаещи?

- A) SolidWorks
- B) Tinkercad
- B) Fusion 360
- Г) Catia

Отговор: B

Каква е функцията на STL файла?

- A) Запазване на 2D изображения
- B) Описание на 3D геометрията на обекта
- B) Проверете параметрите на принтиране
- Г) Управление на сигурността на данните

Отговор: Б

Защо е важно да се вземат предвид ъглите на надвес в 3D дизайна?

- A) За да се увеличи цвета на модела
- B) За да се намали необходимостта от опори
- B) За да се ускори зареждането на файлове
- Г) За да се подобри вентилацията на принтера

Отговор: Б

Каква е междинната стъпка между CAD файловете и действителното принтиране?

- A) Преобразуване в G-код чрез нарязване
- B) Създаване на PDF файл
- B) Директно принтиране от CAD
- Г) Запазване във формат DOCX

Отговор: А

Кой критерий може да намали разходите и времето при 3D принтиране?

- A) Увеличаване на геометричната сложност
- B) Намаляване на плътността на запълване



Co-funded by
the European Union



В) Винаги принтиране в мащаб 1:1

Г) Използване на скъпи материали

Отговор: Б

Какъв е примерът за приложение на генеративния дизайн?

А) Създаване на идентични модели в серия

Б) Получаване на оптимизирани, органични форми, които намаляват теглото и консумацията на материали

В) Принтиране на файлове без подпори

Г) Винаги производство от метал

Отговор: Б



4.5. Модул 5: Получаване на физическия модел чрез услуги за 3D принтиране

Цели на главата

Преподавателят трябва да подпомага студентите в:

- Разбиране на критериите за избор на доставчик на услуги за 3D принтиране.
- Подготовката на CAD файлове по правилен начин и в съответствие с техническите изисквания на доставчиците.
- Разбиране на етапите на преглед, тестване и подобряване на принтираните модели.
- Оценяване на качеството и функционалността на принтирания модел, като се разпознават всички критични проблеми.
- Проучване на възможностите за представяне и маркетинг на принтираните модели като иновативно средство.

Въведение и мотивация

- Обяснете на учениците, че не винаги е необходимо да притежават принтер: използването на външни услуги може да бъде по-ефективно и професионално.
- Подчертайте, че сътрудничеството с доставчиците изисква добра комуникация, ясни спецификации и умения за оценка.
- Мотивирайте, като свържете темата с възможността за превръщане на дигитална идея в реален обект, което отваря както професионални, така и творчески сценарии.

Обяснение на ключови понятия

- Избор на доставчик: налични технологии (FDM, SLA, SLS, DLP), предлагани материали, качество, срокове, разходи, помощ, репутация.
- Подготовка на модела: правилни формати (STL, OBJ, AMF), валидиране на файлове, намаляване на сложността, ориентация, преглед, тестване.
- Преглед и подобрене: анализ на качеството (размерно, естетическо, функционално), итерации на дизайна, оптимизация на параметрите и материалите.
- Маркетинг и промоция: използване на принтирани модели като промоционален инструмент, примери от реалния свят (Coca-Cola, Volkswagen).
- Предизвикателства и ограничения: разходи, мащабируемост, зависимост от доставчика, срокове за доставка.

Активни учебни дейности

- Практическо упражнение: симулиране на избора на доставчик чрез сравняване на три различни услуги въз основа на цена, време и качество.
- CAD лаборатория: подгответе файл, готов за външно принтиране, и го валидирайте според указанията.



- Реални казуси: изучаване на маркетингови кампании, в които са използвани 3D модели (напр. Dior, Adidas, Volkswagen).
- Оценителен тест: анализирайте принтиран модел (снимка или прототип) и обсъдете неговите силни/слаби страни.

Подкрепа и разяснения

- Насочете учениците как да общуват с доставчиците, като подчертаете важноста на уточняването на материалите, размерите и сроковете.
- Дайте примери за подробни оферти и помогнете за тяхното тълкуване.
- Разяснете как да се прави разграничение между приемливи дефекти и сериозни проблеми при принтирането.

Съвети за стимулиране на творчеството

- Поканете учениците да помислят за добавената стойност на принтираните модели в различни контексти: продуктов дизайн, бързо прототипиране, търговия.
- Насърчавайте създаването на промоционална концепция, която използва персонализирани 3D модели.
- Насърчавайте размисъл върху връзката между традиционните занаяти и дигиталните технологии.

Контролен списък за преподавателя

- Представих темата, като подчертах важноста на доставчиците на 3D принтиране.
- Обясних критериите за избор на доставчик.
- Насочих учениците към правилното подготвяне на CAD файлове.
- Илюстрирах етапите на преглед, тестване и подобряване на моделите.
- Предложих практически дейности за анализ и сравнение.
- Стимулирах размисъл върху творческото и промоционалното използване на принтираните модели.

Заключителен тест

Каква е първата стъпка при работа с доставчик на 3D принт?

- А) Тестване на принтирания модел
- Б) Избор на подходяща услуга за 3D принт
- В) Маркетингане на продукта
- Г) Повторете дизайна



Co-funded by
the European Union



Правилен отговор: Б

Кой файлов формат е общоприет от доставчиците?

- A) .PDF
- Б) .DOCX
- В) .STL
- Д) .TXT

Правилен отговор: С

Защо е важно да се поискат мостри от доставчика?

- A) За да се провери скоростта на принтиране
- Б) За да се оцени качеството на принтирането
- В) За да се провери съвместимостта на софтуера
- Д) За да се намалят разходите за доставка

Правилен отговор: Б

Кое е едно от основните критерии при избора на доставчик?

- A) Брой на служителите
- Б) Присъствие в социалните медии
- В) Вид на наличните материали
- Г) Цвят на логото на компанията

Правилен отговор: В

Какво означава „валидиране” на CAD файл?

- A) Да го конвертирате в PDF
- Б) Да се провери за грешки, които биха могли да компрометират принтирането
- В) Да добавите текстури и цветове
- Г) Да се вмъкнат водни знаци

Правилен отговор: Б

Кой тест проверява здравината на принтиран модел?

- A) Естетичен тест



Co-funded by
the European Union



- Б) Тест за опън или натиск
- В) Тест за ориентация
- Г) Тест за предварително преглеждане

Правилен отговор: Б

Какви предимства предлага използването на 3D модели в маркетинга?

- А) Незабавно масово производство
- Б) Персонализиране и по-голямо ангажиране на клиентите
- В) Автоматично намаляване на разходите за реклама
- Г) Елиминирание на необходимостта от прототипи

Правилен отговор: Б

Защо е полезно да се повтаря процеса на принтиране?

- А) За да се увеличи броят на запазените файлове
- Б) За да се подобри качеството и функционалността на модела
- В) За да се намали сложността на CAD софтуера
- Г) За да се принтира в няколко цвята

Правилен отговор: Б

Какъв е рискът от избора на прекалено евтина услуга?

- А) Прекалено бърза доставка
- Б) Компромиси с качеството на модела
- В) Допълнителни такси за транспорт
- Г) Изключително метални материали

Правилен отговор: Б

Какъв е последният етап от процеса при доставчиците на 3D принтиране?

- А) Преглед на CAD файлове
- Б) Итерация на модела
- В) Тестване на якостта
- Г) Представяне и маркетинг на моделите



**Co-funded by
the European Union**



Правилен отговор: Г



4.6. Модул 6: Принтиране на 3D обект

Цели на главата

Преподавателят трябва да помогне на студентите да:

- Разберат целия работен процес при принтирането на 3D обект, от файла до физическия модел.
- Се запознаят с основните параметри на нарязването и конфигурацията на принтера.
- Разберат как да предотвратяват и решават най-често срещаните проблеми по време на принтирането.
- Оценяват качеството на резултата и интерпретират евентуални дефекти.
- Развият самостоятелност в преминаването от идея към физически прототип.

Въведение и мотивация

- Обяснете, че тази глава представлява практическата и централна част от целия курс: превръщането на дигиталния дизайн в реален обект.
- Мотивирайте учениците, като им напомните, че 3D принтирането им позволява да докоснат идеите си с ръцете си, превръщайки ги в нещо конкретно.
- Свържете процеса с концепцията за бързо прототипиране и възможността за тестване и подобряване на дизайните.

Обяснение на ключови концепции

- От CAD до G-код: ролята на софтуера за нарязване (Cura, PrusaSlicer, Simplify3D).
- Основни параметри на принтиране: температура на дюзата и платформата, скорост на принтиране, височина на слоя, запълване, опори, адхезия към платформата.
- Стартиране на принтирането: зареждане на филамент, нивелиране на платформата, нагряване, първи тестови линии.
- Чести проблеми: изкривяване, недостатъчно екструдирание, изместване на слоевете, лошо залепване, запушване.
- Контрол на качеството: проверка на размери, повърхности, здравина, покритие.
- Пост-обработка: премахване на опорите, шлифване, боядисване, специални обработки.

Активни учебни дейности

- Симулация на нарязване: насочете учениците да променят параметрите (например, запълване 20% срещу 80%) и да наблюдават разликите.
- Практическо упражнение: принтиране на малък тестов обект (например калибрационен куб) и обсъдете резултатите.



- Решаване на проблеми: анализирайте дефектите в реалните принтове и помолете учениците да идентифицират възможните причини и решения.
- Семинар за последваща обработка: покажете как да довършите принтирания модел.

Подкрепа и разяснения

- Предоставете кратки ръководства за параметрите на нарязване с числови примери за често използвани настройки (PLA, ABS, PETG).
- Предложете видео ресурси за отстраняване на най-често срещаните проблеми.
- Изяснете разликите между материалите (PLA е по-лесен, ABS е по-сложен, но по-устойчив).
- Напомнете на учениците колко е важно основното поддържане (почистване на дюзата, подмяна на филамента, грижа за платформата).

Съвети за стимулиране на творчеството

- Помолете учениците да проектират и принтират обект, който е полезен в ежедневието.
- Насърчете ги да експериментират с различни параметри, за да видят как се променя резултатът.
- Предложете им да създадат малки колекции от персонализирани предмети (гаджети, аксесоари, инструменти).
- Стимулирайте критичното мислене: как може да се подобри отпечатаният обект от гледна точка на естетика и функционалност?

Контролен списък за преподавателя

- Представих важността на принтирането като централна фаза от процеса.
- **Обясних ключовите концепции на CAD → изрязване → принт → последваща обработка.**
- Ръководих практически упражнения по нарязване и принт.
- Обсъдих често срещани проблеми и техните решения.
- Предложих творчески дейности, свързани с дизайн и принт.
- Уверих се, че учениците знаят как да оценяват качеството на принтираният модел.

Заключителен тест

Кой софтуер преобразува CAD файлове в G-код?

A) Photoshop



Co-funded by
the European Union



- Б) Cura
- В) Excel
- Г) AutoCAD

Правилен отговор: В

Кой параметър влияе върху вътрешната якост на обекта?

- А) Цвят на филамента
- Б) Запълване (процент на запълване)
- В) Височина на слоя
- Г) Скорост на принтиране

Правилен отговор: Б

Защо е важно да се изравни принтиращата повърхност?

- А) За да се намали времето за принтиране
- Б) За да се осигури добро залепване на първия слой
- В) За да се подобри скоростта на вентилатора
- Г) За да се намали консумацията на филамент

Правилен отговор: Б

Как се нарича дефектът „изкривяване“?

- А) Запушване на дюзата
- Б) Слоеве се отделят по краищата и се повдигат от платформата
- В) Принтът е наклонен на една страна
- Г) Филаментът променя цвета си

Правилен отговор: Б

Кой материал се счита за най-лесен за принтиране?

- А) ABS
- Б) Найлон
- В) PLA
- Д) PETG



Правилен отговор: С

Кой параметър контролира визуалното качество на детайлите?

- А) Височина на слоя
- Б) Запълване
- В) Скорост на вентилатора
- Г) Диаметър на макаратата

Правилен отговор: А

Какво означава терминът „недостатъчно екструдирани“?

- А) Претоварване на мотора на принтера
- Б) Недостатъчно количество екструдирани материал
- В) Прекалено горещо принтиращо легло
- Г) Липса на опори

Правилен отговор: Б

Какво трябва да се направи в края на принтиране с опори?

- А) Да се оставят като декорация
- Б) Да ги премахнете внимателно по време на последващата обработка
- В) Разтворете ги във вода без надзор
- Г) Да ги използвате отново в друг принт

Правилен отговор: Б

Кой параметър оказва най-голямо влияние върху времето за принтиране?

- А) Скоростта на принтиране
- Б) Температурата на дюзата
- В) Цвят на материала
- Г) Тип на режещия инструмент

Правилен отговор: А

Коя дейност принадлежи към пост-обработката?

- А) Нарязване



**Co-funded by
the European Union**



- Б) Премахване на опорите и изглаждане
- В) Изравняване на платформата
- Г) Зареждане на филамент

Правилен отговор: Б



4.7. Модул 7: 3D принтиране и секторът на дървообработването

Цели на главата

Преподавателят трябва да насочи учениците към:

1. Разберат как 3D принтирането може да доведе до иновации в сектора на дървообработването.
2. Анализират случаи и примери за интеграция между традиционни и адитивни техники.
3. Научат за дървесните материали за 3D принтиране и техните характеристики.
4. Разпознават възможностите и предизвикателствата при прилагането на 3D принтирането в занаятчийството.
5. Стимулират размисъл върху взаимодействието между древното знание и нововъзникващите технологии.

Въведение и мотивация

- Представете 3D принтирането като допълнително средство към дървообработката, а не като нейна заместителка.
- Мотивирайте учениците, като им покажете как технологията може да помогне за съхраняването на традиционното ноу-хау, като същевременно го обогатява с нови възможности.
- Стимулиращ въпрос: „Как бихте си представили занаятчийска работилница, в която се използват както длетата, така и 3D принтери?“

Обяснение на ключови понятия

- Дървесни материали за 3D принтиране: PLA нишки, обогатени с дървесни влакна, естетически и механични характеристики.
- Конкретни приложения: прототипи на мебели, декоративни компоненти, персонализирани дизайнерски обекти, реставрация и възпроизвеждане на липсващи части.
- Синергия между традиция и иновации: използване на 3D принтиране за създаване на модели, шаблони и инструменти в подкрепа на занаятчиите.
- Възможности: широка персонализация, бързо прототипиране, намаляване на разходите.
- Критични въпроси: ограничена якост в сравнение с масивното дърво, необходимост от обработка след принтиране, цена на специфични материали.

Активни учебни дейности

- Казус: анализ на примери за компании, които интегрират 3D принтиране и занаятчийство (например дизайн на лампи, мебели по поръчка).



Co-funded by
the European Union



- Практическо упражнение: проектиране на малък декоративен обект в CAD (например инкрустация, дръжка) и хипотеза за неговото производство с филament на дървесна основа.
- Водена дискусия: предимства и недостатъци на използването на 3D принтиране в работилницата.
- Сравнителна работилница: покажете традиционен дървен предмет и такъв, принтиран в 3D с материал, наподобяващ дърво, като обсъдите разликите и потенциала.

Подкрепа и разяснения

- Предоставете на учениците визуални примери за нишки и предмети, принтирани с PLA на дървесна основа.
- Изяснете, че композитните материали от дърво-PLA не са заместител на масивното дърво, но са ценни за прототипи, дизайн и творческо производство.
- Подкрепете учениците в използването на техническа терминология (например плътност, покритие, последваща обработка с шлифване и лакиране).

Съвети за стимулиране на творчеството

- Поканете учениците да си представят нови ръчно изработени продукти, комбиниращи дърво и 3D принтиране (например мебел с принтирани вложки).
- Предложете създаването на персонализирани дизайнерски линии, които се възползват от текстурите и зърната, които могат да бъдат симулирани с нишки на дървесна основа.
- Насърчавайте размисъл върху темата за устойчивостта, като се има предвид възстановяването на дървесни отпадъци, превърнати във филamenti.

Контролен списък за преподавателя

- Представих ли темата, като свързах занаятчийството и иновациите?
- Обясних ли материалите на дървесна основа и техните приложения в реалния свят?
- Проведох ли практически упражнения и сравнителни дискусии?
- Изясних ли ограниченията и възможностите на 3D принтирането в дървообработващата промишленост?
- Стимулирах ли творчеството и размисъла върху устойчивостта?

Заключителен тест

Кой материал се използва обикновено за симулиране на дърво в 3D принтирането?

A) ABS



Б) PLA с дървесни влакна

В) Найлон

Д) PETG

Правилен отговор: В

Какво е типично приложение на 3D принтирането в дървообработващата промишленост?

А) Производство на масивни плоскости

Б) Създаване на декоративни компоненти и прототипи

В) Автоматично рязане на дърво

Г) Изкуствено сушене

Правилен отговор: Б

Какво предимство предлага 3D принтирането на дърводелците?

А) Намалява използването на традиционни ръчни инструменти

Б) Позволява бързо прототипиране и персонализиране

В) Елиминира необходимостта от повърхностна обработка

Г) Винаги гарантира по-голяма здравина в сравнение с масивното дърво

Правилен отговор: Б

Какъв е критичният проблем при филаментите на дървесна основа?

А) Те винаги са по-евтини от стандартния PLA

Б) Не изискват калибриране

В) Имат ограничена здравина в сравнение с масивното дърво

Г) Не са съвместими с FDM принтери

Правилен отговор: В

В какъв контекст 3D принтирането може да подпомогне реставрацията на дърво?

А) В индустриалното масово производство

Б) При възстановяването на липсващи части от мебели или декорации

В) При подмяната на подови плочки

Г) При рязането на трупи



Co-funded by
the European Union



Правилен отговор: Б

Коя обработка може да подобри естетиката на обект, принтиран от PLA на дървесна основа?

- А) Шлифоване и лакиране
- Б) Бързо нагряване
- В) Потапяне във вода
- Г) Полиране с агресивни разтворители

Правилен отговор: А

Какво се разбира под синергия между традиция и иновации в дърводобивния сектор?

- А) Пълно заместване на ръчните техники
- Б) Използване на 3D-принтирани модели и инструменти в допълнение към занаятчийското майсторство
- В) Премахване на фазата на проектиране
- Г) Изключително дигитално производство

Правилен отговор: Б

Каква естетическа характеристика може да предложи филамент с дървесни влакна?

- А) Прозрачност
- Б) Текстура и зърно, подобни на дърво
- В) Метален ефект
- Г) Стъклен блясък

Правилен отговор: Б

Какви възможности предлага 3D принтирането на занаятчийска работилница?

- А) Намаляване на ръчния труд на занаятчиите
- Б) Разширяване на гамата от персонализирани и иновативни продукти
- В) Стандартизиране на продуктите в голям мащаб
- Г) Напълно заместване на традиционните техники

Правилен отговор: Б



Co-funded by
the European Union



Какъв аспект на устойчивостта може да бъде резултат от използването на нишки на дървесна основа?

- А) Никой, те винаги са синтетични
- Б) Възстановяване и повторна употреба на дървесни отпадъци, превърнати в материал за принт
- В) Намаляване на жизнения цикъл на предметите
- Г) Увеличаване на производството на пластмасови отпадъци

Правилен отговор: Б



4.8. Модул 8: Проектиране на дървен предмет с помощта на 3D принтиране

Цели на главата

- Разбиране на потенциала от интегрирането на традиционната дървообработка с 3D принтиране.
- Подкрепа на учениците в дигиталното проектиране на дървен обект с 3D принтиращи компоненти.
- Насочване на учениците в използването на CAD софтуер и слайсъри за превръщане на дизайна в модел, подходящ за принтиране.
- Насърчаване на изучаването на техники за последваща обработка и интегриране на дървени части и принтирани компоненти.
- Стимулиране на творчеството и иновациите на учениците в съчетаването на естетика, функционалност и традиция.

Въведение и мотивация

- Представете главата като мястото, където теорията се среща с творческата практика: учениците имат възможност да проектират оригинален обект.
- Подчертайте, че 3D принтирането не замества дърводелството, а го обогатява, като позволява бързо прототипиране, персонализиране и нова естетика.
- Насърчавайте учениците да разглеждат тази глава като „фитнес за творчество“, където могат да експериментират, без да се страхуват да правят грешки.

Обяснение на ключови понятия

- Интеграция на дърво и 3D принтиране: илюстрирайте конкретни примери за обекти, които комбинират принтирани елементи с традиционни компоненти.
- Фактори на дизайна: размери, ограничения при принтирането, съединения между дърво и принтирани части, избор на материали (PLA wood-fill).
- Използване на CAD и нарязване: покажете как дигиталният модел се превръща във физически чрез G-код.
- Пост-обработка: значението на шлифоването, боядисването, оцветяването и сглобяването.
- Устойчивост: използване на рециклирани или дървесни нишки и екологичен подход към дизайна.

Активни учебни дейности

- Предложете практически уъркшоп: всеки ученик избира малък дървен предмет (например ключодържател, стойка, инструмент), който да украси с 3D-принтирани детайли.
- **Накарайте учениците да практикуват прехода от скици на хартия → CAD модел → STL файл → нарязване.**



Co-funded by
the European Union



- Организирайте съвместни сесии, в които учениците обсъждат съединенията между дърво и пластмаса, сравнявайки творчески решения.
- Предоставяйте възможности за взаимна оценка: учениците представят своите концепции и получават обратна връзка от съучениците си.

Подкрепа и разяснения

- Бъдете готови да обясните разликите между различните CAD софтуери (Tinkercad, Fusion 360, Meshmixer).
- Помогнете за решаването на често срещани проблеми при принтирането: надвиснали части, мостове, залепване на първия слой, неточни измервания на отворите.
- Предложете практични примери за адаптиране на дизайна, за да преодолеете техническите ограничения на FDM принтерите.
- Предоставяйте връзки към безплатни CAD библиотеки и софтуер с отворен код за нарязване (например Cura, Slic3r).

Съвети за стимулиране на творчеството

- Насърчавайте учениците да „мислят хибридно“: какво може да направи по-добре дървото и какво може да направи по-добре 3D принтирането?
- Предложете да се проучат различни видове покрития (боядисване, оцветяване, вграждане на елементи).
- Насърчавайте използването на местни пространства за творчество и FabLabs като места за вдъхновение и сътрудничество.
- Насърчавайте персонализацията: обект, проектиран за приятел, член на семейството или за решаване на практически проблем.

Контролен списък за преподавателя

- Представете важността на синергията между дървото и 3D принтирането.
- Уверете се, че всеки ученик знае как да създаде основен CAD модел.
- Уверете се, че учениците са разбрали правилата за дизайн за принтиране.
- Насърчавайте дискусиите и споделянето на проекти.
- Наблюдавайте използването на софтуера за нарязване и подготовката на G-код файлове.
- Оценете оригиналността и осъществимостта на разработените проекти.

Заключителен тест

Какво е основното предимство на интегрирането на дървообработката и 3D принтирането?



Co-funded by
the European Union



- А) Намалени разходи за дърводелство
- Б) По-голяма прецизност и творчески възможности (**правилно**)
- В) Елиминирани традиционните процеси
- Г) По-кратък живот на продукта

Кой софтуер е подходящ за начинаещи в CAD моделирането?

- А) Fusion 360
- Б) Tinkercad (**правилно**)
- В) AutoCAD
- Г) SolidWorks

Какво представлява STL файлът в 3D проект?

- А) Изображение
- Б) Дигиталния модел, преведен за принтиране (**правилно**)
- В) Файл за боядисване
- Г) Ръководство за сглобяване

Защо „първият слой“ е толкова важен при 3D принтирането?

- А) Той определя здравината на детайла
- Б) Осигурява адхезията и стабилността на модела (**правилно**)
- В) Намалява времето за принтиране
- Г) Подобрява оцветяването на детайла

Каква характеристика отличава PLA филламентите, пълни с дървесина?

- А) Те са изработени изцяло от дърво
- Б) Съдържат дървесен прах или влакна, смесени с PLA (**правилно**)
- В) Те са прозрачни
- Г) Те са по-гъвкави от найлона

Какво е „мостово свързване“ в 3D принтирането?

- А) Техника на рисуване
- Б) Висяща секция без опора (**правилно**)



Co-funded by
the European Union



- В) Вид филамент
- Г) Софтуерна грешка

Коя техника подобрява външния вид на частите, принтирани с дърво?

- А) Бързо охлаждане
- Б) Шлифоване и боядисване (**правилно**)
- В) Увеличаване на скоростта на принтиране
- Г) Избягване на използването на CAD

Какво е основното предимство на сътрудничеството с FabLab?

- А) Достъп до съвременни инструменти и подкрепа от общността (**правилно**)
- Б) Намалени срокове за доставка
- В) По-голяма изолация от други производители
- Г) Елиминиране на CAD

Защо проектите с комбинирани дървени и 3D принтирани части изискват планиране?

- А) За да се намалят разходите
- Б) За да се гарантира съвместимостта между материалите (**правилно**)
- В) За да се опрости използването на филаменти
- Г) Да се ограничи броят на компонентите

Какво означава DfAM?

- А) Дизайн за адитивно производство (**правилно**)
- Б) Дизайн за автоматизирана обработка
- В) Чернова за усъвършенствано моделиране
- Г) Дигитално производство и фрезование



4.9. Модул 9: Казуси в производството на дървен материал

Цели на главата

- Разбиране как 3D принтирането променя различни сектори, свързани с дървесината (мебели, строителство, реставрация, занаяти).
- Анализиране на реални казуси за обсъждане на иновации, предимства и ограничения.
- Стимулиране на критичното мислене на учениците при сравняване на традиционните практики и 3D приложенията.
- Насърчаване на размисъл върху въздействието на технологията по отношение на устойчивостта, разходите и творчеството.

Въведение и мотивация

- Започнете с обяснението, че казусите са практични инструменти: не само теория, а реални примери, които показват как 3D принтирането вече променя производствените сектори.
- Подчертайте, че учениците ще трябва да свържат информацията с уменията, научени в предишните глави.

Обяснение на ключови понятия

- Представете най-значимите казуси, като подчертаете:
 - Устойчивост (използване на дървесен прах, производствени отпадъци).
 - Иновации (нискобюджетни жилища и интелигентни тухли).
 - Реставрация (дървени скулптури с липсващи части).
 - Дизайн и мебели (лампи, сложни дърводелски изделия).
- Насочете учениците към сравнителен анализ на предимствата и ограниченията на всеки случай.

Активни учебни дейности

- Водена дискусия: раздели учениците на групи, възложи по един случай на всяка група и ги помоли да подготвят кратка презентация на предимствата и недостатъците.
- Концептуална карта: работете заедно, за да създадете карта, която свързва различните казуси с темите за устойчивост, креативност и разходи.
- Решаване на проблеми: помолете студентите да си представят нов сектор, в който да се приложи 3D принтиране върху дърво.



Подкрепа и разяснения

- Помогнете да се направи разграничение между това, което вече е налично на пазара (напр. къщи PassivDom), и това, което все още е в експериментална фаза (напр. мастило от лигнин-целулоза).
- Отговорете на практични въпроси: разходи, мащабируемост, използвани материали.

Съвети за стимулиране на творчеството

- Поканете учениците да свържат миналото и бъдещето: как определени занаятчийски практики могат да бъдат възродени с 3D принтиране.
- Насърчете ги да мислят в перспективата на устойчивостта: какви алтернативни материали могат да се използват освен дърво?

Контролен списък за преподавателя

- Представете казусите по ясен и сравнителен начин.
- Ангажирайте активно учениците с отворени въпроси.
- Насърчавайте груповата работа и мозъчната атака.
- Подчертайте връзките между традиционното занаятчийство и дигиталните иновации.
- Завършете с групова дискусия по най-вдъхновяващите казуси.

Заключителен тест

Кой университет разработи мастило на базата на лигнин и целулоза за принтиране върху дървени структури?

- А) Харвард
- Б) Университет Райс
- В) Бостънски университет
- Г) MIT

Отговор: Б

Колко часа отнема принтирането на къща с площ от приблизително 40 м² с помощта на технологията PassivDom?

- А) 4
- Б) 36
- В) 16



Co-funded by
the European Union



Г) 8

Отговор: D

В коя енория беше реставрирана дървена скулптура с помощта на части, принтирани на 3D принтер?

- А) Вилар Сан Костанцо
- Б) Вилар Пероса
- В) Вилар Сан Андреа
- Г) Вилар Сан Пиетро

Отговор: А

3D принтирането в строителната индустрия позволява:

- А) Няма намаляване на разходите
- Б) Масово персонализиране и намалено въздействие върху околната среда
- В) Изграждане само на пластмасови конструкции
- Г) Само прототипи, а не жилища

Отговор: Б

Коя италианска компания е първата, която използва принтер, работещ с дървесен прах?

- А) Sviluppo Basilicata
- Б) Kite Bricks
- В) Trentino Sviluppo SPA
- Г) Godesk

Отговор: С

Проектът Emerging Object показва, че обектите могат да бъдат принтирани в:

- А) Само метали
- Б) Само пластмаси
- В) Иновативни материали като дърво, сол, хартия
- Г) Никой от горните

Отговор: В



Co-funded by
the European Union



Какво е основното предимство на 3D принтирани дървени изделия?

- A) Елиминиране на естественото дърво
- B) Опростяване на сложни геометрии и намаляване на разходите
- B) Увеличаване на производственото време
- Г) Необходимост от пирони и винтове

Отговор: Б

Кой стартъп предлагаше 3D принтирани мобилни и самодостатъчни къщи?

- A) Apis Cor
- B) PassivDom
- C) Dus Architects
- Г) Kite Bricks

Отговор: Б

Защо използването на 3D принтиране е важно при реставрацията?

- A) То напълно замества занаятчиите
- B) Позволява обратимо добавяне и дигитално документиране
- B) Не е съвместимо с художествени материали
- Г) То е твърде скъпо за музеите и управителите

Отговор: Б

Коя концепция най-добре описва въздействието на казусите в дърводобивния сектор?

- A) Намаляване на творчеството на занаятчиите
- B) Сливане между традиция и иновации
- B) Изключване на малките занаятчии
- Г) Само прототипи, без реални приложения

Отговор: Б



**Co-funded by
the European Union**





Co-funded by
the European Union

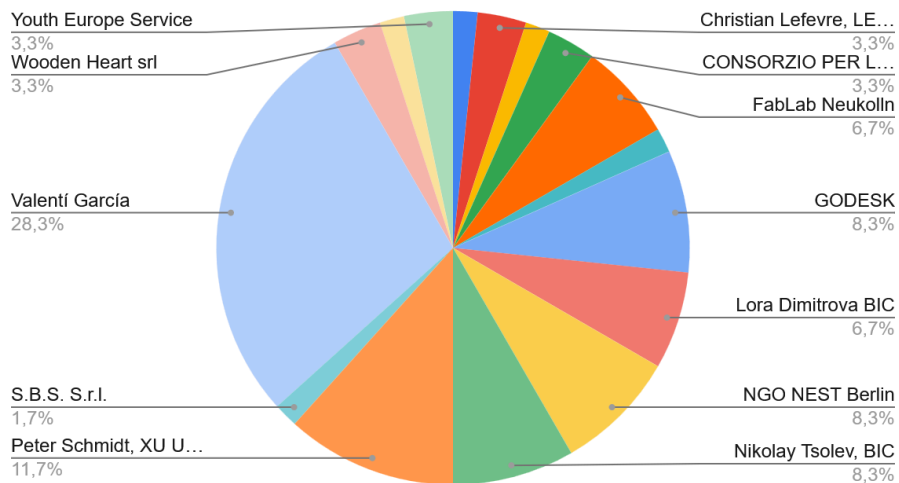


5. Програма за наставничество Анкета за стажанти

След участието си в менторската програма участниците бяха помолени да попълнят анкета за оценка на качеството на програмата.

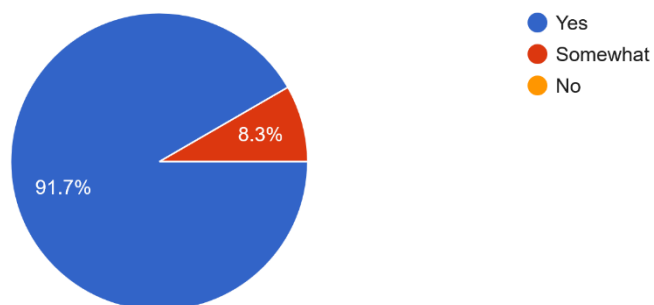
Брой респонденти: 60

Hosting organization



1. Were the learning objectives clearly defined and met?

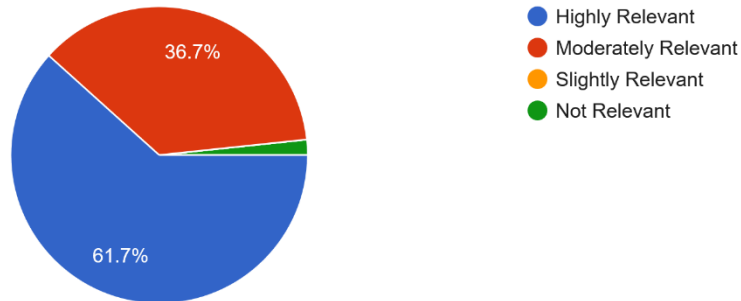
60 responses





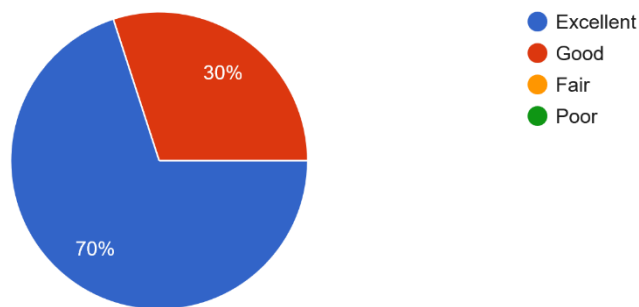
2. How relevant were the skills and knowledge gained to your professional development?

60 responses



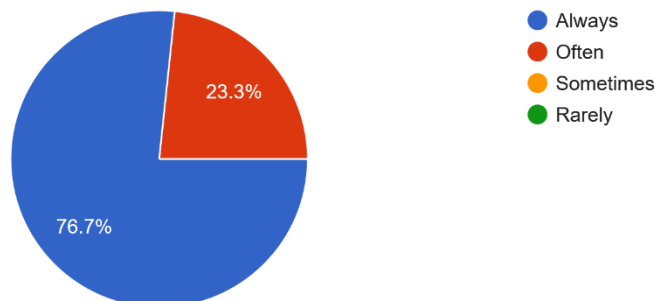
1. Rate the quality of interaction with your mentor

60 responses



2. Did your mentor provide adequate support and guidance?

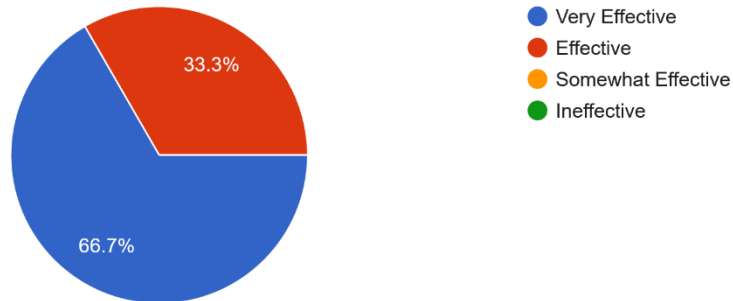
60 responses





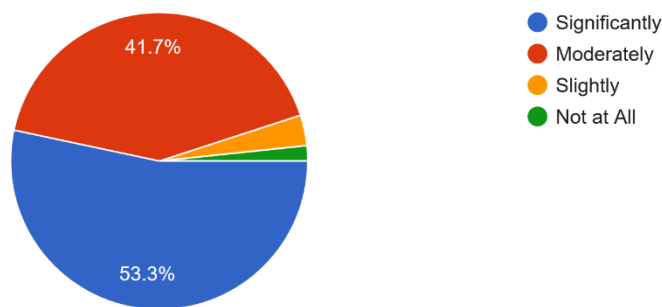
3. How effective was the communication between you and your mentor?

60 responses



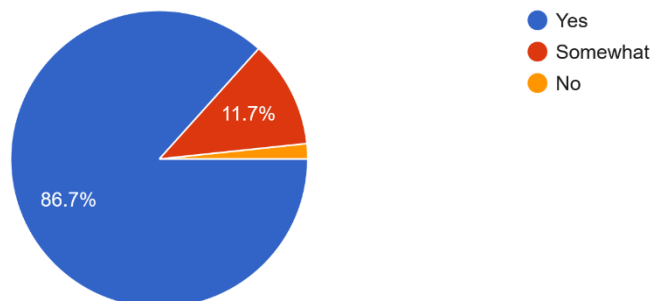
1. To what extent has the programme enhanced your skills in 3D printing and digital modeling?

60 responses



2. Do you feel more prepared to adapt to technological advancements in your field?

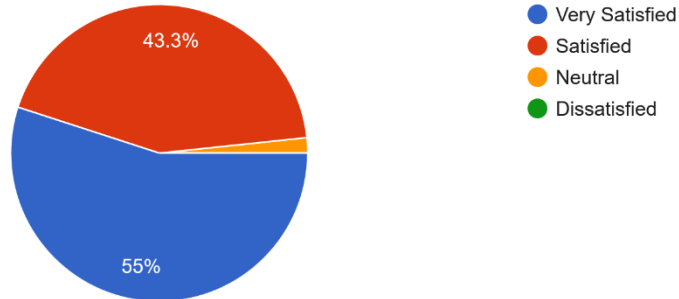
60 responses





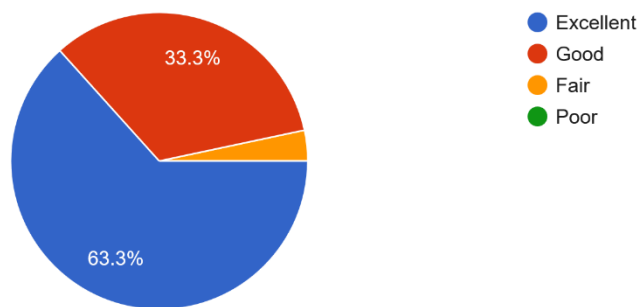
1. How satisfied were you with the duration and scheduling of the programme?

60 responses



2. How would you rate the support from the hosting organization?

60 responses





6. Препоръки от участниците

Преходът към онлайн формат предлага големи възможности, но изисква и методологична адаптация, за да се поддържат високи нива на обучение и ангажираност. Получената обратна връзка предоставя много полезни идеи за подобряване на дистанционното обучение. В тази глава са събрани основните предложения и са превърнати в оперативни насоки за разработване и управление на онлайн курса CRAFT3D.

6.1. По-добро структуриране на времето и продължителността

Една от най-честите обратни връзки след менторската програма се отнася до управлението на времето. Много студенти изразиха желание да имат повече дни на разположение или по-добре структуриран график. Онлайн това се превежда като:

- Планиране на по-къси синхронни сесии, разпределени в няколко дни, за да се избегнат марафонските часове пред екрана.
- Създаване на ясен и достъпен календар с фиксирани часове за уебинари, менторски сесии и крайни срокове за задачи.
- Интегриране на структурирани почивки и възможности за свободна дискусия, за да се поддържа концентрацията.

6.2. Укрепване на индивидуалното менторство

Персонализираното менторство беше определено като най-голямата стойност на програмата. За онлайн курс то става още по-важно:

- Препоръчваме на преподавателите да са на разположение за индивидуални сесии, които могат да се резервират чрез споделен календар.
- Осигурете поне две задължителни проверки (в средата и в края на курса), за да се гарантира, че всеки участник получава целенасочена обратна връзка.
- Използвайте платформи с възможност за споделяне на екрана и преглед на 3D файлове в реално време, за да симулирате директно взаимодействие.

6.3. Подобряване на взаимодействието и сътрудничеството

Един от рисковете на онлайн обучението е изолацията. Коментарите показват колко полезно е било сътрудничеството и обменът на обратна връзка. Някои практически решения:

- Създайте малки работни групи, които се разпределят в началото на курса, за да насърчите продължителното сътрудничество.



- Използвайте виртуални стаи („стаи за почивка“) за практически дейности или кратки дискусии в подгрупи.
- Организирайте структурирани сесии за взаимна оценка: всеки студент качва своя проект на споделена платформа и получава обратна връзка от най-малко двама състуденти, както и от преподавателите.

6.4. Ясно формулирайте целите и напредъка

За да се поддържа висока мотивация онлайн, е от съществено значение да се направят постигнатите резултати видими.

- Определете седмични цели за учене и ги комуникирайте ясно.
- Въведете система за постигнати етапи с значки или междинни сертификати, които правят напредъка видим.
- Предлагайте персонализирани доклади в края на курса, които обобщават силните страни и областите за подобрене на всеки участник.

6.5. Подкрепете адаптирането към дигиталните инструменти

Някои студенти са съобщили за трудности при изучаването на нови инструменти и работни процеси, като същевременно ги считат за възможности за растеж. За онлайн обучението е от решаващо значение да:

- Въведете начална техническа сесия, посветена на запознаването на студентите с платформата, софтуера и инструментите за сътрудничество.
- Създадете бърза помощна служба (включително чрез чат), за да разрешавате технически проблеми, без да прекъсвате обучението.

6.6. Да се фокусира върху комуникацията и непрекъснатата подкрепа

Често срещана обратна връзка е усещането, че някои искания не са били чути. Този риск се увеличава онлайн:

- Създайте официален канал за въпроси и искания (например специален форум или пощенска кутия, която се управлява седмично).
- Осигурете ясни срокове за отговор (например максимум 48 часа).
- Планирайте сесия за обратна връзка в средата на курса, за да можете да коригирате курса, докато той е в ход, а не само в края.



Co-funded by
the European Union



6.7. Съвети за бързо прилагане

За да превърнете обратната връзка незабавно в конкретни действия, предлагаме някои краткосрочни интервенции:

1. Създайте 5 допълнителни видео урока за основния софтуер (моделиране, нарязване, рендиране).
2. Създайте онлайн календар за запазване на индивидуални менторски сесии.
3. Въведете дискуссионен форум с тематични секции (софтуер, дизайн, технически въпроси).
4. Въведете дигитални значки за постигане на седмични цели.
5. Създайте дигитален комплект за добре дошли с технически инструкции, полезни връзки и практични съвети за организиране на ученето у дома.



7. Мониторинг, оценка и сертифициране

7.1. Проследяване на напредъка

- *Ръчни регистри за присъствие* – супервайзорите в компаниите на заинтересованите страни могат да водят регистри за присъствие, за да следят ангажираността на стажантите.
- *Директни наблюдения* – Редовните оценки от ментори или супервайзори могат да оценят представянето на стажантите и да предоставят незабавна обратна връзка.
- *Участие от разстояние и хибридно участие* – Планирайте редовни видеоконференции, за да обсъждате напредъка, да разглеждате предизвикателствата и да поставяте цели.

7.2. Сесии за обратна връзка между ментори и стажанти

- Организирайте редовни сесии за обратна връзка, лично или виртуално, за да улесните отворената комуникация, да отговорите своевременно на притеснения, въпроси или предложения.

7.3. Окончателна оценка

Менторите попълват въпросник, в който обобщават придобитите умения, срещнатите предизвикателства, общата ефективност и продължителността на менторската програма. Тази обратна връзка се събира и компилира в един документ, в който се подчертават заключенията и препоръките за всички организации.

Формуляр за оценка на ментора в менторската програма CRAFT3D

Вашата обратна връзка е безценна за нас, за да подобрим менторския опит. Моля, отделете няколко минути, за да размислите върху 30-дневния си опит като ментор по време на менторската програма CRAFT3D и да отговорите честно на следните въпроси.

Информация за ментора:

- Ментор Name: _____
- Име на стажанта: Name: _____
- Приемача Organization: _____
- Програма Продължителност: _____
- Дата на оценката: _____



Раздел 1: Структура и съдържание на програмата

1. Бяха ли ясно определени и постигнати целите на обучението?
 - Да
 - Донякъде
 - Не
2. Бяха ли ясно определени учебните цели?
 - Да
 - Донякъде
 - Не
3. Доколко съдържанието на програмата беше подходящо за опита на обучаемия?
 - Много релевантно
 - Умерено релевантно
 - Малко релевантно
 - Не е свързано
4. Бяха ли предоставените ресурси и материали достатъчни, за да подпомогнат ролята ви на ментор?
 - Напълно адекватни
 - Почти адекватни
 - Недостатъчни

Раздел 2: Ангажираност на стажанта

1. Колко активно се включваше стажантът по време на програмата?
 - Много активно
 - Умерено
 - Малко
 - Изобщо
2. Стажантът проявяваше ли интерес и инициатива в ученето?
 - Винаги
 - Често
 - Понякога
 - Рядко
3. Беше ли първоначалната подготовка на стажанта подходяща за програмата?
 - Много адекватна
 - Адекватна
 - Малко адекватна
 - Неадекватна

Раздел 3: Комуникация и подкрепа

1. Колко ефективна беше комуникацията с обучаемия?
 - Много ефективна
 - Ефективна
 - Донякъде ефективна



2. Получихте ли достатъчна подкрепа от екипа на проекта CRAFT3D по време на менторския период?
- Винаги
 - Често
 - Рядко
 - Никога

Раздел 4: Резултати и въздействие

1. Смятате ли, че стажантът е придобил практически умения в областта на 3D принтирането и дигиталното моделиране?
- Значително
 - Умерено
 - Малко
 - Въобще
2. Допринесе ли менторството за вашата организация?
- Значително
 - Умерено
 - Малко
 - Въобще не

Раздел 5: Допълнителни коментари и предложения (по избор)

1. Имате ли предложения или обратна връзка за подобряване на бъдещите издания на менторската програма?



Co-funded by
the European Union



Потвърждение на споразумението за взаимно обучение (MLA) – учител/приемаща организация

- Потвърждавам от името на приемащата организация, че е сключено **споразумение за взаимно обучение (MLA)** между нашата организация и стажантите, участващи в менторската програма CRAFT3D.
- Потвърждавам, че това споразумение определя общите цели на обучението, ролите и отговорностите, включително 30-дневната фаза на обучение на работното място (WBL), съвместното участие и непрекъснатото обратно свързване.

Благодарим Ви за отделеното време и мненията. Вашата обратна връзка е от решаващо значение за подобряването на менторската програма CRAFT3D.



Формуляр за оценка на стажантите в менторската програма CRAFT3D

Вашата обратна връзка е безценна за подобряването на менторската програма. Моля, отделете няколко минути, за да обмислите 30-дневния си опит и да отговорите честно на следните въпроси.

Информация за стажанта:

- Name: _____
- Име _____ на _____ ментора, _____ организация: _____
- Programme Duration: _____
- Дата на оценката: _____

Раздел 1: Структура и съдържание на програмата

1. Бяха ли ясно определени и постигнати целите на обучението?
 - Да
 - Донякъде
 - Не
2. Доколко придобитите умения и знания бяха полезни за вашето професионално развитие?
 - Много значими
 - Умерено значими
 - Малко значими
 - Не са значими

Раздел 2: Взаимоотношения между ментор и стажант

1. Оценете качеството на взаимодействието с вашия ментор:
 - Отлично
 - Добро
 - Задоволително
 - Лошо
2. Предостави ли ви вашият ментор адекватна подкрепа и насоки?
 - Винаги
 - Често
 - Понякога
 - Рядко
3. Колко ефективна беше комуникацията между вас и вашия ментор?
 - Много ефективна
 - Ефективна
 - Донякъде ефективна
 - Неефективна

Раздел 3: Лично и професионално развитие



1. До каква степен програмата подобри вашите умения в областта на 3D принтирането и дигиталното моделиране?
 - Значително
 - Умерено
 - Малко
 - Въобще
2. Чувствате ли се по-подготвени да се адаптирате към технологичните постижения във вашата област?
 - Да
 - Донякъде
 - Не

Раздел 4: Логистика на програмата

1. Доколко сте доволни от продължителността и графика на програмата?
 - Много доволен
 - Доволен
 - Нейтрален
 - Недоволен
2. Как бихте оценили подкрепата от приемащата организация?
 - Отлично
 - Добра
 - Средно
 - Лоша

Раздел 5: Общо впечатление и предложения

1. Моля, споделете вашето преживяване в менторската програма CRAFT3D, като обсъдите най-ценните аспекти, предизвикателствата, с които сте се сблъскали, предложения за подобрения и всякаква допълнителна обратна връзка или коментари, които желаете да споделите.



Co-funded by
the European Union



7.4. Декларация за завършване – МООС курсове (проект CRAFT3D)

- Потвърждавам, че съм завършил успешно МООС курсовете, предлагани в рамките на проекта CRAFT3D.
- Потвърждавам, че сега съм готов да приложа тези знания на практика чрез менторската програма и опита от ученето на работното място (WBL).

Благодарим Ви за отделеното време и мненията Ви. Вашата обратна връзка е от решаващо значение за подобряването на менторската програма CRAFT3D.

Сертифициране

- *Участие* – Стажантите трябва да се ангажират изцяло във всички планирани дейности, независимо дали са на място или дистанционно.
- *Попълване на оценки* - Всички необходими оценки и формуляри за обратна връзка трябва да бъдат подадени.
- *Постигане на учебните цели* - Стажантите трябва да демонстрират владение на основните компетенции на програмата.

СТАЖАНТЪТ

МЕНТОРЪТ

ПОДПИС

ПОДПИС



**Co-funded by
the European Union**



Този проект е финансиран от програмата „Еразъм+“ на Европейския съюз. Подкрепата на Европейската комисия за изготвянето на тази публикация не представлява одобрение на съдържанието, което отразява единствено мнението на авторите, и Комисията не носи отговорност за евентуалното използване на информацията, съдържаща се в нея.