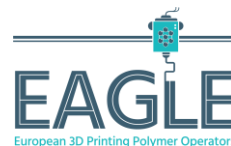
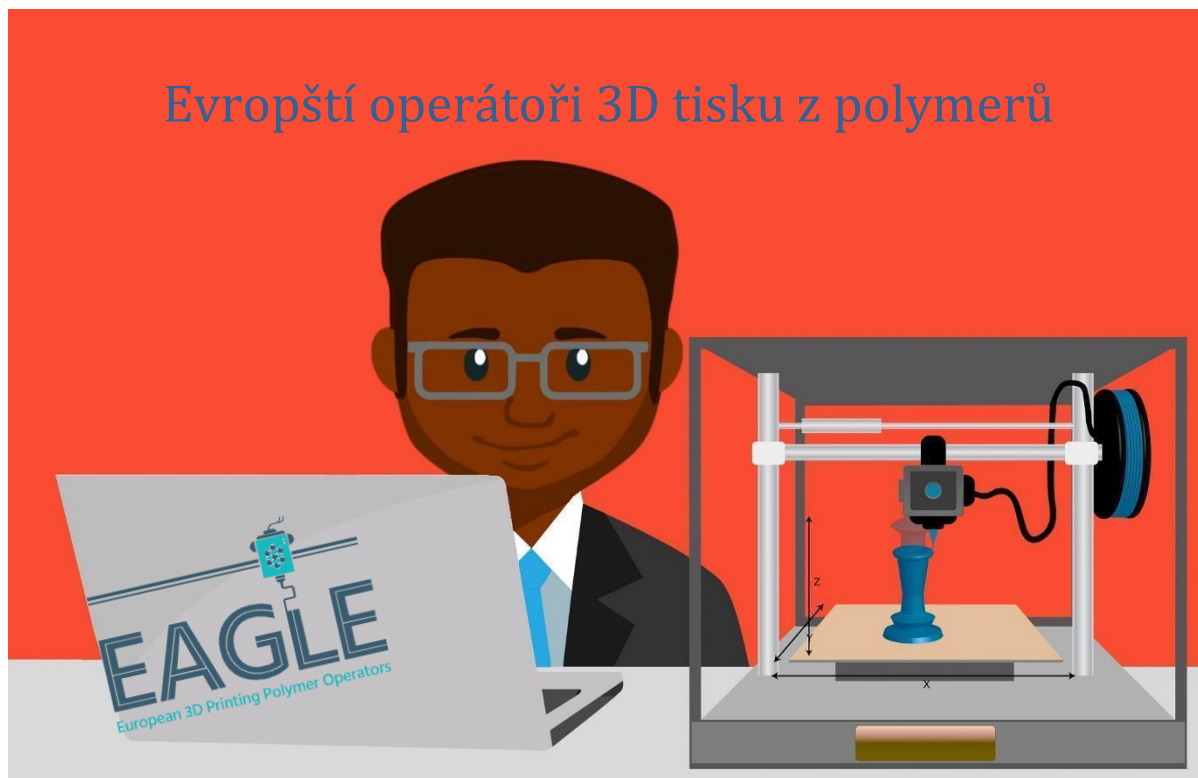




Co-funded by
the European Union



Evropští operátoři 3D tisku z polymerů



EAGLE

Pokyny pro školitele

Číslo projektu 2021-1-CZ01-KA220-VET-000033007

Tento projekt byl financován s podporou Evropské komise. Tato publikace vyjadřuje pouze názory autora a Komise nenesे odpovědnost za případné využití informací v ní obsažených. Erasmus+: 2021-1-CZ01-KA220-VET-000033007

Pokyny pro školitele

1. Oblast působnosti

Tento projekt byl realizován za přispění Evropské unie v rámci programu ERASMUS+. Cílem projektu EAGLE je vytvořit vzdělávací platformu pro obsluhu strojů pro aditivní výrobu se všemi potřebnými výukovými materiály, zkouškami, kvalifikačním systémem a pokyny pro školitele. Tento dokument shrnuje myšlenky, zásady a pokyny pro školitele, které jim pomohou od plánování školení až po zkoušení studentů.

2. Pedagogické dovednosti a nástroje

2.1. Osobní nástroje

2.1.1. Vytváření podmínek pro učení

Pro hladký průběh školení musí školitel zajistit vhodné podmínky.

Těmito podmínkami jsou:

- Vhodná lokalita pro klidné vzdělávání
- Připojení k internetu
- Možnost používat notebooky a 3D tiskárny
- Bezpečnostní vybavení: ochranné brýle, rukavice a maska pro SLA tisk, aby se zabránilo vystavení výparům vznikajícím při 3D tisku. Vzhledem k tomu, že toto vzdělávání v oblasti 3D tisku bude probíhat na různých místech, jako jsou univerzity nebo firmy, jsou nezbytná zvýšená bezpečnostní opatření.

2.1.2. Co musí školitel udělat

Školitel by měl prozkoumat různé typy dostupných technologií 3D tisku a materiálů, včetně jejich výhod a nevýhod. Seznámit se s nastavením a obsluhou různých 3D tiskáren. Identifikovat a získat zdroje softwaru, nástrojů a zdrojů souvisejících s 3D tiskem. Připravit bezpečnostní pokyny a protokoly pro studenty.



Vytvořte seznam projektů a aktivit v oblasti 3D tisku, které by mohli účastníci školení realizovat. Připravte materiály pro výuku, například suroviny pro 3D tisk, modely a další potřeby. Seznamte se s trendy a novinkami v odvětví 3D tisku.

Školitel by měl mít schopnost modelovat a/nebo skenovat věci a vytvářet soubory pro 3D tisk.

Na začátku školení by se měl školitel zeptat účastníků, jaké mají zázemí, vzdělání, kompetence a schopnosti. Školitel tak může snadno posoudit, jak jsou na tom studenti se znalostmi, jaké jsou jejich silné stránky a jaké jsou jejich slabiny, na kterých je třeba ještě zapracovat. Jedním z nejjednodušších způsobů, jak se seznámit s účastníky školení, je, když se každý z nich několika větami představí. Tak se studenti poznají i navzájem. Na začátku kurzu by měl školitel účastníkům objasnit, co mohou během kurzů očekávat a co se budou učit.

Při výuce 3D tisku je nejdůležitější bezpečnost. Školitel musí vědět, že proces 3D tisku představuje řadu potenciálních bezpečnostních problémů, jako je možnost vzniku nebezpečných výparů, riziko tepla nebo požáru a celková bezpečnost uživatele. Při používání 3D tiskáren je důležité si uvědomit potenciální rizika spojená s tímto procesem. Primárním problémem je možnost výskytu nebezpečných výparů, které mohou být uvolňovány ze zahřátého plastu nebo kovu používaného v procesu tisku. Vdechování těchto výparů může způsobit podráždění očí, nosu a krku a potenciálně i vážnější zdravotní rizika. Pro minimalizaci rizika nebezpečných výparů je důležité zajistit, aby byl pracovní prostor dobře větraný a aby se při práci s 3D tiskárnou používal respirátor nebo jiné bezpečnostní vybavení, jako jsou masky, brýle a rukavice. Dalším potenciálním bezpečnostním problémem při 3D tisku je riziko požáru nebo jiných nehod souvisejících s teplem. To platí zejména při použití materiálů, jako je ABS plast, který je vysoce hořlavý.

2.2. Software

Tyto programy jsou základem pro tisk skutečného 3D modelu. Školitel musí umět pracovat se dvěma typy programů: slicery a návrhovými/modelovacími programy.

K dispozici je mnoho modelovacích programů pro 3D tisk, například Autodesk Fusion 360, Blender, TinkerCAD, FreeCAD, SketchUp a Meshmixer. Každý typ



softwaru má jiné funkce a možnosti, proto je důležité, aby učitelé pochopili rozdíly mezi nimi a vybrali ten nejlepší pro potřeby svých studentů.

Autodesk Fusion 360 je cloudový software pro 3D modelování a navrhování vyvinutý společností Autodesk, přední softwarovou společností v oblasti počítačem podporovaného navrhování (CAD) a počítačem podporované výroby (CAM). Blender je bezplatná a open-source sada pro tvorbu 3D, která zahrnuje širokou škálu nástrojů pro 3D modelování, animaci, renderování, střih videa a další. Tinkercad je webový software pro 3D modelování vyvinutý společností Autodesk. Tinkercad je bezplatný software, takže je přístupný každému, kdo má připojení k internetu. FreeCAD je bezplatný a open-source parametrický 3D modelovací software určený pro strojírenství, návrh výrobků a architekturu. SketchUp je software pro 3D modelování vyvinutý společností Trimble Inc. Je známý svým uživatelsky přívětivým rozhraním a intuitivními nástroji, které jej zpřístupňují širokému okruhu uživatelů, včetně architektů, návrhářů interiérů a amatérů. Meshmixer je bezplatný samostatný software pro 3D modelování vyvinutý společností Autodesk. Specializuje se na úpravu a manipulaci se sítěmi a poskytuje výkonné nástroje pro úpravu, opravu a optimalizaci 3D síťových modelů.

Školitelé by také měli znát různé formáty souborů pro 3D tisk, které jsou podporovány jednotlivými typy softwaru, například STL, OBJ, AMF a 3MF. Měli by také znát jednotlivé kroky spojené s modelováním 3D tisku, jako je návrh 3D modelu, vytvoření souboru pro 3D tisk a jeho odeslání do 3D tiskárny.

- Software Slicer
 - Pomocí programů slicer může školitel vidět, jak vypadá soubor STL, OBJ nebo STP. V nich může nastavit parametry rychlosti tisku, ohřevu atd. a zde se vytvoří soubor g-kódu. To je formát souboru, který dokáže 3D tiskárna interpretovat.
 - Zde by měl školitel vědět, jak základní formáty souborů popisují 3D model, který obsahují. (STL, OBJ)
 - Je také důležité mít správné znalosti nastavení tisku pro různé materiály, protože každý materiál je třeba tisknout při jiné teplotě a rychlosti, aby byl výsledný produkt správný.
 - Krájecí programy: Ultimaker Cura, PrusaSlicer, Simplify3D
- Modelovací software
 - Je výhodou, pokud školitel zná základy modelovacích programů, protože 3D tisknutelné modely lze vytvářet pouze v těchto programech, ale není to podmínkou.



- Prvním krokem k vytvoření 3D tištěného modelu je vytvoření dobrého modelu k tisku v modelovacím softwaru.
- Je to příležitost představit i tyto programy, aby studenti viděli celý výrobní proces.
- Modelovací software: Autodesk Inventor, Solidworks 3D CAD, Blender, Cinema 4D, ZBrush, Autodesk 3Ds Max, SketchupFree

Před výběrem softwaru pro výuku se školitel musí ujistit, že studenti mají k vybranému softwaru skutečně přístup. Mnoho vzdělávacích institucí si objednáva licence na software od různých výrobců, ale pokud má školitel vyučovat v instituci, kde se například licence neposkytuje, je třeba zvolit bezplatný, volně přístupný software. Z tohoto důvodu je vhodné, aby všichni školitelé měli uživatelskou znalost jak profesionálního, tak volně dostupného softwaru, aby mohli školit.

2.3. Hardware

Samotný postup se účastníci naučí snadněji, pokud má školitel k dispozici vhodné vybavení, které jim procesy předvede a názorně ukáže. Tímto způsobem bude kurz zajímavější než tradiční výuková metoda. Těmito nástroji jsou notebooky nebo počítače, rychlé připojení k internetu, modelovací software nebo návrhářské aplikace, 3D skenery a především 3D tiskárny.

- Jaký hardware by měl mít alespoň trenažér:
 - výkonný počítač
 - 3D tiskárny, 3D skenery (volitelné)
 - Připojení k internetu

Stolní 3D tiskárny FDM nebo SLA jsou nejběžnějším typem 3D tiskáren a používají se k výrobě 3D objektů z digitálních souborů. V kurzu nemusí mít každý student nutně svou vlastní 3D tiskárnu, protože by to bylo drahé, mohou pracovat i v malých skupinách se společnou 3D tiskárnou.

3D skenery se používají ke snímání 3D objektů a vytváření digitálních modelů. Bez profesionálního 3D skeneru mohou účastníci školení modelovat pouze méně složité díly a objekty. Pokud jej však mají, mohou z přibližně čehokoli vytvořit tisknutelný 3D model. V současné době je k dispozici mnoho typů skenerů. Existují například barevné skenery, takže pokud máme 3D tiskárnu, která zvládne mnoho barev, můžeme tisknout věci tak, jak vypadají ve skutečnosti. V dnešním světě můžeme skenovat také pomocí chytrých telefonů.



Existují již mnohé aplikace a nejnovější telefony mají LiDAR pro přesnější skenování.

Všechna tato hardwarová zařízení lze využít k výuce studentů v oblasti 3D designu, inženýrství a výroby.

2.4. Formy výuky

Vzdělávací kurzy definují jednotky kompetencí (CU) s učebními osnovami, které jsou určeny k výuce v učebně nebo laboratoři, čímž je zajištěna přímá a průběžná interakce se studenty. Zatímco některé obsahy učebních plánů lze zopakovat v rámci kombinované výuky nebo jiných metod výuky, některé výše uvedené atributy nikoli. Tyto výhody lze získat pouze prostřednictvím kontaktu s jednotlivými odborníky. Proto byly vyvinuty různé formy k získání kvalifikace: standardní forma (/tradiční způsob), což je osobní školení, nebo forma smíšeného učení pomocí online platformy, jako je Google Meet, Microsoft Teams nebo Zoom. Z těchto dvou vzdělávacích cest je vhodnější přímé vzdělávání (ve škole), aby bylo možné zajistit výuku, která je mnohem interaktivnější a účastníci školení se tak mohli lépe rozvíjet. Na druhou stranu online kurzy vyžadují méně infrastruktury, mohly by být prezentovány pro studenty z různých regionů a také se snadněji organizují.

- Standardní forma (nebo třída / tradiční)
- Smíšená forma učení

V závislosti na konkrétních cílech a potřebách studentů mohou být pro školení 3D tisku efektivní jak online, tak tradiční výukové metody.

Online školení 3D tisku může být vhodné pro studenty, kteří nemají přístup k osobnímu školení nebo kteří se raději učí vlastním tempem. Online školení může být také nákladově efektivnější, protože odpadají cestovní výdaje nebo náklady na pronájem spojené s fyzickým umístěním.

Online platforma je nejlepší formou výuky teoretických částí 3D tisku, protože umožňuje individuálnější přístup k výuce. Prostřednictvím online platformy mají žáci přístup k informacím ve svém volném čase a mohou se k lekcím vracet a procházet je podle potřeby. Umožňuje také interaktivnější zážitek, protože žáci mohou komunikovat s odborníky na 3D tisk a klást otázky nebo sdílet nápady. V neposlední řadě online platformy zpřístupňují výuku 3D tisku, protože žáci mají přístup k nejlepším zdrojům z celého světa.



Online výuka je vedle tradiční formy výuky 3D tisku dobrou alternativou, protože nabízí flexibilitu a pohodlí. Online kurzy umožňují studentům studovat vlastním tempem a ve vlastním čase, což znamená, že mohou studium přizpůsobit svým ostatním závazkům. Nemusí také ztrácet čas a peníze cestováním na výuku a zpět. Online kurzy navíc umožňují přístup k široké škále zdrojů a studijních materiálů, jako jsou výuková videa, interaktivní simulace a případové studie, které mohou být velmi užitečné při studiu složitých témat, jako je například 3D tisk.

Na druhou stranu tradiční prezenční školení může poskytnout praktické zkušenosti s 3D tiskárnami a dalším vybavením a také okamžitou zpětnou vazbu od instruktorů. Osobní školení může také nabídnout příležitosti ke spolupráci a navazování kontaktů s dalšími studenty a profesionály v oboru. Další nevýhodou online formy vzdělávání je, že vzhledem k flexibilitě může pozornost zejména mladších studentů snadněji bloudit, nevhodně si rozvrhují čas potřebný k učení a často se při sezení u počítače na internetu zatoulají. Z tohoto důvodu je důležité, aby školitel udržoval se studenty během kurzu pravidelný a pokud možno úzký kontakt, a to i v případě, že zvolí online formu vzdělávání.

Nejlepší volba pro školení 3D tisku bude nakonec záviset na individuálních potřebách a preferencích studenta, stejně jako na dostupnosti zdrojů a instruktorů v jeho okolí. Pro některé studenty může být vhodnou volbou také kombinace online a tradičních výukových metod.

3. Přednášky

3.1. Online lekce

3.1.1. Předpřipravená videa

Cenným výukovým zdrojem mohou být předem připravená videa o různých technologiích 3D tisku. Mohou pomoci při výuce mnoha způsoby. Především je flexibilní a přístupná. Předpřipravená videa poskytují flexibilitu, pokud jde o to, kdy a kde mají studenti k obsahu přístup. Studenti mohou videa sledovat svým vlastním tempem a podle potřeby si je zopakovat. K videím mohou přistupovat z různých zařízení, což umožňuje individuální výuku. Za druhé vizuální ukázka. Videa umožňují vizuálně demonstrovat proces 3D tisku,



ukazují pokyny krok za krokem, nastavení a techniky. Vizuální ukázky mohou zlepšit porozumění a zpřístupnit studentům složité koncepty.

Vytvořením předpřipravených videí může učitel zajistit konzistentnost při předávání svého obsahu. Každé video lze pečlivě naplánovat, nahrát a sestříhat tak, aby byl zachován vysoký standard kvality. To pomáhá zajistit konzistentní výuku pro všechny studenty. Předpřipravená videa mohou sloužit jako doplňkový materiál, který doplňuje jiné výukové zdroje. Lze je použít k upevnění konceptů vyučovaných na živých sezeních, v učebnicích nebo jiných výukových materiálech. Studenti se mohou na videa odkazovat, aby si ujasnili své porozumění a upevnili si učivo.

Videa poskytují možnost samostatného učení. Studenti mohou videa podle potřeby pozastavit, přetáčet nebo znovu sledovat jejich části. To jim umožňuje učit se vlastním tempem a věnovat více času náročným tématům nebo konceptům.

Videa mohou studenty vizuálně zaujmout a upoutat jejich pozornost. Vizuální prvky, animace a ukázky z reálného života mohou učinit výuku poutavější a zapamatovatelnější.

Tato videa mohou demonstrovat praktické techniky, protože 3D tisk zahrnuje mnoho praktických dovedností a technik. Předpřipravená videa mohou ukázat praktické ukázky úkolů, jako je nastavení 3D tiskárny, kalibrace, řešení běžných problémů nebo optimalizace nastavení tisku. Studenti mohou pozorovat a učit se techniky vizuálně, což zvyšuje jejich porozumění a schopnost aplikovat znalosti v praxi.

Tato předem připravená výuková videa lze nahrát na různé platformy, například na Youtube či na soukromou stránku. Tato videa si tedy mohou prohlížet pouze osoby, které k tomu mají právo. Při výběru platformy zvažte faktory, jako je dostupnost, nastavení soukromí, omezení ukládání, snadnost použití a případné institucionální nebo organizační pokyny či omezení. Ujistěte se, že platforma, kterou si učitel vybere, odpovídá jeho specifickým potřebám a předpokládanému publiku videí.

Na co by si měl učitel dávat pozor při střihu, práci s pozadím a střihání takového videa?

- Pozadí: Vyberte pozadí, které je relevantní pro obsah a vhodné pro vzdělávací kontext. Ideální je čisté prostředí bez nepořádku s minimem rušivých prvků. Zvažte použití neutrálního pozadí nebo profesionálně vypadajícího prostředí, které zvýší pozornost na předmět. Pozadí musí být



vizuálně přitažlivé, ale ne ohromující, abyste se mohli soustředit na přednášejícího nebo probíraný předmět.

- **Řezání:** Odstraňte nepotřebný obsah, používejte plynulé přechody a dbejte na kvalitu zvuku. Zvažte tempo a načasování videa. Zajistěte, aby obsah přirozeně plynul a byl prezentován vhodnou rychlostí. Vyvarujte se uspěchaného předávání informací nebo příliš pomalého mluvení.
- **Zvuk:** Pro záznam zvuku se doporučuje používat mikrofony. Kamery již mají vestavěný mikrofón, ale jejich kvalita zvuku nemusí být nejlepší, zejména pokud je kamera upevněna na stativu několik metrů od trenéra. Pokud do výukového materiálu stříháme obrázky a videa, je důležitá také kvalita zvuku hlasového projevu, tj. měl by být dostatečně hlasitý a neměl by obsahovat rušivé zvuky (např. syčení).
- **Vodoznaky:** Doporučujeme také umístit vodoznak na hotový videomateriál. Vodoznak umístěte na místo, které neodvádí pozornost, neruší případně prezentované materiály (obrázky, diapozitivy, rekvizity), ale přesto zabraňuje neoprávněnému použití videomateriálu.
- **Pravidelná kontrola:** Než začnete studentům rok co rok posílat stejný odkaz, ujistěte se, že informace ve videu jsou stále aktuální. Úkolem školitele je vystříhnout zastaralé části a nahradit je novými informacemi, čímž se zajistí, že studenti budou mít skutečně nejmodernější znalosti.

3.1.2. Online živé setkání

Klíčovým faktorem živého online školení je kvalita internetového připojení školitele. Doporučuje se používat kabelové internetové připojení namísto Wi-Fi, aby byla zajištěna dostatečná šířka pásma a stabilita. Důležité je také pořídit si kvalitní webovou kameru a mikrofón pro správnou kvalitu zvuku a obrazu. Pro školitele se vyplatí použít náhlavní soupravu, protože mikrofón umístěný blízko obličeje lépe filtruje okolní hluk než integrovaný mikrofón notebooku a sluchátka také pomáhají školiteli lépe slyšet kladené otázky. Vyberte si pro vzdělávání místo, kde můžete být v klidu a tichu (buď doma, nebo v kanceláři). Před zapnutím webové kamery se ujistěte, že máte nastaveno virtuální pozadí a že v zorném poli kamery jsou pouze věci, které chcete studentům skutečně ukázat (např. pokud chcete v kameře ukázat rekvizity, nemusí se kvůli filtrování virtuálního pozadí správně zobrazit, takže i když je školitel stejně nechce, bude je možná nutné vypnout).

Po zajištění technických podmínek přichází na řadu výběr vhodné platformy: Zvolte online platformu, která vyhovuje vašim potřebám výuky, videokonferenční nástroje jako Zoom nebo Google Meet, Microsoft Teams nebo Go to Meeting. Tyto online platformy se ve školách běžně používají. Výběr



nejvhodnější z těchto platforem závisí na konkrétních potřebách a preferencích učitele a také na dostupnosti softwaru v daném regionu a licencích.

Zoom: Zoom je velmi oblíbený nástroj pro videokonference, který je známý svým snadným používáním a robustními funkcemi. Nabízí funkce, jako je sdílení obrazovky, místnosti pro skupinové aktivity, nahrávání relací a interaktivní tabule. Zoom se také dobře integruje s dalšími nástroji a platformami a často se používá pro online výuku a vzdálenou spolupráci. Některé z těchto funkcí jsou však přístupné pouze pro předplatitele a také délka schůzky může být pro bezplatné uživatele omezena.

Google Meet: Google Meet je součástí sady nástrojů Google Workspace (dříve G Suite). Poskytuje možnost videokonferencí s funkcemi, jako je sdílení obrazovky, chat a možnost spolupráce na dokumentech Google Drive v reálném čase. Služba Google Meet se dobře integruje s ostatními nástroji Google Workspace, takže je vhodná pro uživatele, kteří již využívají ekosystém Google. Ti, kteří mají firemní předplatné, mají neomezený přístup k výhodám softwaru, ale uživatelé zdarma mohou někdy narazit na potíže, například s maximálním počtem účastníků schůzky a s tím, kolik lidí může současně zapnout mikrofon.

Microsoft Teams: Microsoft Teams je platforma pro spolupráci, která nabízí videokonference, chat, sdílení dokumentů a integraci s dalšími nástroji společnosti Microsoft, jako je OneDrive a SharePoint. Je určena pro týmovou práci a komunikaci v rámci organizací a vzdělávacích institucí. Microsoft Teams poskytuje funkce, jako jsou místnosti pro přestávky, sdílení obrazovky a spolupráce na dokumentech v reálném čase. Pokud má tvůrce schůzky firemní/institucionální licenci, může přizvat i externí osoby a externí osoby mohou rovněž využívat mnoha výhod, které platforma poskytuje. Je však důležité zdůraznit, že ke všem souborům a historii chatu již vytvořených skupin mají přístup později přidaní členové, takže pokud se školení vyučuje pro několik skupin nebo několik tříd, je třeba vždy zkontrolovat, zda do nich vstupují a zdržují se v nich pouze oprávnění uživatelé.

GoToMeeting: Jedná se o oblíbenou platformu pro videokonference a online videokonference a online schůzky, která je také perfektní platformou pro online vzdělávání. Ačkoli je GoToMeeting známý především pro své obchodní aplikace, nabízí funkce, které mohou být přínosné pro pedagogy a studenty v prostředí online výuky. Toto online rozhraní obsahuje všechny potřebné nástroje pro online vzdělávání, včetně videokonferencí, sdílení obrazovky a prezentací, interaktivní tabule, která umožňuje nahrávání zasedání,



přestávkových místností, funkcí chatu a spolupráce a samozřejmě zabezpečení a ochrany soukromí. Díky těmto funkcím lze GoToMeeting snadno přizpůsobit jako efektivní platformu pro online vzdělávání.

Učitel by měl tyto faktory prozkoumat při výběru mezi platformami:

- Snadnost použití: odpovídá platforma úrovni pohodlí a technickým dovednostem učitele?
- Vlastnosti: Určete, které funkce jsou pro online výuku zásadní, například sdílení obrazovky, místnosti pro odpočinek nebo společná editace dokumentů.
- Integrace: Pokud již používají jiné platformy, které lze dobře integrovat.
- Dostupnost: dostupnost softwaru se může měnit buď v důsledku místních předpisů, nebo v důsledku interních pravidel ústavu.
- Ochrana soukromí a zabezpečení: v průběhu projektu COVID bylo zjištěno, že mnoho platforem má bezpečnostní mezery, proto se doporučuje neustále sledovat, zda je zvolená platforma z hlediska bezpečnosti dat stále vyhovující. V případě spolupráce a sdílených disků je také třeba dbát na to, aby neobsahovaly žádné infekční soubory nebo ohrožující obsah.

Vytvářejte poutavý obsah: K prezentaci obsahu kurzu použijte kombinaci videonávodů, interaktivních kvízů a písemných materiálů. Vizuální materiály, jako jsou videa, obrázky, diagramy a 3D modely, mohou pomoci účinně ilustrovat koncepty.

Poskytněte praktické zkušenosti: Přestože výuka 3D tisku online může být náročná, je nezbytné poskytnout studentům možnost praktického využití. Povzbud'te je k přístupu k 3D tiskárně, ať už prostřednictvím místního maker space, nebo zakoupením vlastní. Nabídněte jim pokyny k ovládání tiskárny, řešení běžných problémů a navrhování vlastních 3D modelů.

Podporovat interakci a zpětnou vazbu: Podporujte účast studentů prostřednictvím diskusních fór, chatových skupin nebo živých setkání s otázkami a odpověďmi. Poskytněte jim zpětnou vazbu k jejich úkolům nebo projektům, abyste jim pomohli zlepšit jejich dovednosti.

Vytvářejte kvízy, úkoly nebo projekty k hodnocení porozumění a pokroku studentů.



3.1.3. Systémy řízení výuky

Kromě online výukových platforem učitelé většinou používají další doplňkové systémy pro řízení výuky: například Moodle nebo Canvas. V těchto systémech mohou organizovat výukové materiály, jako jsou prezentace v PowerPointu, videa, knihy, požadavky a samozřejmě i datum a charakter kontrol.

V systému Moodle je mnoho použitelných zdrojů, které zde mohou spravovat kurz, vytvářet obsah, komunikovat a spolupracovat. Je vhodný pro mobilní zařízení, takže studenti mohou ke svým kurzům přistupovat a pracovat s obsahem na chytrých telefonech a tabletech, což umožňuje flexibilní a pohodlné učení. Podporuje různé funkce pro komunikaci a spolupráci. Zahrnuje diskusní fóra pro asynchronní diskuse, soukromé zprávy pro přímou komunikaci mezi instruktory a studenty a chat v reálném čase pro synchronní interakce. Tyto funkce podporují zapojení studentů a vzájemné učení. Moodle umožňuje personalizaci a přizpůsobení specifickým potřebám instruktorů a studentů. Instruktoři mohou přizpůsobit vzhled svých kurzů, vytvářet vlastní uživatelské role a definovat specifická přístupová oprávnění. Mohou také přidávat zásuvné moduly a rozšíření, které rozšiřují funkčnost systému Moodle.

Aplikace Canvas nabízí řadu nástrojů a funkcí určených ke zlepšení výuky a učení. Canvas umožňuje vyučujícím efektivně organizovat a spravovat své kurzy. Mohou vytvářet moduly kurzu, nastavovat úkoly a kvízy, spravovat známky a sledovat pokrok studentů. Intuitivní rozhraní usnadňuje navigaci a správu obsahu kurzu. Nabízí řadu nástrojů pro vytváření a poskytování obsahu kurzů. Instruktoři mohou nahrávat soubory, vkládat multimediální zdroje, vytvářet webové stránky a odkazovat na externí obsah. Platforma také podporuje integraci nástrojů a úložišť obsahu třetích stran, což umožňuje flexibilní a dynamickou výuku. Canvas poskytuje řadu funkcí pro komunikaci a spolupráci. Zahrnuje diskusní fóra pro asynchronní diskuse, přímé zasílání zpráv pro individuální komunikaci mezi instruktory a studenty a oznámení pro sdílení důležitých novinek. Canvas také podporuje skupinovou práci a spolupráci prostřednictvím nástrojů, jako jsou skupinové diskuse a společné dokumenty. Canvas nabízí také mobilní aplikaci, takže studenti mohou snadno přistupovat k materiálům kurzu. Kromě těchto funkcí nabízí canvas také funkce kalendáře a oznámení.

3.2. Výuka ve třídě ("offline")

Do roku 2020 byla dominantní formou vzdělávání třída, takže většina pedagogů, kteří měli zkušenosti před COVID, nenachází v této formě vzdělávání nové výzvy. V kapitolách však uvádíme, na co by měl vyučující při teoretické a praktické výuce v učebně dbát, aby studenty výuka bavila a dávali při ní pozor.

3.2.1. Technické aspekty

Přístupme však k tomuto úkolu z technické stránky. Před hodinou se ujistěte, že máte k dispozici projektor správné velikosti a kvality obrazu, vezměte si s sebou notebook s nabíjecím kabelem a ujistěte se, že máte k dispozici diapozitivu, které chcete prezentovat. Mnoho institutů má zastaralé projektory s konektory VGA, zatímco dnešní notebooky mají HDMI nebo displayport. Vyplatí se proto předem se zeptat, jaké konektory jsou k dispozici, a případně si s sebou přinést i příslušný adaptér/transformátor. Vzhledem k tomu, že délka přednášek může být i několik hodin, musíte si s sebou určitě vzít nabíjecí kabel pro svůj notebook, který rovněž vyžaduje napájecí konektor. Ten musí být také zmapován, protože pokud je nejbližší zásuvka daleko, je třeba mít k dispozici také prodlužovací kabel. Může to způsobit velmi nepříjemné chvíle, pokud se začátek školení zpozdí, protože školitel stále běhá pro prodlužovací kabel nebo měnič.

Aby byl obraz z projektoru čitelný, je vhodné, aby byla místnost dostatečně zastíněná, ale ne příliš tmavá, aby studenti během prezentace neusnuli. Je výhodné, pokud je obraz promítaný projektořem dostatečně velký a naše prezentace není viditelná pouze na ploše 1 m².

Instruktor by si měl s sebou vzít myš a data projektor. Vyplatí se zvolit přístroj, který má zabudované laserové ukazovátko. Dnes jsou kromě tradičních dvoutlačítkových verzí (vpřed a vzad v rámci prezentace) k dispozici i takové, které mají zabudovaný časovač, tj. po uplynutí nastaveného času začnou vibrovat, aby upozornily přednášejícího, že má začít pomalu ukončovat hodinu, a také verze s dalšími programovatelnými tlačítky (např. ovládání videa, regulátory apod.). Taková zařízení jsou k dispozici v mnoha vzdělávacích institucích a firmách, ale pokud lektor často přednáší naživo, možná se vyplatí do takového zařízení investovat, aby mohl mít své vlastní (i s dalšími funkcemi) vždy u sebe.

Pokud je místnost příliš velká nebo ji instruktor nemůže dostatečně zaplnit, je vhodné zajistit mikrofon a reproduktor.

Stejně tak v dnešním světě považujeme za samozřejmé, že je všude internet, ale zdaleka tomu tak není. I ve sklepní učebně nebo ve firmách se často



setkáváme s problémem, že systém je zastíněný nebo signál Wi-Fi je slabý. Pokud není k dispozici kabelový internet nebo interní síť, může nepřipravený instruktor opakovaně čelit obtížným okamžikům. Z tohoto důvodu se vždy vyplatí ujistit se, jaké je z tohoto hlediska vybavení učebny, a mít u sebe vždy nejen slajdy prezentace, ale i videa, obrázky apod. určené k prezentaci i v offline podobě.

3.2.2. Teoretická školení

Teoretická třída, tedy "offline" vzdělávání, je největší výzvou, protože v tomto případě je nejtěžší udržet pozornost studentů (přesněji řečeno, je těžké udržet pozornost při online vzdělávání, ale pokud jsou kamery studentů vypnuté, nevidí vyučující znužené nebo dokonce spící tváře, případně na studenta hrajícího videohry za zapnutou kamerou není tak špatný pohled jako na toho, který mačká telefon pod lavicí).

Lektor by měl být dostatečně připraven a nacvičen, aby udržel pozornost studentů a dokázal mluvit krásně, srozumitelně a slyšitelně.

Váhání, koktání, přemýšlení, časté pauzy uprostřed věty a hledání slov jsou faktory, které způsobují, že se studenti přestávají soustředit a přednáška je začíná nudit. Není ostudou si prezentaci předem nacvičit nebo si ji třeba vyzkoušet před menším publikem, pokud nejste dostatečně rutinní (je důležité zdůraznit, že této chybě mnohokrát propadnou i lidé, kteří si myslí, že jsou rutinní, protože i když jste přednášku "A" předvedli stokrát, neznamená to, že budete schopni se stejnou lehkostí předvést i "B").

Správná technika dýchání může pomoci nejen zajistit správný objem, ale také zachovat klid. Je přirozené, že se někdo při prvních vystoupeních cítí horečnatě, ale to lze překonat správnou psychickou přípravou a rutinou. Pokud se první vystoupení nepovede podle plánu, neměli byste se nechat odradit a vzdát se, ale pokračovat v nácviku. Protože lektor jako profese vyžaduje stejné učení a praxi jako každá jiná profese.

Vyplatí se začít přednášku poutavým příběhem, který může být vtipný a osobního charakteru, aby si studenti vytvořili vztah ke školiteli, zajímali se o jeho osobu a samozřejmě i o vyučované téma.

Sledujeme posluchače, a když zjistíme, že se nudí, že jejich pozornost klesá, klademe jim otázky, vyprávíme jim příběhy z osobní zkušenosti, které se vztahují k tématu, a uvolňujeme atmosféru. Samozřejmě se příliš neodklánějme od tématu, protože účelem kurzu je předat předem sestavený výukový materiál. Pokud školitel nemá dostatek zkušeností, požádejte zkušené kolegy, posbírejte videa a zajímavosti z internetu, které mohou monotónní výuku také zpestřit.



Pokud žák během hodiny usnul nebo nápadně telefonuje, jemně ho upozorněte, ale nedělejte mu ublížené poznámky, neuvádějte ho do rozpaků otázkami, na které podle očekávání nebude schopen odpovědět.

Dodržujte časový harmonogram, dělejte pravidelné přestávky a pokud je to možné, důkladně větrejte třídu, protože čerstvý vzduch také pomáhá dobrému soustředění. Nenechávejte během výuky otevřené okno (pokud k tomu není jiný důvod), protože kvůli hluku pronikajícímu zvenčí by školitel musel mluvit příliš nahlas a studentům by bylo špatně rozumět.

3.2.3. Praktická školení

Výše popsané technické a teoretické aspekty se vztahují i na praktickou výuku.

V případě praktického vyučování je to však doplněno tím, že kromě vlastního vybavení je vyučující zodpovědný také za vybavení, které mají studenti k dispozici.

Zajistěte, aby bylo k dispozici dostatečné množství vybavení, nebo pokud jsou zdroje omezené, poskytněte dostatek času na provedení praktických úkolů, aby všichni studenti byli schopni úkoly samostatně dokončit. Řešení úloh ve skupinách je často dobré, ale existují typy studentů, kteří mají tendenci zůstatvat při skupinových úlohách v pozadí a očekávají řešení od dominantních stran, takže nemají potřebnou samostatnost a zkušenosti k dokončení práce. S tím můžeme pomoci přerozdělením týmů a několika menšími samostatnými úkoly.

Kromě vybavení bychom měli věnovat pozornost také surovinám, protože úkolem školitele je zajistit, aby na začátku školení bylo k dispozici správné množství a kvalita surovin. Pokud se v místnosti používá více druhů vybavení a materiálů, dbejte na to, aby se nemíchaly.

Jedním z klíčových bodů praktického vzdělávání je prevence úrazů a vzdělávání v oblasti bezpečnosti. To by mělo být provedeno ihned a musí být zajištěno, aby se k zařízení nepřiblížil žádný student, který se ho nezúčastnil. Kromě vybavení a surovin je nesmírně důležité mít k dispozici správné množství bezpečnostních pomůcek. Pokud v místnosti není odpovídající množství a kvalita bezpečnostního vybavení (např. ochranné brýle, masky atd.), je zakázáno zahájit výuku, a to i na vlastní odpovědnost studentů nebo školitelů.

Školitel musí být schopen používat veškeré vybavení, pokud toho není schopen, musí být k dispozici pomocný personál. Školitel musí být schopen naučit používat vybavení, proto musí být vybavení umístěno v místnosti praktického výcviku tak, aby všichni studenti účastníci se výcviku jasně viděli,



jak se má s vybavením správně zacházet. Vždy je nutné se ujistit, že studenti skutečně viděli a pochopili úkol a kroky pracovního postupu. Vždy ponechte dostatek času na otázky a odpovědi.

Školitel musí být schopen používat veškeré vybavení, pokud toho není schopen, musí být k dispozici pomocný personál. Školitel musí být schopen naučit používat vybavení, proto musí být vybavení umístěno v místnosti praktického výcviku tak, aby všichni studenti účastníci se výcviku jasně viděli, jak se má s vybavením správně zacházet. Vždy je nutné se ujistit, že studenti skutečně viděli a pochopili úkol a kroky pracovního postupu. Vždy ponechte dostatek času na otázky a odpovědi.

Podrobnosti o přesných praktických a teoretických znalostech (např. požadavky týkající se technologií) naleznete v souvisejících oddílech tohoto dokumentu.

4. Plánování výuky

Vytvoření hřiště pro 3D tisk vyžaduje pečlivé plánování a zvažování různých prvků.

Začněte tím, že jasně definujete vzdělávací cíle svého kurzu. Určete, jaké znalosti, dovednosti a kompetence mají studenti na konci kurzu získat. Ujistěte se, že vaše cíle jsou konkrétní, měřitelné, dosažitelné, relevantní a časově omezené. Vyberte výukové zdroje. Ty mohou zahrnovat učebnice, online články, výukové programy, videa, software a praktické aktivity. Vyberte zdroje, které jsou v souladu s výukovými cíli a odpovídají potřebám studentů.

Uspořádejte obsah kurzu do modulů nebo jednotek. Rozdělte témata do zvládnutelných částí, abyste usnadnili učení a postup. Určete logickou posloupnost témat a vytvořte osnovu kurzu, která studenty provede obsahem.

Rozvíjejte různé vzdělávací aktivity, které studentům umožní uplatnit jejich znalosti a dovednosti. Zahrňte praktické projekty, konstrukční úkoly, úlohy na řešení problémů, skupinové aktivity a diskuse. Zařaďte příležitosti pro kreativitu, kritické myšlení a spolupráci.

4.1. Klíčové faktory lekce

Při přípravě lekce nebo kurzu o 3D tisku je třeba zvážit několik klíčových faktorů, které zajistí efektivní a poutavou výuku.



Příprava: Příprava a nejmodernější znalosti učitele jsou rozhodujícími faktory pro zajištění efektivní a kvalitní výuky. Učitelé, kteří mají hluboké znalosti a zkušenosti v dané oblasti, vzbuzují u účastníků vzdělávání důvěru a důvěryhodnost. Pokud účastníci školení vnímají svého učitele jako znalého a dobře připraveného, je pravděpodobnější, že se aktivně zapojí do procesu učení a budou důvěřovat sdělovaným informacím. Připravený učitel dokáže předvídat běžné otázky a problémy, se kterými se mohou účastníci školení setkat, a aktivně je řešit. Může poskytnout jasné vysvětlení, nabídnout vedení a usnadnit diskusi, která pomůže účastníkům vzdělávání překonat obtíže. Aktuálnost umožňuje učiteli nabízet relevantní a přesné informace a řešení. Příprava na výuku zahrnuje porozumění zázemí, předchozím znalostem a stylům učení školených osob. Tyto znalosti pomáhají učiteli přizpůsobit obsah, příklady a vysvětlení specifickým potřebám účastníků vzdělávání a zajistit, aby výuka byla přístupná a smysluplná.

Strukturovaný učební plán: Uspořádejte obsah kurzu logickým a strukturovaným způsobem. Rozdělte jej do modulů nebo lekcí, které navazují na dříve probranou látku. To pomáhá studentům pochopit průběh kurzu a usnadňuje lepší pochopení a uchování informací.

Jasně cíle učení: Začněte tím, že jasně definujete cíle výuky v lekci nebo kurzu. Jaké konkrétní znalosti, dovednosti nebo kompetence chcete, aby žáci získali? Dobře definované cíle budou vodítkem pro obsah a činnosti v průběhu celého kurzu.

Vizuální a poutavý obsah: Výhodou videí je, že kombinují vizuální, zvukové a pohybové prvky, takže jsou pro studenty velmi poutavé. Ve srovnání s textovými zdroji mohou přístupnějším a srozumitelnějším způsobem prezentovat složité koncepty, ukázky nebo postupy. Vizuální obsah může žákům pomoci pochopit myšlenky, udržet informace a zlepšit celkové porozumění.

Praktické činnosti: Zahrňte praktické činnosti a cvičení, které žákům umožní uplatnit jejich znalosti a procvičit si dovednosti. V kontextu 3D tisku by to mohlo zahrnovat navrhování a modelování 3D objektů, přípravu modelů pro tisk, obsluhu 3D tiskáren a řešení běžných problémů. Poskytování příležitostí k aktivnímu učení zlepšuje udržení znalostí a rozvoj dovedností.

Ukázky a návody krok za krokem: Poskytněte jasné ukázky a pokyny krok za krokem pro základní úkoly a procesy související s 3D tiskem. To může zahrnovat návody na software, nastavení a kalibraci tiskárny, přípravu



souborů a techniky následného zpracování. Vizuální pomůcky, snímky obrazovky nebo videa mohou tyto postupy účinně ilustrovat.

Praktické tipy a řešení problémů: Nabídněte praktické tipy a postřehy založené na vlastních zkušenostech s 3D tiskem. Podělte se o běžné problémy nebo chyby, kterým je třeba se vyhnout, techniky řešení problémů a osvědčené postupy. Tyto praktické znalosti budou pro studenty cenné, až se zapojí do praktických činností a setkají se s reálnými situacemi.

Interakce a spolupráce: Podporovat interakci a spolupráci mezi žáky. Toho lze dosáhnout prostřednictvím diskusních fór, online komunit, skupinových projektů nebo živých sezení, kde si mohou studenti vyměňovat nápady, klást otázky a učit se jeden od druhého. Vzájemné učení může prohloubit porozumění a poskytnout podpůrné vzdělávací prostředí.

Aplikace v reálném světě: Upozorněte na reálné aplikace 3D tisku v různých odvětvích. Uveďte případové studie, úspěšné příběhy a příklady toho, jak 3D tisk mění design, výrobu, medicínu, architekturu nebo jiné obory. Propojení výuky s praktickými aplikacemi může studenty motivovat a ukázat relevanci získávaných dovedností.

Zvážíte-li tyto klíčové faktory, můžete vytvořit komplexní a poutavý kurz o 3D tisku, který účinně podpoří studenty při získávání potřebných znalostí a dovedností.

4.2. Milníky během lekce

Tyto milníky slouží jako vodítka pro studenty i instruktory, pomáhají sledovat pokrok a zajišťují, že klíčové pojmy a dovednosti jsou dostatečně probrány. Zde je několik možných milníků, které lze zahrnout do kurzu 3D tisku.

1. Vzdělávání v oblasti bezpečnosti
2. Základní znalosti 3D tisku a technologií 3D tisku
3. Software pro modelování a krájení
4. Pokročilé znalosti 3D tisku
5. Montáž a uvedení 3D tiskárny do provozu
6. Kalibrace a nastavení stroje
7. Znalost materiálu
8. Závěrečné zkoušky

4.3. Příprava příkladů

4.3.1. Ukázkové kusy

Nejprve byste si měli určit konkrétní cíle výuky, kterých chcete prostřednictvím demonstrací dosáhnout. Chcete naučit konkrétní techniku, předvést možnosti konkrétní tiskárny, zdůraznit použití určitých materiálů nebo upozornit na běžný problém? Jasně cíle budou vodítkem pro výběr demonstračních výtisků a způsob, jakým je budete prezentovat účastníkům školení.

Vyberte demonstrační výtisky, které se vztahují k tématům probíraným v kurzu. Zvažte výběr výtisků, které demonstrují různé aspekty 3D tisku, například funkční výtisky, umělecké modely, architektonické prototypy nebo technické komponenty. Zařazení různých výtisků může účastníky školení zaujmout a ukázat všestrannost technologie 3D tisku.

Je opravdu důležité zohlednit úroveň dovedností školených osob. Zohledněte úroveň dovedností a předchozí znalosti školených osob. Vybírejte demonstrační tisky, které odpovídají jejich pokročilosti, začněte jednoduššími tisky pro začátečníky a postupně přejděte ke složitějším tiskům, jak budou školení postupovat. Tento přístup pomáhá školeným osobám získat sebedůvěru a postupně rozvíjet své dovednosti.

Ujistěte se, že máte k dispozici potřebné soubory návrhu pro každý demonstrační tisk. Pokud používáte již existující modely, ujistěte se, že máte práva nebo oprávnění k jejich použití. Kromě toho optimalizujte nastavení řezání pro každý tisk, abyste dosáhli požadovaných výsledků. To může zahrnovat úpravu parametrů, jako je výška vrstvy, hustota výplně, podpurné struktury a rychlost tisku.

Než začnete předvádět ukázkové kusy účastníkům školení, vyzkoušejte si proces tisku sami. Seznamte se s konkrétní tiskárnou, kterou budete používat, v případě potřeby ji zkalibrujte a vyzkoušejte nastavení a parametry pro každý tisk. To vám pomůže identifikovat případné problémy nebo potíže a zajistí hladší průběh předvádění během kurzu.



Velmi důležité je také připravit tipy pro řešení problémů. Předvídejte běžné problémy nebo výzvy, se kterými se mohou účastníci školení během tisku setkat, a připravte si tipy nebo řešení problémů. Mohlo by se jednat o řešení problémů s přilnavostí, úpravu nastavení tisku pro dosažení optimální kvality nebo řešení poruch tisku. Připravenost na řešení problémů a poskytování návodů pomůže školeným osobám překonat případné překážky.

Během kurzu jasně vysvětlíte cíle každého ukázkového tisku, uveďte souvislosti a proveďte účastníky školení procesem tisku krok za krokem. Vysvětlíte úvahy o návrhu, předvedte nastavení tiskárny a zdůrazněte všechny důležité detaily nebo nastavení. Povzbudíte účastníky školení, aby kladli otázky a zapojili se do diskuze o ukázkových výtiscích.

4.3.2. Příklady dokumentů

Operátoři však mají omezenou odpovědnost v oblasti dokumentace, proto je užitečné jim ukázat, jak lze výrobu dílů dokumentovat. Dokumentace výroby se může v celém odvětví značně lišit, od málo dokumentované až po vysoce dokumentovanou podle požadavků zákazníků, norem nebo zákonů a směrnic. Školitelé by měli znát různé úrovně, kde se vyskytují, a vysvětlit studentům, proč je mezi úrovněmi dokumentace takový rozdíl. Školitelé by měli studentům vysvětlit klíčové faktory dokumentace, jako je sledovatelnost materiálů, personálu nebo strojů. Studentům by měly být poskytnuty příklady výrobních dokumentů a dokumentů kontroly kvality různých specifikací.

V průběhu kurzů by mohly být například dokumentovány demonstrační kusy, jak bylo vysvětleno dříve, a to nejlépe na třech různých úrovních:

- "téměř nic" s minimem údajů nutných pouze pro stanovení ceny.
- "celkové řízení kvality", které zaznamenává všechny dostupné údaje o výrobě potřebné k zajištění sledovatelnosti a předkládá kontrolní dokumenty specifické pro technologii a oblast použití,
- "mezi" školitelem a účastníky školení by mohla být společně vytvořena dokumentace TQM, která by byla vhodná pro malé společnosti, které se snaží růst.

Cvičení týkající se dokumentace lze přizpůsobit potřebám zákazníků, a to ve směru stánků.

5. Hodnocení

5.1. Teoretické znalosti

Teoretické znalosti jsou měřitelné pomocí následujících otázek, které je třeba vysvětlit:

- Součást 3D tiskárny:
- Jaké jsou hlavní části 3D tiskárny FDM?
 - Extruder: Je to část 3D tiskárny, která zahřívá a taví plastové vlákno, z něhož se pak vytváří 3D objekt.
 - Hot End: Je to část 3D tiskárny, která řídí teplotu extrudéru a tvaruje roztavené vlákno do požadovaného tvaru.
 - Tisková platforma: Jedná se o platformu, na které se tiskne 3D objekt.
 - Motory: Jedná se o motory, které ovládají pohyb extrudéru a tiskového lože.
 - Elektronika: Patří sem řídicí deska, napájecí zdroj a další komponenty, které řídí fungování 3D tiskárny.
 - Vlákno: Vlákno je typ plastu, který je vytlačován extrudérem. Je k dispozici v různých barvách a typech.
- Jaké jsou hlavní části 3D tiskárny SLA?
 - Nádrž na pryskyřici
 - Vytvoření platformy
 - Laser
 - Zrcadla
 - Řídicí deska
 - Napájení
 - Pryskyřice
 - UV světlo
 - Nástroje na čištění

V nádrži na pryskyřici se během tisku uchovává kapalina.

Platforma sestavení je místo, kde je objekt vytvořen. Platforma se pohybuje nahoru a dolů a umožňuje tisknout objekt vrstvu po vrstvě.

Laser se používá k vytvrzení pryskyřice a vytvoření požadovaného objektu. Při vytváření jednotlivých vrstev objektu laser postupuje podle určitého vzoru.

K nasměrování laseru na správné místo na nádrži s pryskyřicí se používají zrcadla.

Řídicí deska je mozkem tiskárny. Řídí pohyb tiskové platformy a laseru a zajišťuje správný tisk objektu.

Napájecí zdroj poskytuje energii potřebnou k provozu 3D tiskárny.



Prskyřice je materiál, který se používá k vytvoření objektu. Je uložen v nádrži na prskyřici a vytvrzen laserem.

UV světlo se používá k vytvrzení prskyřice a jejímu vytvrzení do pevného předmětu.

Čistící nástroje se používají k čištění objektu, nádrže s prskyřicí a konstrukční platformy po dokončení tisku.

- Popište technologie AM několika slovy!
 - Aditivní technologie, jako je například 3D tisk, jsou procesy, které vytvářejí vrstvy materiálu a z digitálního souboru vytvářejí trojrozměrný objekt. Tato technologie se používá k vytváření výrobků z různých materiálů, včetně plastů, kovů, keramiky a kompozitů. Proces začíná vytvořením 3D modelu nebo nákresu, který je poté odeslán do 3D tiskárny nebo stroje. 3D tiskárna poté přečte pokyny z modelu a navrství materiál do požadovaného tvaru. Konečným výsledkem je hotový výrobek, který je připraven k použití.
- Jaké hodnoty je třeba dokonale nastavit pro dokonalý tisk?
 - vyrovnaní lože, vodováhy
 - rychlost tisku, rychlost vytlačování
 - parametry vytápění
 - parametry chlazení

Znalost materiálů - Jaký materiál je vhodný a k čemu se hodí?

- Základní materiály FDM:
 - ABS: ABS je vhodným materiálem pro tisk předmětů, které vyžadují vysokou pevnost a teplotní odolnost, odolnost vůči UV záření, jako jsou nástroje a technické díly. Například: automobilové díly, mechanické díly.
 - PLA: PLA je vhodný materiál pro tisk předmětů, které nevyžadují vysokou pevnost nebo teplotní odolnost. Běžně se používá pro výrobu prototypů a dekorativních předmětů, základních dílů, jako jsou pouzdra na telefony, šperky, sošky a makety.
 - PETG: PETG je vhodný materiál pro potisk předmětů, které vyžadují pevnost, pružnost a odolnost vůči vodě, UV záření, chemikáliím a teplotám, jako jsou lékařské nádoby, nádoby na potraviny, díly na bázi vody, díly odolné vůči UV záření.
 - TPU: TPU je odolný materiál, který odolává vysokým teplotám, opotřebení a roztržení. Je také odolný vůči většině chemikálií, UV záření a oděru. TPU má vynikající pružnost,



takže se může ohýbat a kroutit, aniž by praskal. Je také odolný proti natahování a smršťování, což z něj činí skvělý materiál pro vytváření složitých tvarů a dílů. TPU je odolný vůči většině chemikálií, takže je vhodný pro širokou škálu aplikací. Tento materiál je vhodný pro pružné díly, na bázi vody apod.

- ASA: ASA je odolné termoplastické vlákno, které lze použít pro širokou škálu aplikací. Jedná se o pevný materiál odolný vůči UV záření, který je vysoce odolný vůči povětrnostním vlivům, což z něj činí skvělou volbu pro venkovní projekty. Snadno se s ním tiskne a má hladký povrch, takže je ideální pro detailní a složité návrhy. Je to také levný materiál, takže je ideální pro výrobu prototypů a malosériovou výrobu.
- Nylon: Nylon je typ termoplastického vlákna používaného pro 3D tisk. Nylon je vhodným materiálem pro tisk předmětů, které vyžadují pevnost, pružnost a odolnost, jako je například venkovní oblečení a automobilové díly.
- Základní materiály SLA:
 - Pryskyřice pro 3D tisk SLA je typ fotopolymerního materiálu, který se používá při stereolitografickém 3D tisku. Tento materiál se skládá z tekuté pryskyřice, která se vytvrzuje a tuhne při vystavení ultrafialovému (UV) světlu. Jedná se o plast na bázi akrylu, který lze použít k vytváření vysoce detailních, přesných a odolných 3D výtisků. Pryskyřice pro 3D tisk SLA je k dispozici v široké škále barev, což umožňuje vytvářet jedinečné, barevné 3D výtisky. Tento materiál se snadno následně zpracovává, takže je skvělou volbou pro jakýkoli projekt 3D tisku. Je také vysoce odolný vůči teplu a chemikáliím, což z něj činí skvělou volbu pro funkční díly. Pryskyřice pro 3D tisk SLA je skvělou volbou pro jakýkoli projekt 3D tisku a dodává se v různých barvách a povrchových úpravách. Materiály z pryskyřice pro 3D tisk SLA se vyznačují širokou škálou vlastností, jako je pružnost, průhlednost a tvrdost, což umožňuje jejich použití pro různé aplikace.
 - Tuhá pryskyřice: Tento typ pryskyřice se často používá k výrobě funkčních součástí a dílů pro konečné použití, které vyžadují pevnost a odolnost.
 - Pružná pryskyřice: Tento typ pryskyřice je ideální pro výrobu dílů, které vyžadují pružnost, jako jsou těsnění, ucpávky a další součásti vyžadující pružnost.



- Vysokoteplotní pryskyřice: Tento typ pryskyřice je navržen tak, aby odolával vysokým teplotám, a často se používá pro výrobu dílů, které budou vystaveny extrémnímu teplu.
- Odlévatelná pryskyřice: Tento typ pryskyřice je určen k odlévání, například šperků a dentálních komponentů.
- Průhledná pryskyřice: Tento typ pryskyřice je určen k výrobě průhledných dílů, například pro optické čočky nebo osvětlení.

SLS (Selektivní laserové slinování)

Jaké jsou hlavní části 3D tiskárny SLS?

Mezi hlavní součásti 3D tiskárny SLS patří konstrukční platforma, práškové lože, laser, skenovací systém, systém podávání prášku, komora, chladicí systém a řídicí systém.

- Platforma pro budování: Základna je základna, na které se vrstvu po vrstvě vytváří 3D objekt. Obvykle je vyrobena z kovové desky a může být zahřívána, aby se zajistilo přilnutí materiálu k platformě.
- Práškové lože: Práškové lože je vrstva práškového materiálu, která může být vyrobena z různých materiálů, jako je nylon, polyamid nebo kovový prášek. Práškové lože se rozprostře po tiskové platformě a laser selektivně spojí částice a vytvoří 3D objekt.
- Laser: Laser je hlavním nástrojem používaným v procesu SLS k selektivnímu tavení a tavení práškového materiálu. Laser je obvykle vysoce výkonný CO₂ laser, který lze nastavit tak, aby bylo možné řídit teplotu a rychlost tavicího procesu.
- Skenovací systém: Skenovací systém je zodpovědný za nasměrování laseru přes povrch práškového lože, aby se částice selektivně roztavily a spojily. Obvykle se skládá ze zrcadel nebo galvanometrů, které přesně posouvají laserový paprsek po vrstvě prášku.
- Systém podávání prášku: Systém dodávání prášku je zodpovědný za rozprostření nové vrstvy práškového materiálu na tiskovou platformu po každé natavené vrstvě. Obvykle se skládá z válečku nebo nože, který rovnoměrně rozprostírá prášek po povrchu.
- Komora: Komora je uzavřený prostor, ve kterém se nachází práškové lože a laserový systém. Je navržena tak, aby udržovala kontrolované prostředí, které zabraňuje kontaminaci prášku a zajišťuje stálé podmínky tisku.
- Chladicí systém: Chladicí systém slouží k rychlému ochlazení 3D objektu po jeho vytištění, aby se zabránilo jeho deformaci.
- Řídicí systém: Řídicí systém je zodpovědný za ovládání různých součástí tiskárny SLS, jako je výkon laseru, skenovací systém a systém podávání



prášku. Obvykle se skládá ze softwaru, který uživateli umožňuje vytvářet a upravovat 3D modely, nastavovat parametry tisku a sledovat proces tisku.

Běžné materiály SLS:

SLS je univerzální technologie 3D tisku, která umožňuje tisknout širokou škálu materiálů včetně plastů, kovů a keramiky. Výběr materiálu závisí na požadavcích aplikace, jako je pevnost, trvanlivost a teplotní odolnost. Díly vytištěné pomocí SLS z těchto materiálů mají vynikající mechanické vlastnosti a používají se v řadě průmyslových aplikací.

- **Nylon:** Nylon je jedním z nejběžnějších materiálů používaných při tisku SLS. Jedná se o pevný a odolný termoplast, který lze snadno recyklovat, takže je šetrný k životnímu prostředí. Nylonové díly vytištěné technologií SLS mají vynikající mechanické vlastnosti, včetně vysoké pevnosti a tuhosti.
- **Polykarbonát (PC):** Polykarbonát je dalším oblíbeným materiálem pro tisk SLS. Jedná se o průhledný termoplast, který je známý svou vysokou odolností proti nárazu a houževnatostí. Díly z PC vytištěné technologií SLS jsou pevné, trvanlivé a odolné vůči extrémním teplotám.
- **Polypropylen (PP):** Polypropylen je lehký a pružný termoplast, který se používá v řadě aplikací, včetně obalů, automobilových dílů a zdravotnických prostředků. Díly z PP vytištěné metodou SLS mají dobré mechanické vlastnosti, včetně vysoké pevnosti a tuhosti.
- **Kovové prášky:** SLS může tisknout také s různými kovovými prášky, včetně hliníku, titanu a nerezové oceli. Kovové díly vytištěné technologií SLS mají vynikající mechanické vlastnosti, včetně vysoké pevnosti a tuhosti, a často se používají v leteckém, automobilovém a lékařském průmyslu.
- **Keramické prášky:** SLS může tisknout také s keramickými prášky, jako je oxid hlinitý a zirkoničitý. Keramické díly vytištěné technologií SLS jsou pevné, trvanlivé a mají vysokou odolnost proti opotřebení a korozi, takže jsou ideální pro použití ve vysokoteplotním a drsném prostředí.
- **TPU (termoplastický polyuretan):** TPU je pružný termoplast, který se používá v aplikacích, kde se vyžaduje pružnost a elasticita. Díly z TPU vytištěné technologií SLS jsou pevné, odolné a mají vysokou odolnost proti oděru, takže jsou ideální pro použití ve zdravotnictví a spotřebním zboží.



PolyJet

Jaké jsou hlavní části 3D tiskárny PolyJet?

Mezi hlavní části 3D tiskárny PolyJet patří konstrukční platforma, tisková hlava, materiálové kazety, UV lampy, vozík tiskové hlavy a řídicí systém. Tyto součásti spolupracují při vytváření vysoce detailních a přesných 3D objektů nanášením a vytvrzováním tekutých fotopolymerních materiálů vrstvu po vrstvě.

- Platforma pro budování: Základna je základna, na které se vrstvu po vrstvě vytváří 3D objekt. Může být vyrobena z různých materiálů, například ze skla nebo kovu, a během tisku se může pohybovat nahoru a dolů, aby se vytvořily jednotlivé vrstvy.
- Tisková hlava: Tisková hlava je součást, která nanáší tekutý fotopolymerní materiál na konstrukční platformu. Obvykle obsahuje několik trysek, které mohou s vysokou přesností vystřikovat malé kapičky materiálu na konstrukční platformu.
- Materiálové kazety: Materiálové kazety jsou nádoby, ve kterých jsou uloženy tekuté fotopolymerní materiály používané při tisku. Obvykle jsou umístěny na horní nebo boční straně tiskárny a lze je snadno vyměnit, když dojdou.
- UV lampy: UV lampy jsou zodpovědné za vytvrzování tekutých fotopolymerních materiálů, které jsou nanášeny na konstrukční platformu. Vyzařují intenzivní ultrafialové světlo, které materiál vytvrzuje a vytváří pevný 3D objekt.
- Vozík tiskové hlavy: Vozík tiskové hlavy je součást, která pohybuje tiskovou hlavou a zásobníky materiálu tam a zpět po tiskové platformě. Obvykle je poháněn motorem a řadou řemenů nebo kolejnič.
- Řídicí systém: Řídicí systém je zodpovědný za ovládání různých součástí 3D tiskárny PolyJet, jako je tisková hlava, UV lampy a vozík tiskové hlavy. Obvykle se skládá ze softwaru, který uživateli umožňuje vytvářet a upravovat 3D modely, nastavovat parametry tisku a sledovat proces tisku.

Jaké jsou běžné materiály pro tiskárnu PolyJet?

- Akrylonitrilbutadienstyren (ABS): ABS je běžně používaný termoplast, který je známý svou vysokou pevností, trvanlivostí a tepelnou odolností. Díly z ABS vytištěné technologií PolyJet mají vynikající mechanické vlastnosti, včetně vysoké pevnosti a tuhosti.
- Polypropylen (PP): Polypropylen je lehký a pružný termoplast, který se používá v řadě aplikací, včetně obalů, automobilových dílů a



zdravotnických prostředků. Díly z PP vytištěné technologií PolyJet mají dobré mechanické vlastnosti, včetně vysoké pevnosti a tuhosti.

- Polykarbonát (PC): Polykarbonát je průhledný termoplast, který je známý svou vysokou odolností proti nárazu a houževnatostí. Díly z PC vytištěné technologií PolyJet jsou pevné, trvanlivé a odolné vůči extrémním teplotám.
- Materiály podobné gumě: Technologie PolyJet dokáže tisknout také na pružné materiály podobné gumě, jako je TPU (termoplastický polyuretan) nebo TPE (termoplastický elastomer), které jsou ideální pro aplikace vyžadující pružnost nebo tlumení.
- Průhledné materiály: Technologie PolyJet dokáže tisknout čiré materiály, například průhledný akrylát nebo materiály podobné polykarbonátu, které jsou ideální pro vytváření světlovodů, čoček a dalších optických dílů.
- Vícemateriálové díly: Technologie PolyJet umožňuje tisknout díly s různou tvrdostí nebo barvou v jednom tiskovém cyklu. Toho je dosaženo současným tiskem více fotopolymerních materiálů, které se následně vytvrzují a vytvářejí jeden díl s různými vlastnostmi.

MJF (Multi Jet Fusion)

Jaké jsou hlavní části 3D tiskárny MJF?

- Práškové ložko: Práškové lože je základna, na které se vrstvu po vrstvě vytváří 3D objekt. Obvykle je vyrobeno z materiálu, jako je nylon, a je umístěno v konstrukční komoře tiskárny.
- Pole tiskových hlav: Soustava tiskových hlav se skládá z několika inkoustových tiskových hlav, které nanášejí tmelící a oddělovací prostředek na práškové lože. Soustava tiskových hlav se v průběhu tisku pohybuje nad ložem sem a tam a nanáší prostředky v přesných vzorcích.
- Tavicí lampy: Lampy pro tavení jsou umístěny nad práškovým ložem a vyzařují intenzivní světelnou energii, která selektivně taví práškový materiál. Tavicí lampy jsou zodpovědné za tavení a spojování práškového materiálu, čímž vzniká konečný 3D objekt.
- Detailovací lampy: Detailovací lampy jsou rovněž umístěny nad práškovým ložem a jejich úkolem je zahřívát detailovací prostředek, aby se podpořilo jeho spojení s práškovým materiálem.
- Platforma pro tisk: Tisková platforma je součástí, která během tisku pohybuje práškovým ložem nahoru a dolů. Obvykle je poháněna motorem a řadou řemenů nebo kolejnič.
- Řídicí systém: Řídicí systém je zodpovědný za ovládání různých součástí 3D tiskárny MJF, jako je soustava tiskových hlav, tavné lampy, detailní



lampy a stavební platforma. Obvykle se skládá ze softwaru, který uživateli umožňuje vytvářet a upravovat 3D modely, nastavovat parametry tisku a sledovat proces tisku.

Základní materiály MJF:

- Nylon: Nylon je oblíbeným materiálem pro tisk MJF díky své pevnosti, pružnosti a odolnosti. Lze na něj tisknout v různých druzích, včetně PA12 (polyamid 12), který se široce používá v automobilovém průmyslu a průmyslových aplikacích.
- TPU (termoplastický polyuretan): TPU je pružný materiál, který se běžně používá v aplikacích vyžadujících tlumení nebo pružnost, jako jsou pouzdra na telefony nebo podrážky bot.
- PP (polypropylen): PP je lehký a pružný termoplast, který se používá v řadě aplikací, včetně obalů, automobilových dílů a zdravotnických prostředků.
- PA11 (polyamid 11): PA11 je nylon na biologické bázi, který se vyrábí z obnovitelných zdrojů, jako je ricinový olej. Má vynikající mechanické vlastnosti a běžně se používá v automobilovém a leteckém průmyslu.
- PA12GB (skleněné kuličky z polyamidu 12): PA12GB je nylonový materiál vyztužený skleněnými kuličkami, které zajišťují zvýšenou tuhost a pevnost.
- PA12MB (Polyamid 12 Mineral Beads): PA12MB je nylonový materiál vyztužený minerálními kuličkami, které zajišťují zvýšenou tuhost a tepelnou odolnost.
- MJF TPE (termoplastický elastomer): MJF TPE je materiál podobný pryži, který se běžně používá v aplikacích vyžadujících pružnost nebo tlumení.

Závěrem lze říci, že technologie MJF umožňuje tisk z různých materiálů, včetně nylonu, TPU, PP, PA11, PA12GB, PA12MB a MJF TPE. Volba materiálu závisí na požadavcích aplikace. Díly vytištěné pomocí MJF z těchto materiálů mají vynikající mechanické vlastnosti a používají se v různých průmyslových, lékařských a spotřebitelských aplikacích.

5.2. Praktické znalosti

Praktické znalosti jsou měřitelné těmito postupy:

- Sestavení 3D tiskárny z dílů nebo jen dílčí jednotky 3D tiskárny nebo nastavení 3D tiskárny.
- Nalezení chyby na špatné 3D tiskárně a její vyřešení



- Modelování a 3D tisk dokonalého modelu
- Tisk s 3 (základními) materiály pro 3D tisk
- Finální model vytištěný na 3D tiskárně se samočinně sestaveným strojem
- Výběr správné technologie a materiálu pro konkrétní výtisk
- Na základě vadného výtisku určete, co mohlo být příčinou vadného výsledku. Je to způsobeno nastavením stroje nebo špatným nastavením materiálu?
- Projděte si základní postup údržby stroje
- Změna materiálu v 3D tiskárně a zahájení nového tisku

Tato cvičení nám pomáhají ujistit se, že student zvládl potřebnou teoretickou látku, a také se ujistit o jeho praktických znalostech.

Studenti se musí naučit ovládat 3D tiskárnu. A nejlepším způsobem je objevit stroj sám, takže nechte studenty, aby 3D tiskárny ovládali.

6. Kvalifikace školitelů

6.1. Požadované zkušenosti v této oblasti

Aby byla zajištěna relevance kvalifikace, musí být úzce spjata s průmyslovou praxí a je nezbytné, aby vyučující byli v neustálém kontaktu s průmyslem. V tomto smyslu musí pedagogičtí pracovníci kombinovat:

- Učitelské schopnosti - doklad o absolvování školení v oblasti přednášení, veřejného vystupování nebo verbální komunikace.
- Kompetence ve vyučovaných předmětech.
- Znalosti a zkušenosti s aktuální průmyslovou praxí v předmětech, které se vyučují.
- Praktické dovednosti související s vyučováním předmětem.

Školící středisko musí mít k dispozici odpovídající počet pedagogických pracovníků, kteří společně disponují znalostmi a dovednostmi potřebnými k efektivnímu poskytování kurzu, o jehož schválení se žádá. Počet těchto pracovníků musí být dostatečný, aby bylo zajištěno, že v týmu učitelů a hostujících lektorů jsou přiměřeně zastoupeny nezbytné odborné znalosti a zkušenosti z oboru pro pokrytí učebních osnov. Musí rovněž zajistit zdroje, které jsou dostatečné pro aktualizaci a monitorování vzdělávacího programu.



Pedagogičtí pracovníci musí udržovat kontakt se současnou průmyslovou praxí a jedním ze způsobů, jak tohoto propojení dosáhnout, je například zapojení učitelů do poradenské činnosti; dalším způsobem jsou krátkodobá vyslání na stáže. Doporučuje se využívat externí přednášející z oblasti průmyslu, aby se do kurzu vnesl silný průmyslový a praktický prvek.