

Projektová výuka aditivní výroby (3D tisku) na osmiletém gymnáziu

Bc. Radek Muroň

Diplomová práce
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav informatiky a umělé inteligence

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Radek Muroň
Osobní číslo: A21456
Studijní program: N3902 Inženýrská informatika
Studijní obor: Učitelství informatiky pro střední školy
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Projektová výuka aditivní výroby (3D tisku) na osmiletém gymnáziu
Téma práce anglicky: Project Teaching of Additive Manufacturing (3D Printing) at Eight-Year Gymnasium

Zásady pro vypracování

1. Vypracujte literární rešerši na téma aditivní výroba.
2. Popište současné možnosti využití aditivní výroby na osmiletém gymnáziu.
3. Připravte koncept projektové výuky aditivní výroby pro potřeby osmiletého gymnázia.
4. Vytvořte výukové materiály s metodickým popisem v rámci praktického cvičení.
5. Ověřte proveditelnost připravených cvičení.

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. Ian GIBSON, David ROSEN a Brent STUCKER. *Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing*. New York: Springer, 2015. ISBN 978-1-4939-2112-6.
2. Andreas GEBHARDT a Jan-Steffen HÖTTER. *Additive Manufacturing: 3D Printing for Prototyping and Manufacturing*. Munich: Carl Hanser Verlag, 2016. ISBN 978-1-56990-582-1.
3. Ondřej STŘÍTESKÝ. *Základy 3D tisku s Josefem Průšou*. Praha: Prusa Research a.s., 2019.
4. Geoff PETTY. *Moderní vyučování*. Praha: Portál, 2013. ISBN 978-80-262-0367-4.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Aleš Mizera, Ph.D.**
Ústav automatizace a řídicí techniky

Konzultant diplomové práce: **Ing. Michaela Karhánková**
Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **2. prosince 2022**

Termín odevzdání diplomové práce: **26. května 2023**



doc. Ing. Jiří Vojtěšek, Ph.D. v.r.
děkan

prof. Mgr. Roman Jašek, Ph.D., DBA v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 7. prosince 2022

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne 26.5.2023

Radek Muroň, v.r.
podpis studenta

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce je připravit koncept projektové výuky aditivní výroby (3D tisku) s výukovými materiály pro potřeby osmiletého gymnázia. Zavedení aditivní výroby (3D tisku) slouží k prohloubení technických znalostí a dovedností žáků osmiletých gymnázií. Na základě rešerše současného stavu aditivní výroby (3D tisku) na osmiletých gymnáziích je vytvořen koncept projektové výuky vhodný pro školy, které s aditivní výrobou (3D tiskem) začínají.

Klíčová slova: 3D tisk, aditivní výroba, Inventor, projektová výuka, výukové materiály

ABSTRACT

The aim of the diploma thesis is to prepare a concept of project-based teaching of additive manufacturing (3D printing) with teaching materials for the needs of an eight-year high school. The introduction of additive manufacturing (3D printing) serves to deepen the technical knowledge and skills of students of eight-year grammar schools. Based on a research of the current state of additive manufacturing (3D printing) in eight-year grammar schools, a project-based learning concept suitable for schools that are new to additive manufacturing (3D printing) is developed.

Keywords: 3D printing, additive manufacturing, Inventor, project-based learning, teaching materials

Chtěl bych poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Alešovi Mizerovi, Ph.D. za poskytnuté rady, věcné připomínky a trpělivost.

Velké díky patří mé rodině a přítelkyni, kteří mě podporovali během celého vysokoškolského studia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 ADITIVNÍ VÝROBA	10
1.1 RAPID PROTOTYPING	10
1.2 3D TISK	10
1.2.1 Historie.....	10
1.2.2 Současnost.....	12
1.2.2.1 Současná situace 3D tisku v českém školství.....	12
1.2.3 Budoucnost.....	14
2 TECHNOLOGIE ADITIVNÍ VÝROBY	15
2.1 MODELOVÁNÍ DEPOZICÍ TAVENINY (FDM)	15
2.1.1 Filament.....	16
2.2 STEREOLITOGRAFIE(SLA).....	17
2.3 SPÉKÁNÍ LASEREM (SLS)	18
3 PROCES ADITIVNÍ VÝROBY	20
4 PROJEKTOVÁ VÝUKA	22
4.1 PROJEKTOVÁ METODA.....	22
4.2 TOPOLOGIE PROJEKTOVÉ VÝUKY.....	23
4.3 FÁZE PROJEKTOVÉ VÝUKY	23
4.4 KLADY A ZÁPORY PROJEKTOVÉ VÝUKY.....	25
II PRAKTICKÁ ČÁST	27
5 SOUČASNÉ VYUŽITÍ 3D TISKU NA OSMILETÝCH GYMNÁZIÍCH	28
6 KONCEPT PROJEKTOVÉ VÝUKY	32
7 KRIS KROS	58
7.1 PŘÍPRAVA A ZAHÁJENÍ HRY	58
7.2 PRŮBĚH HRY	58
7.3 TVORBA SLOV	59
7.4 KONEC HRY.....	60
8 ČASOVÝ HARMONOGRAM HODIN	61
9 REFLEXE VYUČOVACÍCH HODIN	69
ZÁVĚR	71
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	72
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	78
SEZNAM OBRÁZKŮ	79
SEZNAM TABULEK	80
SEZNAM PŘÍLOH	81

ÚVOD

Tato diplomová práce se zabývá projektovou výukou aditivní výroby (3D tiskem) na osmiletých gymnáziích. Aditivní výroba (3D tisk) v současné době nabývá stále většího významu. Již běžně se využívá aditivní výroba v oblasti prototypování, automobilovém a leteckém průmyslu, lékařství, architektuře a dalších lidských činnostech. Do budoucna lze očekávat, že běžné požadavky na téměř všechny zaměstnance budou obsahovat znalosti z oblasti aditivní výroby (3D tisku). Tyto změny v technologiích jsou v současné době promítnuty do právě probíhajících revizí rámcových vzdělávacích programů, které počítají s využitím digitálních učebních pomůcek pro žáky jako jsou 3D tiskárny. Práci s 3D tiskárnou a CAD modelováním žáci zvyšují zejména své digitální kompetence. Znalost základů aditivní výroby a CAD modelování může pro žáky do budoucna představovat výhodu pro následné vysokoškolské studium technického směru nebo pro budoucí zaměstnání. Změnou rámcových vzdělávacích programů pro učitele vznikají nové výzvy jakým způsobem k novému učivu přistupovat. V současné době teprve vznikají materiály a projekty zabývající se výukou aditivní výroby (3D tisku) v prostředí českého školství. Učitelé mohou čerpat inspiraci z vytvořené koncepce projektové výuky aditivní výroby (3D tisku) vytvořené v této práci.

Teoretická část diplomové práce obsahuje aditivní výrobu, její historii, současnost i její možnou budoucí podobu. Dále teoretická část zahrnuje tři nejběžnější technologie 3D tisku, se kterými se žáci mohou setkat, a také proces aditivní výroby. V poslední kapitole teoretické části je uvedena projektová výuka.

V praktické části diplomové práce jsem vytvořil koncept projektové výuky pro potřeby osmiletého gymnázia, který vychází ze současného stavu aditivní výroby (3D tisku) na osmiletých gymnáziích. Projekt je vytvořen v celkovém rozsahu čtrnácti vyučovacími hodinami, přičemž je rozdělen na dvouhodinové vyučovací bloky. Projekt lze řešit v rámci hodin informatiky, semináře z informatiky nebo v technickém, 3D kroužku. Žáci se v rámci řešení projektu seznámí se základními pojmy aditivní výroby (3D tisku) a modelováním v CAD programu. Skupinová projektová výuka v žácích rozvíjí zejména schopnosti komunikace a spolupráce při řešení problémů. Pro učitele jsou vytvořeny metodické listy, které orientačně vystihují práci učitele a žáků v jednotlivých vyučovacích hodinách. Dále jsem pro učitele vytvořil výukové materiály (Přílohy), které slouží jako zadání pro žáky na jednotlivé hodiny projektové výuky.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ADITIVNÍ VÝROBA

Původ výrazu aditivní výroba vychází z termínů rapid prototyping (rychlé prototypování) a 3D tisk. Termín rapid prototyping představuje rychlou tvorbu produktu zvanou prototyp, který je použit jako vzorový výrobek pro následnou tvorbu finálního produktu. Nicméně, v současné době lze využít technologie, které byly dříve pouze pro prototypování výrobku, pro tvorbu finálního produktu. Z tohoto důvodu je nelze nadále nazývat prototypy. Na tento problém zareagovala standardizační organizace ASTM patřící pod organizaci ISO, která definovala termín aditivní výroba. Tento termín zastřešuje jak termín rapid prototyping, tak běžně používaný pojem 3D tisk [1].

1.1 Rapid prototyping

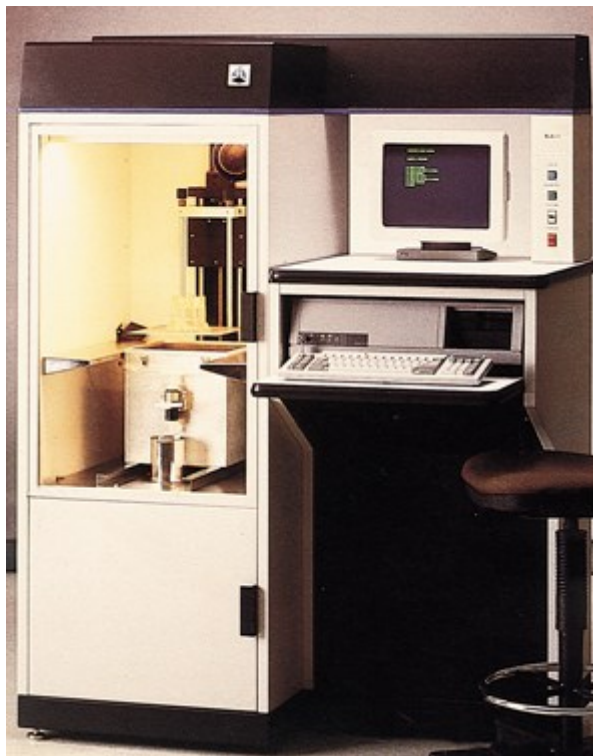
Běžné použití 3D tiskáren v dnešní době je za účelem tisku koncepčních modelů a funkčních prototypů. Koncepční model v problematice 3D tisku představuje jednoduchý, nefunkční návrh výrobku, který dává designérům především možnost si nápady na daný produkt fyzicky zhmotnit. Naopak funkční prototypy jsou použity jako zkušební výrobky před uvedením sériové výroby. Oproti tradiční formě tvorby koncepčních a funkčních prototypů jsou tvůrci rapid prototypů schopni vytvořit lépe vytvarované, funkční výrobky, které odpovídají požadavkům zákazníka. Pro zákazníka rapid prototyping představuje také lepší poměr ceny a výkonu. Prototypy vytvořené pomocí rapid prototyping jsou složeny z menšího počtu jednotlivých částí. Tato vlastnost je příčinou možnosti vytvořit obtížnější úhly, přesnější stěny a dělicí čáry výsledného produktu. Další výhodou prototypů, vytvořených pomocí rapid prototyping, je minimalizace spotřeby materiálu a také poměr mezi pevností a váhou daného prototypu. Výhody rapid prototyping lze tedy především nalézt v rovině finanční a časové [2][3].

1.2 3D tisk

1.2.1 Historie

Původ 3D tisku lze nalézt v 80. letech 20. století v Japonsku. V roce 1981 Hideo Kodama neúspěšně žádal o patent fotopolymerního rychlého prototypového systému. Nicméně, o dva roky později vynalezl Chuck Hull stereolitografii. Tuto technologii si nechal v roce 1986 patentovat a zároveň v tomto roce založil společnost 3D Systems. Následovalo vytvoření první 3D tiskárny nazvané SLA 1 a vytvoření formátu STL, který je výstupním

formátem CAD programů až do dnešní doby. SLA 1 byl první systém rychlého prototypování, který vyřešil problém dlouhé tvorby funkčních prototypů i koncepčních modelů. V roce 1986 byla vyvinuta nová technologie 3D tisku zvaná SLS. Následoval důležitý milník v historii 3D tisku. V roce 1988 firma 3D Systems uvedla na trh první komerčně vyráběnou tiskárnu založenou na technologii stereolitografie. Cena této tiskárny se tehdy pohybovala okolo 187 000 dolarů. Ve stejném roce byla vynalezena nová technologie 3D tisku zvaná FDM, která se v současné době řadí mezi nejpoužívanější. Dalším milníkem bylo uvedení první komerčně vyráběné tiskárny zvané DTM 125 založené na technologii SLS. V roce 1990 firma Helisys uvedla na trh dvě tiskárny založené na nové technologii tisku zvané LOM. Následoval další milník v roce 1993, kdy společnost Stratasys vytvořila první tiskárnu založenou na technologii FDM. Ve stejném roce MIT prezentovalo technologii 3D tisku zvanou 3DP. Dalším důležitým milníkem 3D tisku byl rok 1999. V tomto roce se poprvé podařilo implantovat orgán, respektive močový měchýř, vytvořený pomocí 3D tisku. Stěžejním rokem 3D tisku byl rok 2005, kdy Adrian Bowyer založil projekt RepRap. Jedná se o open source projekt, jehož cílem bylo vytvořit 3D tiskárnu, která se dokáže replikovat. 3D tiskárna založená na RepRap projektu je schopna tisknout komponenty na tiskárnu novou. V současné době se jedná o nejrozšířenější 3D tiskárny [4][5][6].



Obrázek 1 – Tiskárna SLA1, zdroj: [7]

1.2.2 Současnost

Do dnešního dne lze najít širokou škálu uplatnění 3D tisku. Technologie 3D tisku se používá k prototypování, přičemž posledním trendem je použití více materiálu pro tisk. Další trend 3D tisku lze najít v anglickém termínu social manufacturing. Tento termín popisuje možnost zákazníka vytvořit si svůj vlastní personalizovaný produkt. V praxi se v současné době jedná o tisk ve školách nebo v domácnostech, kdy si uživatelé mohou vytisknout předmět podle vlastní potřeby. 3D tiskárny jsou dnes používány také v obtížně dostupných místech jako je například mezinárodní vesmírná stanice, kde slouží k tisku náhradních dílů. Již dříve zmíněná výhoda tisku menšího počtu jednotlivých částí se používá v oblasti letectví a kosmonautiky. V tomto oboru je důležitá hmotnost jednotlivých komponentů, přičemž komponenty vytvořené pomocí 3D tisku dokážou hmotnost výrazně snížit. 3D tisk je také přínosem vzhledem k redukci poměru částí na komponentu. Společnost General Electric Company zredukovala 20 částí palivových trysek tryskového motoru na jednu část. V lékařství je 3D tisk používán k tvorbě tkání pomocí materiálu nazývaného bio inkoust. Potravinářský průmysl používá 3D tisk pro tisk jídla pro seniory, armádu nebo vesmírný průmysl. Dále je 3D tisk použit ve stavebním průmyslu pro tvorbu konstrukcí. V neposlední řadě je možno zmínit použití 3D tisku v textilním průmyslu ve formě módního návrhářství nebo doplňků [8].

1.2.2.1 Současná situace 3D tisku v českém školství

V současné době prochází české školství obdobím revizí rámcových vzdělávacích programů pro základní a střední školy. Tyto revize jsou v souladu s dokumentem Strategie vzdělávací politiky ČR do roku 2030+, jehož cílem je modernizovat vzdělávací systém České republiky. Dle článku zveřejněném na webových stránkách MŠMT [9] do konce dubna roku 2022 měly školy možnost požádat o finanční dotaci v rámci Národního plánu obnovy a kontextu digitalizace. Uvedená dotace se vztahovala na nové pokročilé digitální pomůcky, mezi které se řadí právě 3D tiskárny.

Metodický portál MŠMT [10] uvádí, že Národní plán obnovy: „*je souhrnem reform a investic, které bude Česká republika realizovat v letech 2021–2026 z evropského Nástroje pro oživení a odolnost. Tvoří ho šest pilířů, z nichž ministerstvo školství má mj. na starosti v rámci pilíře Vzdělávání a trh práce komponentu Inovace ve vzdělávání v kontextu digitalizace.*“

Další současný projekt, zabývající se 3D tiskem, můžeme nalézt mezi společnostmi Y Soft Corporation a Masarykovou univerzitou v Brně. Tento projekt vznikl v červenci roku 2020 a jeho cílem je zvýšit kvalitu vzdělávacích procesů žáků a didaktických kompetencí učitelů. Výsledkem projektu má být 12 didakticky správně navržených lekcí publikovaných na webové stránce be3D Academy. Tento projekt reaguje na sílící poptávku ze strany společností, které vyžadují dovednosti v oblasti 3D tisku [11]. Z dat Českého statistického úřadu [12] uveřejněných v lednu 2023 vyplývá, že v roce 2021 ve firmách nad 250 zaměstnanců byl podíl firem používající 3D tisk 32,6 %.

Společnost Alza v rámci programu Pro školy a stát nabízí zdarma možnost vyzkoušení 3D tiskárny Creality Ender3 během šesti měsíců. Po uplynutí této doby má škola možnost si za zvýhodněnou cenu tiskárnu Creality Ender3 zakoupit [13].

Firma Prusa Research má v současné době otevřený program s názvem Průša pro školy. Program vznikl v září roku 2020. Smyslem tohoto projektu je inspirace učitelů k tvorbě vlastních projektů zabývajících se 3D tiskem a tyto projekty jsou následně sdíleny pomocí webové platformy zvané Printables. Škola získá bezplatně tiskárnu Original Prusa i3 MK3S nebo Original Prusa MINI, pokud splní následující kroky [14][15]:

- vyplnění registračního formuláře,
- školení jednoho až dvou zaměstnanců školy,
- podepsání zápůjční/darovací smlouvy po dobu tří měsíců,
- použití tiskárny ve výuce,
- vytvoření vlastního projektu společně s žáky.

Projekt by měl obsahovat vzdělávací hodnotu nebo praktické využití, přičemž by měl být vhodný pro danou věkovou skupinu. Výsledný model se odevzdává ve formátu 3MF nebo STL společně se souborem instrukcí G-code. K modelu je potřeba odevzdat ještě fotodokumentaci tvorby a návod [14].

Společnost 3DWiser publikovala na svých webových stránkách příručku pro učitele. Jedná se o průvodce společnosti Ultimaker s názvem Začínáme s 3D tiskem ve škole. Příručka se zabývá stahováním souborů pro školní projekty, návrhem vlastních 3D tiskových souborů a volbou materiálů pro tisk. V závěru publikace jsou zmíněny projekty, které lze v rámci výuky s žáky realizovat [16].

Webová stránka O2 Chytrá škola v současné době nabízí okruhy témat zahrnutých v takzvané nové informatice. V rámci sekce 3D tisk pro školy nabízí 5 na sebe navazujících webových stránek, které popisují základy problematiky 3D tisku. Samotný text je doplněný o videa [17].

1.2.3 Budoucnost

Současný vývoj v oblasti 3D tisku predikuje, že v budoucnu dojde k ještě většímu rozvoji této technologie ve všech sférách lidské činnosti. Níže uvedené práce se zabývají budoucími trendy v této oblasti.

V oblasti medicíny lze budoucí vývoj očekávat v tkáňovém inženýrství a regenerativní medicíně. Výzkum je směřován do oblasti chytrých materiálů, které jsou obvykle aktivovány různými podněty okolí nebo fyziologickými změnami prostředí. Chytré materiály jsou navrženy tak, aby je bylo možno programovat. Zde přichází koncept 4D tisku, který je založen na matematickém modelování, chytrých materiálech a 3D tisku. Model vytvořený pomocí 4D tisku musí nabývat minimálně dvou stavů. Do budoucna je zásadní vývoj nových chytrých biomateriálů. Tyto materiály budou nutné pro vývoj nových produktů, jakými mohou být například implantáty. Další směr vývoje 3D tisku v oblasti medicíny lze nalézt ve farmaceutickém průmyslu a to zejména použití 3D tisku v oblasti léků vyrobených na zakázku [8][18].

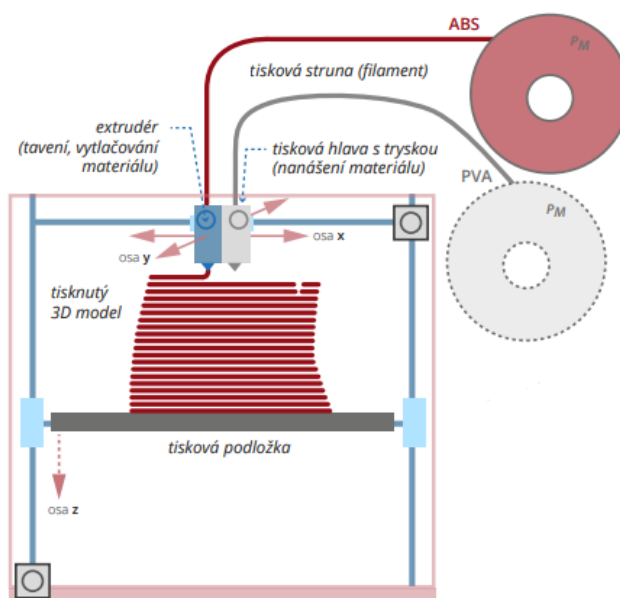
Budoucí vývoj lze očekávat v použití 3D tisku v rámci in situ monitorování. Systém nastaví parametry 3D tiskárny v závislosti na odchylkách. Další budoucí vývoj je možné nalézt v topologické optimalizaci, která se využívá k numerickému výpočtu optimálních materiálů v prostoru. Výzkum v tomto odvětví je příslibem rozšíření použití pro letecký a automobilový průmysl. Využití 3D tisku v budoucnu bude také v rámci sběru dat během tisku modelu. Tato data budou pomocí strojového učení zpracována a dále vyhodnocována, přičemž budou důležitým prvkem průmyslu 4.0. [8].

2 TECHNOLOGIE ADITIVNÍ VÝROBY

V současné době existuje celá řada technologií aditivní výroby. Princip tisku všech 3D tiskáren je založen na nanášení jednotlivých vrstev na sebe. V této kapitole budou uvedeny tři nejpoužívanější technologie aditivní výroby a jejich konkrétní zástupci [5].

2.1 Modelování depozicí taveniny (FDM)

Nejdostupnější 3D tiskárny pro veřejnost jsou označeny zkratkou FDM/FFF. Oba tyto názvy lze vnímat jako synonymum, avšak FDM je patentovaný název společnosti Stratasys. Tiskárny, založené na této technologii, pracují na principu tavení filamentu pomocí extrudéru nebo soustavy extrudéru. Níže na obrázku je zobrazena FDM tiskárna s dual extrudér systémem [5][19].



Obrázek 2 – Schéma dual extrudér FDM tiskárny, zdroj: [20]

Každá tiskárna založená na této technologii se skládá z následujících komponent [5][19]:

- Extrudér nebo soustava extrudérů – hlavní komponentou FDM tiskárny je extrudér, který slouží k tavení materiálu a následnému vytlačení na tiskovou desku. Filament je uchopen pomocí pohonného mechanismu a následně je poháněn hnacím motorem přes kanál filamentu. Zde filament prochází topným blokem, který filament taví a pomocí trysky je položen na tiskovou desku. Celá tato sada součástí extrudéru je doplněna o chladič, který reguluje teplotu materiálu [19].

- Tisková deska – na tiskové desce je tvořen model. Tisková deska musí být kalibrována rovnoběžně s extrudérem, aby nedošlo k chybnému výtisku. Běžná forma tiskové desky je ve formě akrylové nebo skleněné tabule. Filament je nutno k tiskové desce přichytit, přičemž vhodnější volbou jsou vyhřívané tiskové desky, které poskytují lepší adhezi materiálu s tiskovou deskou [19].
- Rám – konstrukce tiskárny je tvořena rámem, který je mnohdy vytvořen pomocí jiné 3D tiskárny. Výhodou tohoto přístupu je možnost pozdějšího upgradu. Důležitými parametry rámu jsou přesnost, stabilita a tuhost. Tisková deska by měla být pevně uchycena, přičemž rameno s extrudérem musí být vodorovně zarovnáno [5][19].
- Krokové motory – krokové motory jsou použity pro samotný pohyb extrudéru, podávání filamentu do extrudéru a také pohyb tiskové desky v prostoru [5].
- Řídící jednotka – řídicí jednotka je komponenta, která je použita jako jednotka čtení a zpracování vstupního G-codu [5].

2.1.1 Filament

Filament představuje klíčový prvek FDM tiskárny, bez kterého by tisk nebyl možný. Jedná se o tiskový materiál dodávaný ve formě cívky s filamentem o průměru 1,75 mm nebo 2,85 mm [19].

Jedním ze základních materiálů používaných pro tisk 3D modelů je PLA. Jedná se o polyester z rostlinných materiálů jako je kukuřice, cukrová třtina nebo řepa. Tento materiál je vhodný pro každodenní tvorbu velkých, ale také malých a detailních modelů. Mezi jeho klady lze zařadit rychlost a cenu tisku, tisk při nízkých teplotách okolo 175 °C a také možnost tisku bez nutnosti použití vyhřívané podložky. Nevýhodou tohoto materiálu je jeho křehkost a také náchylnost vůči vyšším teplotám, z tohoto důvodu není vhodný pro venkovní použití. Ačkoliv se jedná o materiál biologicky rozložitelný a tudíž nezávadný, není vhodný pro tvorbu nádob pro jídlo nebo pití kvůli možnému vzniku trhlin na povrchu předmětu a následným usazením bakterií [21].

Dalším běžně používaným filamentem je glykolem modifikovaný Polyethylene Terephthalate zkratkou PETG. Polyester PET se v tomto případě obohacuje o glykol a to z důvodu docílení snadnějšího tisku, větší průhlednosti během tisku poloprůhledných variant a také menší křehkosti. PETG je levný a lehce tisknutelný materiál, který má zároveň dobrou tepelnou odolnost. Tento materiál je vhodný pro předměty použitelné do

interiérů i exteriéru, kde teplota nepřesáhne 80 °C. Jedná se zejména o technické díly. Nevýhodou tohoto materiálu je nevhodnost při tisku malých detailních částí, silná přilnavost k podložce nebo obtížné odstranění podpor [22].

Acrylonitrile Butadiene Styrene zkratkou ABS je levný materiál, který je vhodný především pro tisk konstrukčních dílů. Tento materiál je znám především jako materiál pro výrobu Lega. Výhodou tohoto materiálu je jeho houževnatost a mechanická odolnost. ABS je vhodný také pro venkovní použití, protože má velmi dobrou teplotní odolnost. Hlavní nevýhodou tohoto materiálu je jeho kroucení, a především vzniklé výpary, které jsou zdraví nebezpečné [23].

Polyamid je termoplast známý především pod názvem nylon. Jedná se o extrémně odolný materiál. Mezi výhody polyamidu patří velká teplotní a mechanickou odolnost, ale také flexibilita v tenkých vrstvách. Polyamid je hygroskopický materiál, který je potřeba skladovat ve vzduchotěsné nádobě s pohlcovačem vlhkosti [24].

2.2 Stereolitografie(SLA)

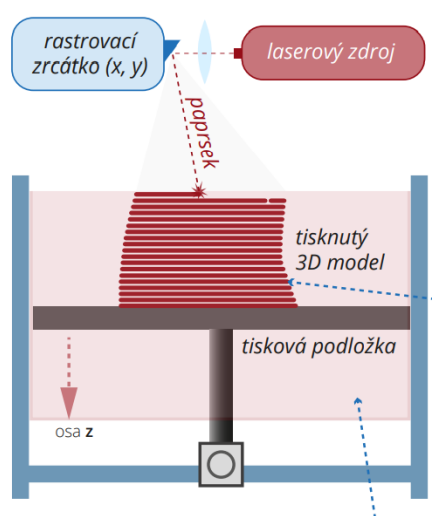
Zástupcem tekuté formy materiálu 3D tisku je technologie SLA, jenž představuje zkratku pro „stereolitografický aparát.“ Tekutý materiál zde představuje pryskyřice. Tisk technologií SLA je možno uskutečnit konvenčně, kdy model je tisknut shora dolů (top-down) nebo naopak (bottom-up). Kloski ve své publikaci [19] popsal proces tisku bottom-up. Základní komponentou je vana, která je použita jako nádoba pro tekutou pryskyřici. Nad vanou je umístěna tisková deska, která je orientovaná směrem dolů. Tisková deska je nořena do vany tak, aby vznikla tenká vrstva pryskyřice mezi vanou a tiskovou deskou. Následuje samotný princip tisku, kdy na tiskovou desku dopadá světlo [19]. Podle zdroje světla a doby potřebné k vytvrzování pryskyřice lze SLA tiskárny rozdělit na [5]:

- Laser – tiskárny, které používají jako zdroj světla UV laser. Tisková plocha je vytvrzována v místech dopadu UV laseru, přičemž směr dopadu je určen pomocí dvou zrcadel. Doba tisku jedné vrstvy je určena na základě velikosti vytvrzované plochy.
- DLP (digital light processing) – jedná se o selektivní vytvrzování projektorem, kdy v místech osvětlení tiskové plochy dojde k vytvrzení. Doba tisku jedné vrstvy je konstantní.

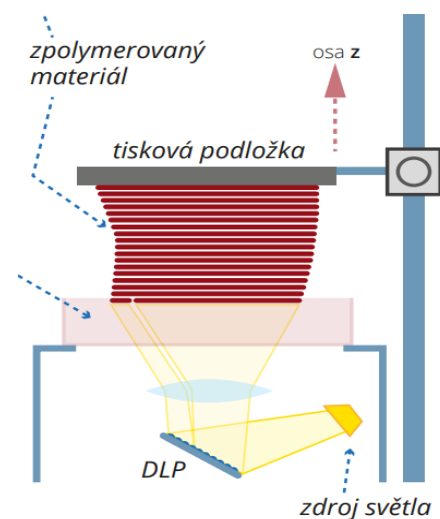
- MSLA (mask stereolitography) – třetím typem je UV LED a selektivní osvětlování tiskové plochy pomocí LCD displeje. Princip tisku je založen na vytvrzování pryskyřice v místech aktivních pixelů. Doba tisku jedné vrstvy je konstantní.

Po této operaci následuje posunutí tiskové desky směrem nahoru o jednu vrstvu. Je opakován proces dopadu světla na tiskovou desku a vzniká druhá vrstva modelu. Celý proces je opakován tak dlouho, dokud není výsledný model vytisknut [19].

Předností SLA tiskáren je jejich vysoká kvalita tisku, kdy oproti FDM tiskárnám jsou tvořeny propracovanější výtisky. Naopak nevýhodou SLA tiskáren je velikost tiskové plochy a doba tisku, která je oproti FDM tiskárnám delší. Další nevýhodou je zápach a toxicita pryskyřice, kdy je nutné při manipulaci s modelem používat ochranné rukavice. Po samotném tisku je doporučován proplach izopropylalkoholem. Tento prostředek slouží k čištění zbytkových částí pryskyřice. Po vyčištění je vhodné výsledný model vložit do speciálního vytvrzovacího UV boxu nebo model vystavit slunečnímu záření [5][19].



Obrázek 3 – Top down, zdroj: [20]



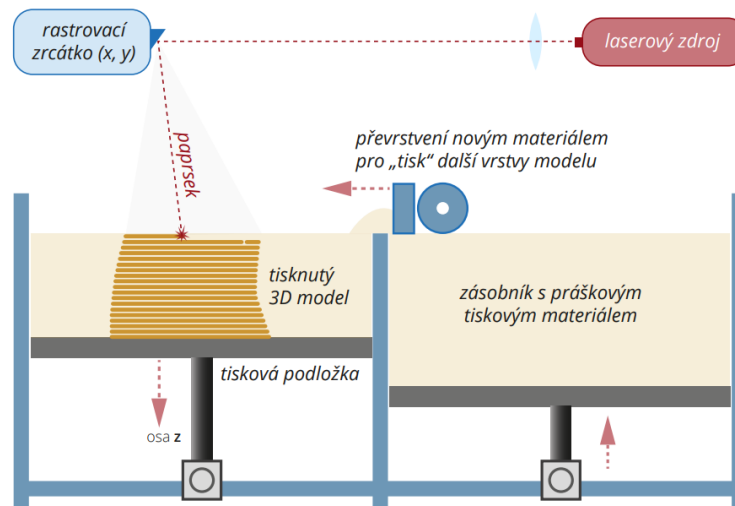
Obrázek 4 – Bottom up, zdroj: [20]

2.3 Spékání laserem (SLS)

Třetí základní technologie 3D tisku je založena na spékání jemného plastového prášku. Tiskárny založené na technologii SLS obsahují dvě komory. První komora slouží k samotnému tisku modelu a druhá komora je určena jako zásobník s práškovým materiálem. V první komoře je umístěná tisková podložka, na kterou je pomocí válce ze zásobníkové komory nanесena vrstva prášku. Pomocí laseru se plocha jedné vrstvy modelu

speče, poté následuje posunutí tiskové plochy o jednu vrstvu níž, a naopak zásobníku výš. Celý proces je opakován, dokud není vytisknut výsledný model. SLS tiskárny jsou primárně použity v průmyslu, kde jsou vhodné pro výrobu prototypů [5][20].

Níže na obrázku je schematicky zobrazen princip SLS tiskáren.



Obrázek 5 – Schéma SLS tiskárny, zdroj: [20]

3 PROCES ADITIVNÍ VÝROBY

Za výsledným výrobkem vytvořeným pomocí 3D tisku stojí jednotlivé fáze výroby.

Prvním krokem k tvorbě výsledného modelu je konceptualizace. Tvůrce modelu přichází s jistou myšlenkou, jakých rozměrů a funkcí má model nabývat. Při 3D tisku je tento návrh tvořen v prostředí určitého CAD/CAM programu. Dle článku webové stránky O2 chytrá škola [25] příkladem volně dostupného CAD programu pro modelování může být:

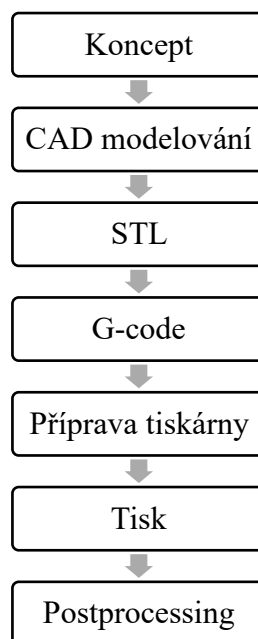
- Autodesk Tinkercad
- SketchUp
- Blender 3D
- Autodesk Inventor
- Open SCAD
- 3D Crafter
- LeoCAD

V tomto programu tvůrce modelu vytvoří digitální formu modelu pomocí nabízených komponent, které mezi sebou určitým způsobem kombinuje a přiřadí jim určitou tloušťku. Digitální formy modelu můžeme dosáhnout rovněž pomocí laserového nebo optického scanování. Průša [5] uvádí, že lze použít také fotogrammetrii. Jedná se o techniku založenou na fotografiích předem vybraného 3D objektu z různých úhlů pohledu, přičemž fotky jsou následně pomocí programu sestaveny do výsledného 3D modelu. Gibson [1] uvádí, že digitální forma modelu je uložena ve formátu STL, AMF. Průša [5] dále uvádí, že kromě formátu STL nebo AMF lze ještě použít formáty OBJ, 3MF nebo Prusa soubor. Formát STL je generován automaticky CAD modelem. Podle článku webové stránky Adobe [26] se soubor ve formátu STL skládá z propojených trojúhelníků. Jedná se o trojúhelníkovou teselaci, která vytvoří geometrii povrchu objektu a zároveň uloží podrobnosti o jednotlivých trojúhelnících. Tyto trojúhelníky popisují povrch 3D objektu, přičemž zde platí, že čím více trojúhelníků soubor STL obsahuje, tím se jedná o složitější návrh s vyšším rozlišením. Podle Gibsona [1] však formát STL neobsahuje informace o barvě, materiálu nebo dalších vlastnostech. Tato skutečnost vedla k vytvoření formátu AMF, který obsahuje informace o rozměrech, barvě a materiálu. Podle Průši [5] je model uložený v požadovaném formátu nutno převést na sadu instrukcí G-code, s kterými je tiskárna schopna pracovat. Soubor G-code obsahuje informace o pohybu extrudéru, množství potřebného filamentu, nastavení teploty nebo rychlosti ventilátoru. Převod

z formátu STL do G-code je proveden pomocí speciálního programu obecně zvaného jako slicer. Mezi zástupce slicerů lze uvést PrusaSlicer, Cura nebo Simplify3D.

Gibson [1] upozorňuje, že před samotným tiskem je ještě nutno uvést tiskárnu do požadovaného stavu, který závisí na typu tiskárny. Nevhodně připravená tiskárna může způsobit neuspokojivý výsledek modelu. Po přípravě tiskárny následuje samotný tisk. Vytisknutý model musí nakonec ještě projít fází dodatečných úprav, které se říká postprocessing. Tyto úpravy se liší v závislosti na materiálu a typu tiskárny, ze které byl model vytisknut. Obecně se však jedná o úpravy, které mají za cíl zlepšení povrchu modelu, odstranění podpor nebo úpravy estetického charakteru.

David Schwarz [27] ve svém článku popisuje post-processing dvou předmětů vytisknutých pomocí filamentů PLA a PETG. Vytisknuté předměty je nejprve vhodno označit barvou a slepit lepicí páskou, což má za cíl možnost vzhledu do výsledné podoby modelů. Jakmile je předchozí krok splněn, následuje lepení pomocí lepidla s aktivátorem nebo vteřinovým lepidlem, přičemž díly náchylnější na námahu je vhodno vyztužit armaturou. Tenké a plochou velké díly je vhodné vyztužit laminátem pomocí štětce z vnitřní strany. Jakmile je tento proces hotov, modely jsou připraveny na vyhlazení pomocí smirkového papíru. Pokud vzniknou mezery mezi díly tak je možné tento stav opravit pomocí karosářského tmelu. Opracované modely jsou nastříkány základovou barvou. Na tuto barvu jsou nanášeny další vrstvy, které jsou zastříkány bezbarvým sprejem.



Obrázek 6 – Proces tvorby modelu, zdroj: vlastní

4 PROJEKTOVÁ VÝUKA

Projektová výuka nabývá stále většího významu v pedagogické praxi. Jedná se o inovativní přístup ke vzdělávání, kdy žáci jsou aktivním prvkem. Dle Kratochvílové [28] bychom mohli projektovou výuku definovat jako výuku založenou na projektové metodě.

4.1 Projektová metoda

V rámci vnímání definice projektové metody lze nalézt tři odlišné přístupy. Prvním přístupem k definici projektové metody je pomocí termínu **projekt**. Průcha [29] uvádí: *„Projektová metoda je vyučovací metoda, v níž jsou žáci vedeni k samostatnému zpracování určitých projektů a získávají zkušenosti praktickou činností a experimentováním.“*

Maňák [30] vymezuje projekt jako: *„komplexní praktickou úlohu (problém, téma) spojenou se životní realitou, kterou je nutno řešit teoretickou i praktickou činností, která vede k vytvoření adekvátního produktu.“*

Druhý přístup k definici projektové metody je vymezením typických **znaků**. Podle Kratochvílové [28] mezi typické znaky můžeme zařadit tyto činnosti:

- Realizace a výstup
- Činnost, kterou nelze dopředu zcela jasně naplánovat
- Aktivita a samostatnost žáka
- Reagování na změny a tvořivost
- Autoregulovaná činnost
- Odpovědnost žáka za výsledek
- Teoretická i praktická činnost

Třetí přístup k definici projektové metody vychází z myšlenky **koncentrace**. Jedná se o určení základních společných znaků, kolem kterých je učivo koncentrováno. Východiskem přístupu založeném na koncentraci učiva je globální pohled na svět. Životní realitu vnímáme interdisciplinárně jako celistvé jevy a situace. Jedná se o opačný přístup k známému parciálnímu rozdělení poznatků do předmětů, které představují jednotlivé vědní obory [28][31].

4.2 Topologie projektové výuky

Valenta [32] ve své publikaci shrnuje topologické rozdělení projektové výuky různých autorů. Projektovou výuku bychom mohli rozdělit podle **účelu**. Účelem projektu je vyřešení určitého problému nebo řešení konstrukce výrobku. Dále bychom zde mohli zařadit hodnocení, kdy porovnáváme produkty podle určitých kritérií. Posledním typem jsou projekty pojmenované jako drilové, které slouží k upevnování nabytého učiva. Pokud budeme rozlišovat projekty podle **navrhovatele**, můžeme zde zařadit projekty spontánní. Tyto projekty vychází z potřeb žáků. Dále projekty podle navrhovatele dělíme na uměle připravené učitelem nebo jako určitý mezityp, který vychází z potřeb žáků, ale je určitým způsobem učitelem korigovaný. Jestliže projekty dělíme podle **místa** konání, potom bychom je mohli rozdělit na školní, domácí nebo spojitě, kdy určitá část projektu se řeší ve škole a zbylá doma. Další kritérium je dělení projektů podle **počtu žáků**. Projekty mohou být jak individuální, tak kolektivní. Kolektiv může být tvořen v rámci třídy, ročníku, několika ročníků nebo celoškolní. Posledním typem je opět určitý mezityp, kdy jsou využity kolektivní aktivity společně s aktivitami individuálními. Z pohledu **času** bychom mohli projekty rozdělit na krátkodobé nebo dlouhodobé, které mohou trvat i několik měsíců. Podobný pohled na rozdělení projektu je podle **velikosti** na projekty malé a velké. Posledním rozdělením je podle **organizace**. Zde projekty dělíme na projekty v rámci jednoho předmětu, v rámci příbuzných předmětů, mimo výuku předmětů nebo jako jiná alternativa předmětů.

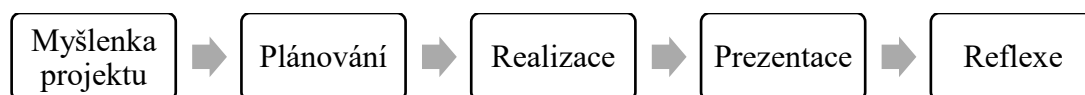
4.3 Fáze projektové výuky

Projektovou výuku bychom mohli rozdělit na pět na sebe navazujících fází. Tyto fáze ve své publikaci pojmenovala Dömischová [33]. Jedná se o:

- **Zrod projektové myšlenky** – zde ještě nemáme úplnou představu o projektu, realizaci ani podobě výsledného produktu, avšak vzniká podnět k rozvoji.
- **Plánování** – důležitou fází z pohledu výsledku projektu je plánování. Musí zde dojít ke stanovení nejen cíle projektu, ale i časové náročnosti a druhu projektu. Dalšími důležitými skutečnostmi jsou rozdělení činností a skupinových, popřípadě individuálních úkolů nebo rolí. Při plánování je také žádoucí jasně vysvětlit pravidla týkající se projektu, které by měly být srozumitelné učitelům i žákům, kteří se na projektu podílí. Zásadním faktorem je vnitřní motivace žáků. Jestliže se na počátku projektu podaří vyvolat v žácích touhu po vyřešení daného úkolu,

je zřejmé, že z hlediska vyučování bude projekt úspěšnější. Rovněž se nesmí opomenout zvolit si vyhovující materiální prostředky, které jsou nezbytné k vykonání dané projektové činnosti. Pokud je projekt kvalitně naplánovaný je nepravděpodobné, že může dojít k neočekávaným situacím. Ovšem nepovažuje se za vhodné souběžné řešení více projektů najednou. Jestliže jsou žáci nuceni k práci na více projektech, může dojít k tomu, že žáci budou unaveni či budou mít nechuť účastnit se jiných projektů.

- **Realizace** – tato fáze projektu je charakteristická provedením všech aktivit a vytyčených úkolů souvisejících s realizací projektu. Prostředky pro dosažení vytyčeného cíle si žáci zvolí sami. Během projektové výuky mohou žáci využívat větší množství zdrojů než ve výuce tradiční, kde jsou žáci odkázáni většinou na jeden informační zdroj. Žáci mohou navštívit školní knihovny či mohou čerpat informace z encyklopedie, internetu, odborných knih. Kromě toho je jim dovoleno navštěvovat nejen školské zařízení, ale i obecní nebo městské úřady. Žáci pracují individuálně nebo ve skupinách. Učitel zde zastává roli konzultanta, snaží se žáky motivovat a vysvětlit jim vzniklé nejasnosti. Žáci mezi sebou diskutují, určují si role a vypracovávají úkoly. Konec této fáze spočívá v hotovém produktu.
- **Prezentace** – výstupy projektu lze prezentovat v různých prostředích i různou formou. Místem výstupu projektu mohou být nejen vnitřní i venkovní prostory školy, ale také různé subjekty mimo školní prostředí. Forma výstupu bývá tvořena zpravidla pomocí informačních technologií jako jsou školní internetové stránky, časopisy nebo výstupy na videokonferencích. Četným výstupem projektu je forma prezentace, avšak představení projektu může nabývat i jinou formu jako je například divadelní představení nebo besídka.
- **Reflexe** – na rozdíl od tradiční formy hodnocení výsledného produktu žáků je v rámci projektové výuky hodnocena příprava, spolupráce žáků mezi sebou, samostatnost při práci a další faktory, které mohou ovlivnit výsledek. Vhodný je pozitivní přístup k hodnocení, který žáky motivuje. Reflexi lze získat od všech zainteresovaných stran, přičemž slouží k analýze projektu a vede ke zdokonalování projektové výuky.



Obrázek 7 – Fáze projektu, zdroj: vlastní

4.4 Klady a zápory projektové výuky

Při projektové výuce se nabízí celá řada předností, nicméně pro lepší orientaci Kratochvílová [28] rozdělila klady do čtyř dimenzí:

- Žáka
- Učitele
- Procesu učení se
- Okolního prostředí

Z pohledu **žáka** projektová výuka působí pozitivně v rovině biosomatického růstu a respektování zrání, což představuje individuální možnosti zapojení žáka. V rovině duševního rozvoje žák získává silnou motivaci k učení, přebírá zodpovědnost za výsledek své práce, rozvíjí samostatnost, získává nové zkušenosti a dovednosti aj. Další rovinou je sociální rozvoj, kde na žáky pozitivně působí spolupráce, kooperace. Žáci také rozvíjí své komunikační dovednosti, přičemž se učí vzájemnému respektu. V rámci rozvoje svého já se učí autoregulaci svého učení a svých hodnot. Poslední rovinou je duchovní rozvoj, kdy žák prožívá radost z objevování a tvorby, rozvíjí svou tvořivost a fantazii. Druhá dimenze se zabývá klady projektové výuky na **učitele**. Učitel se učí nové role – poradce, moderátora, facilitátora. Dítě je z pohledu učitele vnímáno jako celek a je měněno jeho pojetí, přičemž repertoár výuky učitele je rozšiřován a obohacen o různé formy informačních zdrojů. Mezi další klady je zařazeno použití nového způsobu hodnocení a rozšíření organizačních a plánovacích dovedností. Třetí dimenze je určena **procesem učení se**. Prohlubují se znalosti a dovednosti žáků, které jsou integrovány z různých oborů. Osobnost žáka je rozvíjena individuálně přirozeným procesem. Je určen partnerský vztah mezi učitelem a žákem. Čtvrtá dimenze se zabývá **okolním prostředím**. Zapojeni jsou žáci, škola, okolí a rodiče, jejichž zájem o vyučování je zvýšen.

Negativa projektové výuky jsou rozdělena obdobně v již výše zmíněných dimenzích. Dimenze **žáka** může být negativně ovlivněna časovou náročností a kompetencemi potřebnými k splnění cíle projektu, jako je schopnost použití vhodného zdroje informací. Dimenze **učitele** může být negativně ovlivněna časovou náročností, způsobem plánování, náročností na hodnocení a možnou nesystematičností. Vyžadující se spolupráce s různými subjekty, které však nespolupracují může vést k osamocení práce učitele. Četné zařazení projektů může vyústit v únavu a ztrátu motivace. V dimenzi **procesu učení se** není

respektován princip posloupnosti, přičemž jsou opomíjeny fáze opakování. Pro správný výstup projektu jsou vyžadovány různé zdroje informací a obtížnější oproti tradičnímu vyučování je materiální vybavení. Jako poslední negativum je nutno zmínit náročnost flexibilní komunikace, která může zahrnovat změnu rozvrhu nebo blokovou výuku. V dimenzi **okolního prostředí** je zahrnuto okolí, jež vnímá projektovou výuku jako hru nebo jako obtíž [28].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 SOUČASNÉ VYUŽITÍ 3D TISKU NA OSMILETÝCH GYMNÁZIÍCH

V této kapitole jsou představena osmiletá gymnázia, která se v současné době 3D tiskem zabývají.

Dle webové stránky [34] Gymnázium Polička klade důraz na polytechnické vzdělání, které rozvíjí technické myšlení a podporuje vzájemnou spolupráci žáků. První 3D tiskárna, založená na open source projektu RepRap, byla školou pořízena již v roce 2015. Následující rok v Gymnáziu Polička vzniká laboratoř 3D tisku a spolu se vznikem laboratoře vzniká kroužek Makers, který je určen pro žáky všech věkových skupin gymnázia. V rámci spolupráce školy s firmou YSoft vyšla v roce 2018 případová studie, která shrnuje situaci 3D tisku na gymnáziu. Dle posledních zveřejněných informací z roku 2020 škola vlastní celkem osm 3D tiskáren.

V roce 2023 [35] Základní škola a gymnázium Vítkov v rámci projektu PC učebna společně se střediskem volného času Vítkov uspořádala projekt zabývající se 3D tiskem. Žáci byli seznámeni s konstrukcí 3D tiskáren, principem tisku a také tvorbou modelu v prostředí CAD programu Tinkercad.

3D tisk je používám na Gymnáziu Matyáše Lercha v Brně. V rámci spolupráce školy s firmou YSoft vznikla případová studie. V této studii jsou uvedeny klady zařazení 3D tiskáren do výuky. 3D tiskárny představují poutavé učební pomůcky, které zároveň vytváří hmatatelné výsledky výuky. Škola disponuje pěti tiskárnami eDee a jednou tiskárnou Molestock. Tiskárny jsou žákům k dispozici ve výuce i v rámci mimoškolních aktivit [36][37].

Dle webových stránek [38][39] na Jiráskově Gymnáziu v Náchodě jsou pro žáky k dispozici technické kroužky. Jedním z těchto kroužků je kroužek 3D tisku a modelování, který na gymnáziu působí od roku 2015. Žáci jsou seznámeni s prací v programech TinkerCAD, SolidWorks for Kids, Fusion 360 nebo Inventor. Pro zájemce z řad žáků je připraven program společnosti Autodesk Academia, kdy při splnění daných podmínek mohou žáci získat certifikát firmy Autodesk.

Pro žáky tercie Gymnázia Karviná je v letošním roce otevřen technický kroužek zaměřený na technologie 3D tisku. Žáci jsou v kroužku seznámeni s rozdílnými postupy při pořízení 3D modelu jako stažení modelu pomocí internetu, použitím 3D skeneru nebo pomocí

modelování v CAD prostředí [40]. Gymnázium v Karviné se také zúčastnilo projektu Průša pro školy a v rámci jeho řešení vytvořilo projekt s názvem Vymodeluj a vytiskni si svou školu v Minecraftu. Projekt je určen pro dva ročníky gymnázia. V první fázi projektu žáci prvního ročníku modelují školní budovu ve hře Minecraft. Na tento krok navazují žáci tercie, kteří v rámci technického kroužku zpracovali společně s lektorem model v programu Tinkercad a následně ho vytiskli [41].

Na Gymnáziu Jana Opletala v Litovli je v letošním školním roce otevřen kroužek Robotiky a programování. Pro žáky vyššího stupně gymnázia je kroužek veden formou projektů, přičemž žáci vytváří modely na 3D tiskárně. Pro tisk modelů mohou žáci využít čtyři tiskárny společnosti Průša [42].

Gymnázium Třeboň [43] v rámci projektu Průša pro školy vytvořilo projekt na téma Zlomky, procenta, desetinná čísla, úhly. Výsledným produktem je sada výsečí kruhu, kde jsou jednotlivé hodnoty vyjádřeny pomocí zlomků, procenty, desetinným číslem a úhlem. Tato sada slouží jako učební pomůcka v rámci výuky matematiky nižšího stupně gymnázia.

Smyslem projektu Gymnázia Chotěboř je vytvořit hlavolam pomocí programu SketchUp. Žáci si při tvorbě hlavolamu zopakují nabyté dovednosti, které získali v úvodním kurzu v prvním ročníku. Rozsahem se jedná o malý projekt v rámci dvou vyučovacích hodin [44].

Gymnázium Jiřího Ortena v Kutné Hoře připravilo pro žáky projekt, jehož cílem je vytvořit, vytisknout a sestavit nejvyšší věž s pomocí špejlí a vytisknutých součástí. Rozsah projektu jsou čtyři vyučovací hodiny. Projekt je vhodný i pro školy, které vlastní pouze jednu tiskárnu, protože je koncipován tak, aby si všichni žáci mohli vyzkoušet nastavení tiskárny i samotný tisk [45].

Projekt připravený na Gymnáziu a Střední odborné škole dr. Václava Šmejkal v Ústí nad Labem je vhodný pro žáky sexty osmiletého gymnázia v rámci předmětu informatika. Cílem projektu je vytvořit držák pro výukového robota Edison. Rozsah projektu je šest vyučovacích hodin [46].

Gymnázium T.G. Masaryka v Hustopečích vytvořilo projekt, jehož cílem je tvorba husitských zbraní. Projekt je koncipován rozsahem dvou vyučovacích hodin jako mezipředmětový informatiky a dějepisu. Fáze projektu lze rozdělit do sedmi kroků. V prvním kroku žáci obdrží zadání projektu, jehož cílem je si vybrat vhodný model

k modelování. Jakmile mají žáci vybránu zbraň k modelování začnou pracovat v programu Tinkercad. Po této fázi následuje nahrání modelu do programu PrusaSlicer a samotný tisk. Vytisknuté modely žáci dále lepí a kompletují. V závěru projektu žáci prezentují před spolužáky svůj model a diskutují případné problémy, které během projektu vznikly. Výsledné vytisknuté modely zbraní slouží jako učební pomůcky pro výuku dějepisu v sekundě nižšího gymnázia [47].

Na Biskupském gymnáziu v Ostravě vytvořili projekt s názvem 3D model města. Cílovou skupinou projektu jsou žáci kvinty, kteří pracují na své části města. Jednotlivé části potom tvoří celé město. Rozsahem se jedná o střednědobý projekt na deset vyučovacích hodin. První dvě vyučovací hodiny jsou věnovány seznámením se s programy Tinkercad, PrusaSlicer a také 3D tiskárnou. Třetí a čtvrtá vyučovací hodina je věnována představením projektu a rozdělení práce. Následující čtyři hodiny jsou věnovány samotnému modelování v programu Tinkercad. V závěrečných dvou hodinách žáci již vytisknutý model kompletují, lepí a společně diskutují výsledek [48].

Gymnázium Lovosice připravilo projekt, jehož cílem je vymodelování těles pro výuku stereometrie. Projekt je určen pro žáky sexty, kteří tvoří pomůcku pro žáky septimy. V prvních dvou vyučovacích hodinách jsou žáci seznámeni s prostředím Tinkercad. Samotná tvorba základních a kloubových dílů trvá celkově osm vyučovacích hodin [49].

Na Gymnáziu Mimoň byl vytvořen projekt, jehož cílem bylo vytvořit razítka chemických sloučenin. U žáků jsou v tomto projektu rozvíjeny mezipředmětové vztahy zejména v oblasti informatiky, chemie a estetické výchovy. První dvě vyučovací hodiny slouží k představení projektu a výběru vhodných chemických sloučenin. Následuje samotné modelování chemických sloučenin v programu Tinkercad. Modelování společně s kontrolou tiskových ploch trvá pět až šest vyučovacích hodin. Po samotném tisku je jedna vyučovací hodina věnována ještě slepení jednotlivých částí a zhodnocení projektu [50].

Projekt Pythagorova věta a její důkaz vytvořený na Gymnáziu a SOŠ Podbořany se zabývá tvorbou dílů, které demonstrují platnost Pythagorovy věty. Jedná se o celodenní projekt, kdy v první fázi se žáci učí modelovat v prostředí Tinkercad. V druhé fázi projektu se již žáci zaměří na jednotlivé díly, které tvoří pomůcku pro demonstraci Pythagorovy věty. Projekt je vhodný pro žáky sekundy až kvinty [51].

Ze získaných informací týkajících se 3D tisku na osmiletých gymnáziích vyplývá, že většina škol 3D tisk teprve zavádí. Žákům gymnázií je často nabízen technický nebo jiný kroužek, který se touto problematikou zabývá. V těchto kroužcích jsou žáci seznámeni se základním principem 3D tisku, modelováním v CAD programech i samotným tiskem. Školy disponují nejčastěji jednou nebo jednotkami 3D tiskáren. Zavedení 3D tiskáren do škol v současné době velmi významně ovlivňuje projekt Průša pro školy. V rámci řešení tohoto projektu vzniká na webové stránce Printables databáze již vytvořených projektů z oblasti 3D tisku pro učitele i žáky. Jedná se zejména o krátkodobé až střednědobé projekty. Pro modelování školy využívají především program Autodesk Tinkercad, který je však vhodný primárně pro mladší žáky a nereflektuje programy, se kterými se žáci mohou v praxi setkat. Na základě těchto informací jsem navrhnul projektovou výuku vhodnou pro použití v hodinách informatiky nebo v technickém kroužku osmiletého gymnázia.

6 KONCEPT PROJEKTOVÉ VÝUKY

Na základě rešerše současného stavu jsem zjistil, že většina škol s aditivní výrobou (3D tiskem) ve škole teprve začíná. Koncept projektové výuky jsem proto přizpůsobil tak, aby byl vhodný pro zavedení aditivní výroby (3D tisku) na osmiletém gymnáziu. Žáci se během řešení projektu seznámí se základními pojmy aditivní výroby (3D tisku), modelováním a prezentací výsledků. Projekt je navrhnout tak, aby byl proveditelný v současných podmínkách škol, kdy škola má k dispozici pouze jednu tiskárnu. Z tohoto důvodu je projekt zaměřen zejména na modelování, kterému se mohou věnovat všichni žáci samostatně na vlastním počítači a které představuje v problematice aditivní výroby (3D tisku) zásadní dovednost. Jako program k modelování byl zvolen program Autodesk Inventor Professional 2023, který lze zdarma používat v rámci školy pro studijní účely. Tento program představuje CAD prostředí, které je v praxi běžně používáno k tvorbě modelů. Jelikož se nejedná o jednoduchý program, jsou v rámci projektu věnovány vyučovací hodiny učení se modelování v tomto CAD prostředí. Z rešerše současného stavu je zřejmé, že většina škol se v rámci řešení projektů zaměřila na tvorbu učebních pomůcek. Ve většině případů žáci vytváří pomůcku samostatně bez návaznosti na ostatní žáky. Ke tvorbě konceptu projektové výuky jsem přistoupil tak, aby žáci v rámci jeho řešení dokázali aplikovat znalosti, dovednosti nabyté během řešení projektu. Koncept projektové výuky byl vytvořen tak, aby byl splnitelný pro žáky, kteří se s aditivní výrobou (3D tiskem) nesetkali. Nicméně je navrhnout tak, aby žáci kteří již znalosti mají mohli daný projekt uchopit podle vlastního uvážení a inovace. Ke správnému vyřešení projektu jsou žáci nuceni spolu komunikovat. Níže v této kapitole je představen samotný koncept projektové výuky, jeho základní parametry, scénář a také jsou popsány konkrétní činnosti v rámci vyučovacích hodin.

Název tématu:

Projektová výuka aditivní výroby (3D tisku) na osmiletém gymnáziu

Název projektu:

Modelování společenské hry Kris Kros

Typ projektu podle:

- Účelu: řešení modelování výrobku
- Navrhovatele: uměle vytvořený
- Místa konání: školní
- Počtu žáků: skupinový (3 žáci)
- Času, velikosti: krátkodobý, malý
- Organizace: v rámci předmětu informatika, semináře z informatiky, technického kroužku, kroužku 3D tisku

Cíl projektu: Cílem projektu je vytvoření modelů společenské hry Kris Kros v CAD programu Autodesk Inventor Professional 2023.

Smysl projektu:

Smyslem projektu je předat žákům osmiletého gymnázia základní znalosti týkající se aditivní výroby a dovednosti ve formě modelování společenské hry. Žáci se během projektu seznámí s pojmem aditivní výroba, který si vysvětlí. Dále žáci pochopí samotný princip 3D tisku, komponenty 3D tiskárny a základní technologie aditivní výroby. Žáci budou seznámeni také s historií aditivní výroby. Během řešení projektu se žáci naučí pracovat se základními prvky modelování v programu Autodesk Inventor Professional 2023. Nabyté dovednosti reflektují do tvorby vlastního skupinového modelu hry Kris Kros.

Výstup projektu: Výstupem projektu jsou 3D modely společenské hry Kris Kros vytvořené skupinami žáků pomocí CAD programu Autodesk Inventor Professional 2023 a jejich prezentace výsledků modelování.

Kompetence:K učení [52]:

- *své učení a pracovní činnost si sám plánuje a organizuje, využívá je jako prostředek pro seberealizaci a osobní rozvoj;*
- *efektivně využívá různé strategie učení k získání a zpracování poznatků a informací, hledá a rozvíjí účinné postupy ve svém učení, reflektuje proces vlastního učení a myšlení;*
- *kriticky přistupuje ke zdrojům informací, informace tvořivě zpracovává a využívá při svém studiu a praxi;*

- *kriticky hodnotí pokrok při dosahování cílů svého učení a práce, přijímá ocenění, radu i kritiku ze strany druhých, z vlastních úspěchů i chyb čerpá poučení pro další práci.*

Při řešení projektu žák:

- samostatně organizuje pracovní činnost projektu
- získává a zpracovává poznatky a informace nutné k úspěšnému výstupu projektu
- kriticky přistupuje ke zdrojům informací a tvořivě je využívá
- kriticky přistupuje k hodnocení dosažených cílů projektu, přijímá ocenění, kritiku, radu ze strany spolužáků i učitele a čerpá poučení pro další práci

K řešení problémů [52]:

- *rozpozná problém, objasní jeho podstatu, rozčlení ho na části;*
- *vytváří hypotézy, navrhuje postupné kroky, zvažuje využití různých postupů při řešení problému nebo ověřování hypotézy;*
- *uplatňuje při řešení problémů vhodné metody a dříve získané vědomosti a dovednosti, kromě analytického a kritického myšlení využívá i myšlení tvořivé s použitím představivosti a intuice;*
- *kriticky interpretuje získané poznatky a zjištění a ověřuje je, pro své tvrzení nachází argumenty a důkazy, formuluje a obhajuje podložené závěry;*
- *je otevřený k využití různých postupů při řešení problémů, nahlíží problém z různých stran;*
- *zvažuje možné klady a zápory jednotlivých variant řešení, včetně posouzení jejich rizik a důsledků*

Při řešení projektu žák:

- dokáže nalézt problém a navrhnout pro něj vhodné řešení pomocí dříve nabytých znalostí a dovedností
- je otevřen různým postupům řešení a umí zvážit vhodnou variantu řešení problému

Komunikativní [52]:

- *s ohledem na situaci a účastníky komunikace efektivně využívá digitální technologie a dostupné prostředky komunikace, verbální i neverbální, včetně symbolických a grafických vyjádření informací různého typu;*

- *používá s porozuměním odborný jazyk a symbolická a grafická vyjádření informací různého typu;*
- *vyjadřuje se v mluvených i psaných projevech jasně, srozumitelně a přiměřeně tomu, komu, co a jak chce sdělit, s jakým záměrem a v jaké situaci komunikuje; je citlivý k míře zkušeností a znalostí a k možným pocitům partnerů v komunikaci;*
- *prezentuje vhodným způsobem svou práci i sám sebe před známým i neznámým publikem;*
- *rozumí sdělením různého typu v různých komunikačních situacích, správně interpretuje přijímaná sdělení a věcně argumentuje; v nejasných nebo sporných komunikačních situacích pomáhá dosáhnout porozumění.*

Při řešení projektu žák:

- *efektivně využívá digitální technologie*
- *porozumí odborným termínům, které následně využívá ve verbální komunikaci s žáky i učitelem*
- *prezentuje spolužákům výsledky svého projektu a věcně argumentuje*

Sociální a personální [52]:

- *posuzuje reálně své fyzické a duševní možnosti, je schopen sebereflexe;*
- *stanovuje si cíle a priority s ohledem na své osobní schopnosti, zájmovou orientaci i životní podmínky;*
- *odhaduje důsledky vlastního jednání a chování v nejrůznějších situacích, své jednání a chování podle toho koriguje;*
- *přizpůsobuje se měnícím se životním a pracovním podmínkám a podle svých schopností a možností je aktivně a tvořivě ovlivňuje;*
- *aktivně spolupracuje při stanovování a dosahování společných cílů;*
- *přispívá k vytváření a udržování hodnotných mezilidských vztahů založených na vzájemné úctě, toleranci a empatii;*
- *projevuje zodpovědný vztah k vlastnímu zdraví a ke zdraví druhých;*
- *rozhoduje se na základě vlastního úsudku, odolává společenským i mediálními tlakům*

Při řešení projektu žák:

- dokáže odhadnout důsledky svého jednání a je schopen sebereflexe
- aktivně pracuje ve skupině při dosahování cílů projektu
- zakládá své vztahy mezi spolužáky na úctě, toleranci a empatii

Občanská [52]:

- *informovaně zvažuje vztahy mezi svými zájmy osobními, zájmy širší skupiny, do níž patří, a zájmy veřejnými, rozhoduje se a jedná vyváženě;*
- *o chodu společnosti a civilizace uvažuje z hlediska udržitelnosti života, rozhoduje se a jedná tak, aby neohrožoval a nepoškozoval přírodu a životní prostředí ani kulturu;*
- *respektuje různorodost hodnot, názorů, postojů a schopností ostatních lidí;*
- *rozšiřuje své poznání a chápání kulturních a duchovních hodnot, spoluvytváří je a chrání;*
- *promýšlí souvislosti mezi svými právy, povinnostmi a zodpovědností; k plnění svých povinností přistupuje zodpovědně a tvořivě, hájí svá práva i práva jiných, vystupuje proti jejich potlačování a spoluvytváří podmínky pro jejich naplňování;*
- *chová se informovaně a zodpovědně v krizových situacích a v situacích ohrožujících život a zdraví, poskytne ostatním pomoc;*
- *posuzuje události a vývoj veřejného života, sleduje, co se děje v jeho bydlišti a okolí, zaujímá a obhájí informovaná stanoviska a jedná k obecnému prospěchu podle nejlepšího svědomí*

Při řešení projektu žák:

- respektuje různorodost hodnot a schopností ostatních lidí ve skupině
- přistupuje zodpovědně a tvořivě při plnění svých povinností

K podnikavosti [52]:

- *cílevědomě, zodpovědně a s ohledem na své potřeby, osobní předpoklady a možnosti se rozhoduje o dalším vzdělávání a budoucím profesním zaměření;*
- *rozvíjí svůj osobní i odborný potenciál, rozpoznává a využívá příležitosti pro svůj rozvoj v osobním a profesním životě;*
- *uplatňuje proaktivní přístup, vlastní iniciativu a tvořivost, vítá a podporuje inovace;*

- získává a kriticky vyhodnocuje informace o vzdělávacích a pracovních příležitostech, využívá dostupné zdroje a informace při plánování a realizaci aktivit;
- usiluje o dosažení stanovených cílů, průběžně reviduje a kriticky hodnotí dosažené výsledky, koriguje další činnost s ohledem na stanovený cíl; dokončuje zahájené aktivity, motivuje se k dosahování úspěchu;
- posuzuje a kriticky hodnotí rizika související s rozhodováním v reálných životních situacích a v případě nezbytnosti je připraven tato rizika nést;
- chápe podstatu a principy podnikání, zvažuje jeho možná rizika, vyhledává a kriticky posuzuje příležitosti k uskutečnění podnikatelského záměru s ohledem na své předpoklady, realitu tržního prostředí a další faktory.

Při řešení projektu žák:

- rozvíjí svůj osobní potenciál, uplatňuje proaktivní přístup a podporuje inovace
- kriticky hodnotí výsledky projektu, usiluje o dosažení stanovených cílů

Digitální [52]:

- ovládá potřebnou sadu digitálních zařízení, aplikací a služeb, využívá je při školní práci i při zapojení do veřejného života; digitální technologie a způsob jejich použití nastavuje a mění podle toho, jak se vyvíjejí dostupné možnosti a jak se mění jeho vlastní potřeby;
- získává, posuzuje, spravuje, sdílí a sděluje data, informace a digitální obsah v různých formátech; k tomu volí efektivní postupy, strategie a způsoby, které odpovídají konkrétní situaci a účelu;
- vytváří, vylepšuje a propojuje digitální obsah v různých formátech; vyjadřuje se za pomoci digitálních prostředků;
- navrhuje prostřednictvím digitálních technologií taková řešení, která mu pomohou vylepšit postupy či technologie; dokáže poradit s technickými problémy;
- vyrovnává se s proměnlivostí digitálních technologií a posuzuje, jak vývoj technologií ovlivňuje různé aspekty života jedince a společnosti a životní prostředí, zvažuje rizika a přínosy;
- předchází situacím ohrožujícím bezpečnost zařízení i dat, situacím ohrožujícím jeho tělesné a duševní zdraví; při spolupráci, komunikaci a sdílení informací v digitálním prostředí jedná eticky, s ohleduplností a respektem k druhým

Při řešení projektu žák:

- ovládá digitální zařízení a dokáže pracovat v požadovaném programu
- prostřednictvím digitálních technologií dokáže řešit technické problémy

Mezipředmětové vazby a přesahy:

Projektová výuka aditivní výroby nabízí široké spektrum mezipředmětových vazeb. V případě projektové výuky Modelování společenské hry Kris Kros jsou u žáků rozvíjeny digitální kompetence v CAD modelování a také základní znalosti technického kreslení, kterému není na rozdíl od odborných škol věnována taková pozornost. Během projektu jsou žáci seznámeni s historií aditivní výroby, kterou zařazují do širších souvislostí již nabytých znalostí z dějepisu. Při hře již vytisknuté hry Kris Kros si žáci procvičují nabytou slovní zásobu českého jazyka.

Délka trvání: 14 vyučovacích hodin rozdělených do dvouhodinových bloků

Předpokládané formy práce: projektové vyučování

Předpokládané pomůcky: hardwarové vybavení (počítače, 3D tiskárna), softwarové vybavení (Autodesk Inventor Professional 2023), rýsovací potřeby, Přílohy PI-PV

Strukturovaná organizace průběhu (scénář):

Tabulka 1 – Scénář projektu, zdroj: vlastní

Vyučovací hodina	Téma hodiny
1.-2.	Úvod do 3D tisku – motivace, princip tisku, základní technologie, postup (model → STL → Gcode), popis tiskárny, programy pro modelování
3.-4.	Základy kótování a práce v CAD programu Autodesk Inventor Professional 2023
5.	Základní práce v Inventoru – samostatná práce
6.	Seznámení se s projektem (studium pravidel Kris Kros, rozdělení rolí žáků, rozměry modelu)
7.-8.	Projekt – modelování
9.-10.	Projekt – modelování
11.-12.	Projekt – modelování
13.-14.	Tvorba prezentací, prezentace výsledků, diskuse

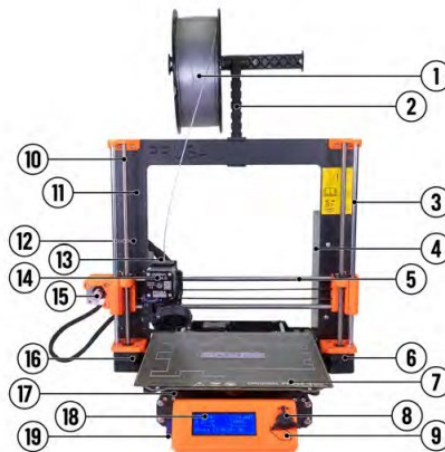
Soustava předpokládaných činností v rámci realizace

1.-2. vyučovací hodina

První vyučovací blok je pojat jako vstupní seznámení s problematikou 3D tisku. I když se jedná o poměrně komplexní téma, kterým je možno zabývat se delší časový úsek, jsou tomuto úvodnímu seznámení věnovány dvě vyučovací hodiny. Tyto vyučovací hodiny jsou dostatečné k obecnému porozumění základů 3D tisku. Ze strany učitele je vhodné si před samotným blokem vyučovacích hodin připravit 3D tiskárnu a popřípadě již vytisknutý model, který může sloužit jako motivace pro tvorbu modelu. V úvodu dvouhodinového bloku vyučovacích hodin učitel zahájí vyučování cílem hodin, jímž by mělo být obecné seznámení se s 3D tiskem. Následuje výklad učitele, popřípadě dotazy ze strany žáků. Při výkladu je vhodné se zaměřit na proces tisku, který žáci v rámci projektu budou sami utvářet modelováním v programu Inventor.

Možný výklad učitele

Aditivní výroba (3D tisk, pojmy aditivní výroba a 3D tisk lze vnímat jako synonyma) znamená proces, při kterém je přidáván materiál vrstvu po vrstvě dokud nevznikne celkový výrobek. V tomto případě model vzniká na zařízení zvaném 3D tiskárna, která v praxi může nabývat rozdílných tvarů i vzhledu. V současné době jsou nejběžnějšími tiskárnami tiskárny společnosti Průša, Trilab, Ultimaker, Stratasys, Creality a další. Nyní přejdeme k naší (školní 3D tiskárně). Pokud se podíváme na naší školní tiskárnu, tak ta obsahuje tyto komponenty. (Jednotlivé komponenty se mohou lišit v závislosti na typu tiskárny, zde je vložen v současnosti nejběžnější typ školní tiskárny).



Obr. 1 - Popis tiskárny Original Prusa i3 MK3S+: (1) Filament; (2) Držák na filament; (3) Osa Z; (4) Zdroj; (5) Osa X; (6) Motor Z2; (7) Vyhřívaná podložka s pružným tiskovým plátem; (8) Hlavní ovládací tlačítko; (9) Reset tlačítko; (10) Tyč s trapézovým závitem; (11) Rám tiskárny; (12) USB port; (13) Řídící jednotka Einsy Rambo; (14) Motor tiskové hlavy (extruderu); (15) Motor X; (16) Motor Z1; (17) Osa Y; (18) LCD panel; (19) Otvor na SD kartu

Obrázek 8 – Tiskárna Prusa i3 MK3S+, zdroj: [53]

Pomocí 3D tiskárny nám vzniká trojrozměrný model vytvořený určitým materiálem (plast, kov – hliník, měď, ocel, titan; beton, sklo, čokoláda atd.). Tyto materiály lze zakoupit ve formě např. Filamentu (plast), resinu (pryskyřice), prášek atd. Materiál, který 3D tiskárna využívá závisí na technologii tisku výrobku.

K tomuto procesu existuje samozřejmě i proces opačný a to tzv. subtraktivní. Subtraktivní proces bychom si mohli představit jako odstraňování materiálu z již vzniklého předmětu (frézováním, obráběním). Pokud se podíváme do historie, tak 3D tisk vznikl v roce 1983, kdy Chuck Hull vynalezl technologii stereolitografie. Co je to stereolitografie? Stereolitografie představuje vůbec první technologii 3D tisku. Principem tisku je

vytvzování tekuté pryskyřice. Tiskárna založená na technologii stereolitografie obsahuje vanu, ve které je nalitá pryskyřice. Nad touto vanou je umístěna tisková deska, která je postupně nořena do pryskyřice tak, aby vznikla tenká vrstva. Na tuto vrstvu dopadá zdroj světla (např. laser), který tuto vrstvu vytvrzuje. Celý proces se opakuje dokud model není vytisknut. Pokud se podíváme na technologii spékání laserem (SLS), tak SLS tiskárna obsahuje dvě komory. V první poloze je umístěna tisková plocha, na kterou je pomocí válce nanesen prášek z komory druhé. Následně se tato vrstva pomocí laseru speče a první komora se sníží o jednu vrstvu. Naopak komora druhá se zvedne. Celý proces se opakuje dokud model není vytisknut. Posledním základním typem je FDM/FFF tavení plastové struny. Na tiskovou podložku je pomocí extrudéru taven filament, který ztuhne a vznikne výsledný model. Abychom byli však schopni si výsledný model vytisknout, musíme si model určitým způsobem obstarat. Nejjednodušším přístupem je si model stáhnout z internetových stránek. Příkladem může být Thingiverse nebo Printables. Druhý přístup je pomocí skenování objektu skenerem nebo techniky fotogrametrie (fotky objektu z různých úhlů a následné sestavení pomocí programu do objektu). Třetí způsob je pomocí CAD programu objekt vymodelovat. Příkladem může být program Tinkercad, SketchUp nebo Inventor. K čemu lze takový 3D tisk použít? Oblastí, kde se s 3D tiskem v současné době můžeme setkat je nespočet. Od tvorby prototypů až po výtisky v podobě jídla. V oblasti zdravotnictví lze pomocí 3D tiskárny tisknout například různé protézy dle potřeby pacienta. Ve školství si lze vytisknout pomůcky pro výuku. V oblasti výtvarného umění lze tisknout objekty, ze kterých lze vytvořit náramky a náhrdelníky. Do domácnosti si můžeme vytisknout předměty denního použití, jako jsou věšáky na oblečení nebo třeba kryt na mobilní telefon. Pomocí 3D tisku lze tisknout také společenské hry. Samozřejmostí všech těchto předmětů je možná personalizace. To znamená, že zákazník je schopen si předmět upravit podle vlastní potřeby. Na kryt na mobil lze přidat vlastní nápis, vybrat barvu jakou bude výrobek vytisknut.

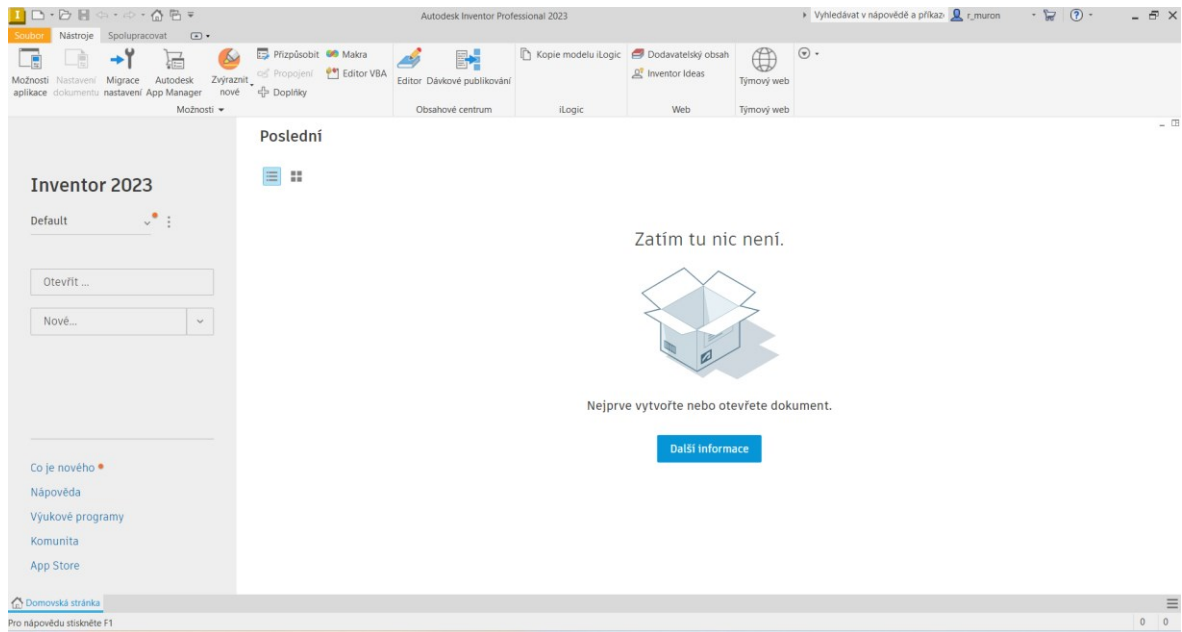
Tyto informace představují minimální základ. Další informace lze čerpat z internetu nebo z publikace Základy 3D tisku s Josefem Průšou [5]. Po výkladu, asi dvacet minut před koncem, rozdává učitel žákům list (Příloha PI), který slouží k upevnění učiva. Tyto materiály se skládají z otázek nabytého učiva a tajenky. Žákům je také přístupný QR kód, který odkazuje na video o 3D tiskárnách. V závěru dvouhodinového bloku zadá učitel žákům domácí úkol, jehož cílem je přinesení rýsovacích potřeb na příští vyučovací hodinu.

Na konci vyučovacího bloku by žáci měli být schopni odpovědět na následující otázky:

- Co je to 3D tisk?
- Kdy 3D tisk vznikl?
- K čemu 3D tisk slouží?
- Co všechno potřebujeme abychom si mohli něco vytisknout?
- Jak získat 3D model objektu?
- Jmenujte základní technologie 3D tisku

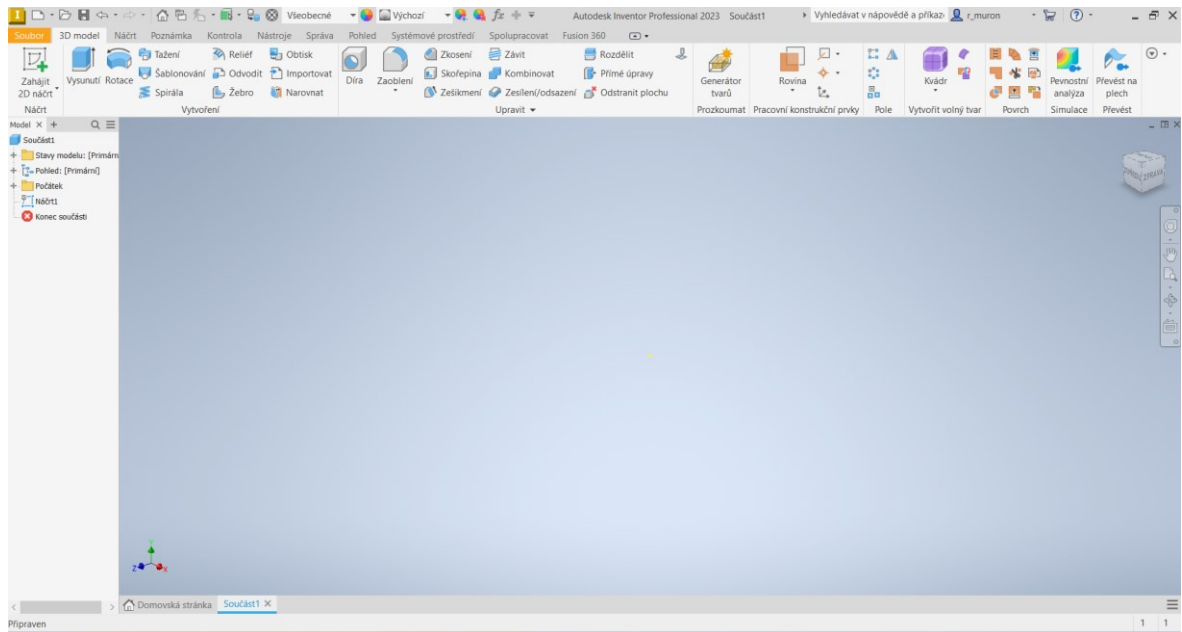
3.-4. vyučovací hodina

Druhý blok vyučovacích hodin je navázán na předchozí učivo. Na začátku je vhodné s žáky provést brainstorming nabytých vědomostí. Učitel náhodně vybere žáka, který bude nápady zapisovat na tabuli. Cílem této aktivity je vyprodukování co největšího počtu znalostí na téma 3D tisku. Znalosti lze zapisovat na tabuli formou slov, vět nebo jako myšlenkovou mapu. Znalosti nehodnotíme. Brainstorming končí v okamžiku, kdy žádný z žáků nemá nové nápady. Cílem této metody je aktivizace žáků a motivace k dalšímu učení. Po úvodu hodiny následuje hlavní část výuky. V této dvouhodinové výuce jsou žáci seznámeni nejprve s kótami a následně s programem Autodesk Inventor Professional 2023. Kótování je zde zařazeno, protože se jedná o základní stavební složku tvorby 3D modelu, avšak žáci gymnázií nemusí být s touto problematikou srozuměni. Učitel žákům zadá úkol narysovat obdélník o velikosti 50x30 mm na papír (Příloha PII). Poté žákům ukáže jak daný obdélník okótovat pomocí pomocných a kótovacích čar. Jakmile si žáci vyzkouší kótování na papír, učitel motivuje žáky a vysvětlí proč je nezbytné používat CAD program. Tvorba modelu pomocí CAD programu je časově výhodnější. CAD program je zároveň nutný, protože jsme schopni díky němu vytvořit soubor formátu STL a následně převést na G-code. Po úvodu do technického kreslení se s žáky učitel přesune do prostředí Autodesk Inventor Professional 2023. Učitel žákům představí úvodní obrazovku programu, která obsahuje v horní části funkcionality. Levý sloupec obsahuje možnosti Nový soubor, Otevřít a popřípadě další možnosti jako je Nápověda nebo Výukové programy. Hlavní část uprostřed nabízí projekty vytvořené v minulosti.



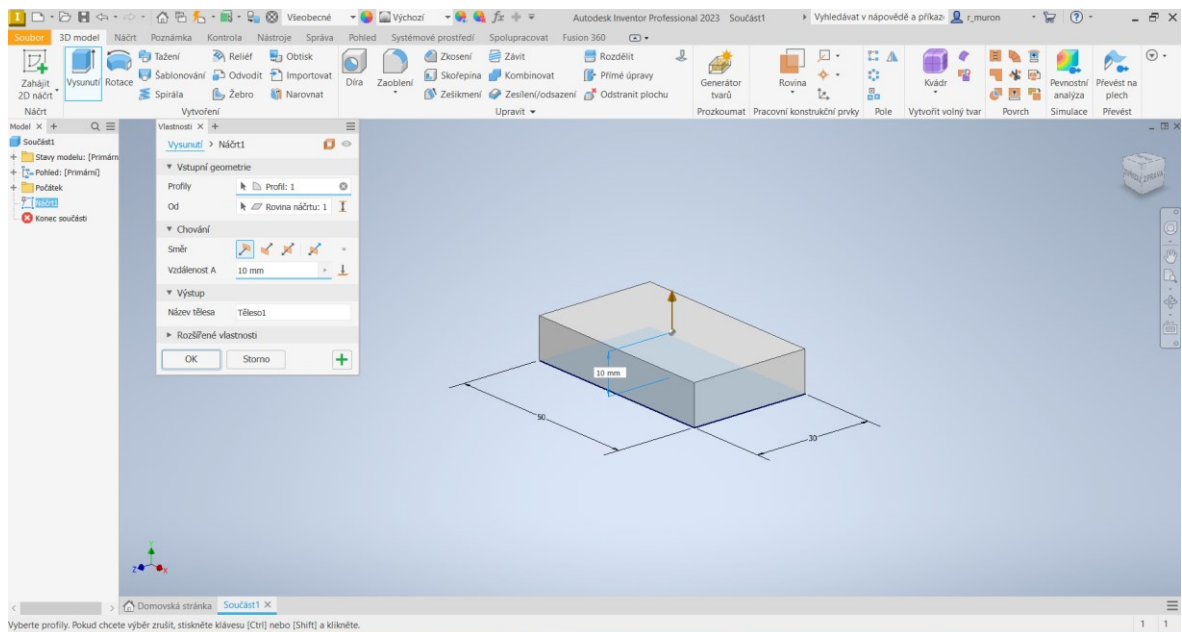
Obrázek 9 – Úvodní obrazovka programu Autodesk Inventor Professional 2023,
zdroj: vlastní

Práce žáků je stejná s učitelem. Nejprve klikneme na Nové v levém sloupci a otevře se nám nové okno. Zde vybereme Standard.ipt a klikneme Vytvořit. Nyní se nacházíme v prostředí, kde už tvoříme samotný model pro 3D tiskárnu. V levém horním rohu vybereme možnost Zahájit 2D náčrt. Ve vzniklém objektu vybereme rovinu, na které budeme vytvářet náš náčrt. V prostředí se pohybujeme pomocí myši. Kolečkem myši měníme vzdálenost pohledu. Pokud držíme tlačítko Ctrl a zároveň kolečko myši, můžeme se v prostoru pohybovat do stran. Třetí způsob pohybu je držení tlačítka Shift, kolečka myši a pohyb myši do stran. Objekt je otáčen okolo bodu otáčení. Pohled na strany objektu lze také měnit pomocí krychle v pravém horním rohu. Kliknutím myši na krychli si můžeme měnit pohledy z různých stran.



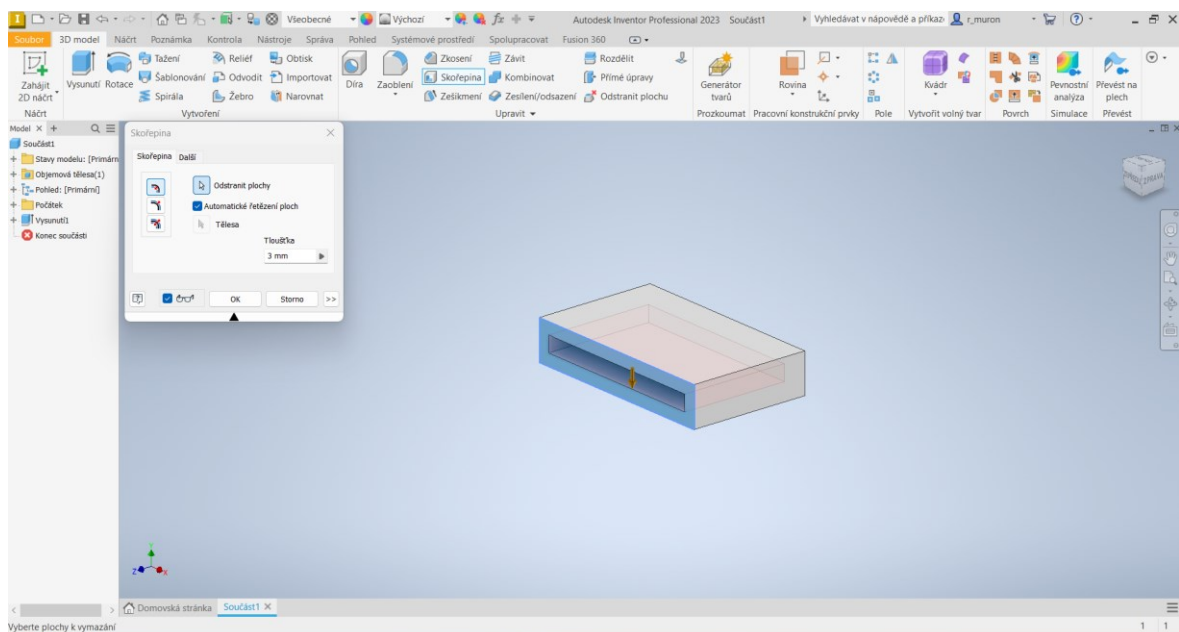
Obrázek 10 – Prostředí programu Autodesk Inventor Professional 2023, zdroj: vlastní

Po ukázce základního pohybu po ploše se nyní dostáváme k samotné tvorbě modelu. Učitel žákům představí horní záložky 3D model, Náčrt a Kontrola. Ostatní záložky může učitel žákům představit také, avšak jejich znalosti nejsou nutné pro základní práci s modelem a tvorbu projektu. Nejprve vytvoříme pomocí čar obdélník. Velikost obdélníku nastavíme pomocí Kóty v sekci Náčrt. Vytvořený náčrt potvrdíme pomocí tlačítka Dokončit náčrt. Podařilo se nám vytvořit obdélník, nyní vybereme v záložce 3D model možnost Vysunutí. V dialogovém okně potvrdíme. Vytvořili jsme kvádr o námi zvolených rozměrech.



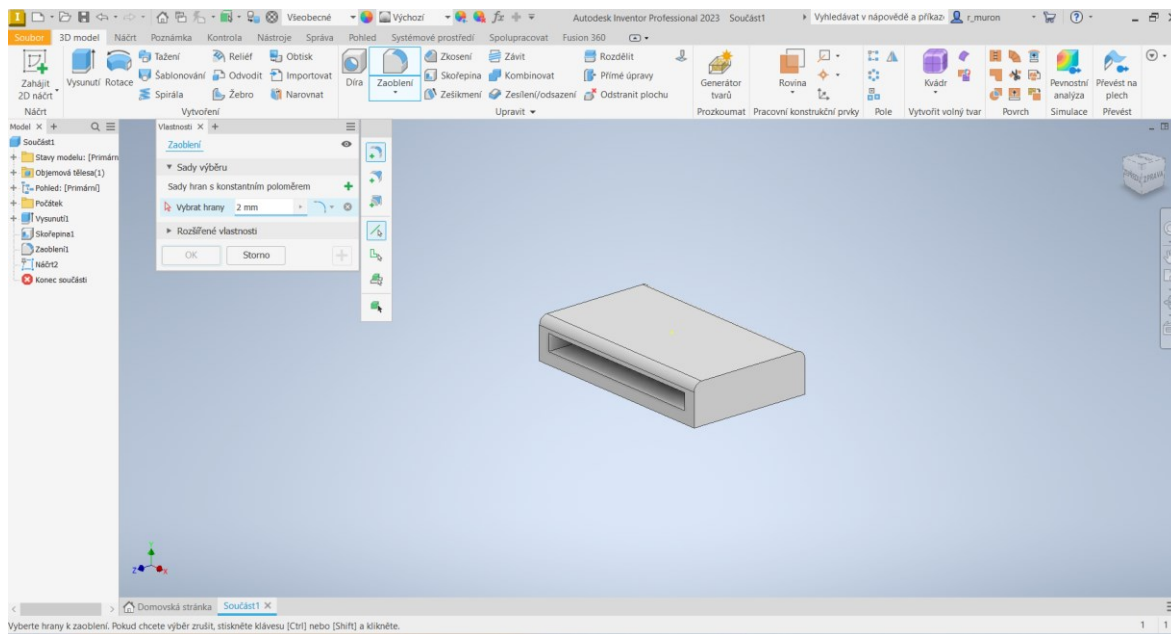
Obrázek 11 – Tvorba kvádrů, zdroj: vlastní

Velikost vytvořeného objektu lze měnit tak, že klikneme na daný objekt a zvolíme v dialogovém okně Upravit vysunutí nebo Upravit náčrt. V rámci možnosti Upravit vysunutí v dialogovém okně měníme velikost vysunutí objektu do prostoru, ať už ven nebo dovnitř objektu. Naopak Upravit náčrt poskytuje uživateli možnost změny velikosti základního náčrtu objektu dvojitým kliknutím levého tlačítka myši na danou kótu. Jakmile učitel žákům ukázal možnosti úpravy velikosti objektu, můžeme s žáky v naší práci pokračovat použitím funkcionality Skořepina, která odstraní materiál ze vnitřku součásti vytvořením dutiny se stěnami o dané tloušťce. V sekci 3D model s žáky vybereme Skořepina, následně klikneme na plochu objektu, kde chceme vytvořit skořepinu. V dialogovém okně zadáme tloušťku 3 mm a potvrdíme. Vznikne nám nový kvádr, který je dutý a neobsahuje jednu stěnu.



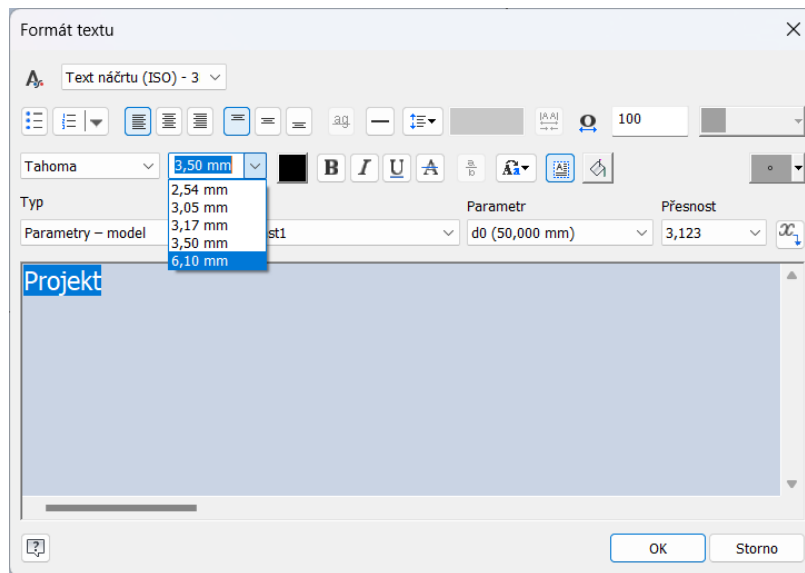
Obrázek 12 – Skořepina, zdroj: vlastní

Náš model chceme dále upravit tak, aby jeho hrany nebyly ostré. Ze sekce 3D model vybereme společně s žáky Zaoblení, ve vyskakovacím okně necháme hodnotu 2 mm a vybereme horní delší hrany modelu. Vzniká model, který vypadá jako krabička a jeho dvě horní hrany jsou zaoblené.



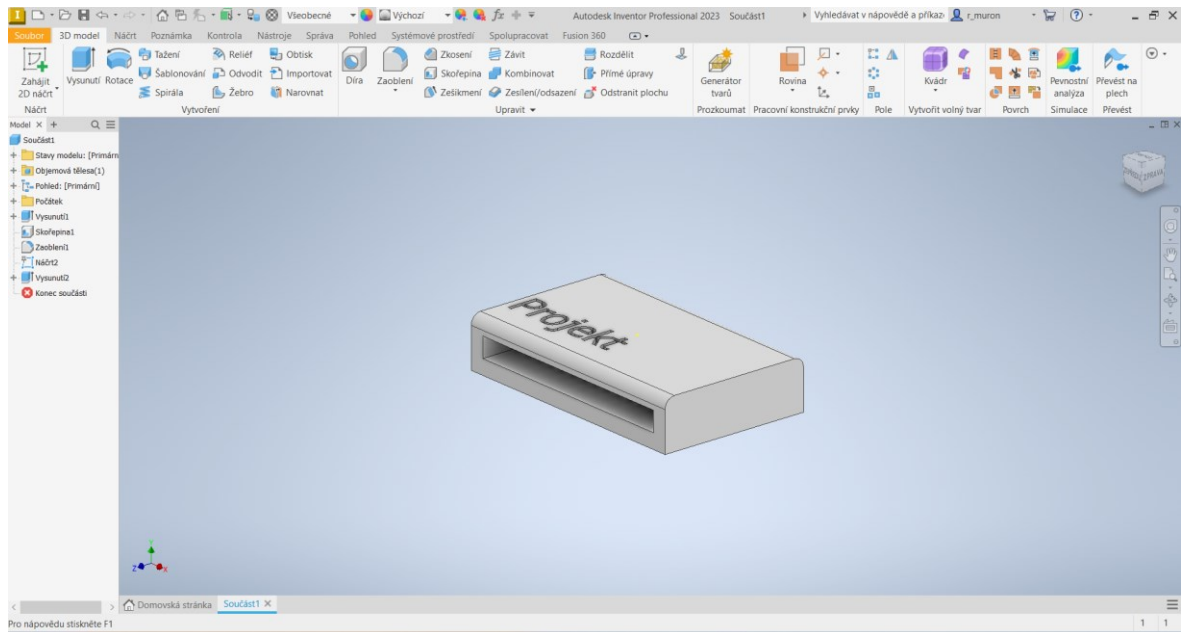
Obrázek 13 – Zaoblení, zdroj: vlastní

Do tohoto modelu bychom chtěli vytvořit nápis, proto zvolíme ze sekce Náčrt Text a klikneme dvakrát na horní stěnu modelu. Do vyskakovacího okna napíšeme Projekt a nastavíme velikost fontu na 6,10 mm.



Obrázek 14 – Formát textu, zdroj: vlastní

Pomocí funkce Přesunout ze sekce Náčrt přesuneme text Projekt k spodní hraně horní stěny modelu. Ze sekce 3D model vybereme Vysunutí, ve vyskakovacím okně nastavíme Vzdálenost A na 1 mm, Booleovské operace zvolíme Rozdíl, klikneme na text Projekt a potvrdíme. Vzniká model, který obsahuje text 1 mm vytvořený směrem dovnitř objektu.



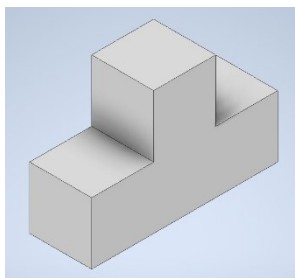
Obrázek 15 – Vytvořený model, zdroj: vlastní

Na konci vyučovacího bloku by žáci měli být schopni:

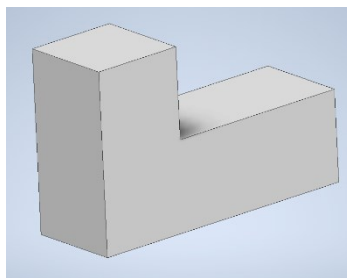
- Vytvořit nový model v programu Autodesk Inventor Professional 2023
- Používat základní náčrtý jako čáru, kružnici, oblouk, obdélník
- Náčrt převést do 3D modelu
- Upravovat velikosti 3D modelu
- Použít funkci Skořepina
- Použít funkci Zaoblení
- Použít Text v objektu

5. vyučovací hodina

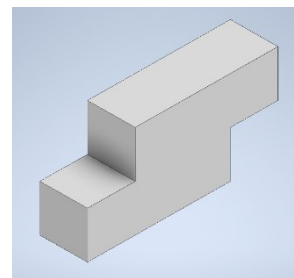
Cílem páté vyučovací hodiny je samostatné zafixování nabytého učiva žáků. Učitel žákům zadá samostatnou práci (Příloha PIII), jejímž cílem je v rámci jedné vyučovací hodiny navrhnout tři objekty v programu Autodesk Inventor Professional 2023 na základě daných parametrů. Každý žák pracuje samostatně. Pokud žáci pracují správně, potom by výstupy měly být stejné. Zadaným prvkem je krychle o velikosti 15x15x15 mm. Žáci mají za úkol vytvořit objekty, které nabývají tvaru T a L, S v terminologii hry Tetris. Přístupy žáků k vyřešení problému se mohou lišit.



Obrázek 16 – Písmeno T,
zdroj: vlastní



Obrázek 17 – Písmeno L,
zdroj: vlastní



Obrázek 18 – Písmeno S,
zdroj: vlastní

Možnost řešení písmena T

Žák vytvoří nový soubor v programu Autodesk Inventor Professional 2023. Poté žák zvolí ze sekce 3D model Zahájit 2D náčrt a vybere si rovinu k modelování. Protože horní část písmena T se v tetrisu skládá ze tří kostek a jedna plocha zadané kostky má velikost 15x15 mm, žák vytvoří pomocí Obdélník Dva body střed plochu o velikosti 45x15 mm. Tuto plochu žák následně převede do 3D rozměru pomocí Vysunutí ze sekce 3D model. Ve vyskakovacím okně žák nastaví Vzdálenost A na 15 mm. Tento objekt žák upraví tak, že přidá jednu kostku o velikosti 15x15 mm doprostřed větší plochy vzniknutého modelu. Žák klikne na Vysunutí ze sekce 3D model a zvolí horní plochu modelu. Zde si žák přidá ze sekce Náčrt Obdélník dva body o velikosti 15x15 mm. Vytvořený čtverec žák umístí pomocí Kót doprostřed již horní plochy modelu. Nakonec žák ze sekce 3D model vybere Vysunutí, ve vyskakovacím okně nastaví hodnotu na 15 mm a vybere vytvořený čtverec. Vzniká model ve tvaru písmena T.

Možnost řešení písmena L

Žák vytvoří nový soubor v programu Autodesk Inventor Professional 2023. Poté žák zvolí ze sekce 3D model Zahájit 2D náčrt a vybere si rovinu k modelování. Obdobně jako u písmena T bude žák pracovat u písmena L. U písmena L však žák čtverec vytvořený na horní ploše náčrtu umístí na kraj. Vzniká model ve tvaru písmena L.

Možnost řešení písmena S

Žák vytvoří nový soubor v programu Autodesk Inventor Professional 2023. Poté žák zvolí ze sekce 3D model Zahájit 2D náčrt a vybere si rovinu k modelování. Nejprve si žák vytvoří spodní plochu modelu pomocí Obdélníku Dva body ze sekce 3D model. Jakmile má žák vytvořenou spodní plochu modelu, vybere Vysunutí ze sekce 3D model a ve vyskakovacím okně zadá Vzdálenost A na hodnotu 15 mm. Vzniká obdélník o velikosti

45x15x15 mm. Tento model žák upraví tak, že vybere znovu ze sekce 3D model Vysunutí a zvolí horní stranu modelu. Na tento krok žák naváže vytvořením obdélníku. Žák vybere Obdélník Dva body o velikosti 30x15 mm. Tento obdélník žák umístí na kraj plochy. Následně žák vybere Vysunutí ze sekce 3D model, ve vyskakovacím okně nastaví Vzdálenost A na 15 mm a klikne na právě vzniklý obdélník o velikosti 30x15 mm. Tomuto vytvořenému modelu je potřeba ještě dotvořit jednu kostičku, která chybí na boční stěně modelu. Žák vybere Vysunutí ze sekce 3D model a klikne na požadovanou boční stěnu. Na této stěně žák vytvoří Obdélník Dva body ze sekce Náčrt o velikosti 15x15 mm. Tento náčrt je umístěn na požadovaném místě tak, aby bylo možno dotvořit pomocí krychle 15x15x15 mm celý model tetrisového tvaru písmena S. Nakonec žák znovu vybere Vysunutí ze sekce 3D model a klikne na již vytvořený náčrt. Vzniká model tetrisového písmena S.

Na konci vyučovací hodiny by žáci měli být schopni:

- Samostatně vytvořit tři nové modely v programu Autodesk Inventor Professional 2023 ve tvaru písmene T, L a S

6. vyučovací hodina

Na začátku šesté vyučovací hodiny učitel žáky rozdělí do skupin po třech členech. Cílem vyučovací hodiny je rozdělení žáků do skupin, rozdělení práce ve skupinách a studium pravidel hry Kris Kros. Nejprve učitel rozdává žákům do každé skupiny výtisk pravidel Kris Krosu (Příloha PIV). Žáci si ve skupinách musí nastudovat pravidla. V případě nejasností si společně s učitelem pravidla ujasní tak, aby s nimi byla seznámena každá skupina. Jakmile mají žáci pravidla řádně nastudovaná, musí se domluvit, jakou roli kdo ve skupině bude zastávat, respektive kdo se v následujících hodinách ujme tvorby čeho. Základním minimem pro úspěšné zvládnutí projektu je vymodelování hrací plochy, jednotlivých hracích dílků s písmeny abecedy a pořadníku na písmena. Kreativitě se meze nekladou a žáci mohou k těmto dílům namodelovat také například šuplík pro dílky s písmenky nebo víko k zavření hrací plochy hry. Ve skupině tedy první žák modeluje hrací plochu, druhý modeluje hrací dílky s písmeny a třetí modeluje pořadníky na písmena. Učitel se zde může setkat s problémem, kdy se žáci nebudou schopni domluvit, kdo bude vytvářet jakou část modelu. Pro žáky se na první pohled může jevit tvorba jednotlivých částí jako více či méně obtížná. Žáci mohou nabýt dojmu, že například tvorba plochy hry je obtížnější než tvorba jednotlivých dílků abecedy. Úlohou učitele je žáky určitým způsobem nasměrovat

k rozdělení rolí a vysvětlit, že na první pohled se mohou jevit některé části jako obtížnější nebo jednodušší, avšak jakmile žáci budou modelovat, realita může být opačná. Když jsou role žáků ve skupině rozdělené, nastává moment kdy se žáci musí domluvit na určitých rozměrech hry. Úkolem žáků je domluvit se na konkrétních parametrech modelu. Žáci musí vzít v potaz různé proměnné, které mohou ovlivnit výsledný model. Žáci by měli být schopni navrhnout takovou hru, aby byla hratelná. Každý model hry by měl být ve stejném měřítku tak, aby jednotlivé komponenty hry do sebe dobře zapadaly. Dále si žáci musí uvědomit, že pro tisk modelu mají omezenou plochu se kterou mohou pracovat podle tiskového plátu tiskárny. Pro lepší vizualizaci si žáci ve skupinách mohou určitým způsobem na papír nakreslit jednotlivé rozměry částí modelu. Zapsané rozměry pomohou také jako určitý výchozí bod, podle kterého budou žáci svůj model modelovat. Žáci by měli k problému přistoupit komplexně. Pokud se například žáci domluví, že rozměr hrací plochy bude 13x13 cm, potom si musí být vědomi, že se do této plochy musí vejít nejen jednotlivé díly písmenek, ale také mřížka, která rozděluje oblasti dílků. Dále by žáci měli nechat určité místo pro každý díl, aby se daly konkrétní dílky z mřížky snadno vyjmout. U dílků písmenek je nutno zaměřit se na umístění a čitelnost. V případě pořadníku musí být navržen tak, aby místo pro kostičky bylo přiměřeně velké. Pořadník by taky měl být dobře ergonomicky vyřešen. Úkolem učitele v této fázi projektu je nasměrování žáků k takovému řešení, které je co nejvíce optimální.

Na konci vyučovací hodiny by žáci měli:

- Znat pravidla hry Kris Kros
- Být rozdělení do skupin
- Být ve skupině domluveni na parametrech modelu

7.-12. vyučovací hodina

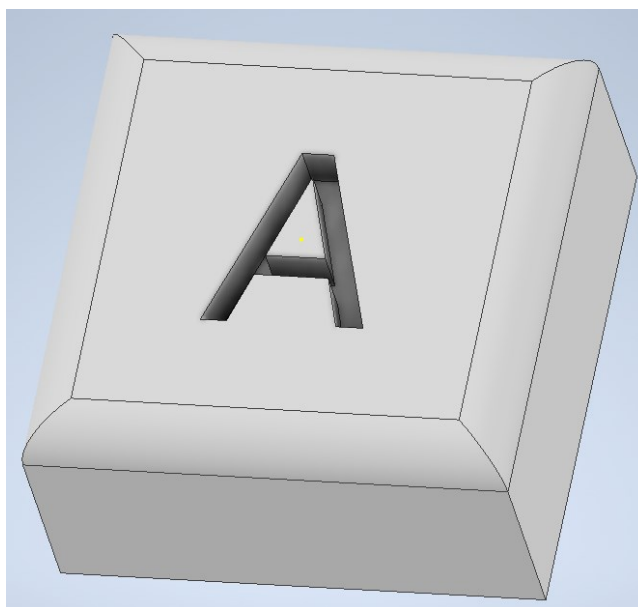
V úvodu hodin učitel s žáky naváže na předchozí hodinu. Žáci si před samotným modelováním ujasní role a parametry modelu. Následně si žáci spustí program Autodesk Inventor Professional 2023. Podle své role ve skupině začnou individuálně pracovat na vlastním modelu. Učitel může u žáků pozorovat různé přístupy k řešení problému. Pokud žáci nevznesou dotazy, je vhodné žáky nechat pracovat vlastním způsobem. Učitel zde do práce žáků nezasahuje. První člen skupiny pracuje na jednotlivých herních dílcích abecedy. Důležitým parametrem je zde namodelovat dílek velikostně tak, aby dále v průběhu řešení projektu nemusel být měněn. Pokud se žákovi podaří správně namodelovat základní dílek,

může ho poté použít k tvorbě konkrétních dílků abecedy. Druhý člen skupiny má za úkol vytvořit pořadníky pro osm dílků abecedy. Třetí člen skupiny vytváří herní plochu o velikosti 13x13 herních políček.

Možnost řešení 1. člena skupiny

Příkladem základního dílu abecedy může být model velikosti 10x10x5 mm, který zároveň bude obsahovat Skořepinu a Zaoblení hran. Žák si vytvoří nový soubor Standard.ipt. V prostředí programu vytvoří Nový 2D náčrt a vybere si rovinu, na které bude dále pracovat. V sekci Náčrt si vybere Obdélník Dva body střed, pomocí kót definuje velikost výchozí plochy dílku na 10x10 mm a Dokončí náčrt. Jakmile je 2D náčrt dílku vytvořen, žák vybere ze sekce 3D model možnost Vysunutí, ve vyskakovacím okně Vlastnosti zadá výchozí Vzdálenost A na 5 mm. Toto vysunutí aplikuje na již připravený 2D náčrt. Vzniká jednoduchý model o velikosti 10x10x5 mm. Tento dílek žák dále upraví pomocí zaoblení. Ze sekce 3D model vybere možnost Zaoblení, kterému ve vyskakovacím okně nastaví zkosení 1 mm a vybere všechny vrchní hrany dílku. Hrací dílek žák ještě upraví tak, aby byl ve tvaru krabičky. Ze sekce 3D model vybere žák možnost Skořepina, ve vyskakovacím okně změní velikost na 2 mm a vybere spodní část dílku. Při špatném použití Skořepiny může vzniknout problém. Pokud žák tvoří uvnitř dílu Skořepinu, musí si uvědomit, že stěny dílu musí být dostatečně hrubé nejen proto, aby dílek byl dostatečně odolný, ale zároveň také proto, aby do dílu mohl následně nechat zapustit konkrétní písmeno abecedy. Vytvořený dílek si žák uloží. Z tohoto modelu dílku bude žák následně tvořit konkrétní dílky s písmeny abecedy. Jakmile je tento základní dílek vytvořen, je vhodné si jej zvlášť uložit. Žáci mohou k řešení přistoupit tak, že každý dílek abecedy budou navrhovat jednotlivě. Tento přístup je však nevhodný, protože nemusí tvořit celý model znovu, ale mohou upravovat pouze text na základním dílu. Z pohledu učitele je nevhodný přístup vhodné přerušit a vysvětlit žákům, že vytvořený základní model mohou dále využít a měnit pouze písmena dílku. Zde v práci bude popsán postup tvorby dílku s písmenem A, nicméně stejný postup se dá aplikovat i na ostatní písmena abecedy. Žák si zkopíruje vytvořený soubor modelu základního dílku a pojmenuje jej jako A. Tento model si otevře a upraví jej. Ze sekce náčrt žák vybere Text a klikne na horní plochu základního dílku. Jakmile na vrchní plochu základního dílku žák klikne podruhé, otevře se vyskakovací okno, napíše písmeno A, změní velikost fontu na 4 mm a potvrdí. Font a velikost písmen by žák měl volit stejné velikosti v poměru vhodně k velikosti základního dílku. Žák by měl volit tak velký font, aby se na základní dílek vlezly různá písmena

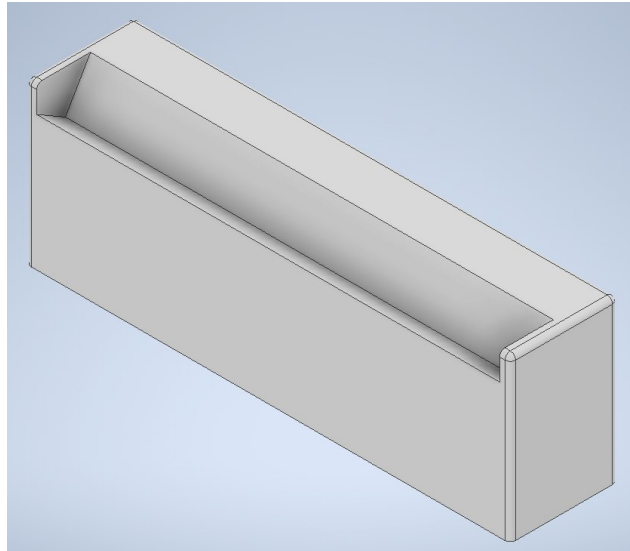
abecedy, které se liší svou velikostí plochy. Vzniklé písmeno je nutno otočit do pravého úhlu s hranou a přesunout do středu plochy dílku. Zde může vzniknout problém jakým způsobem ošetřit umístění písmena co nejvíce souměrně středu plochy. Žáci mohou pracovat tak, že písmeno přesunou přibližně do středu nebo pomocí kót začnou určitým způsobem poměrově umísťovat písmeno na střed plochy. Tyto přístupy nejsou vhodné, proto bychom měli žáky nasměrovat jiným směrem. Vyřešit problém se dá pomocí uhlopříček obdélníku vytvořeného modrou čarou okolo písmene. Jakmile žák vytvoří písmeno, okolo něj se vytvoří modrá přerušovaná čára, která značí prostor velikosti písmene. Ze sekce Náčrt žák vybere Čáru a z levého horního rohu obdélníku okolo písmene vytvoří uhlopříčku do pravého spodního rohu. Stejným způsobem tento postup opakuje z přesně opačných rohů, respektive žák vytvoří uhlopříčku z pravého horního rohu do levého spodního rohu. V místě průsečíku těchto dvou uhlopříček je střed obdélníku písmene, který žák přesune do středu plochy. Žák má písmeno umístěno na středu plochy dílku a může se rozhodnout, jestli písmeno bude zobrazeno vně nebo dovnitř dílku. V sekci 3D model žák vybere vysunutí a poté klikne na přidání písmene. Pokud si žák vybere, že chce písmena 1 mm uvnitř, tak ve vyskakovacím okně zadá vzdálenost A 1 mm, Směr výchozí, ve výstupu Booleovských operací vybere Rozdíl a nakonec potvrdí. Kostička s písmenem A je vytvořena. Žák bude obdobně postupovat u tvorby zbylých písmen abecedy.



Obrázek 19 – Hrací dílek písmene A, zdroj: vlastní

Možnost řešení 2. člena skupiny

Druhý člen skupiny pracuje na pořadníku, který slouží k ukládání hráčských vylosovaných písmen. Příkladem pořadníku může být pořadník o velikosti 90x50x30 mm. Žák si vytvoří nový soubor Standard.ipt a následně zahájí 2D Náčrt. Program žákovi nabídne roviny k vytvoření náčrtu a jednu z nich si vybere. V sekci Náčrt žák vybere Obdélník Dva body střed a vytvoří obdélník. Jakmile je obdélník vytvořen pomocí kóty, žák obdélníku nastaví velikost 90x20 mm a Dokončí náčrt. Vznikl základový nákres pořadníku. 3D model žák vytvoří pomocí Vysunutí ze sekce 3D model. Ve vyskakovacím okně žák nastaví vzdálenost A na 30 mm a potvrdí. Vznikl základní obdélník o velikosti 90x20x30 mm. Vrchní část dílu musí mít nahoře vytvořen určitý šuplík, kde se budou písmenka skládat. Jednotlivé dílky se musí z šuplíku dobře vyjmout a zároveň musí být v pořadníku uloženy tak, aby protihráč jejich obsah neviděl. Žák vybere horní plochu pořadníku a ze sekce Náčrt vybere Obdélník Dva body a ten vytvoří na delší hraně pořadníku. Velikost Obdélníku Dva body je 86x10 mm, zarovnan je na střed delší strany, tedy na obou stranách je hrana 2 mm. Tento náčrt slouží jako plocha pro následné vyjmutí části pořadníku směrem dovnitř. Jakmile má žák vytvořen náčrt, na horní části pořadníku ze sekce 3D model vybere Vysunutí, označí tento náčrt a ve vyskakovacím okně nastaví Vzdálenost A na velikost 5 mm a jako výstup zvolí Booleovské operace Rozdíl. Vzniká šuplík pro vložení dílků písmen abecedy, avšak je potřeba jej ještě upravit, aby dílky v šuplíku dobře držely. Celý tento šuplík je potřeba potočit o 30 stupňů. Ze sekce 3D model žák vybere Zešikmení, ve vyskakovacím okně zadá úhel zešikmení 30 stupňů a vybere nejprve kratší hranu šuplíku a poté hranu delší. Následně obdobně tímto způsobem provede zešikmení druhé plochy šuplíku. Nyní vzniknul šuplík pro písmena abecedy, jehož plochy vůči sobě svírají 90 stupňů, ale jeho plochy jsou vůči rovině posunuty o 30 stupňů, tak aby se hráči s písmeny abecedy dobře pracovalo. Tento model žák ještě vzhledově upraví. Ze sekce 3D model žák vybere zaoblení, ve vyskakovacím okně zadá hodnotu 1 mm a vybere požadované hrany pořadníku, které chce zaoblit. Zadní plochu pořadníku se žák rozhodne upravit nápisem Kris Kros, proto ze sekce Náčrt vybere Text a poté zadní plochu pořadníku. Ve vyskakovacím okně textu napíše Kris Kros, velikost písma zadá 10 mm a font písma nastaví kurzívou. Tento text žák přesune do levého horního rohu zadní plochy pořadníku a pomocí Vysunutí ze sekce 3D model zobrazí směrem dovnitř pořadníku nastavením Vzdálenosti A na 2 mm, Booleovské operace zvolí Rozdíl. Tvar pořadníku může být individuální, avšak měly by být vytvořeny čtyři rozdílné varianty pro hráče.

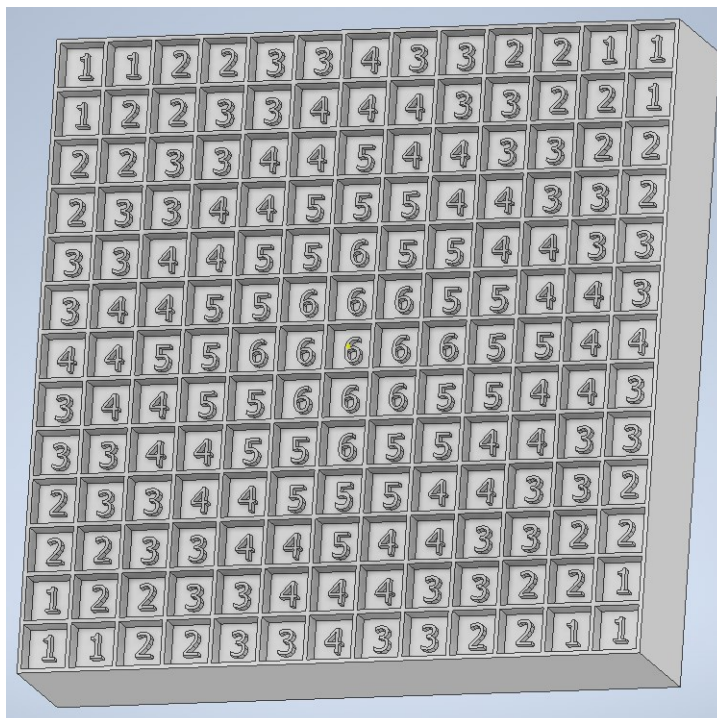


Obrázek 20 – Pořadník pro hrací dílky, zdroj: vlastní

Možnost řešení 3. člena skupiny

Úkolem třetího člena skupiny je vytvoření herní desky. Příkladem může být herní deska o velikosti 157x157x30 mm. Žák vytvoří nový soubor Standart.ipt. Jakmile je nový soubor vytvořen, žák Zahájí 2D náčrt a vybere rovinu k tvorbě náčrtu hrací plochy. Ze sekce Náčrt si žák vybere Obdélník Dva body střed, načrtne čtverec o velikosti 157x157 mm. Tento rozměr žák nastaví pomocí kót. Jakmile má žák vytvořen náčrt, vybere ze sekce 3D model Vysunutí a nastaví vzdálenost A na 30 mm. Vznikl základní podklad o velikosti 157x157x30 mm. Do tohoto podkladu je potřeba vytvořit 169 políček hrací plochy, přičemž každé z těchto políček bude zobrazovat počet bodů, které hráč získá v jednotlivých oblastech. Na vrchní straně hrací plochy žák přidá ze sekce Náčrt Obdélník Dva body. Tento obdélník načrtne v levém horním rohu a pomocí kót mu nastaví rozměr 11x11 mm. Tento náčrt čtverce leží v levém horním rohu 1 mm od levého a horního kraje. Jakmile má žák vytvořen náčrt čtverce, vybere Vysunutí ze sekce 3D model a ve vyskakovacím okně nastaví Vzdálenost A na 5 mm a Booleovské operace jako Rozdíl. Vzniklo jedno políčko hrací desky, bez vyznačení hodnoty políčka dané sekce. Zde žák může začít tvořit vedle tohoto políčka políčko druhé, nicméně se jedná o špatný přístup k vyřešení daného problému. Tímto způsobem by tvorba hrací plochy byla časově velmi náročná a neefektivní. V programu Autodesk Inventor Professional 2023 existuje komponenta, pomocí které lze vytvořit najednou všech 169 hracích políček. Jedná se o řešení pomocí Obdélníkového pole. Žák označí Vysunutí vytvořeného políčka hrací desky a v sekci 3D model vybere Obdélníkové pole. Zobrazí se vyskakovací okno, žák

vybere nejprve Směr 1 a šipku udávající směr otočí do hracího pole. Níže v parametrech Směru 1 žák nastaví počet sloupců na 13, protože v řadě má být 13 políček. Druhý parametr Vzdálenost sloupce žák nastaví na 12 mm, přičemž tato vzdálenost udává stranu políčka 11 mm a 1 mm mezeru mezi políčky. Program zobrazí pole v souřadnici x. Stejně hodnoty žák nastaví pro Směr 2, akorát šipku udávající směr otočí do směru souřadnice y a potvrdí. Vzniká herní plocha hry, kterou je ještě nutno upravit a přidat dovnitř políček označení sekcí, tak aby bylo zřejmé kolik hráč získá bodů za obsazení daného políčka. Obdobně jako se pro tvorbu políček využilo pole, pro tvorbu jednotlivých sekcí hrací plochy lze využít pole, aby žák nemusel hodnotu políčka tvořit v každém dílku zvlášť. Hodnoty dílků je možno tvořit postupně podle jednotlivých sekcí hrací desky od středu hracího pole směrem k okraji, respektive od hodnoty 6 po hodnotu 1. Ze sekce Náčrt žák vybere Text a ve vyskakovacím okně napíše hodnotu 6, font zvolí jako 6,10 mm a potvrdí. Ze sekce Náčrt žák vybere Čáru, kterou vytvoří z levého horního rohu číslice 6 směrem do rohu pravého spodního, obdobně žák vytvoří čáru z rohu pravého horního do rohu levého spodního. Vzniklý průsečík žák umístí na středový bod herní desky. Číslo 6 umístěné ve středu herní desky žák upraví tak, aby vystupovalo směrem ven. Ze sekce 3D model žák vybere Vysunutí, zvolí číslo 6 a ve vyskakovacím okně nastaví Vzdálenost A na 2 mm a potvrdí. Vzniká herní deska, která už zahrnuje hodnotu 6 v prostředním políčku. Hodnotu 6 je potřeba umístit do všech políček dané sekce herní plochy dle návodu hry. Toto lze docílit pomocí možnosti Pole řízené náčrtem. Žák vybere ze sekce Náčrt Bod, středový bod. Tento bod umístí do středů všech políček, které představují sekci s hodnotami 6 herní desky. Střed políček zobrazuje program pomocí pomocných přerušovaných čar. Jakmile má žák vytvořeny body ve všech políčkách požadované sekce herní plochy, vybere z levého sloupce Vysunutí, které představuje vytvořené číslo 6. Následně žák vybere ze sekce 3D model Pole řízené náčrtem. Ve vyskakovacím okně žák vybere Náčrt a poté klikne na jeden z vytvořených bodů. Vzniká herní plocha, která již obsahuje vytvořenou sekci s hodnotou 6. Žák postupuje při tvorbě zbylé části herní plochy obdobně jako u čísla 6.



Obrázek 21 – Hrací deska, zdroj: vlastní

Na konci vyučovacích bloků by žáci měli mít vytvořeny:

- Modely písmen abecedy
- Modely pořadníku na písmena abecedy
- Model hrací desky

13.-14. vyučovací hodina

V posledním vyučovacím dvouhodinovém bloku mají již žáci z předchozích hodin vytvořen model. Na začátku hodiny učitel zadá žákům práci (Příloha PV), jejímž cílem je vytvořit prezentaci vlastního projektu. Každá skupina vytvoří prezentaci, která bude mít určité parametry. Na prvním snímku bude název prezentace a jména autorů projektu. Druhý snímek bude obsahovat obsah prezentace. Následně už bude vlastní obsah prezentace, kdy se žáci zaměří na parametry svého modelu. Každý z žáků skupiny bude mít vytvořen snímek, na kterém budou popsány rozměry daných částí modelu a jejich obrázky, které vytvořili. V prezentaci bude také popsáno, jakým způsobem projekt žáci tvořili, jaké problémy během projektu vyřešili. Žáci v prezentaci mohou také popsat čím projekt ozvláštnili. Na tvorbu prezentace budou mít žáci jednu vyučovací hodinu. V druhé vyučovací hodině jednotlivé skupiny svou prezentaci představí ostatním skupinám. Jednotlivé skupiny budou prezentovat své projekty před obecnstvem, složeným ze žáků a učitele. Po prezentacích bude učitel s žáky jejich práci diskutovat. Do diskuse se mohou

zapojit i žáci jiných skupin a diskutovat co se jim na projektu od spolužáků líbilo či nelíbilo. V diskusi se učitel s žáky zaměří zejména na vhodné řešení projektu a vlastní inovaci, kreativitu žáků. Jakmile odprezentují všechny skupiny, žáci budou hlasovat o nejlepším projektu, přičemž žáci nemohou hlasovat pro svou skupinu. Skupina, která získá nejvíce bodů si bude moci svůj model vytisknout.

Na konci vyučovacího bloku budou mít:

- Vytvořenou skupinovou prezentaci
- Skupinovou prezentaci odprezentovánu

Způsoby hodnocení, kritéria hodnocení a reflexe:

Učitel hodnotí práci žáků v průběhu celého projektu pomocí formativního hodnocení. U žáků je hodnocen zejména přístup k projektu, samostatná práce při tvorbě modelu, komunikace ve skupině. V závěru projektu je hodnoceno vystoupení skupiny a schopnost obhájit svou práci. V kontrole modelů žáků se učitel zaměří zejména na kompatibilitu modelů v rámci skupiny. U vytvořených modelů učitel hodnotí také kreativitu žáků a vlastní inovaci.

7 KRIS KROS

V této kapitole jsou uvedeny pravidla hry Kris Kros. Tato hra nabízí několik variant podle obtížnosti a věku hráčů. Zdejší pravidla vycházejí z pravidel hry Kris Kros Klasik.

Kris Kros je stolní hra, ve které se pracuje se slovy. Hráči mají za úkol poskládat různá slova z písmen, které si sami vylosují, a tím získávají body. Slova je nutno skládat vodorovně nebo svisle k hrací ploše. Počet hráčů je v rozmezí 2–4 [54].

7.1 Příprava a zahájení hry

Hráči si připraví herní desku a písmena. Každý hráč dostane jeden zásobník na písmena. K samotné hře je také nutno si připravit jeden záznamový arch pro body jednotlivých hráčů. Hru zahajuje nejmladší hráč, a to vylosováním si osmi písmen z krabičky. Písmena si všichni hráči do svého zásobníku uloží tak, aby je navzájem neviděli [54].

7.2 Průběh hry

Hráč se pokouší ze svých osmi písmenek vymyslet smysluplné slovo, které dosadí na herní plochu tak, aby získal co nejvíc bodů. Celkový počet bodů vytvořeného slova je vypočítán jako součet hodnot jednotlivých písmen slova. Pokud se hráči podaří ve svém tahu použít všech osm písmen, získává navíc k celkovému počtu bodů za slovo prémii 50 bodů. Písmena vytvořeného slova nabývají hodnotu podle plochy, kde jsou písmena na herním plánu umístěna. Vnitřní oblast hrací plochy nabývá hodnoty 6 a postupně se snižuje k okrajům hrací plochy až k oblastem nabývajícím hodnotu 1. Konec tahu hráče spočívá v zapsání dosažených bodů do záznamového archu a následnému doplnění písmen do zásobníku o stejný počet písmen použitých pro tvorbu slova. Z toho vyplývá, že počet písmen v zásobníku je vždy osm. Jestliže se hráči nepodaří z písmen, která má v zásobníku vytvořit smysluplné slovo, řekne slovo „Nelze“. Do záznamového archu se napíše hodnota 0 a na řadě je další hráč. Další hráč má nyní možnost vytvořit slovo dvěma způsoby. Prvním způsobem je vytvoření vlastního slova nezávisle na již vytvořeném slovu prvního hráče, nebo druhým způsobem tak, že hráč vytvoří nové slovo přiložením písmen k již vytvořenému slovu. Při variantě druhého způsobu jsou do počtu bodů započteny i hodnoty písmen již dříve použitých, jestliže patří k nově vytvořenému slovu. Pokud při tvorbě slova je v cestě jiné slovo, potom písmeno v políčku překřížení slov musí být shodné [54].

7.3 Tvorba slov

Osm písmen hráče, pomocí kterých tvoří slova jsou vybrána z celkového počtu 101 písmen hry [54]. Počty jednotlivých písmen hry jsou shrnuty v tabulkách uvedených níže.

Tabulka 2 – Písmena A-M a jejich počet,
zdroj: [54]

Písmeno	Počet	Písmeno	Počet
A	6	F	1
Á	2	G	1
B	2	H	2
C	2	CH	2
Č	2	I	4
D	2	Í	2
Ď	1	J	2
E	5	K	4
É	1	L	4
Ě	2	M	3

Tabulka 3 – Písmena N-Ž a jejich počet,
zdroj: [54]

Písmeno	Počet	Písmeno	Počet
N	3	Ť	1
Ň	1	U	3
O	6	Ů	1
Ó	1	Ú	1
P	3	V	3
R	4	X	2
Ř	2	Y	3
S	5	Ý	2
Š	2	Z	2
T	4	Ž	2

Slova lze tvořit následujícími způsoby [54]:

- Vytvořením nového samostatného slova
- Vytvořením nového slova tak, že druhé slovo je přiloženo k již vytvořenému a všechny použitá písmena tvoří slovo nové
- Vytvořením nového slova tak, že nové slovo je přiloženo k již vytvořenému slovu v pravém úhlu a obsahuje jedno písmeno již vytvořeného slova
- Vytvořením nového slova tak, že je přidáno písmeno nebo více písmen k již vytvořenému slovu

Jeden tah hráče představuje tvorbu jednoho slova a současně lze doplnit slovo umístěné na jiném místě herní plochy nebo doplnění několika slov na herní ploše. Jakmile jsou písmena na herní ploše vyložena, nelze je umístit na jiné místo. Přípustné slova lze vytvořit pomocí

všech slovních druhů. Podstatná jména je nutno tvořit v prvním pádu jednotného nebo množného čísla. Slovesa lze vytvořit v infinitivu, rozkazovacím způsobem a 1.,2.,3. osobou jednotného nebo množného čísla v přítomném čase oznamovacího způsobu. Přídavná jména v 1. pádu jednotného i množného čísla všech rodů. Mezi zakázaná slova patří [54]:

- Vlastní jména
- Vzorce
- Zkratky
- Cizí slova
- Slova nespisovná
- Slova argotová nebo zkomolená

7.4 Konec hry

Konec hry nastává ve chvíli, jsou-li spotřebována všechna písmena a hráči nejsou schopni vytvořit slovo nové. Vítězem je hráč, jehož hodnota součtu bodů v tabulce je nejvyšší [54].

1	1	2	2	3	3	4	3	3	2	2	1	1
1	2	2	3	3	4	4	4	3	3	2	2	1
2	2	3	3	4	4	5	4	4	3	3	2	2
2	3	3	4	4	5	5	5	4	4	3	3	2
3	3	4	4	5	5	6	5	5	4	4	3	3
3	4	4	5	5	6	6	6	5	5	4	4	3
4	4	5	5	6	6	6	6	6	5	5	4	4
3	4	4	5	5	6	6	6	5	5	4	4	3
3	3	4	4	5	5	6	5	5	4	4	3	3
2	3	3	4	4	5	5	5	4	4	3	3	2
2	2	3	3	4	4	5	4	4	3	3	2	2
1	2	2	3	3	4	4	4	3	3	2	2	1
1	1	2	2	3	3	4	3	3	2	2	1	1

Obrázek 22 – Herní plocha, zdroj: [54]

8 ČASOVÝ HARMONOGRAM HODIN

V šesté kapitole jsou popsány konkrétní činnosti k úspěšnému vyřešení projektu. Tyto činnosti žáků i učitele jsou v této kapitole specifikovány z hlediska časového rozložení. Níže uvedené hodiny představují orientační časový harmonogram, který je možno upravit dle vlastních preferencí učitele nebo žáků a časovou dotaci si rozdělit jiným způsobem. Sedmou až dvanáctou vyučovací hodinu nelze časově rozvrhnout z důvodů velké variability hodin. V těchto hodinách žáci ve skupinách řeší svůj projekt dle vlastních dovedností a je tedy obtížné je určitým způsobem obecně definovat.

1.-2. Vyučovací hodina

Tabulka 4 1.-2. vyučovací hodina, zdroj: vlastní

Předmět:	Informatika, seminář z informatiky, technický kroužek, kroužek 3D tisku
Třída:	Sexta
Téma hodiny:	Úvod do 3D tisku
Vzdělávací cíl:	Cílem bloku vyučovacích hodin je seznámit žáky se základy aditivní výroby
Použité metody a formy:	Výklad, projektové vyučování
Pomůcky:	Vytisknutý 3D model, školní 3D tiskárna, pracovní listy aditivní výroba (Příloha PI)

Orientační časový harmonogram:

0. minuta

Činnost učitele: Vysvětlení cílů dnešního dvouhodinového bloku, motivace žáků v úvodu hodiny, ukázka již vytisknutého modelu

Činnost žáků: Poslech

10. minuta

Činnost učitele: Výklad učitele na téma aditivní výroba

Činnost žáků: Poslech, dotazy

70. minuta

Činnost učitele: Rozdání pracovního listu (Příloha PI), kontrola žáků

Činnost žáků: Vyplňování pracovních listů (Příloha PI)

85. minuta

Činnost učitele: Shrnutí vyučovací hodiny, zhodnocení, úkol žákům ve formě přinesení rýsovacích potřeb na další vyučovací blok

Činnost žáků: Poslech, dotazy

3.-4. Vyučovací hodina

Tabulka 5 3.-4. vyučovací hodina, zdroj: vlastní

Předmět:	Informatika, seminář z informatiky, technický kroužek, kroužek 3D tisku
Třída:	Sexta
Téma hodiny:	Základy kótování a modelování v programu Autodesk Inventor Professional 2023
Vzdělávací cíl:	Cílem bloku vyučovacích hodin je seznámit žáky se základy kótování a práce v programu Autodesk Inventor Professional 2023
Použité metody a formy:	Brainstorming, projektové vyučování
Pomůcky:	Rýsovací potřeby, počítače, projektor, program Autodesk Inventor Professional 2023, pracovní listy kótování (Příloha PII)

Orientační časový harmonogram:

0. minuta

Činnost učitele: Vysvětlení cílů dnešního dvouhodinového bloku, zadání brainstormingu třídě

Činnost žáků: Brainstorming, zápis termínů z oblasti aditivní výroby na tabuli

20. minuta

Činnost učitele: Učitel zadá žákům úkol narýsovat obdélník o velikosti 50x30 mm (Příloha PII)

Činnost žáků: Práce na rýsování (Příloha PII)

25. minuta

Činnost učitele: Učitel ukáže žákům jakým způsobem kótovat výkres

Činnost žáků: Práce na kótování

30. minuta

Činnost učitele: Učitel s žáky společně diskutuje, jaké jsou výhody technického kreslení v CAD programech oproti kreslení na výkres

Činnost žáků: Diskuse s učitelem

35. minuta

Činnost učitele: Učitel se přesune k programu Autodesk Inventor Professional 2023

Činnost žáků: Práce společně s učitelem

85. minuta

Činnost učitele: Závěr hodiny, shrnutí

Činnost žáků: Poslech

5. Vyučovací hodina

Tabulka 6 5. vyučovací hodina, zdroj: vlastní

Předmět:	Informatika, seminář z informatiky, technický kroužek, kroužek 3D tisku
Třída:	Sexta
Téma hodiny:	Samostatná práce v programu Autodesk Inventor Professional 2023
Vzdělávací cíl:	Cílem vyučovací hodiny je samostatná práce žáků a fixace nabytého učiva
Použité metody a formy:	Samostatná práce, projektové vyučování
Pomůcky:	Počítače, program Autodesk Inventor Professional 2023, pracovní listy samostatná práce (Příloha PIII)

Orientační časový harmonogram:

0. minuta

Činnost učitele: Cíl dnešní vyučovací hodiny, zadání samostatné práce žákům (Příloha PIII)

Činnost žáků: Poslech

5. minuta

Činnost učitele: Kontrola samostatné práce žáků

Činnost žáků: Samostatná práce v programu Autodesk Inventor Professional 2023 dle zadání (Příloha PIII)

40. minuta

Činnost učitele: Závěr hodiny, shrnutí

Činnost žáků: Uložení samostatné práce v počítači

6. Vyučovací hodina

Tabulka 7 6. vyučovací hodina, zdroj: vlastní

Předmět:	Informatika, seminář z informatiky, technický kroužek, kroužek 3D tisku
Třída:	Sexta
Téma hodiny:	Studium pravidel hry Kris Kros
Vzdělávací cíl:	Cílem vyučovací hodiny je studium hry Kris Kros, rozdělení rolí ve skupině a ujasnění parametrů modelů projektu
Použité metody a formy:	Projektové vyučování
Pomůcky:	Pracovní listy kris kros (Příloha PIV)

Orientační časový harmonogram:

0. minuta

Činnost učitele: Cíl vyučovací hodiny, zadání práce žákům (Příloha PIV)

Činnost žáků: Poslech

5. minuta

Činnost učitele: Kontrola žáků

Činnost žáků: Studium pravidel hry Kris Kros

20. minuta

Činnost učitele: Kontrola žáků

Činnost žáků: Rozdělení rolí ve skupině

25. minuta

Činnost učitele: Kontrola parametrů modelů žáků, rady

Činnost žáků: Domluva žáků ve skupinách na parametrech modelů hry

40. minuta

Činnost učitele: Závěr hodiny, shrnutí

Činnost žáků: Poslech

7.-12. Vyučovací hodina

Tabulka 8 7.-12. vyučovací hodina, zdroj: vlastní

Předmět:	Informatika, seminář z informatiky, technický kroužek, kroužek 3D tisku
Třída:	Sexta
Téma hodiny:	Tvorba modelů hry Kris Kros v programu Autodesk Inventor Professional 2023
Vzdělávací cíl:	Cílem bloku vyučovacích hodin je práce na modelování jednotlivých modelů hry Kris kros ve skupinách žáků.
Použité metody a formy:	Projektové vyučování
Pomůcky:	Počítače, program Autodesk Inventor Professional 2023

Orientační časový harmonogram:

0. minuta

Činnost učitele: Cíl dnešního dvouhodinového bloku, navázání na předchozí vyučovací hodinu

Činnost žáků: Poslech

5. minuta

Činnost učitele: Kontrola žáků při řešení modelování

Činnost žáků: Práce na modelování

40. minuta

Činnost učitele: Závěr hodiny, shrnutí

Činnost žáků: Poslech

13.-14. Vyučovací hodina

Tabulka 9 13.-14. vyučovací hodina, zdroj: vlastní

Předmět:	Informatika, seminář z informatiky, technický kroužek, kroužek 3D tisku
Třída:	Sexta
Téma hodiny:	Tvorba prezentací a následná obhajoba projektů
Vzdělávací cíl:	Cílem bloku vyučovacích hodin je práce na prezentacích ve skupinách a jejich následná obhajoba před spolužáky
Použité metody a formy:	projektové vyučování
Pomůcky:	Počítače, program Autodesk Inventor Professional 2023, program Microsoft Powerpoint, prezentace (Příloha PV)

Orientační časový harmonogram:

0. minuta

Činnost učitele: Cíl dnešního dvouhodinového bloku, rozdání zadání prezentací (Příloha PV)

Činnost žáků: Poslech

5. minuta

Činnost učitele: Kontrola práce žáků

Činnost žáků: Práce na skupinové prezentaci

45. minuta

Činnost učitele: Kontrola práce žáků, diskuse

Činnost žáků: Prezentování vlastního projektu prostřednictvím vytvořených prezentací, diskuse

80. minuta

Činnost učitele: Zápis bodů

Činnost žáků: Hlasování pro nejlepší skupinu

85. minuta

Činnost učitele: Závěr hodiny, shrnutí

Činnost žáků: Poslech

9 REFLEXE VYUČOVACÍCH HODIN

Vytvořený koncept projektové výuky jsem vyzkoušel v praxi. Projektová výuka je, jak jsem v praxi zjistil, pedagogicky velmi obtížná, avšak její výhody pro žáky jsou nepopíratelné. Na konci poslední hodiny jsem žáky poprosil o napsání krátké zpětné vazby na předchozí hodiny aditivní výroby (3D tisku). Žáci měli možnost se anonymně bez podpisu vyjádřit k hodinám. V rámci skupiny všech žáků jsem získal stručné odpovědi. Žáky, kteří se nejpodrobněji vyjádřili uvádím níže.

Žák A

„Hodiny byly pohodové, líbil se mi přátelský přístup. Jakýkoliv dotaz mi byl srozumitelně zodpovězen. 3D tisk byl pro mě velmi zajímavý, v budoucnu se bude čím dál více věci tisknout a zájem o 3D tisk rapidně stoupl. To že jsem se v hodinách naučil základy designu beru za hodně přínosné, věřím že znalosti mnohokrát využiju.“

Žák B

„Hodiny byly fajn. Bylo vybráno zajímavé, nevšední téma. Ve standardních hodinách na toto není čas, takže oceňuji zpestření. Téma je aktuální (ve smyslu že neprobíráme konstrukci počítačů z dob minulých, ale něco, co se v dnešní době hojně využívá) a troufnu si říct, že i zábavné pro všechny. Hodiny byly jak pro úplné začátečníky a lidi, kteří se s tímto oborem „nesetkali“, tak pro kluky, kteří se v tom již poměrně dost orientují. Oceňuji vždy krátký návod/vysvětlení na začátku a následné procvičení/ukázkou v praxi. Dobrým nápadem bylo zvolit postupnou práci s prostředím pro modelování od úplného začátku. Seznámili jsme se tam se základními prvky a postupy. Super bylo taky to, že jsme všichni měli nějakou samostatnou práci v rámci projektu, nekoukali jsme druhému přes rameno a nespolehali na něho. Pracovali jsme každý na svém souboru, museli jsme kooperovat a dohodnout se např. na rozměrech jednotlivých částí, aby do sebe zapadaly. Vytknout není moc co. Občas bylo trošičku obtížné zadání úkolu (ovšem po pár dotazech bylo vše jasné) nebo nedovysvětlení všech potřebných postupů (museli jsme na to přijít sami). Bratr má 3D tiskárnu, tudíž jsem volné dny strávila modelováním a rozvíjením dovedností v tomto oboru. Bez těchto hodin bych se k tomu nikdy nedostala (čtete nepřemluvila se s tím začít). Takže si myslím, že přínosné pro všechny zúčastněné.“

Žák C

„Líbilo se mi hlavně praktické modelování objektů v technickém programu. Trochu zdlouhavý mi přišel úvod do tématu, kdy vysvětlování 3D tiskáren nemuselo zabrat tolik času. Myslím si že úvod do modelování v Inventoru mi pomůže v budoucnosti v oboru biomedicínského inženýrství, kde jsou 3D tisknuté součástky často využívány. Přivítal jsem taky individuální přístup, kdy každý dostal svůj vlastní úkol ve skupině a přednášející měl čas obejít všechny lidi samostatně. Ocenil jsem také pohotovost přednášejícího při technických problémech.“

Žák D

„Hodiny s panem učitelem Radkem byly užitečné. Jsem rád, že nás informoval, učil, obohacoval o informace z moderního tématu 3D tisk a 3D designování. Protože je to moderní téma, tak se nám to může hodit, ne jak když jsme se v normálních hodinách (asi před 3 lety) učili o zastaralých konektorech a VHSkách. Navíc asi také proto že jsme byli v menším počtu (asi 15 žáků) nás učil v příjemné až skoro kamarádské atmosféře. Protože vlastním 3D tiskárnu a v CAD programu občas pracuji, tak jsem již většinu věcí znal, nicméně i tak jsem se naučil novým věcem. Třeba že Fusion 360 je (alespoň pro mě) rozhodně uživatelsky přijatelnější než Inventor. Toto téma se nám může hodit i do budoucna, protože technologie 3D tisku se budou jen rozvíjet. Můžeme si najít nový koníček, malý přivýdělek nebo vytvořit nadnárodní firmu.“

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navrhnout koncepci projektové výuky (3D tisku) pro potřeby osmiletého gymnázia.

V teoretické části byla popsána aditivní výroba, její historie, současnost i budoucnost. Dále byly popsány základní technologie aditivní výroby (3D tisku) a proces aditivní výroby (3D tisku). Poslední kapitola teoretické části se věnuje projektové výuce.

V praktické části jsem nejprve zjistil jaké je současné využití aditivní výroby na osmiletém gymnáziu. Zjistil jsem, že většina osmiletých gymnázií v současné době s aditivní výrobou teprve začíná.

Na základě tohoto předpokladu jsem vytvořil koncept projektové výuky. Tento koncept projektové výuky je vhodný pro gymnázia, která s aditivní výrobou teprve začínají. Koncept projektové výuky nazvaný Modelování společenské hry Kris Kros je primárně zaměřen na práci žáků v CAD programu. Žáci se během řešení projektu seznámí se základními pojmy aditivní výroby (3D tisku), s modelováním a v závěru projektu také s prezentací výsledků. Pro učitele byl celý koncept projektové výuky podrobně popsán, včetně jednotlivých kroků, které žáci musí splnit k úspěšnému řešení projektu. V přílohách jsou uvedeny výukové materiály, které společně s popisem koncepce projektové výuky tvoří materiály učitelům k výuce. Pro lepší časovou orientaci v jednotlivých hodinách je pro učitele vytvořen orientační časový harmonogram hodin. Jednotlivé fáze projektu se však mohou v praxi časově lišit v závislosti na učiteli, jiném počtu žáků ve třídě, již nabytých znalostí žáků nebo dalších proměnných které mohou výuku určitým způsobem narušit.

Vytvořený koncept projektové výuky byl vyzkoušen v praxi na osmiletém gymnáziu v předmětu seminář z informatiky. Koncept projektové výuky je doplněn o postřehy a zpětnou vazbu žáků.

Do budoucna je vytvořený koncept projektové výuky dostupný pro všechny učitele a může sloužit jako výchozí bod nebo inspirace pro zavedení aditivní výroby (3D tisku) i na dalších osmiletých gymnáziích.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] GIBSON, Ian, David ROSEN, Brent STUCKER a Mahyar KHORASANI. *Additive Manufacturing Technologies* [online]. 3. Cham: Springer International Publishing, 2021 [cit. 2022-10-13]. ISBN 978-3-030-56126-0. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-030-56127-7
- [2] BARNATT, Christopher. *3D Printing: Third Edition*. 3. Scotts Valley: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. ISBN 978-1539655466.
- [3] CHUA, C.K., K.F. LEONG a C.S. LIM. *RAPID PROTOTYPING: PRINCIPLES AND APPLICATIONS (3rd Edition)* [online]. 3. Singapur: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2010 [cit. 2023-01-10]. ISBN 13 978-981-277-897-0. Dostupné z: https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=PiI8DQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=rapid+prototyping+advantages&ots=ziJI5C0AT5&sig=_8gKh16ghP750c5g8MXen56QbEI&redir_esc=y#v=onepage&q=rapid%20prototyping%20advantages&f=false
- [4] History of Additive Manufacturing. *3D Printing and Its Impact on the Production of Fully Functional Components* [online]. IGI Global, 2017, 1-24 [cit. 2023-01-17]. Advances in Chemical and Materials Engineering. ISBN 9781522522898. Dostupné z: doi:10.4018/978-1-5225-2289-8.ch001
- [5] *Základy 3D tisku s Josefem Průšou* [online]. 1. Praha: Prusa, 2019 [cit. 2023-01-03]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/el/ped/jaro2021/TI9009/111101390/zaklady-3d-tisku.pdf>
- [6] První zmínky o 3D tisku. In: *3D Tiskni* [online]. Zlín: 3D Tiskni, 2019 [cit. 2023-01-17]. Dostupné z: <https://3d-tiskni.cz/prvni-zminky-o-3d-tisku/>
- [7] 3D Systems' first 3D printer named Historic Mechanical Engineering Landmark by ASME. In: *Makepartsfast* [online]. USA: Makepartsfast, 2016 [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: <https://www.makepartsfast.com/3d-systems-first-3d-printer-named-historic-mechanical-engineering-landmark-asme/>
- [8] SAI KALYAN, M.V.D, Harish KUMAR a Leeladhar NAGDEVE. Latest trends in Additive manufacturing. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [online]. 2021, **1104**(1), 8-10 [cit. 2023-01-17]. ISSN 1757-8981. Dostupné z: doi:10.1088/1757-899X/1104/1/012020

- [9] NÁRODNÍ PLÁN OBNOVY - VÝZVA - DIGITÁLNÍ UČEBNÍ POMŮCKY PRO ROZVOJ INFORMATICKÉHO MYŠLENÍ DĚTÍ A ŽÁKŮ A JEJICH DIGITÁLNÍCH KOMPETENCÍ PRO CÍRKEVNÍ A SOUKROMÉ MATEŘSKÉ ŠKOLY, ZÁKLADNÍ ŠKOLY A GYMNÁZIA PRO ROK 2022. In: *MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY* [online]. Praha: MŠMT, 2022 [cit. 2023-01-10]. Dostupné z: <https://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/narodni-plan-obnovy-vyzva-digitalni-ucebni-pomucky-pro>
- [10] MŠMT pošle školám peníze na digitalizaci. In: *Edu.cz* [online]. Praha: MŠMT, 2022 [cit. 2023-01-10]. Dostupné z: <https://www.edu.cz/msmt-posle-skolam-penize-na-digitalizaci/>
- [11] Y Soft s Masarykovou univerzitou rozjíždějí projekt pro uplatnění 3D tisku na školách. In: *Ústav výpočetní techniky - Masarykova univerzita* [online]. Brno: MUNI, 2021 [cit. 2023-01-10]. Dostupné z: https://www.ics.muni.cz/media/3238260/tz_3d-tisk_grantovy_program.pdf
- [12] 3D tisk proniká do průmyslu i do dalších oborů. In: *Český statistický úřad* [online]. Praha: ČSÚ, 2023 [cit. 2023-02-15]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/3d-tisk-pronika-do-prumyslu-i-do-dalsich-oboru>
- [13] 3D tiskárny pro školy. In: *Alza* [online]. Praha: Alza.cz a.s [cit. 2023-01-10]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/3D-tiskarny-pro-skoly>
- [14] Vlastní projekty aneb jak získat 3D tiskárnu zdarma?. In: *Průša pro školy* [online]. Praha: Prusa Research, 2020 [cit. 2023-01-11]. Dostupné z: <https://proskoly.prusa3d.cz/vyzva/>
- [15] Vedme děti k technologiím, říká majitel 3D tiskáren, které dává školám zdarma. *IDNES* [online]. 2021, 1 [cit. 2023-01-11]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/prusa-3d-tisk-technologie-skoly.A211103_120032_domaci_imat
- [16] Průvodce: 3D tisk ve škole. In: *3D wiser member of Admasys International* [online]. Praha: 3DWISER, 2021 [cit. 2023-01-11]. Dostupné z: <https://3dwiser.com/3d-tisk-ve-skole/>
- [17] 3D tisk pro školy. In: *O2 Chytrá škola* [online]. Praha: O2, 2021 [cit. 2023-01-11]. Dostupné z: <https://vyuka.o2chytraskola.cz/clanek/50/3d-tisk-pro-skoly/10739>

- [18] REZVANI GHOMI, Erfan, Fatemeh KHOSRAVI, Rasoul NEISIANY, Sunpreet SINGH a Seeram RAMAKRISHNA. Future of additive manufacturing in healthcare: Lecture Notes from the 2nd ERCOFTAC Summerschool held in Stockholm, 10-16 June, 1998. *Current Opinion in Biomedical Engineering* [online]. 2021, 17 [cit. 2023-01-12]. ISSN 24684511. Dostupné z: doi:10.1016/j.cobme.2020.100255
- [19] KLOSKI, Liza Wallach a Nick KLOSKI. *Začínáme s 3D tiskem*. 1. Brno: Computer Press, 2017. ISBN 978-80-251-4876-1.
- [20] *E-Mole.cz* [online]. 2015, [cit. 2023-02-11]. ISSN 2336-5714. Dostupné z: <https://www.e-mole.cz/cislo/e-mole-c-3-4>
- [21] PLA. In: *Prusa research by Josef Prusa* [online]. Praha: Prusa, 2022 [cit. 2022-12-30]. Dostupné z: https://help.prusa3d.com/cs/article/pla_2062
- [22] PETG. In: *Prusa research by Josef Prusa* [online]. Praha: Prusa, 2022 [cit. 2022-12-30]. Dostupné z: https://help.prusa3d.com/cs/article/petg_2059
- [23] ABS. In: *Prusa research by Josef Prusa* [online]. Praha: Prusa, 2022 [cit. 2023-01-02]. Dostupné z: https://help.prusa3d.com/cs/article/abs_2058
- [24] Polyamid(Nylon). In: *Prusa research by Josef Prusa* [online]. Praha: Prusa, 2022 [cit. 2023-01-02]. Dostupné z: https://help.prusa3d.com/cs/article/polyamid-nylon_167188
- [25] Jak začít s 3D tiskem ve škole? (5/5). In: *O2 Chytrá škola* [online]. Praha: O2, 2021 [cit. 2023-01-02]. Dostupné z: <https://vyuka.o2chytraskola.cz/clanek/50/3d-tisk-pro-skoly/10743>
- [26] Soubory STL. In: *Adobe* [online]. San Jose: Adobe, 2022 [cit. 2023-01-03]. Dostupné z: <https://www.adobe.com/cz/creativecloud/file-types/image/vector/stl-file.html>
- [27] Postprocessing 3D výtisků krok za krokem. In: *JosefPrusa* [online]. Praha: JosefPrusa, 2018 [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: <https://josefprusa.cz/postprocessing-3d-vytisku-krok-za-krokem/>
- [28] KRATOCHVÍLOVÁ, Jana. *Teorie a praxe projektové výuky*. 2. vydání. Brno: Masarykova univerzita, 2016. ISBN 978-80-210-8163-5.
- [29] PRŮCHA, Jan, Jiří MAREŠ a Eliška WALTEROVÁ. *Pedagogický slovník*. 4. aktualiz. vyd. Praha: Portál, 2003. ISBN 80-717-8772-8.

- [30] MAŇÁK, Josef a Vlastimil ŠVEC. *Výukové metody*. 1. Brno: Paido, 2003. ISBN 80-731-5039-5.
- [31] COUFALOVÁ, Jana. *Projektové vyučování pro první stupeň základní školy: náměty pro učitele*. 1. Praha: Fortuna, 2006. ISBN 80-716-8958-0.
- [32] VALENTA, Josef. *Pohledy: projektová metoda ve škole a za školou*. Praha: IPOS ARTAMA, 1993. ISBN 80-706-8066-0.
- [33] DÖMISCHOVÁ, Ivona. *Projektová výuka: moderní strategie vzdělávání v České republice a německy mluvících zemích*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 978-80-244-2915-1.
- [34] *Laboratoř 3D tisku* [online]. Polička: Gymnázium Polička, 2018 [cit. 2023-03-08]. Dostupné z: <https://www.gympolicka.cz/laborator-3d-tisku/>
- [35] *Projekt 3D tisk* [online]. Vítkov: Základní škola a gymnázium Vítkov, 2023 [cit. 2023-03-08]. Dostupné z: <https://www.zsgvitkov.cz/aktuality-gymnazium/projekt-3d-tisk/>
- [36] *Jsme referenční škola pro 3D tisk firmy ySoft* [online]. Brno: Gymnázium Matyáše Lercha, 2021 [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://www.gml.cz/3dtisk>
- [37] *GYMNÁZIUM MATYÁŠE LERCHA (GML)* [online]. Brno: YSoft, 2020 [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://www.ysoft.com/cs/support/downloads/resources/case-study-gml>
- [38] *Autodesk Academia* [online]. Náchod: Gymnázium Jiráskovo, 2018 [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://www.gymnachod.cz/pro-rodice-a-verejnost/projekty/autodesk-academia/>
- [39] *Technické kroužky - nabídka pro žáky (aktualizováno)* [online]. Náchod: Gymnázium Jiráskovo, 2022 [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://www.gymnachod.cz/historie/co-se-udalo/technicke-krouzky-nabidka-pro-zaky-2/>
- [40] *Technický kroužek 3D* [online]. Karviná: Gymnázium Karviná, 2022 [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://www.gym-karvina.cz/index.php?id=1485&ido=4>
- [41] *Vymodeluj a vytiskni si svou školu v Minecraftu* [online]. Karviná: Gymnázium, Karviná, příspěvková organizace, 2022 [cit. 2023-04-15]. Dostupné z: <https://www.printables.com/cs/education/341400-vymodeluj-a-vytiskni-si-svou-skolu-v-minecraftu>

- [42] *Kroužky* [online]. Litovel: Gymnázium Jana Opletala, 2022 [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://www.gjo.cz/projekty-a-aktivity/krouzky/>
- [43] *Program Průša pro školy – 3D tisk* [online]. Třeboň: Gymnázium Třeboň, 2022 [cit. 2023-03-08]. Dostupné z: <https://www.gymtrebon.cz/a-3706-program-prusa-pro-skoly-3d-tisk.html>
- [44] *Návrh a 3D tisk hlavolamů a hry na přemýšlení* [online]. Chotěboř: Gymnázium Chotěboř, 2023 [cit. 2023-03-19]. Dostupné z: <https://www.printables.com/cs/education/216829-navrh-a-3d-tisk-hlavolamu-a-hry-na-premysleni>
- [45] *Úvod do 3D tisku – Nejvyšší věž ze špejli* [online]. Kutná Hora: Gymnázium Jiřího Ortena, 2023 [cit. 2023-03-19]. Dostupné z: <https://www.printables.com/cs/education/384587-uvod-do-3d-tisku-nejvyssi-vez-ze-spejli>
- [46] *Návrh doplňků pro výukového robota Edisona - Držák fixy* [online]. Ústí nad Labem: Gymnázium a Střední odborná škola dr. Václava Šmejkala, 2023 [cit. 2023-03-19]. Dostupné z: <https://www.printables.com/cs/education/357542-navrh-doplunku-pro-vyukoveho-robota-edisona-drzak-f>
- [47] *Zbraně v husitském období* [online]. Hustopeče: Gymnázium T. G. Masaryka Hustopeče, 2023 [cit. 2023-04-15]. Dostupné z: <https://www.printables.com/cs/education/356841-zbrane-v-husitskem-obdobi>
- [48] *3D model města* [online]. Ostrava: Biskupské gymnázium v Ostravě, 2022 [cit. 2023-04-15]. Dostupné z: <https://www.printables.com/cs/education/275198-3d-model-mesta>
- [49] *Modelování těles pro výuku stereometrie* [online]. Lovosice: Gymnázium Lovosice, 2022 [cit. 2023-04-15]. Dostupné z: <https://www.printables.com/cs/education/264450-modelovani-teles-pro-vyuku-stereometrie>
- [50] *Tiskátka chemických sloučenin* [online]. Mimoň: Gymnázium Mimoň, Letná 263, příspěvková organizace, 2022 [cit. 2023-04-15]. Dostupné z: <https://www.printables.com/cs/education/262925-tiskatka-chemicky-ch-sloucenin>

- [51] *Pythagorova věta a její důkaz* [online]. Podbořany: Gymnázium a SOŠ Podbořany, 2022 [cit. 2023-04-15]. Dostupné z: <https://www.printables.com/cs/education/254705-pythagorova-veta-a-jeji-dukaz>
- [52] Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. In: *Edu* [online]. Praha: MŠMT, 2022 [cit. 2023-04-06]. Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-pro-gymnazia-rvp-g/>
- [53] PŘÍRUČKA 3D TISKAŘE. In: *Prusa Research by Josef Prusa* [online]. Praha: Prusa Research by Josef Prusa, 2022 [cit. 2023-04-08]. Dostupné z: https://www.prusa3d.com/downloads/manual/prusa3d_manual_mk3s_cs.pdf#_ga=2.184015525.229837600.1683619913-386231863.1676039625
- [54] *KrisKros pro děti: Návod*. 1. Mnichovo Hradiště: DinoToys s.r.o., 2005.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

STL	Standard tessellation language
SLA	Stereolitography
CAD	Computer aided design
FDM	Fused deposition modeling
SLS	Selective laser sintering
LOM	Laminated object manufacturing
3DP	Three-dimensional printing
RepRap	Replication rapid prototyper
3MF	3D manufacturing format
FFF	Fused filament fabrication
SLA	Stereolitography
DLP	Digital light processing
MSLA	Mask stereolitography
UV	Ultraviolet
LED	Light emitting diode
CAM	Computer aided manufacturing
AMF	Additive manufacturing file format
OBJ	Object file

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Tiskárna SLA1, zdroj: [7]	11
Obrázek 2 – Schéma dual extrudér FDM tiskárny, zdroj: [20]	15
Obrázek 3 – Top down, zdroj: [20].....	18
Obrázek 4 – Bottom up, zdroj: [20].....	18
Obrázek 5 – Schéma SLS tiskárny, zdroj: [20]	19
Obrázek 6 – Proces tvorby modelu, zdroj: vlastní.....	21
Obrázek 7 – Fáze projektu, zdroj: vlastní.....	24
Obrázek 8 – Tiskárna Prusa i3 MK3S+, zdroj: [53].....	40
Obrázek 9 – Úvodní obrazovka programu Autodesk Inventor Professional 2023, zdroj: vlastní.....	43
Obrázek 10 – Prostředí programu Autodesk Inventor Professional 2023, zdroj: vlastní	44
Obrázek 11 – Tvorba kvádru, zdroj: vlastní	44
Obrázek 12 – Skořepina, zdroj: vlastní.....	45
Obrázek 13 – Zaoblení, zdroj: vlastní.....	46
Obrázek 14 – Formát textu, zdroj: vlastní	46
Obrázek 15 – Vytvořený model, zdroj: vlastní.....	47
Obrázek 16 – Písmeno T, zdroj: vlastní.....	48
Obrázek 17 – Písmeno L, zdroj: vlastní.....	48
Obrázek 18 – Písmeno S, zdroj: vlastní.....	48
Obrázek 19 – Hrací dílek písmene A, zdroj: vlastní.....	52
Obrázek 20 – Pořadník pro hrací dílky, zdroj: vlastní.....	54
Obrázek 21 – Hrací deska, zdroj: vlastní.....	56
Obrázek 22 – Herní plocha, zdroj: [54]	60

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Scénář projektu, zdroj: vlastní	39
Tabulka 2 – Písmena A-M a jejich počet, zdroj: [54].....	59
Tabulka 3 – Písmena N-Ž a jejich počet, zdroj: [54].....	59
Tabulka 4 1.-2. vyučovací hodina, zdroj: vlastní.....	61
Tabulka 5 3.-4. vyučovací hodina, zdroj: vlastní.....	62
Tabulka 6 5. vyučovací hodina, zdroj: vlastní	64
Tabulka 7 6. vyučovací hodina, zdroj: vlastní	65
Tabulka 8 7.-12. vyučovací hodina, zdroj: vlastní.....	66
Tabulka 9 13.-14. vyučovací hodina, zdroj: vlastní.....	67

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha PI: Aditivní výroba

Příloha PII: Kótování

Příloha PIII: Samostatná práce

Příloha PIV: Kris Kros

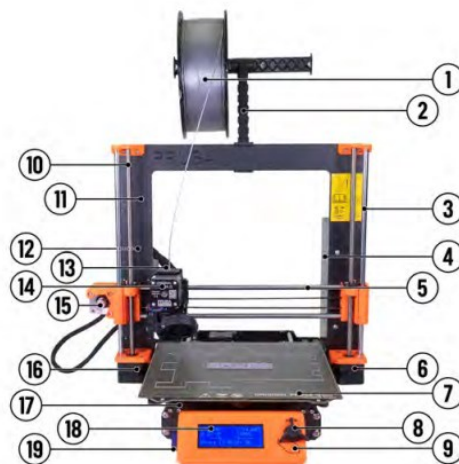
Příloha PV: Prezentace

PŘÍLOHA P I: ADITIVNÍ VÝROBA

Aditivní výroba

Jméno a příjmení: Třída:

Přiřad' číslům název komponenty tiskárny



1	USB port
2	Otvor na SD kartu
3	Osa X
4	Filament
5	Držák na filament
6	Osa Y
7	LCD monitor
8	Reset tlačítko
9	Motor Z1
10	Motor Z2
11	Vyhřívaná podložka
12	Motor X
13	Motor tiskové hlavy (extruderu)
14	Řídící jednotka Einsy Rambo
15	Rám tiskárny
16	Tyč s trapézovým závitem
17	Osa Z
18	Zdroj
19	Hlavní ovládací tlačítko

Odpověz na otázky

Co je to 3D tisk?

Kdy 3D tisk vznikl?

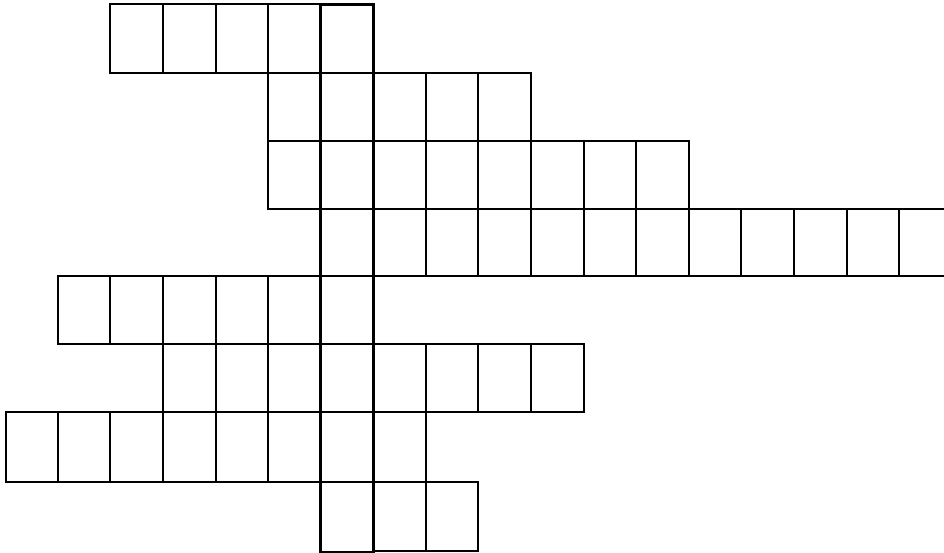
K čemu 3D tisk slouží?

Co všechno potřebujeme abychom si mohli něco vytisknout?

Jak získat 3D model objektu?

Jmenujte základní technologie 3D tisku?

Vyplň tajenku



- 1) Jméno vynálezce stereolitografie?
- 2) Název české společnosti tiskáren?
- 3) Tiskový materiál 3D tiskárny FDM/FFF?
- 4) Opačný proces k procesu aditivnímu?
- 5) Jiný název pro aditivní výrobu?
- 6) Součástka FDM/FFF tiskárny, která slouží k přenášení zahřátého tiskového materiálu na tiskovou plochu?
- 7) Název CAD programu začínajícího na I?
- 8) Formát souboru používaný v 3D tisku?

Opakování



PŘÍLOHA P II: KÓTOVÁNÍ

Kótování

Jméno a příjmení: Třída:

Narýsuj obdélník o velikosti 50x30 mm

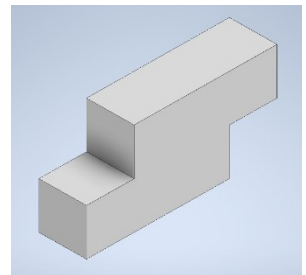
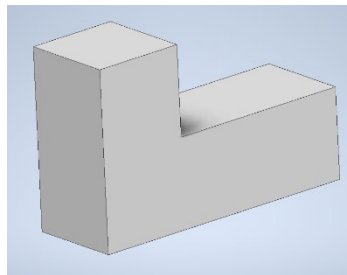
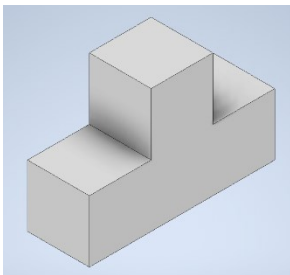
PŘÍLOHA P III: SAMOSTATNÁ PRÁCE

Samostatná práce

Jméno a příjmení: Třída:

Vytvoř v programu Autodesk Inventor Professional 2023 následující tři modely ve tvaru písmen hry Tetris, přičemž víš, že velikost jedné krychle je 15x15x15 mm:

- Písmeno T
- Písmeno L
- Písmeno S



PŘÍLOHA P IV: KRIS KROS

Kris Kros

Jméno a příjmení 1. člen skupiny:

Jméno a příjmení 2. člen skupiny:

Jméno a příjmení 3. člen skupiny:

Třída:

Co je to Kris Kros?

Kris Kros je stolní hra, ve které se pracuje se slovy. Hráči mají za úkol poskládat různá slova z písmen, které si sami vylosují, a tím získávají body. Slova je nutno skládat vodorovně nebo svisle k hrací ploše. Počet hráčů je v rozmezí 2-4.

Co je nutno si ke hře připravit?

Hráči si připraví herní desku a písmena. Každý hráč dostane jeden zásobník na písmena. K samotné hře je také nutno si připravit jeden záznamový arch pro body jednotlivých hráčů. Hru zahajuje nejmladší hráč, a to vylosováním si osmi písmen z krabičky. Písmena si všichni hráči do svého zásobníku uloží tak, aby je navzájem neviděli.

Co je cílem hry?

Hráč se pokouší ze svých osmi písmenek vymyslet smysluplné slovo, které dosadí na herní plochu tak, aby získal co nejvíc bodů. Celkový počet bodů vytvořeného slova je vypočítán jako součet hodnot jednotlivých písmen slova. Pokud se hráči podaří ve svém tahu použít všech osm písmen získává navíc k celkovému počtu bodů za slovo prémii 50 bodů. Písmena vytvořeného slova

nabývají hodnotu podle plochy, kde jsou písmena na herním plánu umístěna. Vnitřní oblast hrací plochy nabývá hodnoty 6 a postupně se snižuje k okrajům hrací plochy až k oblastem nabývajícím hodnotu 1. Konec tahu hráče spočívá v zapsání dosažených bodů do záznamového archu a následnému doplnění písmen do zásobníku o stejný počet písmen použitých pro tvorbu slova. Z toho vyplývá, že počet písmen v zásobníku je vždy osm. Jestliže se hráči nepodaří z písmen, která má v zásobníku vytvořit smysluplné slovo, řekne slovo „Nelze“. Do záznamového archu se napíše hodnota 0 a na řadě je další hráč. Další hráč má nyní možnost vytvořit slovo dvěma způsoby. Prvním způsobem je vytvoření vlastního slova nezávisle na již vytvořeném slovu prvního hráče nebo druhým způsobem tak, že hráč vytvoří nové slovo přiložením písmen k již vytvořenému slovu. Při variantě druhého způsobu jsou do počtu bodů započteny i hodnoty písmen již dříve použitých, jestliže patří k nově vytvořenému slovu. Pokud při tvorbě slova je v cestě jiné slovo, potom písmeno v políčku překřížení slov musí být shodné.

Jak vytvořím slovo?

Osm písmen hráče, pomocí kterých tvoří slova jsou vybrána z celkového počtu 101 písmen hry. Počty jednotlivých písmen hry jsou shrnuty v tabulkách uvedených níže.

Písmeno	Počet	Písmeno	Počet
A	6	F	1
Á	2	G	1
B	2	H	2
C	2	CH	2
Č	2	I	4
D	2	Í	2
Ď	1	J	2
E	5	K	4
É	1	L	4
Ě	2	M	3

Písmeno	Počet	Písmeno	Počet
N	3	Ť	1
Ň	1	U	3
O	6	Ů	1
Ó	1	Ú	1
P	3	V	3
R	4	X	2
Ř	2	Y	3
S	5	Ý	2
Š	2	Z	2
T	4	Ž	2

Slova lze tvořit následujícími způsoby:

- Vytvořením nového samostatného slova
- Vytvořením nového slova tak, že druhé slovo je přiloženo k již vytvořenému a všechny použité písmena tvoří slovo nové
- Vytvořením nového slova tak, že nové slovo je přiloženo k již vytvořenému slovu v pravém úhlu a obsahuje jedno písmeno již vytvořeného slova
- Vytvořením nového slova tak, že je přidáno písmeno nebo více písmen k již vytvořenému slovu

Jeden tah hráče představuje tvorbu jednoho slova a současně lze doplnit slovo umístěné na jiném místě herní plochy nebo doplnění několika slov na herní ploše. Jakmile jsou písmena na herní ploše vyložena, nelze je umístit na jiné místo. Přípustné slova lze vytvořit pomocí všech slovních druhů. Podstatná jména je nutno tvořit v prvním pádu jednotného nebo množného čísla. Slovesa

Lze vytvořit v infinitivu, rozkazovacím způsobem a 1.,2.,3. osobou jednotného nebo množného čísla v přítomném čase oznamovacího způsobu. Přídavná jména v 1. pádu jednotného i množného čísla všech rodů. Mezi zakázaná slova patří:

- Vlastní jména
- Vzorce
- Zkratky
- Cizí slova
- Slova nespisovná
- Slova argotová nebo zkomolená

Jak ve hře Kris Kros zvítězím?

Konec hry nastává ve chvíli, jsou-li spotřebovány všechny písmena a hráči nejsou schopni vytvořit slovo nové. Vítězem je hráč, jehož hodnota součtu bodů v tabulce je nejvyšší.

Jak vypadá herní plocha hry?

1	1	2	2	3	3	4	3	3	2	2	1	1
1	2	2	3	3	4	4	4	3	3	2	2	1
2	2	3	3	4	4	5	4	4	3	3	2	2
2	3	3	4	4	5	5	5	4	4	3	3	2
3	3	4	4	5	5	6	5	5	4	4	3	3
3	4	4	5	5	6	6	6	5	5	4	4	3
4	4	5	5	6	6	6	6	6	5	5	4	4
3	4	4	5	5	6	6	6	5	5	4	4	3
3	3	4	4	5	5	6	5	5	4	4	3	3
2	3	3	4	4	5	5	5	4	4	3	3	2
2	2	3	3	4	4	5	4	4	3	3	2	2
1	2	2	3	3	4	4	4	3	3	2	2	1
1	1	2	2	3	3	4	3	3	2	2	1	1

Nyní se ve skupině domluvte, kdo bude v následujících hodinách tvořit:

- Základní plochu hry
- Pořadníky na písmena
- Jednotlivé hrací dílky abecedy

Jakmile jste ve skupině domluveni na rolích, vypište si zde parametry vašeho modelu:

PŘÍLOHA P V: PREZENTACE

Prezentace projektu

Jméno a příjmení 1. člen skupiny:

Jméno a příjmení 2. člen skupiny:

Jméno a příjmení 3. člen skupiny:

Třída:

Ve skupině vytvořte následující prezentaci:

1. Snímek - Název prezentace, jména autorů projektu
2. Snímek - Obsah prezentace
3. Snímek - Vlastní prezentace (popis a parametry jednotlivých modelů)