

POSSIBILITIES AND BENEFITS OF USING 3D MODELLING SOFTWARE IN PRIMARY SCHOOLS

Milan Klement*, Univerzita Palackého v Olomouci, Česká republika

Přijato: 3. 5. 2022 / Akceptováno: 8. 8. 2022

Typ článku: Výzkumná studie

DOI: 10.5507/jtie.2022.006

Abstract: The aim of technical or polytechnic education and training is to develop the skills of the students in the use of working tools and machines, to acquire a working culture and to acquaint them with the scientific principles of contemporary production. At present, these objectives are further developed by the use of digital technologies to support these activities. One of the manifestations of these trends is the increasing interest in 3D modelling, which is becoming an integral part of the teaching in some primary schools. The aim of this research work was to map, on the basis of pedagogical research methods, the use and benefits of 3D modelling in selected primary schools, including a systematic description of specific tools for the implementation of such focused teaching.

Key words: technical education, innovation in education, 3D modelling.

MOŽNOSTI A PŘÍNOSY VYUŽITÍ PROGRAMŮ PRO 3D MODELOVÁNÍ NA ZÁKLADNÍCH ŠKOLÁCH

Abstrakt: Cílem technické, respektive polytechnické výchovy a vzdělávání je rozvinout u vzdělávaných dovednosti v zacházení s pracovními nástroji a stroji, osvojit pracovní kulturu a seznámit je s vědeckými principy soudobé výroby. V současnosti jsou tyto cíle dále rozvinuty o oblast využití digitálních technologií pro podporu těchto činností. Jedním z projevů těchto trendů je i stále se zvyšující zájem o problematiku 3D modelování, které se stává nedílnou součástí výuky na některých základních školách. Realizovaná výzkumná práce si kládla za cíl, na základě metod pedagogického výzkumu, zmapovat

*Autor pro korespondenci: milan.klement@upol.cz

problematiku využití a přínosů 3D modelování na vybraných základních školách, včetně systematického popisu konkrétních nástrojů pro realizaci takto zaměřené výuky.

Klíčová slova: technické vzdělávání, inovace ve vzdělávání, 3D modelování.

1 Úvod

Technika je součástí našeho života, je všude kolem nás. Lze konstatovat, že člověk bez potřebných základních technických vědomostí a dovedností by v současné době nemohl kvalitně plnit svoji společenskou funkci a vést plnohodnotný život (Dostál, 2019; Dixon, 2013; Zubatá, Plishke, Kropáč, 2011 a jiní). Vzdělávací systém tedy musí zpřístupnit celé populaci, nejen studentům technicky orientovaných škol, elementární technické vědomosti a dovednosti. Toto elementární technické vzdělávání je ve vyspělých školských systémech nedílnou součástí základního všeobecného vzdělávání, které se uskutečňuje na základních i středních školách. Děje se tak prostřednictvím vyučovacích předmětů, které mají u nás i v zahraničí nejen různé názvy (pracovní vyučování, pracovní výchova, technická výchova, technická praktika, technické práce, technika, praktické činnosti, technologie apod.), ale i rozsah a obsah. V posledních letech je v odborné literatuře často používán termín „vyučovací předměty technického charakteru“ (Idrus, Mond, Abdullah, 2015). Žáci jsou jejich prostřednictvím vybavováni nejen teoretickými poznatky, ale i elementárními pracovními dovednostmi. Důraz je zpravidla kladen na technickou tvořivou činnost podle zájmu žáku (převážně ve volitelných předmětech). Přes rychlý rozvoj digitálních technologií je ve všech vzdělávacích systémech vyspělých zemí zachována i elementární manuální pracovní činnost technického charakteru (obrábění dřeva, kovu, práce s nástroji a jednoduchými stroji, elektromontážní práce apod.), ale stále častěji se setkáváme s propojením obou oblastí. Cílem technické, respektive polytechnické výchovy a vzdělávání je rozvinout u vzdělávaných dovednosti v zacházení s pracovními nástroji a stroji, osvojit pracovní kulturu a seznámit je s vědeckými principy soudobé výroby, pravidly bezpečnosti práce apod. (Mojžíšek, 1981). V současnosti jsou tyto cíle dále rozvinuty o oblast využití digitálních technologií pro podporu těchto činností, neboť tyto technologie dnes pokrývají či podporují značnou část průmyslové produkce. V technicky zaměřených předmětech, kdy dochází ke kombinaci obou výše uvedených segmentů cílů, může být tento úkol dobře plněn, jejich obsah i procesní stránka je blízka výkonům řady profesí, dnes nejen profesí označovaných jako technické (Manullang, Kons, 2012).

Stává se přirozeným a běžným jevem, že řada designérů, techniků i vědců z nejrůznějších odvětvích, potřebuje ve své práci využívat 3D modelování. Dokonce i menší děti začínají používat různé druhy technologií (Klement, Klementová, 2015). A tak není divu, že na některých základních školách se již tendence začít zavádět do výuky software pro 3D modelování a 3D tisk (Bai et al., 2021). Je to i díky tomu, že řada software firem zvolila příznivou licenční politiku pro vzdělávací účely. Některé aplikace jsou zcela bezplatné, některé jsou dokonce k dispozici on-line, a jsou založeny na webovém prohlížeči. Žáci, studenti i pedagogové se v některých případech mohou učit pracovat se stejnou verzí programu, na které vytvářejí své produkty i profesionálové. Už pro děti na základních školách může být práce s 3D modelováním přínosem a přinést jim řadu výhod (Klement, 2017; Atkinson, 2012). Existují modelovací programy, které jsou velmi intuitivní a lehce pochopitelné, navíc přináší dětem skvělé zážitky z vlastní tvorby. Děti se dostávají dál, než je pouhá jednoduchá kresba. Mohou si vytvořit vlastní hračky nebo pomůcky do školy. 3D modelování ve spojení s 3D tiskem je dobrý způsob, jak motivovat děti k vytváření nejrůznějších objektů a stimulovat jejich kreativitu. Programy cílí na všechny děti – chlapce i dívky. Pro obě skupiny vytváří dobré podmínky k realizaci svých nápadů. To, že výrazně podněcují právě dívky, je důležitým a velmi dobrým vkladem pro budoucnost – například pro výběr povolání (Bybee, 2019).

2 Možnosti využití 3D modelování na základní škole

U malých dětí (první stupeň) je zapotřebí začínat s programy, které mají jednoduché a líbivé rozhraní, jsou snadno pochopitelné, intuitivní. V nabídce naštěstí jsou i taková řešení. Zvláště vhodné pro třídu prvostupňových dětí jsou online aplikace. Řada programů nabízí i tzv. „EDU vzdělávací verzi“, která pomáhá žákům a učitelům komunikovat o projektu (Ertmer, 2020). Tyto verze umožňují učitelům sledovat práci žáků. Pro žáky vyšších ročníků může být v některých případech vhodné sáhnout po základních verzích komplexnějších programů pro 3D modelování s propracovanějšími editačními nástroji. I když se většina žáků nestane zřejmě průmyslovými designéry, pochopení základních prvků a principů 3D modelování a 3D tisku je pro žáky důležité a využitelné i v praktickém životě. Je patrné, že stále více oborů používá 3D vizualizace, nebo 3D modelování. Základní znalosti načerpané při kreativních pokusech s těmito programy na základní škole, mohou žáky následně nasměřovat k dalšímu studiu specializovaných oborů

na středních školách, nebo budou mít velký přínos při uplatnění v práci (Dostál, 2019; Klement, 2017).

U pedagogů i rodičů existují různé pohledy na otázku: kdy vlastně má dítě začít používat programy pro 3D modelování? Jedna skupina je spíše konzervativní a přiklání se k tomu, aby se žák nejdříve naučil kreslit v ruce. Za pomoci klasických nástrojů jako je: tužka, kružítko, pravítko a zastávají tak názor, že k základní gramotnosti člověka patří schopnost graficky se vyjádřit i bez počítače (Granath, 2003). Při kreslení v ruce dochází k bohatšímu rozvíjení citlivosti, vnímání, psychomotorických dovedností. Děti pak chápou lépe návaznost na práci předchozích generací (kreslířů, grafiků atd.), kteří programy pro 3D modelování ještě k dispozici neměli. Druhá skupina tyto vyjmenované aspekty řadí spíše k podružným, a nebrání žákům, aby začali ke kreslení a vyjádření svých představ používat technologie. Podobnou analogii můžeme spatřovat například v nejednotnosti mezi odborníky grafology, zda je třeba vytrvat u psacího hůlkového písma, nebo se pokoušet zavést písmo, blížící se písmu tiskacímu – tedy čitelnějšímu, jako je (například Comenia Skript).

Na otázku, kdy začít s kreslením a grafickým vyjadřováním se s pomocí 3D modelovacích programů, není možné dát jasnou a vyhraněnou odpověď (Hallstöröm et al., 2013). Dle našeho názoru není ani podstatné, zda se dítě nejprve musí, či nemusí naučit kreslit tzv. „v ruce“. Podstatné je, aby jedna, nebo druhá forma dovednosti nebyla z jeho „cesty za poznáním“ úplně vytěsněna. Dobré je vzít i v potaz zkušenost některých návrhářů, architektů, že prvotní nápad, myšlenka, která stojí na startu díla, či projektu, je většinou napadne na procházce v lese, nebo na cestě v letadle. Dalšími klíčovými faktory, kterými je nutné se zabývat a přisoudit jim stejnou důležitost při výuce na základní škole je volba vhodného programu pro 3D modelování a jeho využití pro následný 3D tisk.

3 Programy pro 3D modelování vhodné pro základní školy

3D modelování a tisk můžeme ze vzdělávacího hlediska chápat jako nástroje, které formou hry, zapojují děti do učení, aniž by si to primárně samy uvědomovaly. 3D modelování a tisk zapadají do konceptu vzdělávání STEM/STEAM (Wang et al., 2018). Cílem tohoto konceptu je u žáků vytvářet lepší vztah k předmětům STEM (přírodní vědy, technika, inženýrské obory a matematika), tak aby si kariéru a profesní život v této oblasti volilo čím dál větší procento absolventů. Tato koncepce začala v USA již v 80. letech 20. století, byla výrazně podporována (také finančně)

za vlády prezidenta Obamy a je významně propagována dodnes (Sanders, 2015). Naštěstí i evropské státy zachytili tento proud a pochopily varování ekonomických expertů, kteří trvale poukazují na fakt, že nevzdělanost v oblasti STEM povede ke ztrátě konkurenceschopnosti na trhu a neblaze se podepíše na rozvoji budoucí ekonomiky. Znamou skutečností je, že i nezaměstnanost absolventů v oborech STEM je výrazně nižší než u absolventů ostatních oborů (Mansour, 2014).

STEM vzdělávání by mělo být přizpůsobeno každé věkové kategorii. Již u prvotupňových dětí je vhodné aplikovat tento způsob vzdělávání, protože se již v raném věku setkávají s nejrůznějšími technologiemi. Začínají se vzdělávat v oblastech vědy a techniky a rozvíjí se jejich tvořivé myšlení. Žáci mohou využívat obě části mozku – analytickou i kreativní. STEAM zapojuje do výuky kreativitu a nové způsoby vnímání technických předmětů. Zabývá se i otázkou, jak vyřešit nedostatky současného nepoměru mužů a žen při výkonu povolání v technických oborech. V nižším věku ještě nejsou u dětí zakořeněné společenské stereotypy. Program STEM/ STEAM se snaží o řešení i v tomto ohledu. Například na významných osobnostech – na slavných ženách z oboru ukazuje, že do světa technologií skutečně patří. Vyzvedává skutečnost, že v moderních firmách je ženský element čím dál více potřebný a vyhledávaný (Siekman, 2016).

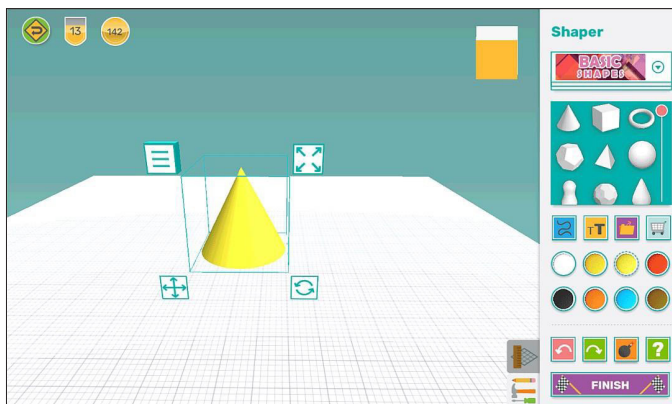
Tuto skutečnost si pedagogové STEM oborů uvědomují a snaží se zachytit inovace a problémy z vědy a techniky. Čím dál více se na školách při výuce využívají speciální vzdělávací pomůcky, vzdělávací hračky, elektronické stavebnice, speciální 3D modelovací programy a 3D tisk. Několik takových programů, které lze vhodně využívat při vzdělávacím procesu na hodinách informatiky na základní škole, bude popsáno v dalších částech textu. Tyto aplikace lze využít i pro koncepci STEAM vzdělávání.

4 Makers Empire

Tento program byl navržen speciálně pro mladší žáky základních škol. V soutěži Common Sense Education's Best EdTech neziskové organizace podporující digitální gramotnost byl vyhlášen jako jeden z nejlepších výukových programů. Maker Empire je podporován ministerstvem školství v USA, Austrálii, Saudské Arábii. Stal se součástí řady vzdělávacích projektů ve více než 40 zemích světa. Verze ME School zahrnuje více než 130 plánů lekcí sladěných s americkými standardy Common Core, standardy Next Generation Science a australským kurikulem. Pro žáky je software dostupný zdarma – ve verzi pro desktop i pro tablety. Výuková

aplikace umožňuje rozvíjet prostorové myšlení – učit se na základě příkladů z reálné architektury a reálného světa. Klade si za cíl pomáhat žákům rozvíjet logiku, přesnost, kreativní myšlení, prostorovou představivost.

Aplikace podporuje tvorbu 3D modelů, děti mohou modely i stahovat a tisknout modely na 3D tiskárnách. Program představuje také nástroj pro správu třídy s integrovaným hodnocením. Učitel, má možnost vytvářet materiály pro výuku, může řídit, usměrňovat žáky během hodiny při žákovské práci. Program má i herní zónu – 3D bludiště. Hotové modely lze sdílet, a lze tak pracovat v týmu na společném projektu, vytvářet komentáře, přečíst si pokyny, názor učitele. Každý týden tvůrci Empire pro žáky připravují soutěž.



Obr. č. 1: Prostředí Makers Empire

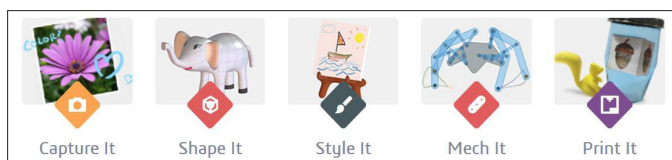
5 SolidWorks Apps for Kids

Společnost Dassault Systemes SolidWorks vydala zajímavé 3D online aplikace pro děti. Běží přímo v internetovém prohlížeči. Zábavnou formou povzbuzuje dětské nadšení ke studiu technických oborů a pomáhá rozvíjet technické myšlení. SolidWorks Apps for Kids je určena dětem ve věku od 4 do 14 let. Sbíрка pěti aplikací umožňuje rozdělení návrhového procesu na jednotlivé kroky s nástroji pro tvorbu, definování stylu, návrh a projektování konceptu a jeho následnou prezentaci a sdílení s ostatními. Aplikace inspiřují žáky a poskytují jim nástroje pro realizaci jejich rozmanitých nápadů. Webová kolekce aplikací je dostupná

i pro tablety a další mobilní zařízení. Děti se tak mohou zábavným a vzrušujícím způsobem seznámit s procesem vytváření návrhů.

Po registraci je na stránkách výrobce k dispozici pět modulů: Capture it, Shape It, Style It, Mech it, Print It.

- „Capture it“ vytváří komponované snímky, koláže a videa se zvukem. S výsledkem se pak děti mohou pochlubit ostatním spolužákům.
- „Shape It“ tvoří nápady ve 3D návrzích. Cokoli si dítě představí, může v tomto intuitivním a snadno použitelném modelovacím nástroji vytvořit.
- „Style It“ přidává barvy, nálepky, pozadí a další prvky do návrhů Shape It. Umožňuje i malovat přímo na model.
- „Mech it“ slouží pro konstrukci pohybových mechanismů, včetně animace a vykreslení trajektorie. Skládá jednotlivé tvary a umožňuje je rozhybat. Dotykové provázané odkazy jednotlivé návrhy odlehčí a jejich chování bude odpovídat realitě.
- „Print It“ vytiskne návrhy ve 2D, 3D nebo některém zábavném projektovém formátu.



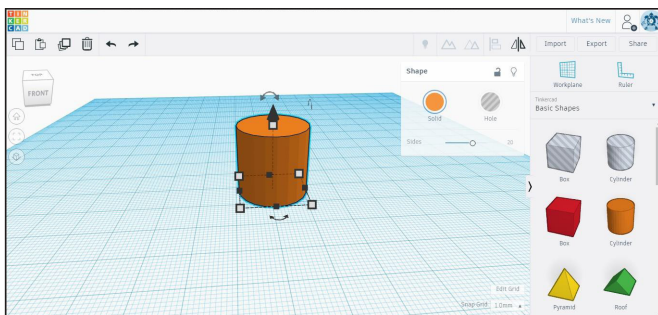
Obr. č. 2: Moduly programu SolidWorks Apps for Kids

6 TinkerCAD

TinkerCAD je produkt společnosti Autodesk (AutoCAD). Patří mezi nejjednodušší 3D programy, které se naučí dobře používat i děti na prvním stupni. Přesto není určen pouze jim. Software má přehledné rozhraní – je založen na vytváření návrhu pomocí 3D tvarů a těles z připravené knihovny a jejich kombinací (přidáním nebo odebráním tvarů) k vytvoření představovaného modelu. TinkerCAD je postaven na webovém prohlížeči a je zcela zdarma. Učitelé (případně jen žáci) si mohou založit účet a přizvat spolužáky prostřednictvím připojovacího kódu. To také umožňuje žákům přístup ke svým návrhům mimo školu a sdílet své návrhy s celosvětovou komunitou TinkerCAD. Postupně, jak se rozvíjejí dovednosti dětí a jejich návrhy jsou více a více složitější, může být pro žáky zajímavé a výhodné

modely z TinkerCAD přenést do profesionálního programu Fusion 360 (od stejné vývojářské firmy Autodesk). Výsledný model, který žák vytvoří se dá jednoduše exportovat do STL formátu a stáhnout pro tisk. TinkerCAD je plně kompatibilní s 3D tiskem.

Další příjemnou vlastností TinkerCAD je, že nabízí funkci Circuits. Ta umožňuje navrhování, práci, stavbu a pochopení principu elektrických obvodů. Nebo se může stát alespoň zajímavou didaktickou pomůckou pro žáky nejvyššího ročníku ZŠ. Žáci mohou navrhovat různé obvody, programovat mikrokontrolery a začlenit elektroniku přímo do svých 3D návrhů.



Obr. č. 3: Prostředí TinkerCAD

7 SketchUp

Mezi nejpoužívanější programy pro 3D kreslení patří SketchUp. Zaujme svou jednoduchostí a přívětivým rozhraním. Oproti většině CAD programům (například AutoCAD) pracuje přímo ve 3D prostoru. Své uplatnění nachází nejen u amatérů, ale také ve světě architektů, bytových designerů, nábytkářů, modelářů a všech, kteří potřebují rychle připravit 3D návrh, nebo jen zachytit nápad a skici. Dnes je k dispozici verze pro desktop SketchUp Pro a také zjednodušená online verze SketchUp Free. I verze Free je svým rozsahem zcela dostačující pro pedagogické účely za ZŠ. Výhodou online verze, kromě její ceny, je průběžná aktualizace, má podporu cloudové služby Trimble Connect – projekty jsou ukládány přímo na web. Žáci mají tak své projekty k dispozici ve škole, na domácím počítači, nebo se se svými výtvary mohou pochlubit na libovolném zařízení, které je vybaveno internetovým prohlížečem podporující technologii WebGL. Předností SketchUp

jsou široké možnosti funkcí Import a Export. Modely tak lze převádět například z AutoCADu, nebo exportovat do 3D tiskárny.

První verze programu byla představena už v roce 2000 americkou společností @Last Software. Ještě v tom samém roce získala Community Choice Award. SketchUp byl prezentován jako lehce použitelný 3D nástroj určený pro tvorbu 3D modelu s intuitivním uživatelským rozhraním. Program si získal velkou oblibu díky krátkému času, který je potřebný k osvojení a pochopení funkcí. Dalším vývojovým krokem pro SketchUp byla změna vlastníka v roce 2006. Google koupil firmu @Last Software a kromě komerční verze vydal i verzi volně stažitelnou „Google SketchUp“. Ta už obsahovala Google 3D Warehouse. Google 3D Warehouse je obrovská zásobárna modelů vyrobených v programu SketchUp uživateli. Převážná většina modelů je k dispozici zdarma. V roce 2012 SketchUp koupila společnost Trimble Navigation a uvolnila verzi SketchUp Pro 2013. Souběžně s ní byla představena verze SketchUp Make 2013, která je zcela zdarma pro nekomerční užití. Nejnovější verze je desktopová SketchUp Pro 2020 a pro webový prohlížeč verze SketchUp Free.



Obr. č. 4: SketchUp – využití knihovny 3D Warehouse

8 3D modelování z pohledů žáků základních škol – výzkumná sonda

Jak bylo uvedeno v předchozím textu, na trhu existuje celá řada nástrojů pro realizaci výuky zaměřené na 3D modelování. 3D modelování a tisk zapadají do konceptu vzdělávání STEM/STEAM (Wang et al., 2018). Cílem tohoto konceptu je

u žáků vytvářet lepší vztah k předmětům STEM, tak aby si kariéru a profesní život v této oblasti volilo čím dál větší procento absolventů. Z tohoto důvodu je také tato problematika vyučována na některých školách v rámci olomouckého kraje, které v souladu s modernizací výuky v technických a informatických předmětech, problematiku 3D modelování 3D tisku do své výuky zařazují.

Ke kontaktu s těmito školami dochází v rámci společné spolupráce v rámci Letních škol informatiky či v rámci celoevropské aktivity CodeWeek, které žáci a učitelé vybraných škol navštěvují, a které pracoviště autora školám a jejím žákům a učitelům zajišťuje. V rámci této vzájemné spolupráce zazněl požadavek ze strany těchto škol, celkově se jedná o 8 základních škol v rámci olomouckého kraje, na realizaci společného výzkumného šetření, které by zmapovalo přínosy či negativa zařazení problematiky 3D modelování a 3D tisku z pohledu žáků těchto škol. Oslovení učitelé přislíbili potřebnou součinnost spočívající ve zpřístupnění potřebného výzkumného nástroje, strukturovaného dotazníku, jejich žákům. Realizace výzkumu probíhala od září 2021 do listopadu 2021 a po tuto dobu jej využilo celkem 237 respondentů – žáků 2. stupně základních škol. Po tomto období následovalo zpracování a vyhodnocování odpovědí.

Jako výzkumný nástroj pro sběr dat jsme zvolili on-line dotazník vlastní konstrukce. Tato volba vycházela z potřeby oslovit žáky vybraných základních škol, a to v době omezené kontaktní výuky, vyvolané pandemickou situací Covid-19. Z tohoto důvodu jsme vyhodnotili použití elektronického dotazníku jako nejvhodnější formu, protože tak mohl být dotazník snadno distribuován, vyplňován respondenty a vyhodnocen elektronicky. Při návrhu dotazníku byl brán zřetel na dodržení základních požadavků a vlastností, které uvádí Chráska (2016, s. 164–165). Dotazník byl distribuován prostřednictvím e-mailu či školního informačního systému dané školy, kde byl kromě průvodního textu zprávy obsažen také odkaz, přes který mohli respondenti k vyplnění dotazníku přistoupit. Dotazník byl anonymní, a bylo pomocí něj možné zjišťovat názory či postoje žáků k výuce zaměřené na využití 3D modelovacích programů. Žáci vybraných základních škol měli možnost anonymně vyplnit dotazník a zaznamenat tak do něj své názory a postoje na jednotlivé dotazníkové otázky. Svůj názor mohli projevit zaškrtnutím odpovědi ANO či NE, a to podle svých osobních preferencí či názorů. Popis výzkumného vzorku je uveden v níže uvedené tabulce číslo 1.

Pohlaví	Počet respondentů	Počet respondentů v %
chlapci	112	47,3%
dívky	125	52,7%
celkem	237	100,0%

Tab. č. 1: Struktura výzkumného vzorku

Jako hlavní metoda pro vyhodnocení pořízených výzkumných dat, byl použit test chí-kvadrát (Chráška, 2016), kterým jsme zjišťovali závislost výsledků na určitém signifikantním znaku skupiny respondentů, kterým bylo pohlaví. Pro zjištění mocnosti jednotlivých skupin respondentů, kteří odpovídali stejným způsobem, bylo použito základních popisných statistik a jejich vizualizace pomocí tabulek. Pro výpočet byl použit statistický systém Statistica 14 (Meloun, Militký, Hill, 2017). V dalším textu jsou uvedeny některé dílčí výstupy realizovaného výzkumného šetření, které mělo za cíl zjistit názory a postoje žáků vybraných škol na výuku zaměřenou na využití programů pro 3D modelování, a jeho reálný dopad na edukační proces na těchto školách.

9 Dílčí výstupy realizované výzkumné sondy

V dalším textu jsou prezentovány výstupy realizovaného výzkumného šetření, a to celkem v pěti samostatných oblastech. Každá analýza v sobě zahrnovala výpočet kontingenční tabulky, výpočet procentuálního zastoupení a posouzení závislosti výsledku na pohlaví respondentů. Pro jednoduchost a přehlednost jsou všechny tři analýzy zahrnuty do jedné tabulky.

První zkoumanou oblastí byla skutečnost, zda žáky zaujala problematika programů pro 3D modelování. Žáci mohli svou odpověď sdělit svůj názor na skutečnost, zda považují výuku programů pro 3D modelování za zajímavou a tvorbu 3D počítačových modelů z jejich pohledu za přínosnou. Souhrn výsledků jejich odpovědí je demonstrován níže uvedenou tabulkou číslo 2.

Kontingenční tabulka pro: $n = 237$

Pearsonův chí-kvadrát: $p = 0,00546$

Zaujala tě problematika 3D modelování?

Pohlaví respondentů	Chlapci	Divky	Řádkové součty
Ne – nezaujala – četnost	37	83	120
Ne – nezaujala – v %	15,7%	34,8%	50,5%
Ano – zaujala – četnost	54	63	117
Ano – zaujala – v %	22,8%	26,7%	49,5%
Všechny skupiny – četnost	112	125	237
Všechny skupiny – v %	47,3%	52,7%	100,0%

Tab. č. 2: Zaujetí pro výuku 3D modelování

Dle zjištěných výsledků, uvedených v tabulce číslo 2 je možné konstatovat, že téměř polovinu žáků vybraných základních škol, konkrétně 49,5%, výuka 3D modelování zaujala. Ukázalo se, že výchozí předpoklad spočívající v tom, že zařazení tohoto výukového obsahu bude pro žáky zajímavé a přínosné se tímto potvrdil.

Dále je možné konstatovat, že existuje statisticky významný rozdíl ($p=0,00546$) mezi četnostmi odpovědí dívek a chlapců. Chlapce zaujala problematika 3D modelování prokazatelně více než dívky, což je s ohledem na obecně větší oblíbenost technicky zaměřených činností u chlapců, výsledek obvyklý a nevymykající se obvyklému průměru.

Další zkoumanou oblastí byla skutečnost, zda žáci považují výuku 3D modelování za obtížnou, respektive obtížnější než jiné části vzdělávání zaměřeného na technické činnosti. Žáci mohli svou odpověď sdělit svůj názor na skutečnost, zda považují výuku tohoto tematického celku za obtížnější než ostatní látku vyučovanou v rámci předmětů zaměřených techniku či praktické činnosti. Souhrn výsledků jejich odpovědí je demonstrován níže uvedenou tabulkou číslo 3.

Kontingenční tabulka pro: n = 237 Pearsonův chí-kvadrát: p = 0,00061 Připadala ti výuka 3D modelování obtížná?			
Pohlaví respondentů	Chlapci	Dívky	Řádkové součty
Ne – nepřipadala – četnost	51	108	159
Ne – nepřipadala – v %	21,5%	45,5%	67,0%
Ano – připadala – četnost	40	38	78
Ano – připadala – v %	17,1%	15,9%	33,0%
Všechny skupiny – četnost	112	125	237
Všechny skupiny – v %	47,3%	52,7%	100,0%

Tab. č. 3: Míra subjektivní obtížnosti výuky 3D modelování

Dle zjištěných výsledků, uvedených v tabulce číslo 3 je naprosto zřejmé, že velké většině žáků základních škol (celkově 67,0%) nepřipadá výuka 3D modelování jako obtížná, respektive obtížnější než ostatní tematické celky zaměřené na techniku či praktické činnosti. Tento výsledek poukazuje, mimo jiné na to, že obecná oblíbenost technicky orientovaných předmětů je vysoká a žáci proto vítají i další možnosti, jak jejich výuku obohatit, což se také potvrdilo i v tomto případě.

Dále je možné konstatovat, že existuje statisticky významný rozdíl ($p=0,00061$) mezi četnostmi odpovědí dívek a chlapců, kdy dívky statisticky významně více vítaly zařazení tohoto výukového obsahu do výuky, protože jeho obtížnost jim připadala nižší.

Třetí zkoumanou oblastí byla skutečnost, zda by žáci přivítali možnost se dále vzdělávat v oblasti 3D modelování, a to jak řízeně, tak i samostatně. Žáci mohli vyjádřit svůj názor na to, zda jim tato problematika připadala natolik poutavá a rozvíjící, že by se jí rádi zabývali i v budoucnu. Souhrn výsledků jejich odpovědí je demonstrován níže uvedenou tabulkou číslo 4.

Kontingenční tabulka pro: $n = 237$
Pearsonův chí-kvadrát: $p = 0,00135$
Chceš se i nadále věnovat 3D modelování?

Pohlaví respondentů	Chlapci	Dívky	Řádkové součty
Ne – nechci – četnost	67	128	195
Ne – nechci – v %	28,2%	54,2%	82,4%
Ano – chci – četnost	24	18	42
Ano – chci – v %	10,0%	7,5%	17,6%
Všechny skupiny – četnost	112	125	237
Všechny skupiny – v %	47,3%	52,7%	100,0%

Tab. č. 4: Zájem o další využití 3D modelování

Dle zjištěných výsledků, uvedených v tabulce číslo 4 je zřejmé, že pouze necelá pětina žáků vybraných základních škol, konkrétně 17,55%, by se ráda dále vzdělávala v problematice 3D modelování. Tento výsledek je sice v rozporu s první uvedenou analýzou týkající se zaujetí pro tuto výuku, ale je možné jej vysvětlit tím, že obecná míra intencionality ve vzdělávání je v současnosti nižší, a tudíž další vzdělávání je z pohledu žáků odmítáno.

Dále je možné konstatovat, že existuje statisticky významný rozdíl ($p=0,00135$) mezi četnostmi odpovědí dívek a chlapců, kdy dívky další vzdělávání v oblasti 3D modelování odmítají častěji než chlapci. I tento výsledek není nikterak neobvyklý a souvisí s obecně nižší oblibou technicky a přírodovědně orientovaných předmětů u dívek.

Pátou, a poslední zde uvedenou, zkoumanou oblastí byla skutečnost, zda žáci využijí získané kompetence v oblasti 3D modelování v dalším životě. Tato otázka opět souvisela, byť nepřímo s další profesní orientací žáků základních škol a zájmem o jejich další působení v technických odvětvích. Souhrn výsledků jejich odpovědí je demonstrován níže uvedenou tabulkou číslo 6.

Kontingenční tabulka pro: n = 237
Pearsonův chí-kvadrát: p = 0,00565
Myslíš si, že bude pro tvůj další život 3D modelování přínosné?

Pohlaví respondentů	Chlapci	Dívky	Řádkové součty
Ne – nemyslím – četnost	50	102	152
Ne – nemyslím – v %	21,2%	43,0%	64,2%
Ano – myslím – četnost	42	43	85
Ano – myslím – v %	17,5%	18,3%	35,8%
Všechny skupiny – četnost	112	125	237
Všechny skupiny – v %	47,3%	52,7%	100,0%

Tab. č. 5: Zájem o další využití 3D modelování

Dle zjištěných výsledků, uvedených v tabulce číslo 5 je zřejmé, že žáci vybraných základních škol chápou potřebu výuky 3D modelování, protože téměř 36% z nich uvedlo, že výstupy této výuky využijí v dalším životě.

I když existuje statisticky významný rozdíl ($p=0,00565$) mezi četnostmi odpovědí dívek a chlapců, celkově si dívky i chlapci myslí, že aplikace 3D modelování pro jejich další život přínosná není, tak chlapci významně častěji připouštějí, že pro ně 3D modelování přínos mít bude.

10 Závěr

Zařazení problematiky 3D modelování a něj navazujícího 3D tisku, představuje inovativní způsob využívání moderních informačních a komunikačních technologií ve vzdělávání. Jeho dopady, jak vyplynulo z výše popsaného výzkumného šetření, pozitivně ovlivnili formování klíčových výukových aktivit pro žáky vybraných základních škol, kde je takto zaměřená výuka realizována. Žákům základních škol výuka problematiky 3D modelování nabízí možnost seznámit se a zdokonalit se v problematice vytváření 3D výkresové dokumentace a rozvíjet tak jednotlivé dovednosti nově, včetně možnosti poutavě a samostatně řešit úkoly v návaznosti na individuální znalosti práce s technickými prostředky a digitálními technologiemi. Všechny uvedené kompetence společně mohou významně přispět k širší adaptabilitě žáků při dalším vzdělávání.

Na základě realizovaného výzkumného šetření, jehož cílem byla explanace současné úrovně povědomí a praktických zkušeností žáků s problematikou 3D modelování, můžeme odvodit některé závěry. Důležitým závěrem je fakt, že 3D

modelování je vnímáno pozitivně, žáci a žákyně mají o tuto problematiku zájem. Existují sice některé genderové rozdíly, a to i na statisticky významné úrovni, ty ale nemohou univerzálně poukazovat na nižší zájem žákyň základních škol o technické vzdělávání, ale pouze o nižší zájem o problematiku 3D modelování. Zde také musíme upozornit na skutečnost, že s ohledem na celkový počet žáků a žákyň základních škol, se rozhodně nejedná o výrazně reprezentativní výzkumný vzorek, nicméně poskytuje alespoň orientační přiblížení zkoumané problematiky.

Použitá literatura:

- Atkinson, R. D. (2012). Why the current education reform strategy won't work. *Issues in Science and Technology*, Spring 2012: 29–36.
- Bai, W., Fang, H., Wang, Y., Zeng, Q., Hu, G., Bao, G., Wan, Y. (2021). Academic Insights and Perspectives in 3D Printing: A Bibliometric Review. *Appl. Sci.* 2021, 11, 8298.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, September, 2019: 30–35.
- Dostál, J. (2019). Význam začleňování učiva o technice a praktických činnostech do kurikula základních škol. *Pedagogika*, 2(69), s. 185–198.
- Ertmer, P. A. (2021). Jumping the PBL implementation hurdle: Supporting the efforts of K-12 teachers. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*. 1(1): 40–54.
- Granath, J. (2003). Design theoretical approach to learning in technology – a way to enhance interest in future professional studies. *Teoretyczne i praktyczne problemy edukacji technicznej i informatycznej*. Rzeszów: FOSZE, p. 128–139.
- Hallstörn, J., Hultén, M., Lövhelm, D. (2013). The study of technology as a field of knowledge in general education: historical insights and methodological considerations from a Swedish case study, 1842–2010. *International Journal of Technology and Design Education*. 24(2): 121–139.
- Chrástka, M. (2016). *Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu*. Praha: Grada. ISBN: 9788024753263.
- Idrus, H., Mond, D. H., Abdullah, N. (2015). Integrating critical thinking and problem solving skills in the teaching of technical courses: The narrative of a Malaysian private university. *Engineering Education*. Kuala Lumpur, 5(2), 258–263.
- Klement, M. (2017). Approaches to Supporting Technical Education at Humanities-Oriented Schools. *American Research Journal of Humanities and Social Sciences*. 3(1): 1–19.
- Klement, M., Klementová, S. (2015). The possibilities of development of planar and spatial orientation in high school students. *The Online Journal of Educational Technology*. 14(2): 661–669.
- Mansour, N. (2014). Science-technology-society (STS): A new paradigm in science education. *Bulletin of Science, Technology, and Society*, 29(4): 287–297.
- Meloun, M., Militký, J., Hill, M. (2017). *Statistická analýza vícerozměrných dat v příkladech*. Praha: Karolinum, 757 s. ISBN 978-80-246-3618-4.
- Mojžíšek, L. (1981). *Pracovní výchova, polytechnické vzdělání a profesionální orientace: Systém a subsystémy pracovní výchovy*. Brno: UJEP. 74 s.
- Sanders, M. (2015). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*. 5(4): 20–26.

- Siekmann, G. (2016). What is STEM? *The need for unpacking its definitions and applications* [online]. 2016. [cit. 11.2.2022]. Dostupné z: <https://www.ncver.edu.au/research-and-statistics/publications/all-publications/what-is-stem-the-need-for-unpacking-its-definitions-and-applications>
- Wang, H. (2018). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*. 1(2): 1–13.
- Zubatá, A., Plischke, J., Kropáč, J. (2011). Výuka technických předmětů, zkušenosti žáka a jeho kariérové rozhodování. *XXIV. DIDMATTECH 2011*. Kraków. Uniwersytet Pedagogiczny, p. 96–102.