

## ANALÝZA VYUŽITÍ 3D KONSTRUOVÁNÍ JAKO PROSTŘEDKU PRO ROZVOJ PROSTOROVÉ PŘEDSTAVIVOSTI ŽÁKŮ

KLEMENT Milan, CZ  
BRYNDOVÁ Lucie, CZ  
JURIČEK Miroslav, CZ  
KUDLÁČEK Štěpán, CZ

### Resumé

Je známo, že prostorová představivost je velmi významná pro celou řadu povolání a oborů lidské činnosti, ale i pro běžnou praxi člověka v každodenním životě, kde umožňuje řešit praktické problémy. Určitou úroveň prostorové představivosti potřebujeme například při čtení map, plánů, technických výkresů, ale i při parkování automobilu. Proto je důležité prostorovou představivost rozvíjet stejně jako ostatní schopnosti, kterými člověk disponuje

Prezentovaný výzkum si kladl za cíl, na základě metod pedagogického výzkumu, zmapovat problematiku využití a přínosů 3D modelování na vybraných základních školách, jako jednoho z důležitých nástrojů pro rozvoj prostorové představivosti, včetně systematického popisu konkrétních nástrojů pro realizaci takto zaměřené výuky.

**Klíčová slova:** prostorová představivost, 3D modelování, inovace vzdělávání, pedagogický výzkum.

## ANALYSIS OF THE USE OF 3D CONSTRUCTION AS A MEANS OF DEVELOPING STUDENTS' SPATIAL IMAGINATION

### Abstract

Spatial imagination accompanies us throughout our lives, even if most of us are not aware of it. It is well known that spatial imagination is very important for a wide range of professions and fields of human activity, but also for the common practice of people in everyday life, where it allows to solve practical problems. We need a certain level of spatial imagination, for example, when reading maps, plans, technical drawings, but also when parking a car. Therefore, it is important to develop spatial imagination as well as other abilities that a person possesses

The presented research aimed, based on the methods of pedagogical research, to map the use and benefits of 3D modelling in selected primary schools as one of the important tools for the development of spatial imagination, including a systematic description of specific tools for the implementation of such focused teaching.

**Key words:** spatial imagination, 3D modelling, innovation of education, pedagogical research.

### Úvod

Problematikou rozvoje prostorové představivosti se zabývá hned několik autorů, v jejichž pracích se můžeme setkat s pojmem prostorová představivost, ale také s pojmem geometrická představivost nebo matematická schopnost. Z tohoto důvodu je také možné se setkat s několika odlišnými vymezeními tohoto pojmu, kdy například dle J. Molnára (2009) je prostorová představivost vymezena jako: „*Soubor schopností týkajících se reprodukčních i anticipačních, statických i dynamických představ o tvarech, vlastnostech a vzájemných vztazích mezi geometrickými útvary v prostoru*“.

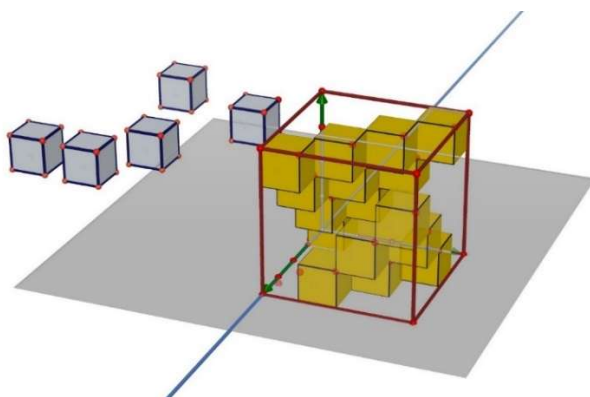
Naproti tomu například M. Hejný (1990) si pod pojmem prostorová představivost představuje: „*Něco, co nám umožňuje vidět to, co ještě není – tedy vytvářet si představy geometrických objektů a jejich rozmístění; umět v představě s těmito objekty manipulovat*“. H. Gardner (1999) k tomuto tématu uvádí, že prostorová představivost „*zahrnuje prostorovou inteligenci, jejímž jádrem jsou schopnosti, které zajišťují přesné vnímání vizuálního světa, umožňují transformovat a modifikovat původní vjemy a vytvářejí z vlastní zkušenosti myšlenkové představy*“, i když žádné vnější podněty nepůsobí.

Oproti výše uvedeným vymezením pojmu prostorová představivost, které se odrážejí především v „celostním vnímání“ prostoru, se můžeme setkat i s přístupy, které (Bednářová, 2004) zahrnují představy o prostoru „*nejen v prostoru vymezeném třemi osami, ale i porovnávání velikosti objektů, vzájemný poměr velikosti jednotlivých částí celku, odhad a zapamatování si vzdálenosti, vnímání části a celku a jejich uspořádání*“. Naopak za základ prostorové představivosti považuje D. Jirotková (1990) „*obecně chápanou prostorovou představivost (může se rozvíjet i při výuce geometrie)*“. Geometrickou představivost tedy tato autorka považuje za její abstraktnější formu, a jejím rozvojem rozumí především dovednost cíleně si vybavovat:

- dříve viděné – vnímané objekty v trojrozměrném prostoru a vybavit si jejich vlastnosti, polohu a prostorové vztahy,
- dříve nebo v daném momentě viděné – vnímané objekty v jiné vzájemné poloze, než v jaké byly nebo jsou skutečně vnímány,
- objekt v prostoru na základě jeho rovinného obrazu,
- neexistující reálný objekt v trojrozměrném prostoru na základě jeho slovního popisu.

Jak již bylo uvedeno, problematika rozvoje prostorové představivosti, ale není vnímána jednotlivými autory konzistentně, a někdy bývá zaměňována i za jiné pojmy, jako je například geometrická představivost. Podle F. Kuřiny (1987) je geometrická představivost složkou názorného myšlení, která umožňuje vybavovat si geometrické útvary v prostoru a jejich vlastnosti. Geometrická představivost je dovednost, která není vrozená, a kterou se člověk musí učit. D. Jirotková (1990), takto pojem dále precizuje a vymezuje základní dovednosti, které jsou s tímto typem představivosti spojeny:

- rozpoznat geometrické tvary a jejich vlastnosti,
- z konkrétních objektů vyvodit jejich geometrické vlastnosti a spatřovat v nich geometrické útvary v čisté podobě,
- dokázat si představit geometrické útvary (na základě plošných obrazů) v jakýchkoliv vztazích (i v takových, které nelze demonstrovat pomocí hmotných modelů geometrických útvarů),
- být schopen představit si co nejvíce geometrických útvarů i s jejich nejružnějšími podobami,
- představit si na základě popisu geometrické útvary i vztahy mezi nimi.



Obr.1: Vizualizace rozvoje prostorové představivosti

Potřeba rozvoje prostorové a geometrické představivosti u žáků základních škol se tak jeví jako velice důležitá, neboť je v kontextu moderních technologií úzce spojeno s 3D modelováním. 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), kdy by vzdělávání mělo být přizpůsobeno každé věkové kategorii. Již u prvostupňových dětí je tedy 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.

## 1 Možnosti využití 3D CAD systémů ve vzdělávání

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, 2021). 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 nasměrovat k dalšímu studiu specializovaných oborů na středních školách, nebo budou mít velký přínos při uplatnění v práci (Dostál, 2019; Klement, 2017).

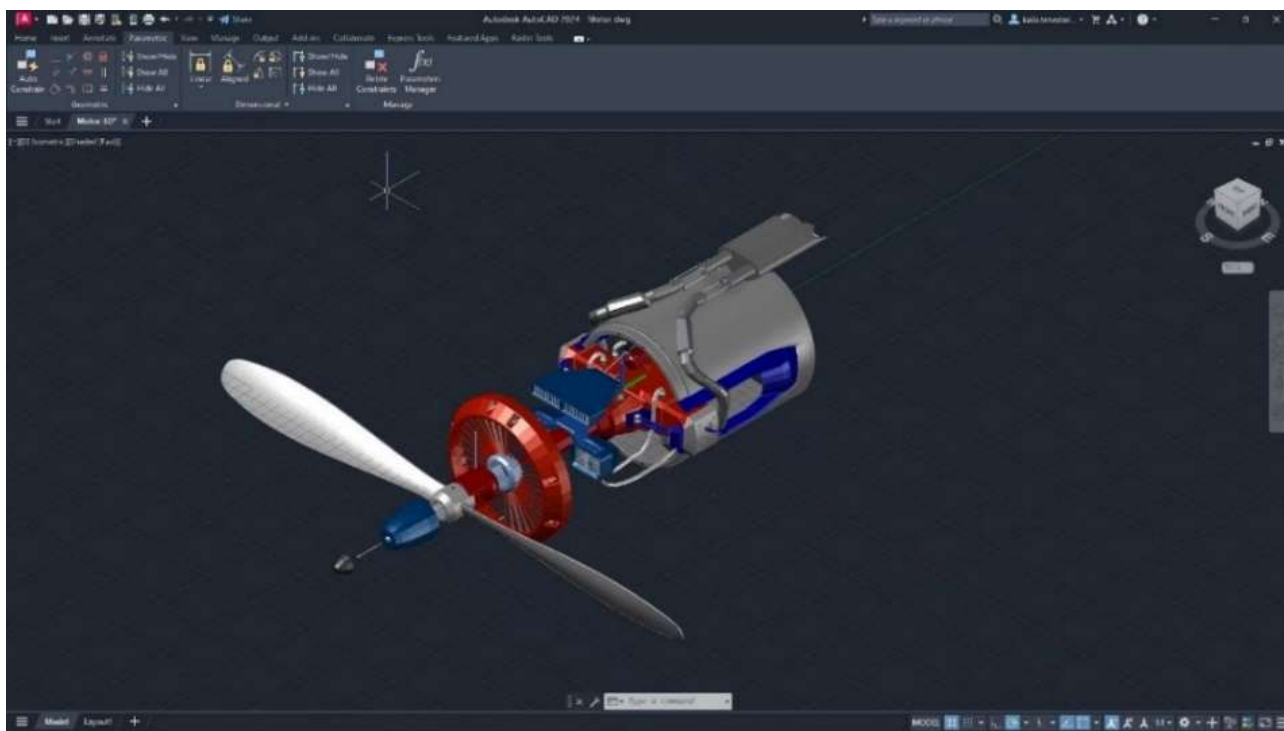
U pedagogů i rodičů existují různé pohledy na otázku: kdy vlastně má dítě začít používat programy pro 3D modelování? Jedna skupina je spíše konzervativní a přiklání se k tomu, aby se žák nejdříve naučil kreslit v ruce. Za pomoci klasických nástrojů jako je: tužka, kružítko, pravítko a zastávají tak názor, 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, blížíící se písmu tiskacímu – tedy čitelnějšímu, jako je (například Comenia Skript).

Na otázku, kdy tedy začít s kreslením a grafickým vyjadřováním se s pomocí 3D modelovacích programů, tedy není možné dát jasnou a vyhraněnou odpověď (Hallstörmer 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 a programu pro 3D modelování a jeho využití pro následný 3D tisk.

## 2 AutoCAD

AutoCAD je počítačový designový software vyvinutý společností Autodesk (odtud název AutoCAD), který slouží k přesnému 2D a 3D kreslení, navrhování a modelování. Zahrnuje sedm specializovaných sad nástrojů pro elektrotechnické návrhy, návrhy výrobních závodů, výkresy architektonických rozvržení, strojírenské návrhy, 3D mapování, přidávání naskenovaných snímků a převod rastrových obrázků. Aplikaci AutoCAD používají studenti, architekti, návrháři, konstruktéři, projektoví manažeři, realitní developéři a stavebníci k vytváření přesných 2D a 3D výkresů (Who uses AutoCAD, 2023).

Je to otevřený systém a lze jej, i ostatní CAD systémy, měnit a přizpůsobit dle našich požadavků. Dialogová okna nám umožňují vytvářet makrojazyk DCL (Dialog Control Language), který je součástí programu. Je plně objektově orientovaný a díky systému COM (Microsoft Component Object Model), na němž je jeho objektový model postaven, lze vytvořit téměř cokoliv – nové nástroje, předměty nebo i měnit prostředí (Klement, 2013).



Obr.2: Model motoru v AutoCadu

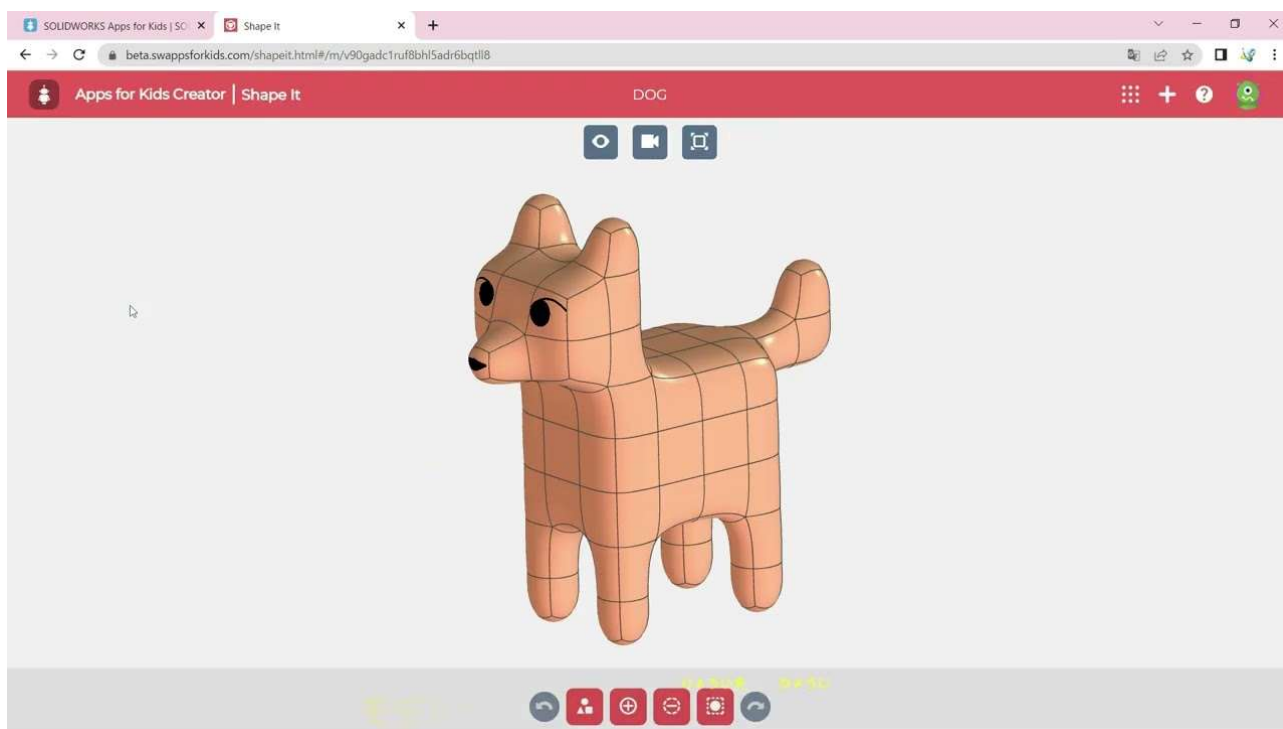
### 3 Solidworks Apps for Kids

Solidworks Apps for Kids jsou aplikace určené dětem od 4 do 14 let, které zábavnou formou povzbuzuje dětské nadšení ke studiu technických oborů a pomáhá rozvíjet technické myšlení. Aplikace inspirují žáky a poskytují jim nástroje pro realizaci jejich rozmanitých nápadů. Webová kolekce aplikací je dostupná i pro tablety a další mobilní zařízení. Děti mohou nejen vymyslet své vlastní výtvary, ale také mohou vzít jakýkoli z veřejných modelů a upravit ho podle svých vlastních představ (SolidWorks, 2018).

Po registraci je podle SolidWorks (2023) 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 rozhýbat. Dotykově provázané odkazy jednotlivé návrhy odlehčí a jejich chování bude odpovídat realitě.
- **Print it** vytiskne návrhy ve 2D, 3D nebo některém zábavném projektovém formátu.

Učebna Solidworks Apps for Kids umožňuje snadno vytvořit digitální třídu s barevnými motivy a možností zapojit do jedné třídy více pedagogů. Studenty lze potom přidat jednotlivě nebo je hromadně naimportovat. Studenti se budou moci pohybovat ve virtuálním prostoru a používat různé primitivní tvary k vytváření a zušlechťování čehokoli, co si dokáží představit (SolidWorks, 2023).

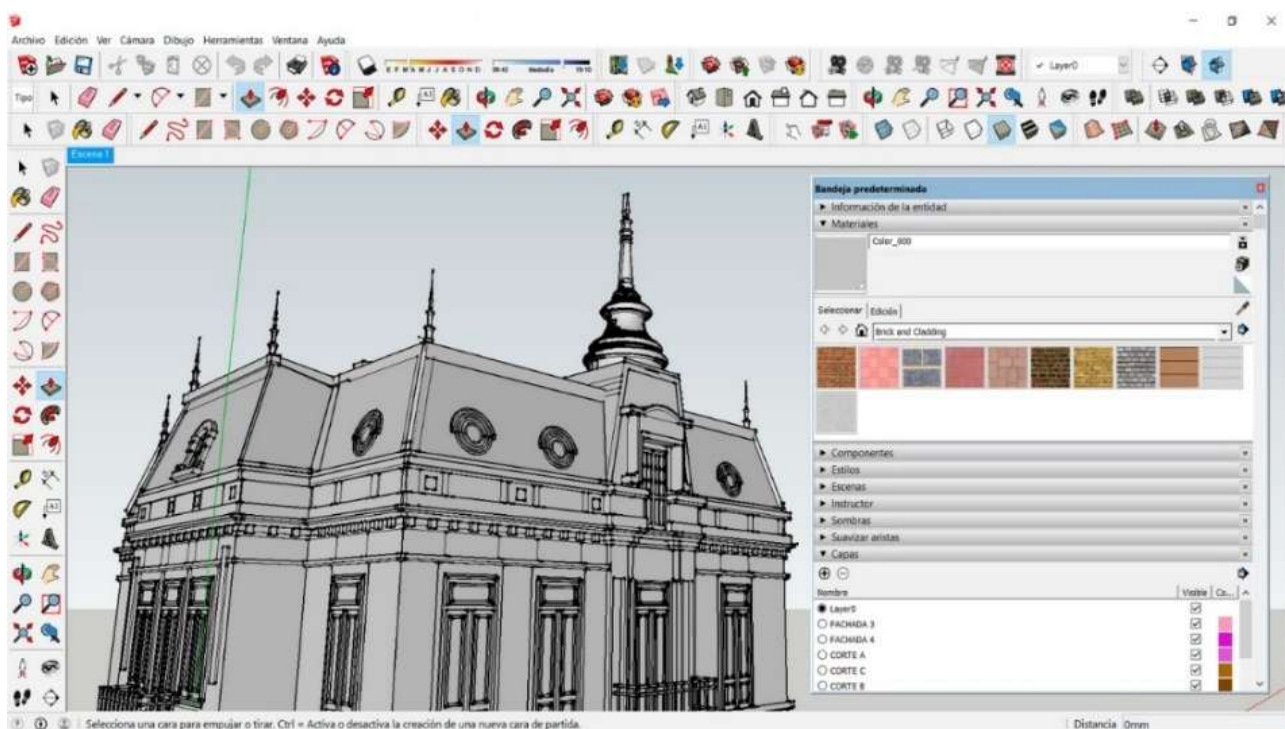


Obr.3: Solidworks apps for kid

## 4 SketchUp

SketchUp je 3D modelovací software vyvíjený společností Trimble, který nabízí jednoduché a uživatelsky přívětivé rozhraní. Byl speciálně navržen tak, aby byl vhodný pro začátečníky i profesionály. SketchUp lze využít k výuce na základních školách, k rychlému skicování nebo pro návrhy přímo v terénu. Své scény si zároveň můžete brát kamkoliv s sebou a prohlížet si je na tabletu nebo mobilním zařízení. Můžete v něm tvořit cokoli od interiérů přes strojírenské díly až po návrhy filmových scén (Trimble SketchUp, 2023).

Šikovným rozšířením je 3D Warehouse. Jedná se o úložiště modelů vyrobených pomocí SketchUp, které umožňuje uživatelům stahovat a sdílet již vytvořené modely (SketchUp, 2022).



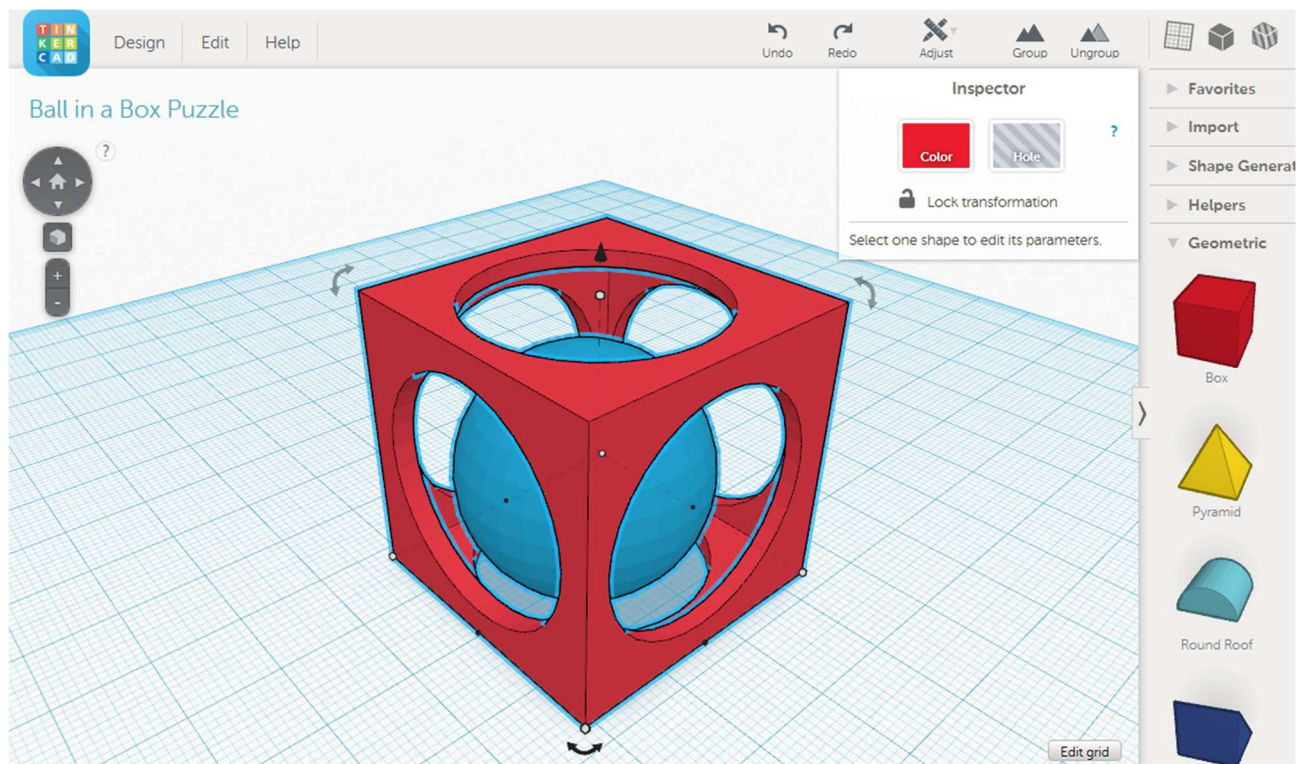
Obr.4: SketchUp

## 5 TinkerCAD

TinkerCAD je 3D modelovací aplikace vytvořená společností Autodesk. Patří mezi nejjednodušší 3D programy, které se naučí dobře používat i děti na prvním stupni. Přesto není určen pouze jim. Software má přehledné rozhraní a je založen na vytváření návrhu pomocí 3D tvarů z knihovny a jejich kombinací (přidáním nebo odebráním tvarů) k vytvoření představovaného modelu (Autodesk, 2023).

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. Kromě 3D modelování nabízí TinkerCAD 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 (About Tinkercad, 2023).





Obr.5: TinkerCAD

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 (přírodní vědy, technika, inženýrské obory a matematika), 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 učitelů základních škol. O přípravě, průběhu a výsledcích tohoto šetření tedy pojednává další text předložené stati.

## 6 Využití 3D CAD systémů z pohledu učitelů základních škol – výzkumná sonda

Jako výzkumný nástroj pro sběr dat jsme zvolili on-line dotazník vlastní konstrukce. Tato volba vycházela z potřeby oslovit respondenty, tedy učitele základních škol, ve velkém rozsahu, a 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 učitelů k výuce zaměřené na využití 3D modelovacích programů. Respondentům byl dotazník k dispozici v rozmezí od 1.10.2024 do 20.12.2024.

Dotazník se skládal z 9 uzavřených, 1 polouzavřené a 2 otevřených otázek. Z hlediska počtu nabízených možností odpovědi byly 3 otázky dichotomické a 4 otázky trichotomické. Polytomické otázky byly 3, z nichž výčtová byla 1 otázka a 2 otázky byly výběrové. Otázka 1 rozřadila respondenty podle toho, jestli 3D CAD systémy pro rozvoj prostorové představivosti využívají nebo nevyužívají. Otázky 2–7 upřesňují způsob, dobu a zkušenost s využíváním 3D CAD systémů na základních školách. Následující otázky 8–9 zjišťovali důvody nevyužívání 3D CAD systému a možností začít CAD systémy pro rozvoj prostorové představivosti na základních školách využívat. Poslední skupina otázek 10–12 identifikovaly respondenty podle pohlaví, věku a stupně, na kterém vyučují. Popis výzkumného vzorku je uveden v níže uvedené tabulce číslo 6.

| Genderová struktura vzorku |                   |                   |
|----------------------------|-------------------|-------------------|
| Skupina (gender)           | Absolutní četnost | Relativní četnost |
| muž                        | 38                | 30,9 %            |
| žena                       | 85                | 69,1 %            |
| <b>celkem</b>              | <b>123</b>        | <b>100,0%</b>     |
| Věková struktura vzorku    |                   |                   |
| Skupina (věková kategorie) | Absolutní četnost | Relativní četnost |
| 30–39                      | 14                | 11,4 %            |
| 40–49                      | 44                | 35,8 %            |
| 50–60                      | 39                | 31,7 %            |
| nad 60                     | 7                 | 5,7 %             |
| pod 30                     | 19                | 15,4 %            |
| <b>celkem</b>              | <b>123</b>        | <b>100,0 %</b>    |

Tab.6: Struktura výzkumného vzorku

Jako hlavní metoda pro vyhodnocení pořízených výzkumných dat, byl použit test chí-kvadrát (Chráská, 2016), kterým jsme zjišťovali závislost výsledků na určitém signifikantním znaku skupiny respondentů, kterým bylo pohlaví nebo věk. 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 učitelů vybraných škol na výuku zaměřenou na využití programů pro 3D modelování, a jeho reálný dopad na edukační proces na těchto školách.

## 7 Dílčí výstupy realizované výzkumné sondy

První otázka v dotazníku se zabývala skutečností, zda respondenti využívají 3D CAD systémy pro rozvoj prostorové představivosti ve výuce. Učitelé tedy mohli svou odpověď sdělit svůj názor na skutečnost, zda považují výuku programů pro 3D modelování za přínosné a zda je tedy ve výuce pro tento účel i využívají. Otázka tedy byla respondentům položena v tomto tvaru: **využíváte ve vaší škole 3D CAD systémy k rozvoji prostorové představivosti?**

| Možnosti odpovědi | Absolutní četnost | Relativní četnost |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| ano               | 9                 | 7,3 %             |
| ne                | 114               | 92,7 %            |

Tab.7: Četnost využití 3D CAD systémů



Tato zásadní otázka, na kterou odpovědělo všech 123 respondentů ukázala, že 3D CAD systémy pro rozvoj prostorové představivosti využívá pouhých 7,3 % respondentů a zbylých 92,7 % respondentů 3D CAD systémy pro rozvoj prostorové představivosti ve své výuce na ZŠ nevyužívá. Další analýzou jsme zjistili, že většina respondentů nevyužívajících 3D CAD systémy (68,9 %) neví o možnostech jejich využití ve školství. Můžeme se tedy domnívat, že za nízkým počtem respondentů využívajících 3D CAD systémy může mít podíl špatná informovanost pedagogů o možnostech jejich využití.

Z důvodu prokázání nezávislosti výsledku na signifikantních znacích skupin respondentů, byla provedena další analýza pomocí testu dobré shody chí-kvadrát. Pro tyto účely jsme stanovili nulovou ( $H_0$ ) a alternativní hypotézu ( $H_A$ ).

- $H_0$  – Mezi pohlavím respondentů a využíváním 3D CAD systémů pro rozvoj prostorové představivosti na základních školách není žádná souvislost.
- $H_A$  – Pohlaví respondentů ovlivňuje využívání 3D CAD systémů pro rozvoj prostorové představivosti na základních školách.

Stanovenou hypotézu jsme ověřili na vzorku 123 respondentů, učitelů na základních školách, pomocí testu dobré shody chí-kvadrát.

| Pohlaví respondentů | Ne                 |                   | Ano                |                   |
|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
|                     | pozorovaná četnost | očekávaná četnost | pozorovaná četnost | očekávaná četnost |
| muž                 | 32                 | 35,22             | 6                  | 2,78              |
| žena                | 82                 | 78,78             | 3                  | 6,22              |
| p-value             | 0,02               |                   |                    |                   |

Tab.8: Chí-kvadrát pohlaví vs využití 3D CAD systémů

Pomocí funkce CHISQ.TEST jsme získali hodnotu p-value = 0,02. Tato hodnota je nižší než zvolená hladina významnosti 0,05. Na základě těchto výpočtů přijímáme alternativní hypotézu – **pohlaví respondentů ovlivňuje využívání 3D CAD systémů pro rozvoj prostorové představivosti na základních školách.**

Navazující otázka, a s ní spojená analýza, se zaměřovala na skupinu učitelů, kteří uvedli, že 3D CAD systémy pro rozvoj prostorové představivosti ve výuce nevyužívají. Odpověď na tuto otázku byla otevřená. Otázka tedy byla respondentům položena v tomto tvaru: **z jakého důvodu 3D CAD systémy pro rozvoj prostorové představivosti nevyužíváte?**

| Možnosti odpovědi              | Absolutní četnost | Relativní četnost |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| neznalost CAD systémů          | 71                | 68,9 %            |
| nevhodnost pro ZŠ              | 22                | 21,4 %            |
| finance                        | 7                 | 6,8 %             |
| používají jiné systémy než CAD | 3                 | 2,9 %             |

Tab.9: Důvod nevyužívání 3D CAD systémů

Nejčastějšími důvody, proč respondenti 3D CAD systémy nevyužívají je jejich neznalost (68,9 %) a nevhodnost pro ZŠ (21,4 %). Dalšími uváděnými důvody jsou finance a využívání jiných systémů než 3D CAD. Pomocí mutability jsme vypočetli míru variability (charakteristiku rozptýlení) pro nominální data, která měla hodnotu 47,84 %.

Další z otázek dotazníku se zaměřovala na skutečnost, které 3D CAD systémy respondenti k rozvoji prostorové představivosti u žáků na ZŠ využívají. U této otázky mohli respondenti vybrat jednu nebo více odpovědí. Na tuhle otázku odpovídali pouze respondenti, kteří 3D CAD systémy pro rozvoj prostorové představivosti využívají. Otázka tedy byla respondentům položena v tomto tvaru: **který z 3D CAD systémů ve vaší škole využíváte?**

| Možnosti odpovědí        | Absolutní četnost | Relativní četnost |
|--------------------------|-------------------|-------------------|
| SolidWorks Apps for Kids | 2                 | 20,0 %            |
| TinkerCAD                | 3                 | 30,0 %            |
| SketchUp                 | 1                 | 10,0 %            |
| AutoCAD                  | 1                 | 10,0 %            |
| jiné                     | 3                 | 30,0 %            |

Tab.10: Využívané 3D CAD systémy

Nejvíce respondenti využívají pro rozvoj prostorové představivosti na ZŠ systém TinkerCAD anebo systém SolidWorks Apps for Kids. Ostatní systémy jsou využívány pouze minimálním množstvím respondentů. Pomocí mutability jsme vypočetli míru variability (charakteristiku rozptýlení) pro nominální data, která měla hodnotu 84,44 %.

Poslední otázkou, která je určena pro respondenty, kteří 3D CAD systémy pro rozvoj prostorové představivosti nevyužívají, jsme zkoumali, jestli tito respondenti plánují začít s využíváním těchto systémů. Otázka tedy byla respondentům položena v tomto tvaru: **plánujete do budoucna začít 3D CAD systémy pro rozvoj prostorové představivosti využívat?**

| Možnosti odpovědi | Absolutní četnost | Relativní četnost |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| ano               | 5                 | 4,4 %             |
| ne                | 35                | 30,7 %            |
| nevím             | 74                | 64,9 %            |

Tab.11: Plánování začít využívat 3D CAD systémy

Většina respondentů nevyužívající 3D CAD systémy (64,9 %) neví, jestli bude do budoucna CAD systémy využívat. Pouze 4,4 % respondentů plánuje do budoucna začít 3D CAD systémy využívat. Můžeme se tedy domnívat, že nízký zájem pedagogů o možnost začít 3D CAD systémy do budoucna využívat pro rozvoj prostorové představivosti souvisí s nedostatečnou informovaností pedagogů o možnostech jejich využití ve výuce. Pomocí mutability jsme vypočetli míru variability (charakteristiku rozptýlení) pro nominální data, která měla hodnotu 48,67 %.

## 8 Diskuse a analýza celkových výsledků výzkumné sondy

Ve výzkumném šetření se nám podařilo získat data od všech 123 respondentů. Respondenti byli učitelé informatiky, techniky a matematiky na základních školách v ČR. Hlavním cílem bylo zjistit, jestli učitelé na základních školách 3D CAD systémy pro rozvoj prostorové představivosti využívají nebo nevyužívají. Podařilo se nám zjistit, že 3D CAD systémy pro rozvoj prostorové představivosti využívá pouhých 7,3 % respondentů. Nejčastěji používají systém TinkerCAD anebo systém SolidWorks Apps for Kids, který využívají především ke kreslení prostorových objektů a manipulací s nimi. Většina učitelů nepovažuje práci s 3D CAD systémy za složitou (77,8 %), přestože většina z nich má s 3D CAD systémy zkušenost pouze 1-3 roky nebo méně než rok. Žádný z dotázaných učitelů není názoru, že by zavedení 3D CAD systémů pro rozvoj prostorové představivosti nemělo

smysl, naopak podle většiny učitelů (77,8 %) využívajících 3D CAD systémy pro rozvoj prostorové představivosti bylo zavedení 3D CAD systémů správným krokem vpřed. Proto chce také většina učitelů 3D CAD systémy pro rozvoj prostorové představivosti i nadále využívat ve stejné anebo ještě větší míře než doposud.

Hlavním důvodem, proč učitelé nevyužívají 3D CAD systémy pro rozvoj prostorové představivosti je neznalost 3D CAD systémů a jejich možnosti využití ve školství. Z toho důvodu většina učitelů nevyužívajících 3D CAD systémy neví, jestli 3D CAD systémy pro rozvoj prostorové představivosti začnou v budoucnu využívat nebo ne. Nejnížší míru variability (charakteristiky rozptýlení) pro nominální data vypočítanou pomocí mutability, které má hodnotu 13,67 %, jsme zaznamenali hned u první otázky dotazníku, která zkoumá, jestli učitelé využívají 3D CAD systémy pro rozvoj prostorové představivosti nebo ne. Nejvyšší míru variability, která má hodnotu 84,44 % jsme zaznamenali u otázky, kde měli respondenti vybrat 3D CAD systémy, které na svých základních školách při výuce využívají. V případě míry variability (charakteristiky rozptýlení) pro intervalová (metrická) data, jsme zvolili výběrovou směrodatnou odchylku. Hodnotu 1,36 jsme vypočítali u otázky, která zkoumá dobu využívání 3D CAD systémů pro rozvoj prostorové představivosti a hodnotu 11,34 u otázky zjišťující věk respondentů.

Z důvodu prokázání nezávislosti výsledků dotazníkového šetření na signifikantních znacích skupin respondentů, jsme na základě výzkumných otázek stanovili hypotézy, které jsme následně otestovali. K ověření zvolených hypotéz jsme u nominálních dat zvolili test nezávislosti chí-kvadrát pro kontingenční tabulku a u intervalových (metrických) dat studentův t-test. Na základě výsledků testu dobré shody chí-kvadrát a studentova t-testu jsme přijmuli následující hypotézy:

- Pohlaví respondentů ovlivňuje využívání 3D CAD systémů pro rozvoj prostorové představivosti na základních školách;
- Věk respondentů ovlivňuje využívání 3D CAD systémů pro rozvoj prostorové představivosti na základních školách;
- Mezi stupněm ZŠ a využíváním 3D CAD systémů pro rozvoj prostorové představivosti na základních školách není žádná souvislost.

## Závěr

Zařazení problematiky 3D modelování a na něj navazujícího 3D tisku, představuje inovativní způsob využívání moderních informačních a komunikačních technologií ve vzdělávání. Jeho dopady mohou pozitivně ovlivnit formování klíčových výukových aktivit pro žáky základních škol, kde je takto zaměřená výuka realizována. Žákům základních škol tedy 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 explance současné úrovně povědomí a praktických zkušeností učitelů s problematikou 3D modelování, můžeme odvodit některé závěry. Důležitým závěrem je fakt, že 3D modelování je vnímáno učiteli pozitivně a 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 učitelek 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 učitelů základních škol, se rozhodně nejedná o výrazně reprezentativní výzkumný vzorek, nicméně poskytuje alespoň orientační přiblížení zkoumané problematiky.

## Literatura

- About Tinkercad. (2023). *CREATE Education* [online]. Dostupné z: <https://www.createeducation.com/software/tinkercad/>
- AutoCAD. (2023). *Autodesk AutoCAD: nástroj pro urychlení vaší kreativní tvorby, kterému důvěřují miliony uživatelů* [online]. Dostupné z: <https://www.autodesk.cz/products/autocad/overview>
- Bednářová, J. (2004). *Prostorová orientace*. Brno: PPP Brno.
- 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.
- Gardner, H. (1999). *Dimenze myšlení: teorie rozmanitých inteligencí*. Praha: Portál. ISBN 80-7178-279-3.
- 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.
- Hejný, M. (1990). *Teória vyučovania matematiky*. 2. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo.
- Chráska, M. (2016) *Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu*. Praha: Grada. 272 s. ISBN: 978-8024-753-263.
- Jirotková, D. (1990). *Rozvoj prostorové představivosti žáků*. Praha.
- Klement, M. & Klement, J. (2014). *Metody realizace a hodnocení výuky aplikací matematiky a chemie s využitím technického počítačového kreslení*. Olomouc: Agentura Gevak. ISBN 978-80-86768-92-2.
- 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. (2013). *Úvod do AutoCADu*, Olomouc, VUP. ISBN 978-80-87658-02-4.
- Kuřina, F. (1987). *Geometrická představivost a vyučování stereometrii*. MFvŠ.
- Meloun, M., Militký, J. & Hill, M. (2017). *Statistická analýza vícerozměrných dat v příkladech*. Praha: Karolinum, 757 s. ISBN 978-80-246-3618-4.
- Molnár, J. (2009). *Rozvíjení prostorové představivosti (nejen) ve stereometrii*. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 80-244-0927-5.
- Siekmann, G. (2016). What is STEM? *The need for unpacking its definitions and applications* [online]. Dostupné z: <https://www.ncver.edu.au/research-and-statistics/publications/all-publications/what-is-stem-the-need-for-unpacking-its-definitions-and-applications>
- SketchUp (2022). *Trimble* [online]. Dostupné z: <https://www.sketchup.com/>
- SolidWorks Apps for Kids Datasheet (2018). *SolidWorks Corporation* [online], 2018. SolidWorks Corporation. Dostupné z: <https://www.solidworks.com/media/solidworks-apps-kids-datasheet>
- SolidWorks Apps for Kids. (2023). *STEM Funders Network* [online]. Dostupné z: <https://stemecosystems.org/webinar/solidworks-apps-for-kids/>

Trimble SketchUp. (2023). *Digital Media* [online]. Dostupné z: <https://www.digitalmedia.cz/produkty/trimble/sketchup/>  
Wang, H. (2018). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*. 1(2): 1-13.  
Who Uses AutoCAD and Why Is It Important? (2023). *Charter College* [online]. Dostupné z: <https://www.chartercollege.edu/news-hub/who-uses-autocad-and-why-it-important>

**Kontaktní adresa:**

Milan Klement, prof. PhDr. Ph.D.,  
Katedra technické a informační výchovy, Pedagogická fakulta UP, Žižkovo nám. 5, 771 40  
Olomouc, ČR, tel.: 00420 585 635 8011, e-mail: [milan.klement@upol.cz](mailto:milan.klement@upol.cz)

Lucie Bryndová, Mgr., Ph.D.,  
Katedra technické a informační výchovy, Pedagogická fakulta UP, Žižkovo nám. 5, 771 40  
Olomouc, ČR, tel.: 00420 585 635 806, e-mail: [lucie.bryndova@upol.cz](mailto:lucie.bryndova@upol.cz)

Miroslav Juriček, Bc., DiS.  
Katedra technické a informační výchovy, Pedagogická fakulta UP, Žižkovo nám. 5, 771 40  
Olomouc, student NMgr. studijního programu Informatika, e-mail: [miroslav.juricek@upol.cz](mailto:miroslav.juricek@upol.cz)

Štěpán Kudláček, Bc.  
Katedra technické a informační výchovy, Pedagogická fakulta UP, Žižkovo nám. 5, 771 40  
Olomouc, student NMgr. studijního programu Informatika, e-mail: [stepan.kudlacek01@upol.cz](mailto:stepan.kudlacek01@upol.cz)