

THE INFLUENCE OF VISUALIZATION OF BODY MODELS USING 3D MODELING AND PRINTING ON STUDENTS' RESULTS IN JPZ TASKS

Miroslava HUCLOVÁ*, Západočeská univerzita v Plzni, Česká republika

Lukáš HONZÍK, Západočeská univerzita v Plzni, Česká republika

Přijato: 3. 6. 2025 / Akceptováno: 19. 5. 2026

Typ článku: Výzkumná studie

DOI: 10.5507/jtie.2026.003

Abstract: The article focuses on the use of Tinkercad software in teaching mathematics at primary school in preparation for the unified entrance exam. The aim of the research was to monitor whether the visualization of geometric problems through 3D modeling and printing contributes to the understanding of mathematical concepts and how it supports the development of pupils' digital competences. The research was carried out in the form of a pedagogical experiment with a pretest, post-test and a reflective questionnaire. The results show an improvement in performance in test tasks and, above all, increased motivation of pupils to learn, self-confidence and interest in the use of digital technologies in education. At the same time, it is necessary to take into account the limitations of the study – a small sample of pupils, contextual differences between the pre-test and post-test, and limited comparability with the results of the JPZ. Nevertheless, it can be stated that the interconnection of digital tools with specific learning objectives has the potential to increase teaching efficiency and motivation of pupils, and it is appropriate to further develop it in the wider school environment. Note: JPZ is an abbreviation for the unified entrance examination, which all pupils in the Czech Republic take when entering secondary school after the 9th year of primary school.

Key words: Tinkercad, 3D modelling, geometry, digital competence, student motivation, unified entrance examination, STEM

VLIV VIZUALIZACE MODELŮ TĚLES POMOCÍ 3D MODELOVÁNÍ A TISKU NA VÝSLEDKY ŽÁKŮ V ÚLOHÁCH JPZ

Abstrakt: Článek se zaměřuje na využití softwaru Tinkercad ve výuce matematiky na základní škole v rámci přípravy na jednotnou přijímací zkoušku (JPZ). Cílem výzkumu

*Autor pro korespondenci: huclovam@kmt.zcu.cz

bylo sledovat, zda vizualizace geometrických úloh prostřednictvím 3D modelování a tisku přispívá k porozumění matematickým pojmům a jak podporuje rozvoj digitálních kompetencí žáků. Výzkum byl realizován formou pedagogického experimentu s pretestem, posttestem a reflexním dotazníkem. Výsledky ukazují zlepšení výkonu v testových úlohách, a především zvýšenou motivaci žáků k učení, sebedůvěru a zájem o využívání digitálních technologií ve vzdělávání. Zároveň je nutné zohlednit omezení studie – malý vzorek žáků, kontextuální rozdíly mezi pretestem a posttestem a omezenou srovnatelnost s výsledky JPZ. Přesto lze konstatovat, že propojení digitálních nástrojů s konkrétními výukovými cíli má potenciál zvýšit efektivitu výuky a motivaci žáků a je vhodné jej dále rozvíjet v širším školním prostředí.

Klíčová slova: Tinkercad, 3D modelování, geometrie, digitální kompetence, motivace žáků, jednotná přijímací zkouška, STEM

1 Úvod

V současném vzdělávání je kladen rostoucí důraz na vzdělávání v oblasti STEM – zkratkou pro čtyři obory: Science (přírodní vědy), Technology (technika), Engineering (technologie) a Mathematics (matematika) (Douglass et al., 2022). Přestože neexistuje univerzální definice STEM, v kontextu K-12 je konceptualizováno jako integrace dvou nebo více obsahových oblastí, aplikace procesu inženýrského návrhu, zahrnutí dovedností 21. století a řešení problémů reálného světa (English, 2016). Na tuto skutečnost reagují školské systémy. V České republice je v současné době v rámci nových kurikulárních dokumentů kladen důraz na novou klíčovou kompetenci – digitální, vyplývající z revizí Rámcového vzdělávacího programu (RVP ZV) (Huclová, 2023). S tímto posunem vnímání se bude ve školských systémech integrovat STEM. Výzvou je integrace digitální kompetence do přírodovědných oborů. Tím se vyučující přírodovědných předmětů na základních školách mohou ocitnout v situaci, kdy budou v budoucnu vyučovat v STEM zaměřených výukových prostorech, které leží mimo jejich tradiční odbornost, a vyučovat koncepty a dovednosti jako výpočetní myšlení nebo 3D modelování s využitím softwaru typu Tinkercad (Pousada & Piedade, 2020).

Technologie jako počítačem podporované navrhování (CAD) a 3D tisk nejsou nové, ale v posledních letech se staly dostupnějšími pro školy. CAD software jako Tinkercad je webový nástroj s rozhraním přátelským k žákům a nízkým vstupním prahem, ale zároveň vysokým potenciálem. Tento nástroj umožňuje žákům zkoumat a manipulovat s virtuálními a fyzickými 3D tvary, což může mít vliv

na prostorovou představivost. (O'Reilly & Barry, 2023). Použití softwaru CAD a 3D tisku může usnadnit toto zapojení s fyzickými a virtuálními manipulativy, jak žáci rotují, kombinují a dělí 3D tvary (Pabuçcu, 2022). Vizualizace a práce s modely, podporovaná obrázky a modely jako příklady, usnadňuje dětem pochopení geometrických základů a konceptů.

Prediger et al. (2022) stanovili pět vzájemně propojených principů pro vysoce kvalitní vzdělávání v matematice. Princip konceptuálního zaměření zahrnuje učení matematiky s porozuměním. To znamená, že rozvoj procedurálních dovedností by měl být založen na pochopení základních matematických pojmů. S konceptuálním porozuměním úzce souvisí princip kognitivní poptávky, který zdůrazňuje důležitost „matematických postupů vyššího řádu, jako je modelování, argumentace, řešení problémů, zobecňování, systematizace atd.“ (str. 7). Využívání digitálních technologií a nedigitálních materiálů ve vzdělávání matematiky nabízí příležitosti ke zlepšení vyučovacích postupů a zlepšení učení žáků. Poskytováním jednoduchých úkolů s neustálým sledováním pokroku a okamžitou zpětnou vazbou mohou žáci nejen zlepšit své matematické dovednosti (prostřednictvím praxe), ale také se naučit řešit problémy a rozvíjet koncepční porozumění a meta-kognitivní strategie (Bognar et al., 2025).

2 Logicko-matematická gramotnost při využívání 3D software

Používání softwaru pro počítačem podporované navrhování (CAD) a dynamické geometrie umožňuje uživatelům zkoumat a manipulovat s virtuálními a fyzickými 3D tvary. Žáci mohou navrhované tvary otáčet, manipulovat s 3D tvary, modely kombinovat, slučovat a měnit jejich vlastnosti.

Realizovaný výzkum naznačuje, že z uvedené intervence mají žáci prospěch. Zdá se, že se v průběhu výzkumu zlepšily kompetence dětí v matematice, stejně jako jejich postoje k předmětu a sebedůvěra v danou oblast (O'Reilly & Barry, 2023). S tím související je rozvoj matematické gramotnosti. Ve vzdělávací oblasti Matematika a její aplikace se mohou žáci lépe orientovat v matematických problémech. Manipulace s 3D tvary a sledování jejich vzájemných pozic může pomoci porozumět geometrii. Práce s těmito nástroji může také vést k lepšímu pozorování, zkoumání a formulování domněnek (Voráčková, 2021), což jsou důležité aspekty logicko-matematické gramotnosti.

Propojení STEM, matematiky a vizualizace jednotné přijímací zkoušky pomocí Tinkercadu a 3D tisku

Praktické využití nástrojů jako software Tinkercad a 3D tisk ve výuce matematiky v režimu STEM představuje efektivní způsob, jak propojit tento přístup s konkrétními výukovými cíli. Vizualizace matematických úloh prostřednictvím 3D modelů může výrazně napomoci porozumění prostorovým vztahům, tvarům, objemům a povrchům geometrických těles – tedy oblastem, které tvoří nedílnou součást jednotné přijímací zkoušky CERMAT z matematiky. Například úlohy zaměřené na výpočet povrchu a objemu kváдру či válce, porovnávání rozměrů těles při změně měřítka nebo konstrukci sítí těles lze modelovat v prostředí Tinkercad a následně realizovat pomocí 3D tisku. Díky tomu si žáci nejen upevní lepší vizualizaci, která je důležitým faktorem pro zvládnutí prostorových úloh jednotné přijímací zkoušky (Huclová & Honzík, 2024).

Jednotná přijímací zkouška z matematiky s podporou STEM

Jednotná přijímací zkouška z matematiky (JPZ) představuje klíčový prvek výběrového řízení pro přijetí na střední školy v České republice. Centrum pro zjišťování výsledků vzdělávání (CERMAT) ji organizuje a její podoba se opírá o Katalog požadavků zkoušky společné části maturitní zkoušky a obsahový rámec základního vzdělávání (CERMAT, 2023). Úlohy JPZ systematicky testují nejen dovednosti paměťové, ale také schopnosti aplikační a analytické, s důrazem na geometrii, práci s daty, funkce, rovnice a numerické výpočty (Slavík et al., 2021). Zkouška je koncipována tak, aby prověřila porozumění matematickým pojmům a schopnost jejich aplikace v reálném kontextu. Podle Výroční zprávy CERMAT (2022) zůstává matematika mezi nejnáročnějšími oblastmi jednotné přijímací zkoušky. Úlohy prostorové představivosti, zejména při řešení úloh zaměřených na výpočty objemů, povrchů a převody jednotek, jsou podle dat a analytických výstupů dlouhodobě hodnoceny jako náročné pro žáky (CERMAT, 2025). Zmíněné oblasti mohou být efektivně podporovány prostřednictvím 3D modelování, digitálních simulací nebo projektově orientovaného učení (Honey, Pearson & Schweingruber, 2014).

3 Pedagogický experiment

Cílem experimentu bylo ověřit, zda využití 3D modelovacího softwaru Tinkercad v hodinách matematiky přispívá k lepšímu porozumění geometrickým úlohám

typickým pro Jednotnou přijímací zkoušku (JPZ) z matematiky na konci základního vzdělávání.

Studie se soustředila na propojení rozvoje digitálních kompetencí s konceptem STEM vzdělávání. Vzorkem experimentu byli žáci 9. ročníku základní školy, kteří modelovali čtyři úlohy z JPZ v prostředí Tinkercad. Využití digitálních technologií mělo vést nejen k hlubšímu porozumění matematickým principům, ale i k rozvoji schopností, jako je analýza, komunikace, kooperace a digitální tvorba.

Design experimentu

Experiment byl realizován jako kvalitativní případová studie doplněná o kvantitativní prvky (pretest – didaktická intervence – posttest – reflexní dotazník). Nejprve žáci absolvovali pretest zaměřený na vybrané úlohy JPZ, následně proběhla didaktická intervence v prostředí Tinkercad a po jejím ukončení byl administrován posttest.

Účastníci experimentu

Experimentu se zúčastnilo 22 žáků 9. ročníku základní školy. Všichni respondenti absolvovali úvodní školení v práci s Tinkercadem a pracovali na školních digitálních zařízeních.

Použité nástroje

- **Pretest:** 4 originální úlohy z JPZ zaměřené na prostorovou představivost a geometrické výpočty.
- **Didaktická intervence:** modelování těchto 4 úloh v prostředí Tinkercad.
- **Posttest:** totožné úlohy jako v pretestu s doplněním výpočtů.
- **Reflexní dotazník:** otevřené a škálové položky zaměřené na vnímaný přínos a rozvoj kompetencí.
- **Pozorování a záznam práce žáků:** analýza postupů při tvorbě 3D modelů a komunikace s vyučujícím.

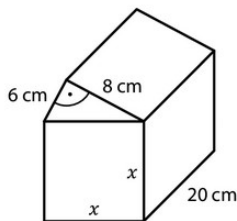
Analyzované úlohy z JPZ

Vybrané úlohy byly zvoleny záměrně tak, aby pokrývaly klíčové oblasti prostorové geometrie zastoupené v JPZ, konkrétně výpočty objemu, povrchu, práci s měřítkem a prostorovou představivost. Cílem nebylo postihnout celé spektrum

geometrických témat, ale zaměřit se na úlohy, u nichž lze předpokládat významný přínos vizualizace prostřednictvím 3D modelování a manipulace s fyzickým modelem.

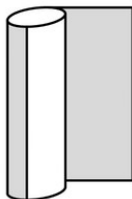
V následujícím textu jsou demonstrovány čtyři zvolené úlohy z předchozích ročníků jednotné přijímací zkoušky. Zadání je doplněno obrázkem 1, 2, 3, 4.

Úloha 1: Domeček je vytvořen z pravidelného čtyřbokého hranolu a kolmého trojbokého hranolu. Oba hranoly mají jednu stěnu společnou. Rozměry čtyřbokého hranolu jsou x , x a 20 cm. Podstavou trojbokého hranolu je pravoúhlý trojúhelník s odvěsnami délek 6 cm a 8 cm. Vypočtete objem domečku.



Obr. 1 Úloha 1 (CERMAT, 2022)

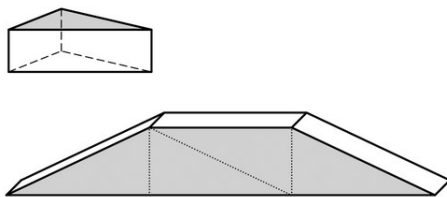
Úloha 2: Reklamní plochu pro vylepování plakátů tvoří plášť rotačního válce. Podstava válce má poloměr 50 cm. Plakát, který přesně pokryje celou reklamní plochu, má tvar čtverce. Jaká je výška válce?



Obr. 2 Úloha 2 (CERMAT, 2022)

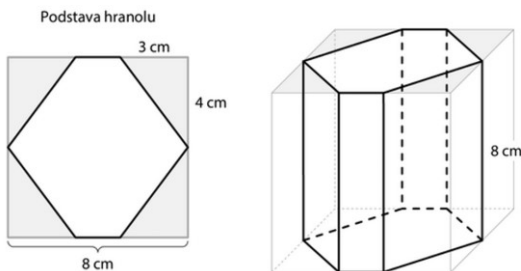
Úloha 3: Podstavou trojbokého kolmého hranolu je pravoúhlý trojúhelník, jehož dvě delší strany měří 17 cm a 15 cm. Výška hranolu je 5 cm. Obě podstavy hranolu jsou tmavé, ostatní stěny jsou bílé. Ze čtyř těchto trojbokých hranolů je slepeno

těleso, které má dvě shodné stěny tmavé a zbývající čtyři stěny bílé. Jaký obsah mají dohromady všechny bílé stěny slepeného tělesa?



Obr. 3 Úloha 3 (CERMAT, 2022)

Úloha 4: Kolmý šestiboký hranol byl vytvořen opracováním krychle o hraně délky 8 cm. Podstava hranolu vznikne ze čtvercové stěny původní krychle oddělením 4 shodných pravoúhlých trojúhelníků s odvěsnami délek 3 cm a 4 cm. Jaký je objem šestibokého hranolu?



Obr. 4 Úloha 4 (CERMAT, 2021)

Didaktická intervence

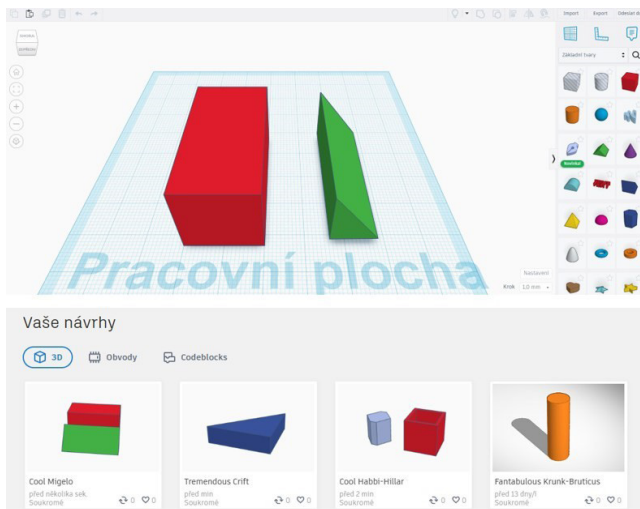
Pro realizaci výukové aktivity byla zvolena online platforma Autodesk Tinkercad, určená k 3D modelování v prostředí webového prohlížeče. Tento software umožňuje intuitivní tvorbu prostorových objektů bez nutnosti instalace a je vhodný pro práci v běžném školním prostředí. Každý žák pracoval ve své individuální sekci třídního prostoru Tinkercadu, který byl vytvořen prostřednictvím nástroje Třídy. Třídní prostředí umožňovalo vyučujícímu přímou správu přístupových údajů žáků, jmenovitý dohled nad jejich prací a průběžné monitorování plnění zadaných

úloh. Odkaz na třídu a přihlašovací údaje žáci obdrželi prostřednictvím školního informačního systému. Vlastní výuková aktivita probíhala ve dvou vyučovacích hodinách a byla strukturována následujícím způsobem:

- **Úvodní fáze:** připomenutí pravidel práce v prostředí Tinkercadu a zpřesnění zadání dle úloh JPZ.
- **Modelovací část:** žáci vytvářeli v prostředí Tinkercadu 3D modely odpovídající geometrickým úlohám z JPZ.

Vyučující využíval nástroj Třídy pro online sledování činností žáků v reálném čase. Díky tomu mohl operativně identifikovat chyby, zpomalování, nevhodné strategie nebo nedodržení zadání a přímo ve výuce zasáhnout a poskytnout cílenou podporu. Po dokončení návrhů žáci exportovali své modely ve formátu STL (standardní formát pro 3D tisk). Každý soubor byl pojmenován jednotně ve formátu příjmeni.stl a následně odevzdán na připravený sdílený školní disk.

Výstupem byla nejen digitální podoba modelu, ale i jeho fyzická realizace prostřednictvím 3D tisku. Výsledná tištěná tělesa umožnila zpětnou vazbu, manipulaci s reálným objektem a přímé propojení digitálního návrhu s fyzickou realitou. Přehled prostředí programu a typické žákovské návrhy jsou zachyceny na obrázku 5.



Obr. 5 Žákovské prostředí vytvořených úloh (zdroj vlastní)

Pretest

Žáci řešili úlohy v rámci přípravy na jednotnou přijímací zkoušku (JPZ) z matematiky. Cílem tohoto šetření bylo zjistit, jaké úspěšnosti v řešení těchto typů úloh žáci dosahují, a identifikovat případné obtíže spojené s aplikací prostorových představ a geometrických poznatků.

Posttest

Cílem posttestu bylo ověřit míru porozumění geometrickým pojmům a vztahům, které si žáci osvojili během modelovací aktivity v prostředí softwaru Tinkercad. Test navazoval přímo na práci žáků s digitálními 3D modely a měl prokázat, zda žáci správně modelovali zadaná tělesa a dokážou z nich odvodit a spočítat požadované geometrické údaje. Tištěné modely měli žáci k dispozici. Mohli měřit jejich rozměry, uvědomit si jejich měřítko a zejména vztahy.

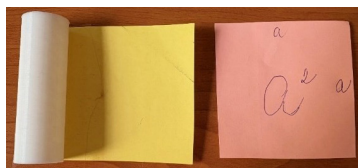
Konkrétně byli žáci vedeni k tomu, aby na základě vlastních modelů:

- V Úloze 1 vypočítali objem pravidelného čtyřbokého hranolu, tištěný model je znázorněn na obrázku 6.



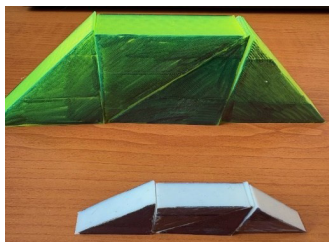
Obr. 6 Domeček z pravidelného čtyřbokého hranolu a kolmého trojbokého hranolu (zdroj vlastní)

- V Úloze 2 určili výšku válce při známém poloměru podstavy a obsahu pláště ve tvaru čtverce, tištěný model je znázorněn na obrázku 7.



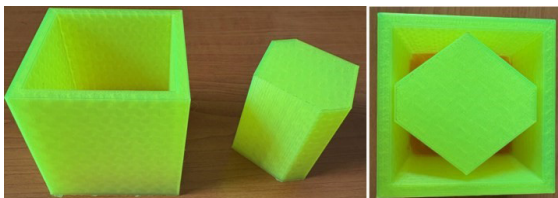
Obr. 7 Rotační válec s reklamní plochou a plakátem (zdroj vlastní)

- V Úloze 3 spočítali obsah bílých stěn slepeného tělesa ve tvaru trojbokého kolmého hranolu, tištěný model demonstruje obrázek 8.



Obr. 8 Těleso složené z trojbokých hranolů, různá měřítka zobrazení (zdroj vlastní)

- V Úloze 4 vypočítali objem kolmého šestibokého hranolu, tištěný model demonstruje obrázek 9.



Obr. 9 Těleso kolmého šestibokého hranolu, krychle a vnoření (zdroj vlastní)

Součástí úlohy bylo porovnání získaných výsledků s oficiálními výsledky úlohy z Jednotné přijímací zkoušky, ze kterých zadání vycházela. Cílem bylo posoudit, zda žáci s pomocí vizualizace v modelovacím softwaru vnímali větší jistotu při řešení.

Pedagog při řešení úloh sledoval, do jaké míry žáci dokážou aplikovat své zkušenosti z digitálního 3D modelování při řešení úloh „na papíře“. Zvláštní pozornost byla věnována:

- *využití vizuální podpory modelu při výpočtech;*
- *porozumění měřítku modelu a schopnosti přepočítávat rozměry mezi reálným a modelovým objektem;*
- *přesnosti matematického zápisu.*

Tento test tak plnil nejen ověřovací funkci, ale sloužil i jako reflexe schopnosti přenést praktickou dovednost z prostředí modelovacího softwaru do tradičního formátu řešení úloh v kontextu JPZ.

Reflexní dotazník

Po ukončení výukové intervence zaměřené na vizualizaci úloh z Jednotné přijímací zkoušky pomocí softwaru Tinkercad byl žákům předložen zkrácený reflexní dotazník, který měl za cíl zmapovat jejich subjektivní hodnocení výuky, vnímaný přínos digitálního nástroje a identifikovat oblasti podpory či obtíží. Dotazník vyplnilo všech 22 žáků 9. ročníku.

Kvantitativní hodnocení (škála 1–5)

Uzavřená část dotazníku obsahovala pět výroků hodnocených na škále 1–5 (1 – zcela nesouhlasím, 5 – zcela souhlasím). Výsledky jsou shrnuty v tabulce 1.

Výrok	Průměrné hodnocení
Bavila mě práce s Tinkercadem	4,3
Pomohl mi lépe pochopit geometrii	4,1
Uměl/a jsem vytvořit model podle zadání	4,5
Díky Tinkercadu se mi lépe řešily úlohy v testu	3,9
Chtěl/a bych s podobnými nástroji pracovat i jindy	4,4

Tab. 1 Průměrné hodnocení jednotlivých výroků (n = 22)

Výsledky ukazují vysokou míru akceptace nástroje ze strany žáků, včetně pozitivního dopadu na motivaci a porozumění látce. Nejlépe hodnoceným výrokem byla schopnost vytvořit model dle zadání (4,5), nejslabší, ač stále pozitivní, byl přenos dovedností do testového prostředí (3,9).

Kvalitativní analýza otevřených odpovědí

V otevřených otázkách žáci reflektovali, co považovali za nejsnadnější, co pro ně bylo nejtěžší, a jak jim Tinkercad pomohl. Odpovědi žáků demonstruje tabulka 2.

Otázka	Nejčastější odpovědi	Počet
Co bylo nejsnadnější?	Vytváření modelu	10
	Výpočty rozměrů a objemů	6
	Export do formátu STL a odevzdání	6
Co bylo nejtěžší?	Práce s měřítkem	9
	Orientace v programu na začátku práce	13
V čem Tinkercad pomohl nejvíce?	Lepší představivost, pochopení tvarů	13
	Snazší výpočty díky vizuální podpoře	9

Tab. 2 Nejčastější odpovědi žáků v otevřených položkách

Zájem o další práci s Tinkercadem

V závěrečné uzavřené položce vyjádřilo 15 žáků (68 %) zájem o vlastní tvorbu mimo rámec výuky, 5 žáků odpovědělo „možná“ a pouze 2 žáci uvedli, že nemají zájem pokračovat.

Shrnutí

Reflexní dotazník ukázal, že žáci přijali práci s Tinkercadem velmi pozitivně a ocenili nový způsob, jak se dá s matematikou pracovat. Aktivita jim kromě rozvoje matematických a digitálních dovedností přinesla i větší chuť učit se a zájem o používání technologií při výuce. Žáky práce bavila a většina z nich by si podobný přístup ráda vyzkoušela znovu. Z dotazníků také vyplynulo, že jim práce s Tinkercadem dodala více sebedůvěry a pomohla lépe pochopit učivo. Slabší už ale byl pocit, že jim nástroj přímo pomohl při řešení testových úloh. Celkově se tedy ukazuje, že Tinkercad posílil hlavně zážitkovou a procesní motivaci, zatímco tu výsledkovou, spojenou s testy, spíše méně.

4 Práce žáků při výpočtech a hodnocení výsledků

Při řešení pretestu žáci vycházeli jen z tištěného zadání bez možnosti využití reálných nebo hmatatelných modelů těles. Při řešení posttestu žáci vycházeli ze svých vlastních tištěných modelů, které vznikly během práce v prostředí Tinkercad. Tyto modely využívali k měření, odhadu, kontrole výpočtů i ověřování vztahů mezi rozměry. Každá úloha vyžadovala aplikaci geometrických znalostí a schopnost přenést vizuální zkušenost do aritmetické a algebraické roviny.

Struktura testu a bodové hodnocení

Každá úloha pretestu a posttestu byla hodnocena maximálně 5 body. Hodnocení zahrnovalo kritéria zobrazené v tabulce 3.

Kritérium	Body
Správně zapsaný výpočet nebo vzorec	1
Správně dosazení hodnot	1
Korektní výpočet a meziúvaha	1
Správný výsledek s jednotkou	1
Přesnost a srozumitelnost zápisu	1

Tab. 3 Kritéria hodnocení obou testů

Výsledky podle úloh v pretestu a posttestu

Úloha 1: Výpočet objemu čtyřbokého hranolu

Kritérium	Pretest	Posttest
Výsledek	3,2/5 (64 %)	4,1/5 (82 %)
Nejčastější chyba	Chybný výpočet strany x , neznalost aplikace Pythagorovy věty	Ojedinelé chyby v dokončení úlohy
Vliv modelu		Manipulace s modelem pomohla lépe pochopit kombinaci těles

Tab. 4 Úloha 1, pretest a posttest

Úloha 2: Výška válce při známém plášti a poloměru

Kritérium	Pretest	Posttest
Výsledek	2,4/5 (48 %)	3,5/5 (70 %)
Nejčastější chyba	Neznalost vzorce, nebo neúplná úprava vzorce, neznalost úpravy algebraických výrazů, obtížná interpretace vztahu pláště rotačního válce s plochou čtverce	Neznalost úpravy algebraických výrazů, měřítko
Vliv modelu		Možnost pozorování proporcí pláště válce a plakátu ve tvaru čtverce usnadnila pochopení vztahů

Tab. 5 Úloha 2, pretest a posttest

Úloha 3: Obsah viditelných (bílých) stěn složeného tělesa

Kritérium	Pretest	Posttest
Výsledek	2,8/5 (56 %)	3,9/5 (78 %)
Nejčastější chyba	Neznalost aplikace Pythagorovy věty, přehlédnutí neviditelných ploch, chybné započítání bílých stěn	Ojedinelé chyby zejména v numerických výpočtech
Vliv modelu		Manipulace umožnila přesnější rozlišení viditelných a skrytých stěn

Tab. 6 Úloha 3, pretest a posttest

Úloha 4: Objem kolmého šestibokého hranolu

Kritérium	Pretest	Posttest
Výsledek	1,9/5 (38 %)	2,5/5 (50 %)
Nejčastější chyba	Neznalost vzorce pro obsah šestiúhelníku, nesprávný výpočet objemu	Chyby ve výpočtu nebo neznalost vzorce
Vliv modelu		Možnost vidět těleso ve tvaru šestibokého hranolu vnořeného do krychle pomohlo žákům k lepšímu uvědomění vzájemných vztahů

Tab. 7 Úloha 4, pretest a posttest

Srovnání výsledků testů s výsledky z JPZ

Pretest a posttest jsou porovnány s celkovými výsledky jednotné přijímací zkoušky. Agregované výsledky úloh poskytují základní statistické údaje o didaktickém testu a slouží jako nástroj pro jeho analýzu. Tyto analýzy jsou každoročně zveřejňovány Centrem pro zjišťování výsledků vzdělávání (CERMAT, 2024). Tabulka 8 uvádí procentuální úspěšnost správného řešení jednotlivých úloh žáky.

Omezení validity a srovnatelnosti výsledků

Autoři si jsou vědomi rizik spojených s interpretací a porovnáváním výsledků. Výsledky jednotné přijímací zkoušky je nutné vnímat v širším kontextu, neboť samotné testování představuje pro uchazeče stresovou situaci, která může ovlivnit jejich výkon.

Dále je třeba zohlednit skutečnost, že úlohy byly zadávány v různých termínech v průběhu daného roku (1. řádný termín, 2. řádný termín, 1. náhradní

termín, 2. náhradní termín), přičemž jednotlivé termíny mohou zahrnovat rozdílné skupiny žáků z hlediska jejich motivace, připravenosti či důvodu účasti v náhradním termínu. Tyto odlišnosti mohou významně ovlivnit agregované výsledky a snižovat srovnatelnost napříč jednotlivými variantami testu.

Je třeba vzít v úvahu, že pretest i posttest vyplňovali ti samí žáci. Zatímco pretest probíhal během školního roku v rámci přípravy na přijímací zkoušku (prosinec–únor), posttest se konal až po jejím absolvování (květen). Tento rozdíl v čase i situaci mohl výsledky ovlivnit – například tím, že žáci po zkoušce působili jistěji, byli méně ve stresu, nebo naopak unavenější. Při hodnocení efektivity výukového zásahu je proto dobré mít tyto okolnosti na paměti.

Dalším faktorem, který mohl ovlivnit výsledky posttestu, byla možnost práce s fyzickými 3D modely. Žáci měli během posttestu modely k dispozici, což mohlo zvýšit jejich jistotu i přesnost při výpočtech. Cílem tohoto kroku však bylo ověřit schopnost přenést digitální model do reálného objektu a pracovat s ním jako s didaktickou pomůckou. Pro budoucí výzkum by bylo vhodné porovnat variantu posttestu s modely a bez modelů, aby bylo možné přesněji určit míru jejich vlivu.

Je rovněž třeba upozornit, že některé dílčí části posttestu mohly být pro žáky mírně méně náročné než jejich ekvivalenty v pretestu (např. v úloze 1 nebylo nutné samostatně sčítat objemy dvou těles). Tento aspekt mohl částečně přispět ke zlepšení výsledků, a je proto nutné jej při interpretaci dat zohlednit.

Výzkumný design nezahrnoval kontrolní skupinu, což omezuje možnost jednoznačně přisoudit zlepšení výsledků pouze realizované intervenci. Tento aspekt představuje podnět pro další empirické ověření.

Otázka	Pretest	Posttest	Výsledky JPZ
Úloha 1	64 %	82 %	34 %
Úloha 2	48 %	70 %	56 %
Úloha 3	56 %	78 %	25 %
Úloha 4	38 %	50 %	47 %

Tab. 8 Procento úspěšnosti správného řešení jednotlivých úloh

5 Diskuse

Získaná data ukazují, že žáci dosáhli v posttestu vyšší úspěšnosti než v pretestu i v oficiálních výsledcích JPZ, a to u všech čtyř sledovaných úloh. Největší rozdíl

mezi posttestem a JPZ byl patrný u úlohy 3 (78 % oproti 25 %), což poukazuje na výrazný přínos cílené výuky a podpůrných strategií.

U úlohy 1 byla v posttestu dosažena úspěšnost 82 %, zatímco v JPZ činila 34 %. Přestože tento rozdíl není tak dramatický jako dříve, stále ukazuje na zřetelný posun ve prospěch žáků zapojených do intervence. Úloha 2 rovněž vykazuje zlepšení (70 % v posttestu oproti 56 % v JPZ), zatímco u úlohy 4 je rozdíl mezi posttestem a JPZ menší (50 % vs. 47 %), což naznačuje určitou obtížnost této úlohy, přesto však mírné zlepšení.

Ukazuje se, že cílená práce s vybranými typy úloh a jejich vizualizace v digitálním prostředí měly na žáky pozitivní dopad. Využití digitálních nástrojů v promyšleném přístupu jim pomohlo lépe porozumět matematice, uplatnit ji v praxi, a především získat větší chuť se učit a dál se rozvíjet.

Zajímavým zjištěním bylo částečné snížení chyb způsobených neznalostí či nesprávným použitím vzorců. Lze předpokládat, že práce s modelem napomohla žákům lépe pochopit význam jednotlivých veličin (např. vztah mezi pláštěm válce a jeho výškou), což vedlo k věcnějšímu uvažování nad výpočtem, nikoli pouze k mechanickému dosazování do vzorce.

6 Závěr

Výsledky pedagogického experimentu naznačují, že zapojení 3D modelovacího softwaru Tinkercad do výuky matematiky přispělo k lepší vizualizaci geometrických úloh typických pro Jednotnou přijímací zkoušku (JPZ) a zároveň k rozvoji digitálních kompetencí žáků, což bylo hlavním cílem studie. Reflexní dotazníky a pozorování ukázaly, že práce se softwarem Tinkercad byla pro žáky motivující, zvýšila jejich zájem o učení, sebedůvěru při řešení úloh a ochotu zkoušet nové postupy. Žáci ocenili možnost vizualizovat složité geometrické vztahy a díky tomu lépe porozuměli látce.

Je však třeba zdůraznit omezení. Experimentu se zúčastnil pouze malý vzorek (22 žáků jedné třídy), což neumožňuje zobecňovat výsledky na širší populaci. Dále je nutné vzít v úvahu časový a kontextuální rozdíl mezi pretestem a posttestem – zatímco pretest probíhal během školního roku, posttest byl realizován až po absolvování samotné JPZ. Tento faktor mohl ovlivnit jistotu žáků, míru stresu či únavy a tím i výsledky. Srovnání s agregovanými výsledky JPZ je proto třeba brát s rezervou, neboť rozdílné podmínky testování i složení žakovských skupin snižují validitu a srovnatelnost dat.

Celkově lze ale uzavřít, že promyšlené propojení digitálních technologií s cílenou prací na úlohách JPZ má potenciál podpořit nejen výkon žáků, ale zejména jejich motivaci a chuť k učení. Z experimentu vyplývá, že propojení digitálních nástrojů s konkrétními výukovými cíli, jako je příprava na JPZ, může vést k efektivnější výuce a podpořit rovněž inkluzivní vzdělávací přístupy. Doporučujeme proto rozšíření podobných aktivit do širšího spektra školních prostředí a jejich systematické zařazování do kurikula, zejména v souvislosti s probíhající revizí RVP a důrazem na digitální gramotnost.

7 Literatura

- Bognar, B., Mužar Horvat, S., & Jukić Matić, L. (2025). *Characteristics of Effective Elementary Mathematics Instruction: A Scoping Review of Experimental Studies*. Education Sciences, 15(1), 76. <https://doi.org/10.3390/educsci15010076>
- Centrum pro zjišťování výsledků vzdělávání. (2024). Didaktický test – Matematika. TAU. <https://tau.ceremat.cz>
- Centrum pro zjišťování výsledků vzdělávání. (2025). *Agregované výsledky úloh JPZ*. CERMAT. <https://data.ceremat.cz>
- CERMAT. (2022). *Výroční zpráva o JPZ*. Dostupné z: <https://www.ceremat.cz>
- CERMAT. (2023). *Katalog požadavků zkoušky společné části maturitní zkoušky – Matematika*. Dostupné z: <https://www.ceremat.cz>
- English, L. D. 2016. *STEM education K-12: Perspectives on integration*. International Journal of STEM Education 3(1): 1–8. doi: 10.1186/s40594-016-0036-1.
- Helen D. & Geeta V. (2022). *Examining STEM Teaching at the Intersection of Informal and Formal Spaces: Exploring Science Pre-service Elementary Teacher Preparation*, Journal of Science Teacher Education, 33: 3, 247–261, DOI: 10.1080/1046560X.2021.1911456.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. National Academies Press.
- Huclová, M. & Honzík, L. (2024). *Výuka matematiky s podporou modelovacího software*. Inovace a technologie ve vzdělávání (ITEV), 9: 1, 46–58.
- Charette, R. N. (2013). *The STEM crisis is a myth*. Retrieved 23 December, 2014 from <http://spectrum.ieee.org/at-work/education/the-stem-crisis-is-a-myth>.
- O'Reilly, J., & Barry, B. (2023). *The effect of the use of computer-aided design (CAD) and a 3D printer on the child's competence in mathematics*. Irish Educational Studies, 42(2), 233–256. <https://doi.org/10.1080/03323315.2021.1964561>
- Pabuçcu Akiş, A., & Demirel, I. (2022). *Integrated STEM activity with 3D printing and entrepreneurship applications*. Science Activities, 60(1), 1–11. <https://doi.org/10.1080/00368121.2022.2120452>
- Pousada García T, Groba González B, Nieto-Riveiro L, Canosa Domínguez N, Pereira Loureiro J. *Learning About Assistive Technology from High School*. Stud Health Technol Inform. 2023 Aug 23; 306: 199–204. DOI: 10.3233/SHTI230619. PMID: 37638916.
- Prediger, S., Götze, D., Holzäpfel, L., Rösken-Winter, B., & Selzer, C. (2022). *Five principles for high-quality mathematics teaching: Combining normative, epistemological, empirical, and pragmatic perspectives for specifying the content of professional development*. Frontiers in Education, 7, 969212.

- Slavík, J., Holeček, J., & Kučera, P. (2021). *Analýza výsledků JPZ z matematiky v letech 2016–2020*. Pedagogická orientace, 31(4), 567–590.
- Voráčková, Š. (2021). *Learning congruence through ornaments and tiling. Proceedings of the Asian Technology* (Conference in Mathematics, Radfort, Mathematics and Technology, LLC), ISSN 1940-4204.