2/2022, Volume 14, Issue 2
ISSN 1803-537X

PILOT VERIFICATION OF CREATIVE TASKS IN 3D MODELING AT PRIMARY SCHOOL

Tomáš SOSNA*, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Česká republika
Vladimír VOCHOZKA, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Česká republika

Přijato: 31. 5. 2022 / Akceptováno: 25. 11. 2022
Typ článku: Teoretická studie
DOI: 10.5507/jtie.2022.011

Abstract: The article is focused on pilot verification of creative tasks in 3D modeling. It presents those creative tasks that can be included in the teaching (for example, technical education) of 3D modeling in primary school, and which support the creativity of students. The described experience is based on a pilot verification using the Torrance figural test, which was used in teaching in the experimental and control groups, both pretest and posttest. The pilot verification took place over a period of less than four months at a specific primary school as part of teaching 3D modeling and 3D printing. Finally, individual tasks are offered that can help teachers to develop students' creativity in the implementation of 3D modeling in teaching or hobby activities.

Key words: 3D modeling, creativity tasks, technology, elementary school.

PILOTNÍ OVĚŘOVÁNÍ TVOŘIVÝCH ÚLOH VE 3D MODELOVÁNÍ NA ZÁKLADNÍ ŠKOLE

Abstrakt: Článek je zaměřen na pilotní ověřování tvořivých úloh ve 3D modelování. Představuje ony tvořivé úlohy, které lze zařadit do výuky (například technické výchovy) 3D modelování na základní škole, a které podporují tvořivost žáků. Popsané zkušenosti jsou podloženy pilotním ověřením pomocí Torranceho figurálního testu, který byl využit v rámci výuky v experimentální i kontrolní skupině, a to jako pretest a posttest. Pilotní ověřování se uskutečnilo v období necelých čtyř měsíců na konkrétní základní škole v rámci výuky 3D modelování a 3D tisku. Závěrem jsou nabízeny jednotlivé úlohy,

*Autor pro korespondenci: tsosna@pf.jcu.cz

2/2022, Volume 14, Issue 2
ISSN 1803-537X

které mohou pomoci pedagogům k rozvoji tvořivosti žáků v rámci implementace 3D modelování do výuky či zájmové aktivity.

Klíčová slova: 3D modelování, tvořivé úlohy, technika, základní škola.

1 Úvod

V dnešní době jsou 3D technologie již postupně implementovány do školních vzdělávacích plánů základních škol (Dostál, 2018). Tyto technologie by však měly, kromě zvládnutí a naučení se s danou technologií, také rozvíjet kognitivní funkce žáků.

Již bylo prokázáno, že ve výuce technické výchovy, je možné s pomocí nových a moderních technologií rozvíjet tvořivost, respektive technickou tvořivost (Kuna, P., Kunová, S., Kozík, T., 2017).

Právě tak je tomu i u 3D modelování. Krotký (2014) uvádí, že 3D modelování rozvíjí celou řadu vlastností člověka, jako například představivost, fantazii, logické myšlení, technické myšlení aj.

Mezi tyto vlastnosti by měla patřit tvořivost, o které se zatím na základních školách, u nás i ve světě, hovoří spíše v souvislosti s 3D tiskem. O souvislosti tvořivosti s 3D modelováním je nedostatek informací, což je důvod, proč se tímto tématem zabývat.

V dnešní době je ve světě kladen velký důraz na tvořivost jedince. Zapojováním 3D modelování do výuky technické výchovy ji nejen modernizujeme, ale můžeme zároveň rozvíjet kognitivní funkce žáků. Podle Liebena a Laviczae (2019) by mohlo, pomocí spojení konkrétních a abstraktních myšlenek, fyzického a počítačového modelování zlepšovat tvořivost a učení žáků a studentů.

V textu příspěvku je popsána výuka 3D modelování na ZŠ a tvořivé úlohy, které jsou v rámci výuky pilotně ověřovány.

2 Cíle

Cílem příspěvku je prezentace pilotního ověřování tvořivých úloh, které napomáhá určit směr dalšího zkoumání. Tyto úlohy jsou představeny a je diskutováno o jejich vhodnosti v rámci využití ve výuce 3D modelování na základní škole.

3D modelování i tvořivost jsou v souladu se směřováním základního technického vzdělávání a korespondují s připravovanými revizemi RVP ZV – Člověk a technika.

2/2022, Volume 14, Issue 2
ISSN 1803-537X

3 Tvořivost

Tvořivost byla označena, jako základní dovednost 21. století a zároveň je považována za důležitou složku, která ovlivňuje úspěch studentů, respektive žáků (Eckhoff, 2011).

Tvořivost, ve smyslu obecného významu, nelze definovat jednoznačně. Hlavním důvodem je, že se prolíná všemi obory lidského života. Nicméně lze tvořivost, coby jednu ze složek kognitivních funkcí, široce definovat jako proces vytváření myšlenek a případně na nich založených výtvorů nebo řešení problémů, které jsou současně originální a hodnotné (Sternberg, 2002). Další možnost, jak lze tvořivost široce definovat podle Ghost (2003), je definovat ji jako tendenci k vytváření nových a neobvyklých řešení konkrétního problému.

Pro srovnání uveďme ve formě přímých citací některé další autory a jejich vnímání, tvořivosti:

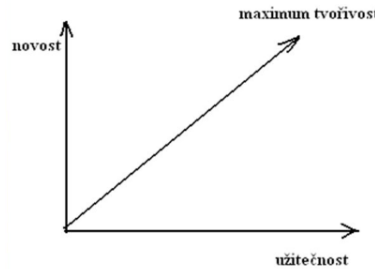
„Tvořivost je forma lidské činnosti, která přináší něco nového, originálního a současně společensky užitečného" (Hlavsa, 1986).

„Generování nových, neobvyklých, ale také přijatelných, užitečných myšlenek, řešení, nápadů" (Dacey, Lennon, 2000).

„U originálních tvořivých produktů je také vidět, že mají imaginativní aspekt. Imaginace je rysem tvůrčí činnosti" (Nguyen, Shanks, 2009).

Jak můžeme vidět výše, v průběhu let se objevovaly a stále objevují různé legitimní pokusy tvořivost definovat. Ve všech těchto definicích, lze rozeznat dva základní, společné aspekty: **originalitu** (novost) a **užitečnost** (udržitelnost). Vztah těchto dvou základních aspektů k maximální tvořivosti nám názorně deklaruje následující graf:

2/2022, Volume 14, Issue 2
ISSN 1803-537X



Obrázek 1: Vztah mezi novostí a užitečností (Lokšová, Lokša, 2001)

Tvořivost jako taková lze rozdělit na určité složky, které ji dále charakterizují. Lewis (2008) určuje čtyři základní složky tvořivosti (divergentního myšlení):

- **Fluence** – plynulost či kvantita nápadů nebo myšlenek, schopnost vymýšlení většího množství alternativních řešení, nápadů, řešení atp.
- **Flexibilita** – pružnost myšlení, schopnost měnit alternativy, postupy nebo východiska, posuzovat problém z různých perspektiv.
- **Originalita –** nejdůležitější z těchto složek, jedná se o schopnost generovat nová, jiná, zvláštní nebo neobvyklá řešení, nápady či myšlenky. Tyto myšlenky aj. jsou založeny na dříve již známých, ale od tématu vzdálených asociací, často se vyznačujících vtipem či překvapující vynalézavou obtížností.
- **Elaborace –** lze přeložit jako schopnost dokreslování a domýšlení detailů řešení, které je přenositelné nebo se na něj dá v budoucnu navázat. Také ji lze popsat jako určitou eleganci daného řešení.

S tímto rozdělením souhlasí všichni další autoři, proto jej můžeme vydávat za jeden z rysů tvořivosti.

Tvořivost lze rozdělit na základě jejích stupňů, například Maňák (2001) uvádí stupně tvořivosti takto:

- **expresivní (spontánní)** – díla a produkty vznikající z náhlého vnuknutí, z vnitřní potřeby a nutkání
- **inovativní** – vznik novinek vůči běžné praxi, záměrné úsilí o něco nového
- **inventivní** – vynalézavost, originalita, nová řešení
- **emergentní** – projev génia

4 3D modelování

Proces 3D modelování lze charakterizovat jako tvarování a vytváření trojrozměrných modelů pomocí některého ze 3D modelářů, nejčastěji CAD (Computer aided design) systémů. Je důležité, že pouhá tvorba a modelování v těchto programech nemůže žákům nahradit pocity jako při ruční práci, které rozvíjejí jemnou motoriku, s reálným tělesem. Toto těleso může být vymodelováno ve 3D modeláři, ale zároveň je vytisknuto na 3D tiskárně (Krotký, 2014).

Zkratka CAD se do češtiny obvykle překládá jako počítačem podporované kreslení nebo rýsování. Takovýto typ programu používáme po celou dobu vytváření modelu (náčrt, vytváření modelu, výkres, animace atp.). Nejprve se CAD systémy využívali pouze pro navrhování a konstrukci integrovaných spojů v počítačích, nicméně po nějaké době našel své uplatnění i ve strojírenství a stavebnictví (architektuře), kde se užívá dodnes. V dnešní době jsou již CAD systémy, v určité podobě, běžnou součástí geografických a informačních systémů (vazba na databáze). Využívání těchto technologií výrazně posunulo vpřed metodiku konstrukce. Jedna z největších devíz 3D konstruování je možnost návaznosti na další technologie (CAM, 3D tisk atp.) Jako jeden z příkladů můžeme uvést návrh a následnou realizaci komplikovaných tvarů při výrobě některých částí auta, jako je například karosérií (Fořt & Kletečka, 2000).

Aktuálně můžeme na trhu najít velké množství různých programů vhodných pro 3D modelování. Tyto programy můžeme dělit do různých kategorií jako například:

- **využití** – strojírenství, elektrotechnika, architektura aj.
- **dostupnosti** – volně přístupné verze, licencované verze
- **způsobu postupu při modelování** – parametrické, neparametrické
- **nároky** – hardware PC, prohlížeč aj.

Parametrický CAD vytváří model postupně, obvykle od 2D náčrtu po 3D model s využitím vztahů/omezení (constrains). Oproti tomu neparametrický CAD (direct modeling) vytváří 3D modely přímo bez vztahů a bez závislé historie kroků.

Pro většinu škol je nejdůležitějším faktorem cenová dostupnost. Sice není potřeba žáky učit hned v programu, který nám umožní vymodelovat vše, na co si vzpomeneme, avšak je výhodou, máme-li od začátku k dispozici kvalitní software, v němž se žáci naučí orientovat a pracovat (stačí základy). Tito žáci získají do budoucna dobrou průpravu, protože na středních/vysokých školách se pracuje

výhradně s kvalitními programy a žáci tak mohou kontinuálně navázat na své zkušenosti ze základní školy. V opačném případě dochází často k nutnému přeučování nepotřebných a nelogických postupů. Aktuálně lze získat licencovaný program na ZŠ poměrně levně, respektive školy mají možnost čerpat peníze na takové programy přímo z ministerstva v rámci šablon nebo dalších projektů.

Základní škola, kde probíhalo pilotní ověřování, je majitelem licence na CAD systém SolidWorks. Tento program obsahuje přehledné, velké množství funkcí a intuitivní uživatelské rozhraní, které usnadňuje uživateli konstruování a vede k finální podobě modelu.

Program SolidWorks se nejčastěji využívá ve strojírenství, a to ke konstruování součástí. Obsahuje mnoho funkcí a nástrojů, ze kterých si uživatel může vybírat. Kromě jednotlivých modelů v něm lze vytvářet i sestavy a výkresy. Jednou z devíz, je intuitivnost programu, která přispívá k lepšímu a rychlejšímu konstruování nejen profesionálů, ale třeba i dětí na základní škole. Žáci se ve výuce seznámí pouze se základy modelování, a proto nemají s programem problémy. Zároveň také ocenili intuitivnost programu například při kreslení kolmých čar. Již v půlce výuky byli žáci schopni sami s programem pracovat a vytvářet vlastní jednoduché modely dle fantazie či zadání.

5 Tvořivé úlohy

V rámci přípravy, pilotního ověřování, bylo třeba vyhledat nebo navrhnout úlohy, které budou tvořivé, uplatnitelné ve 3D modelování a zároveň budou korespondovat s výukou. Níže navržené úlohy lze rovněž realizovat ve většině užívaných programů k 3D modelování (Inventor, Fusion 360, SolidWorks, OnShape, SketchUp atp.).

Po prostudování literatury a dalších odborných pramenů, jsme došli k závěru, že námi navržené úlohy budou kombinací inspirací již vytvořených tvořivých úloh, které budou upravené pro 3D modelování, a námi vymyšlených úloh, které naopak vycházejí z výuky 3D modelování a jsou upraveny tak, aby splňovaly podmínky definice tvořivosti. Zároveň všechny tyto úlohy musí korespondovat s výukou 3D modelování na základní škole. Takto vytvořená sada 6 úloh byla použita během výuky v experimentální skupině.

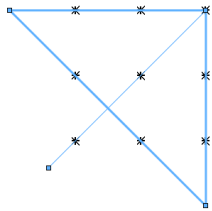
Všechny níže uvedené obrázky úloh jsou výsledky práce žáků. Žáci souhlasili s jejich zveřejněním.

2/2022, Volume 14, Issue 2
ISSN 1803-537X

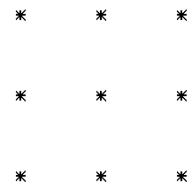
Úloha 1 – Body a čáry

V této úloze, jak již název napovídá, se pracuje hlavně ve 2D prostředí programu. Žáci si vyznačí 9 bodů, které jsou od sebe stejně daleko vzdáleny (viz obrázek 2). Body musí být ukotveny, aby se s nimi nedalo hýbat.

Poté mají žáci za úkol pomocí 4 rovných čar propojit všech 9 bodů, všechny čáry se ovšem musejí dotýkat. Čím více řešení vymyslí, tím lépe.



Obrázek 2: Příprava zadání úlohy 1

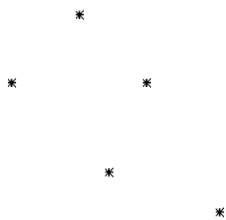


Obrázek 3: Jedno z řešení žáků

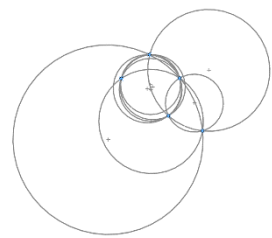
Úloha 2 – Kružnice třemi body

Druhá úloha pro 2D prostředí programu, tentokrát se žáci naučí využívat body a kružnici. Žáci si vyznačí 5 bodů, které jsou rozmístěny přibližně stejně jako na obrázku 4.

Úkolem žáků je vytvořit, co nejvíce kružnic, kde každá kružnice prochází 3 body (ani více ani méně).



Obrázek 4: Příprava zadání úlohy 2



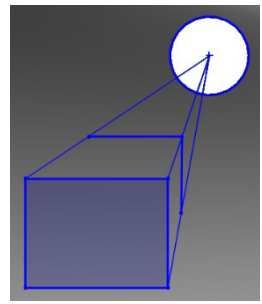
Obrázek 5: Jedno z řešení žáků

Úloha 3 – Tvary a tělesa

U této úlohy mají žáci, na základě získaných znalostí z 2D prostředí a zadaných nástrojů, vytvořit vlastní náčrtek dle fantazie, který musí být schopni pojmenovat (musí vědět, co vytvořili). Na obrázku 6 máme „*padající kvádr do studny*".

2/2022, Volume 14, Issue 2
ISSN 1803-537X

Žáci mají možnost využít (nemusí vše) 5 čar, 2 kružnice, 1 obdélník a nástroj oříznout, kterým mohou různě zkracovat nebo ořezávat.

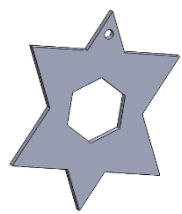


Obrázek 6: Jedno z řešení žáků

Úloha 4 – Přívěsek

V této části opět pracujeme jak s 2D prostředím, tak i 3D. Žáci zde mají za úkol na základě získaných znalostí, svých schopností a fantazie, vymyslet přívěsek na klíče.

Zadáme minimální a maximální rozměry přívěsku (25–50×40–50×2 mm). Co vše by měl výsledný model obsahovat (nápis, symbol, tvary, otvory atp.).



Obrázek 7: Možné řešení žáků

Obrázek 8: Možné řešení žáků

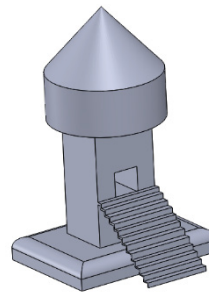
Úloha 5 – Divoké stavby

První úloha, kde se setkáváme i s 3D prostorem. Úkolem žáků je na základě znalostí a fantazie vytvořit originální budovu. Tuto budovu musí umět prezentovat a odůvodnit, proč zvolili zrovna onu budovu.

2/2022, Volume 14, Issue 2
ISSN 1803-537X

Zadání můžeme doplnit minimální a maximální rozměry budovy. Co vše by měl výsledný model obsahovat (nápis, symbol, tvary, otvory atp.), případně jaké nástroje a funkce mohou použít.

Na obrázku 9 vidíme „*kouzelnou věž*".

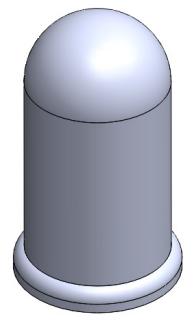


Obrázek 9: Jedno z řešení žáků

Úloha 6 – Fantazie a rotace

Poslední úloha se zaměřuje na poslední část výuky, kterou je rotování kolem osy. Standardním výukovým prvkem je vymodelování figurky. Žáci mají za úkol na základě svých znalostí a schopností vytvořit pomocí rotování a fantazie model, který poté budou schopny prezentovat a zdůvodnit jeho výběr.

Na obrázku číslo 10 můžeme vidět „*patronu*".



Obrázek 10: Jedno z řešení žáků

2/2022, Volume 14, Issue 2
ISSN 1803-537X

6 Metody

Pilotní ověřování bylo prováděno na ZŠ Matice školské v Českých Budějovicích. Výuka byla plánována v experimentální i kontrolní skupině a trvala necelé čtyři měsíce (září – prosinec) v roce 2021. V obou skupinách probíhala výuka 3D modelování stejně, nicméně v experimentální skupině byla výuka obohacena o navržené tvořivé modelovací úlohy. U obou skupin řídil výuku stejný vyučující, tudíž jediné rozdíly byly v použití navržených úloh v experimentální skupině. Obě skupiny tvořili Před aplikací navržených úloh ve výuce bylo potřeba naučit žáky vše potřebné ke konkrétní úloze.

V rámci pilotního testování jsme zvolili jako vhodný nástroj pro ověření Torranceho figurální test, který je hojně využíván při podobných výzkumech, kde se zjišťuje vliv testovaných úloh, pomůcek, programů atp. na tvořivosti jedince nebo skupiny osob (žáků).

7.1 Torranceho figurální test

Test byl vyvinut v 60. letech 20. století ve Spojených státech amerických psychologem Ellisem Paulem Torrancem. Test byl původně nazýván Minnesotské testy tvořivého myšlení. Dalším významným odborníkem, který se zabýval tvořivostí a jejím testováním je Joy Paul Guilford, formulující čtyři hlavní kategorie, které jsou hodnoceny v rámci divergentního myšlení (i v Torranceho testu). Tyto kategorie jsou často pokládány za ukazatele tvořivosti (Jurčová, 1984).

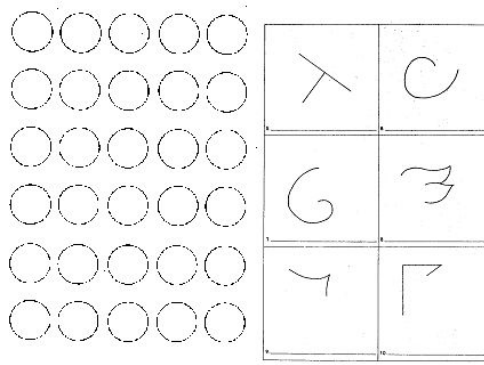
Torranceho figurální test, je standardizovaný test, který měří schopnost divergentního myšlení a je používaný v psychologii ke zjišťování všeobecného tvořivého potencionálu jedince (žáka). Jde o figurální, tedy obrázkový, test, který se dá obecně využít u žáků všech věkových kategorií, protože žáci odpovídají kresbou, pojmenovanou slovem. Test obsahuje tři kategorie otázek:

- **Konstrukce obrázku** – žáci obdrží papírek ve tvaru fazole nebo někteří říkají brambory (každý žák musí dostat stejný tvar!), který dle svého uvážení umístí pomocí lepidla na papír a doplní jej vlastní kresbou (papírek je součástí kresby). Vzniklý obrázek musí být pojmenovat.
- **Neúplné obrazce** – jde o soubor deseti neúplně dokreslených obrázků, které má žák za úkol dokreslit dle svého uvážení. I zde je nutné, aby žák jednotlivé obrázky, po dokončení, pojmenoval.

2/2022, Volume 14, Issue 2
ISSN 1803-537X

- **Kruhy** – obsahuje třicet nebo čtyřicet kruhů (dle použité verze). Úkolem žáka je dokreslit, spojit či jiným způsobem zakomponovat kruhy do obrázků dle své úvahy. Takto vzniklé obrázky je nutné pojmenovat.

„Torrance test sám hodnotí jako testové aktivity, které jsou modelem tvořivého procesu, přičemž každá aktivita zahrnuje odlišné druhy myšlení a každá přispívá do celku něčím jedinečným“ (Honzíková, 2008).



Obrázek 11: Náhled Torranceho testu (Honzíková, 2008)

Vyhodnocením tohoto testu je skóre v oblastech fluence, flexibility, originality a elaborace, o kterých jsme se již zmiňovali v kapitole o tvořivosti. Při vyhodnocování testů jednotlivých žáků bude vše konzultováno s odborníkem z řad psychologů.

Figurální forma testu, může vyvolávat otázku, zda je legitimní takovýto test uznávat jako test tvořivého myšlení nebo test výtvarné tvořivosti. V rámci odpovědi na tuto otázku Torrance užívá jako hlavní argument fakt, že v rámci hodnocení testu jde hlavně o hodnocení námětu, nápadu nebo myšlenky, což je doložitelné tím, že každý obrázek je pojmenován vlastním názvem, který přidává obrázku hlubší nebo doplňující smysl. Kdyby šlo o test výtvarné tvořivosti, byl by hlavním faktorem samotný obrázek, nikoliv frekvence výskytu nápadu (Jurčová, 1984).

2/2022, Volume 14, Issue 2
ISSN 1803-537X

7.2 Výběr vzorku

V rámci kvantitativního výzkumu se výsledná data opírají o znalost určitého vzorku testovaných subjektů, proto není možné pojmout úplně všechny vhodné subjekty. Hlavní zásadou je, aby se vlastnosti daného vzorku statisticky shodovaly s vlastnostmi celé skupiny, kterou chceme zkoumat (Chráska, 2016).

Rozhodli jsme se pro skupinový výběr, to znamená, že jsme zajistili početně přibližně stejně velké skupiny, ze kterých lze vybírat nebo losovat se stejnou pravděpodobností výběru.

Původní záměr byl takový, že budou dvě skupiny žáků, jedna experimentální a druhá kontrolní, kde každá skupina by měla 48, respektive 49 žáků. Bohužel v rámci opatření proti nemoci COVID 19, nebylo možné většinu žáků (v obou skupinách) započítat, protože strávili více času v karanténě než ve výuce.

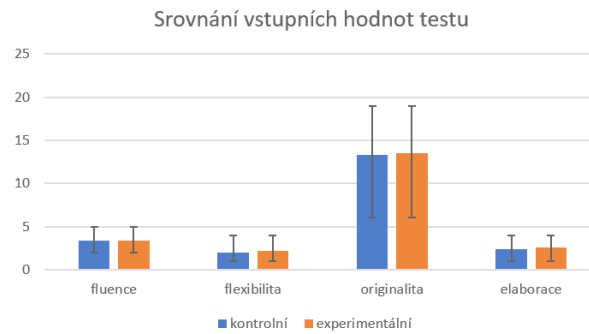
Bohužel v rámci výše zmíněných problémů, tvoří experimentální i kontrolní skupinu pouze 15 žáků (30 celkem). Obě skupiny podstoupily výuku 3D modelování se stejným vyučujícím (kvůli minimalizování odlišností), jediný rozdílem bylo zařazení navržených úloh do výuky experimentální skupiny.

8 Výsledky

Kvůli menšímu vzorku, než byl původně plánován, jsme omezili výstupy pilotního ověřování pouze na průměry jednotlivých složek tvořivosti, které se testovaly. Zajímaly nás nejen rozdíly mezi vstupními a výstupními testy obou skupin, ale rozdíly jednotlivých žáků.

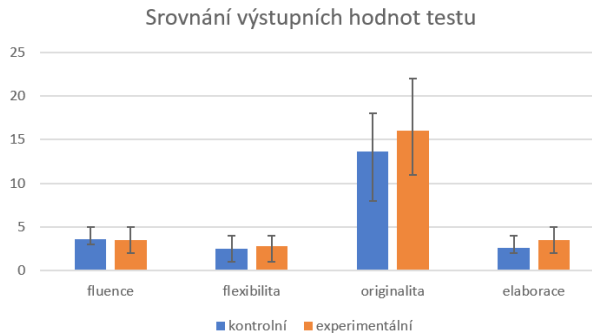
Na grafu 1 můžeme vidět výsledky vstupních testů u kontrolní a experimentální skupiny včetně chybové úsečky, které jsou téměř stejné, respektive mají ze statistického hlediska zanedbatelné rozdíly.

2/2022, Volume 14, Issue 2
ISSN 1803-537X



Graf 1: Srovnání výsledků vstupních hodnot testu

Graf 2 ukazuje výsledky výstupních testů u obou skupin včetně chybové úsečky. Zde jsou na první pohled patrné rozdíly, a to zejména v nejdůležitější složce tvořivosti (originalitě).

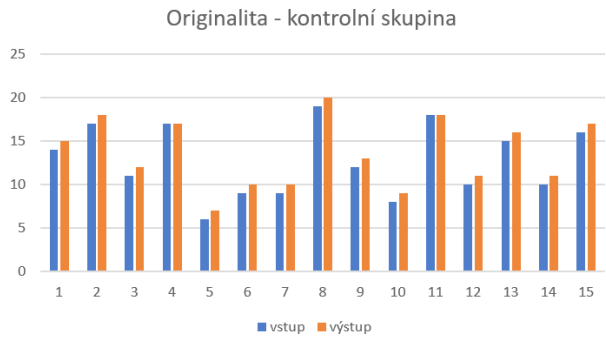


Graf 2: Srovnání výsledků výstupních hodnot testu

Pro lepší rozlišení výsledků u jednotlivých žáků v obou skupinách, jsme se rozhodli pro vyjádření originality a porovnání jejích hodnot ve vstupním i výstupním testu u každého žáka.

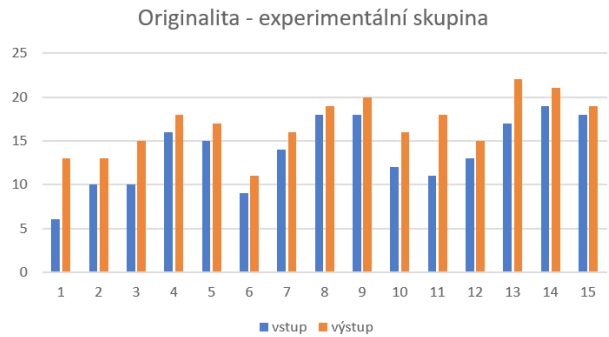
Graf 3 ukazuje výsledky porovnání originalita ve vstupních a výstupních testech u všech žáků kontrolní skupiny.

2/2022, Volume 14, Issue 2
ISSN 1803-537X



Graf 3: Srovnání výsledků vstupních a výstupních hodnot originality

U grafu 4 můžeme vidět výsledky, porovnání originality, vstupních a výstupních testů u všech žáků experimentální skupiny. Tyto výsledky jsou na první pohled u většiny žáků výrazně lepší, než výsledky kontrolní skupiny.



Graf 4: Srovnání výsledků vstupních a výstupních hodnot originality

Na základě vyhodnocení testů a porovnání kontrolní a experimentální skupiny můžeme konstatovat, že žáci v experimentální skupině měli lepší výstupní testy v oblasti originality, než žáci v kontrolní skupině. Vzhledem k naprosto stejné výuce, v obou skupinách, vedené stejným vyučujícím a zároveň téměř stejným výsledkům vstupních testů, můžeme konstatovat, že námi navržené úlohy jsou s největší pravděpodobností tvořivé.

Bohužel, vzhledem k malému vzorku, nemůžeme tento fakt zobecnit, nicméně máme alespoň ověřeno, že tento postup ověřování je správný.

9 Závěr

V rámci pilotního ověřování, pomocí Torranceho figurálního testu, bylo testováno sedm tvořivých úloh ve 3D modelování. Z výsledků můžeme konstatovat, že žáci v experimentální skupině dosáhli vyššího skóre v rámci post testu, než žáci v kontrolní skupině. Bohužel kvůli opatřením proti COVID 19, byl vzorek žáků výrazně menší než byl záměr. Z toho důvodu nelze stanovit jasný závěr, nicméně lze konstatovat, že navržené úlohy, které byly zařazeny do výuky experimentální skupiny, pravděpodobně podporují rozvoj tvořivosti. Zároveň prohlubují znalosti žáků v oblasti 3D modelování, protože navazují přímo na získané znalosti ve výuce.

Na toto pilotní ověřování bude navazovat výzkum provedený ve výrazně větším měřítku, očekává se celkový počet respondentů 230–300, kde budou výsledky vstupních a výstupních testů dále vyhodnoceny pomocí programu STATISTICA 12, konkrétně pomocí neparametrických testů.

Uvedené úlohy lze vnímat jako obohacení náplně pro výuku 3D modelování na základní škole a zároveň rozvíjení kognitivních funkcí žáků.

Poděkování
Příspěvek vznikl v rámci projektu GAJU 041/2022/S „Klíčová místa kurikula pro integraci vzdělávacích obsahů v oblasti STEM“.

10 Literatura

Dacey, J. S., Lennon, K. H. (2000). *Kreativita*. Praha: Grada. ISBN 80-7169-903-9
Dostál, J. (2018). *Podkladová studie: Člověk a technika* [Online]. Praha: NUV. Retrieved from http://www.nuv.cz/file/3517_1_1/
Eckhoff, A. (2011). *Creativity in the Early Childhood Classroom: Perspectives of Preservice Teachers*. Journal of Early Childhood Teacher Education.
Fořt, P., Kletečka, J. (2000). *Mechanical Desktop*, Brno: Computer Press, 281 s. ISBN 80-7226-357-9
Ghosh, S. (2003). *Triggering creativity in science and engineering: reflection as a catalyst*. Journal of Intelligent and Robotic Systems.
Hlavsa, J. (1986). *Psychologické metody výchovy k tvořivosti*. Praha: SPN.
Honzíková, J. (2008). *Testování nonverbální tvořivosti*. In: Konference Trendy ve vzdělávání 2008. Olomouc.

Chráska, M. (2016). *Metody pedagogického výzkumu*. Grada Publishing, a.s. ISBN 978-80-247-5326-3
Jurčová, M. (1984). *Torranceho figuralny test tvorivého myslenia*. Bratislava: Psychodiagnostika.
Krotký, J. (2014). *3D tisk v přípravě budoucích učitelů*. TVV. 7(1), 210–213.
Kuna, P., Kunová, S., Kozík, T. (2017). *Rozvíjanie technickej predstavivosti žiakov ZŠ s podporou virtuálnych 3D modelov*. Journal of Technology and Information Education.
Lewis, T. (2008). *Creativity in technology education: providing children with glimpses of their inventive potential*. International Journal of Technology and Design Education.
Lieban, D., Lavicza, Z. (2019). *Dissecting a Cube as a Teaching Strategy for Enhancing Students Spatial Reasoning: Combining Physical and Digital Resources*. In Bridges 2019 Conference Proceedings, 319–326.
Lokšová, I., Lokša, J. (2001). *Teória a prax tvorivého vyučovania*. Prešov: ManaCon.
Maňák, J. (2001). *Stručný nástin metodiky tvořivé práce ve škole*. Brno: Paido. ISBN 80-7315-002-6
Nguyen, L., Shanks, G. (2009). *A framework for understanding creativity in requirements engineering*. Information and Software Technology.
Solidworks (2005). Dassault Systèmes. SolidWorks®. Version Solidworks.
Sternberg, J. (2002). *Kognitivní psychologie*. Portál. ISBN 80-7178-632-2.