

DEVELOPING PRIMARY SCHOOL PUPILS' TECHNICAL IMAGINATION WITH THE SUPPORT OF VIRTUAL 3D MODELS

Peter KUNA, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Slovenská republika

Silvia KUNOVÁ, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Slovenská republika

Tomáš KOZÍK, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Slovenská republika

Přijato: 30. 1. 2017 / Akceptováno: 23. 6. 2017

Typ článku: Výskumná štúdia

DOI: 10.5507/jtie.2017.012

Abstract: Research confirmed the positive impact of the use of virtual 3D models on the development of the spatial imagination of pupils in learning. The pedagogical experiment showed that the pupils using virtual models in the achieved better results in the overall assessment compared to pupils who used real models in the classroom. The Geomagic Design software and the Adobe Acrobat Reader presentation tool are the appropriate tools for creating 3D models and presenting them in the classroom. Their use in the research program showed that respondents – the elementary school pupils nor the teachers had no problem working with them.

The application of virtual reality in teaching technical and natural science subjects is an appropriate means to support and develop the creative predispositions of pupils.

Key words: Technical education, imagination, virtual 3D model, virtual reality

ROZVÍJANIE TECHNICKEJ PREDSTAVIVOSTI ŽIAKOV ZŠ S PODPOROU VIRTUÁLNYCH 3D MODELOV

Abstrakt: Výskum potvrdil pozitívny vplyv použitia virtuálnych 3D modelov vo výučbe na rozvoj priestorovej predstavivosti žiakov. V pedagogickom experimente bolo preukázané, že žiaci vyučovaní s použitím virtuálnych modelov v celkovom hodnotení dosiahli lepšie výsledky v porovnaní so žiakmi, ktorí vo vyučovaní používali reálne modely.

Softvérový nástroj Geomagic Design a prezentačný nástroj Adobe Acrobat Reader sú vhodnými nástrojmi na tvorbu 3D modelov a ich prezentáciu pri výučbe. Ich použitie vo výskumnom programe ukázalo, že respondenti, žiaci základných škôl, ale ani učitelia, nemali žiadny problém s nimi pracovať.

Aplikovanie systému virtuálnej reality vo výučbe technických a prírodovedných predmetov je vhodným prostriedkom na podporu a rozvoj kreatívnych predispozícií žiakov.

Kľúčové slová: Technické vzdelávanie, predstavivosť, virtuálny 3D model, virtuálna realita

*Autor pro korespondenci: peter.kuna@ukf.sk

Úvod

Priestorová predstavivosť reprezentuje základnú schopnosť každého úspešného pracovníka pôsobiaceho v oblasti prírodných a technických vied. Prvotné impulzy vznikajúceho technického diela alebo výskumu prírodného javu vznikajú u výskumníka alebo konštruktéra v jeho myšlienkovvej imaginárnej podobe, teda predstave, ktorá sa neskôr rozvinie do návrhu alebo vytvorenia užitočného diela pre človeka.

Platí to aj v prípade vzájomnej odbornej komunikácie pracovníkov vedy a techniky, ktorá je uskutočňovaná prostredníctvom technických výkresov, či matematických alebo chemických vzorcov. Ich správne vnímanie a chápanie je založené na dobre rozvinutej predstavivosti jednotlivcov. V technických odboroch, úspešnosť technických riešení, závisí od dispozície konštruktéra, odborníka komplexne vnímať a chápať technické a prírodovedné súvislosti, vedieť ich vyjadriť technickými prostriedkami, t.j. mať rozvinutú priestorovú predstavivosť.

Výučba technických a prírodovedných predmetov je náročná na materiálne zabezpečenie. Potrebné didaktické prostriedky a vybavenie laboratórií je veľmi nákladné. Vedenia škôl, bez ohľadu na typ školy, musia často vynaložiť enormné úsilie na zabezpečenie potrebnej materiálnej podpory výučby. Čiastkovým riešením tohto, na prvý pohľad veľmi ťažko riešiteľného stavu, môže byť aplikovanie systémov virtuálnej reality vo vzdelávaní. To znamená, nahradenie rôznych reálnych predmetov a didaktických pomôcok používaných žiakmi virtuálnymi pomôckami a virtuálnymi 3D objektmi (modelmi). Ekonomickú výhodnosť použitia virtuálnych modelov vo výučbe nemožno spochybniť. Pre rozširovanie 3D aplikácií v praxi je však dôležité a nevyhnutné výskumne preukázať, že použitie virtuálnych modelov vo výučbe vedie k porovnateľným vzdelávacím výsledkom, ak nie lepším, ako je tomu pri používaní reálnych modelov. Preukázanie tohto predpokladu je cieľom príspevku.

1. Technická predstavivosť

Psychológia definuje predstavivosť ako schopnosť človeka vytvárať v mysli kópie (obrazy) vnemov aj v takom prípade, keď nie je prítomný skutočný zmyslový podnet. Potom predstavivosť (Kelnarová, J. - Matějková, E. 2010) je psychický dej, ktorý vedie k vzniku pamäťových predstáv, ktoré sú mentálnymi prezentáciami predchádzajúceho vnemu. Predstavy majú tendenciu spolu asociovať (prepojovať) a pri ich spracovávaní jednotlivcom sa často u neho vytvorí aktuálna predstava, ale i ďalšie, ktoré sú s tou pôvodnou spojené.

Podľa Uherčíkovej (1999) predstavivosť v bežnom živote treba chápať ako schopnosť vytvárať a vybavovať si v mysli predstavy. Predstava je potom obraz vytvorený v mysli na základe predchádzajúceho vnemu rozumovou činnosťou alebo na základe skúseností. Pedagogika chápe predstavivosť skôr ako produkt intelektuálnej aktivity jednotlivca - žiaka, s cieľom o nej pozitívne ovplyvňovanie výchovno-vzdelávacím procesom. Bezprostredné dojmy človeka taktiež rozvíjajú a vplývajú na jeho predstavivosť. Predovšetkým sa u neho zdokonaľuje rekonštrukčná predstavivosť, ktorá je spojená s predstavou skôr vnímaného materiálu, predmetu alebo javu. Predstavy žiakov pritom nestrácajú na živosti, jasnosti a konkrétnosti, ale sú stále viac realistickejšie, stále vernejšie odrážajú obsah učebných predmetov, prečítaných kníh, prestávajú byť nesúvislé. Taktiež sa rozvíja u nich aj tvorivá predstavivosť vo forme vytvárania nových obrazov alebo pretváraním dojmov z minulej skúsenosti (Iljinová 1972).

Schopnosť človeka vytvoriť si predstavu o priestorovom usporiadaní sveta/objektov a túto predstavu využívať pri práci a v tvorivých aktivitách, nazývame priestorovou predstavivosťou (Atkinson 2003). Je to nielen videnie alebo vnímanie priestoru, ale je to schopnosť tento priestor si aj uvedomiť (Peterčaj a Repáš, 1985). Priestorovú predstavivosť ako schopnosť je možné neustále rozvíjať a zdokonaľovať. Na to, aby deti začali vnímať priestor je nutné, aby získavali konkrétne predstavy o predmetoch a javoch okolitého sveta (Molnár 2004).

Pedagógovia prípravou a zadávaním vhodných úloh a cvičení, napomáhajú svojim žiakom/študentom rozvíjať priestorovú predstavivosť. Zadávané úlohy a cvičenia musia byť primerané veku, možnostiam a schopnostiam žiakov. Činiteľ, ktorý môže najviac ovplyvniť utváranie priestorovej predstavivosti žiaka, je vlastná činnosť žiaka, do ktorej je zapojených čo najviac zmyslov. Podľa psychológov sú dve obdobia vo vývoji dieťaťa, ktoré sú pre rozvoj priestorovej predstavivosti najvhodnejšie. Prvé obdobie je v 5. a 6. roku života a druhé obdobie je medzi 10. až 14. rokom. U žiakov staršieho školského veku sa po prvý krát objavuje aj tzv. tvorivá fantázia, ktorú uplatňuje pri rôznych činnostiach - umelecká tvorba, hra, konštruovanie a pod. (Kuric 1992).

Šarounová (1988) definuje priestorovú predstavivosť ako súbor čiastkových schopností, ktoré sa týkajú predstáv o priestore, tvaroch a vzájomných vzťahoch medzi telesami, medzi predmetmi a pozorovateľom a telom samotného pozorovateľa.

S rozvojom priestorovej predstavivosti je spojená vizuálna pamäť a logické myslenie. Prirodzeným spôsobom sa táto schopnosť rozvíja v detstve pri rôznych hrách, manipuláciou s hračkami, postupne od jednoduchších až k zložitejším modelom alebo dokonca tvorby vlastných návrhov. Priestorová predstavivosť je podmienená nielen zážitkovými skúsenosťami dieťaťa, ale aj uvedomovaním si priestorových vzťahov. S rozvíjaním predstavivosti dieťaťa treba systematicky začať pracovať už v predškolskej výchove. S priestorovou predstavivosťou sa človek nenarodí, ale musí ju postupne rozvíjať, obohacovať a zdokonaľovať (Jirotková, 1990).

V technickom vzdelávaní priestorovej predstavivosti prislúcha dôležitá úloha. Ide o vytváranie názorného obrazu predmetov a javov, ktoré v danom momente nie sú jednotlivcom vnímané a zväčša ani v minulosti neboli v takejto podobe vnímané. Aby mohli byť vlastné predstavy jednotlivca, čo najvernejšie zachytené a ďalej rozvíjané, pomáha si vytváraním náčrtov, náčrtov, schémami a pod. (Kožuchová, 1995, s.136).

Tomková (2013, s.38) publikované názory na technickú predstavivosť zjednotila do dvoch definícií:

- a) Technickú predstavivosť môžeme chápať ako schopnosť jednotlivca predstaviť si na základe predchádzajúcich vnemov, úplne nový, neexistujúci, reálny objekt, proces alebo jav, v jeho konečnej podobe a vo vzájomnej interakcii s prostredím, ktoré ho obklopuje.
- b) Technická predstavivosť je schopnosť jednotlivca tvoriť nové reálne obrazy predmetov a javov na základe obrazov predmetov a javov, ktoré v minulosti pôsobili na naše vnemy, s cieľom zlepšenia ich vlastností, funkcií alebo uľahčenia manipulácie s nimi (Tomková, 2013, s.38).

S technickou predstavivosťou úzko súvisí technická tvorivosť. Nemecký pedagóg W. Hande (1985) uvádza základné požiadavky, ktoré sú potrebné pre rozvoj technickej tvorivosti žiakov:

- Žiaci pri rozvíjaní technickej tvorivej činnosti majú využívať vedomosti z technických, ekonomických a prírodných vied.
- Majú sa oboznámiť s heuristickými metódami i s rozličnými technickými činnosťami za účelom vyriešenia technických problémov.
- Na technickú tvorivú činnosť musia byť vhodne motivovaní.
- Žiaci majú riešiť problémy, ktoré sú primerané ich schopnostiam.

Fajnorová (2012) pomocou testov zisťovala úroveň grafickej zručnosti žiakov základných škôl v Slovenskej a Českej republike. Okrem zistenia, že grafické zručnosti žiakov nie sú na požadovanej úrovni zistila, že žiaci navštevujúci školu s posilnením predmetov – matematika, fyzika, geografia a technika mali lepšie výsledky ako žiaci, ktorí navštevujú školu, kde takéto predmety vyučujú nekvalifikovaní učitelia, alebo kde sa predmet technika nevyučuje vôbec. Pre prax odporúča rozvíjať grafickú gramotnosť žiakov prostredníctvom predmetu technika na základných školách a aj osemročných gymnáziách.

Molnár a Tlaskal (2012) vychádzajú z výsledkov dlhodobého výskumu priestorovej predstavivosti u žiakov základných a stredných škôl konštatujú dlhodobu znižujúcu sa úroveň priestorovej predstavivosti u žiakov. Príčiny tohto stavu vidia v nedocenení významu úlohy dobre vyvinutej priestorovej predstavivosti žiakov pre ich ďalšie štúdium a prax, ale aj v nedostatočnej časovej dotácii zameranej na rozvoj priestorovej orientácie žiakov vo vzdelávacom obsahu na základných školách, v nedostatočnej úrovni pripravenosti učiteľov, vo vzťahu aplikovania výučby zameranej na rozvoj priestorovej predstavivosti žiakov a nerešpektovanie pedagogicko-psychologických zásad.

Z hľadiska psychomotorického vývinu dieťaťa Repáš (Hejný 1990) konštatuje existenciu istých časových období, ktoré sú zvlášť priaznivé pre rozvoj schopností priestorového videnia. Keď sa tieto obdobia premeškajú, stráca dieťa možnosť rozvinúť svoje schopnosti na úroveň, ktorú mu predurčili jeho genetické dispozície.“

Beisetzter a Vrškový (2008, s.106) vidia priestor na možné realizovanie zámerného rozvoja priestorovej predstavivosti žiakov v rámci ich technického vzdelávania na základnej škole. Je pritom potrebné využívať rôzne pomôcky zamerané na tréning tejto schopnosti (stavebnice, hlavolamy, logické hry a pod.) alebo riešiť úlohy, ktoré sú orientované na vizualizáciu a chápanie priestorových vzťahov (riešenie vyžaduje schopnosť transformovať plošné videnia na priestorové, resp. priestorové na plošné v zmysle dohodnutých pravidiel zvolenej metódy premietania).

Úspešnosť riešenia geometrických úloh je úzko spojená s úrovňou priestorovej orientácie žiaka/študenta. E. Pavelová (2003, s.78) poukazuje na vedomosti študentov z geometrie, ktoré sú z roka na rok slabšie a formálnejšie. Predpokladá, že tieto nedostatky študentov sú spôsobené v dôsledku zníženia hodinovej dotácie výučby stereometrie na ZŠ s SŠ a sústredenia pozornosti žiakov na získavanie formálnych vedomostí. Na eliminovanie uvedeného stavu, autorka odporúča na ZŠ používať vo výučbe modely telies vo väčšej miere ako je tomu doteraz, nechať žiakom čas na pochopenie daného učiva, rozvíjať priestorovú predstavivosť a vhodnou motiváciou ukázať, kde sa využijú získané vedomosti v praktickom živote.

Z uskutočneného prehľadu odborných prác a výsledkov výskumu slovenských a českých autorov k problematike rozvíjania priestorovej orientácie žiakov sme dospeli k záveru, že skúmaniu vplyvu virtuálneho 3D prostredia na rozvoj priestorovej/technickej

predstavivosti nie je venovaná zo strany pedagogického výskumu dostatočná pozornosť, ako na Slovensku tak aj v Čechách, a to aj napriek tomu, že virtuálny svet, svet počítačových hier sa stáva dôležitým výchovnovzdelávacom činiteľom mladej generácie.

2. Experimentálne riešenie – opodstatnenosť uskutočnenia experimentu

Výsledky výskumu uskutočneného na Slovensku v rokoch 2008/2009 na vzorke 3 000 detí vo veku od 6 do 17 rokov ukázali, že až 64/71 (vidiek/mesto) percent detí sa venuje denne v priemere 1,4 / 1,85 hodiny hrania počítačových hier (Vitáriušová E. a kol., 2009). Podľa tohto výskumu dnešní žiaci trávajú významnú časť svojho voľného času pri počítači, najmä pri hraní počítačových hier. Interaktívne virtuálne 3D prostredie sa tak stáva významným výchovno-vzdelávacím prostriedkom, ktorý nemožno z pedagogicko-psychologického pohľadu prehliadať. Predpokladáme, že počítačová virtuálna realita hier vo veľkej miere ovplyvňuje aj priestorovú predstavivosť detí, čo chceme overiť v nami realizovanom výskume. Tvrdíme, že prvky virtuálnej reality počítačových hier sú prirodzeným prostredím pre dnešnú dospievajúcu generáciu.

Informačné a komunikačné technológie sa stali neodvratnou súčasťou každodenného života človeka od jeho najmladšieho veku. Stretávame sa s nimi v každom odbore, výrobnom procese, pri zábave, športe. Výnimkou nie je ani vzdelávanie. „Pod slovom technológie označujeme technické prostriedky, postupy a zručnosti, ktoré sa používajú s určitým cieľom a prinášajú praktické výsledky. Sú to technológie, ktoré súvisia so zberom, zaznamenávaním a výmenou informácií.“ (Martičenkova, Tóblová, s.25)

Masívne rozširovanie aplikácií informačno-komunikačných technológií vo všetkých oblastiach spoločnosti, počnúc riadením, administratívou a službami, výrobnými technológiami, nevynímajúc ani šport a kultúru a teda ani vzdelanie, priamo ovplyvňuje vzdelávacie systémy. Ukazuje sa, že požiadavky na kvalitu vzdelávania, spojenú s neustále narastajúcimi požiadavkami na vedomosti a zručnosti absolventov škôl, nebude možné v budúcnosti dosiahnuť bez cieľavedomej aplikácie informačno-komunikačných prostriedkov v celom systéme vzdelávania. Bude potrebné zmeniť nielen metódy výučby na všetkých vzdelávacích stupňoch, ale aj štátnu vzdelávaciu politiku. Zmena štátnej vzdelávacej politiky znamená uskutočnenie zásadnej školskej reformy. Cieľom reformy musí byť zosúladenie vzdelávacích cieľov a postupov na ich dosiahnutie, so súčasnými požiadavkami spoločnosti a s požiadavkami súčasného vývoja spoločnosti a vedeckého poznania.

Sme svedkami toho, že dnešné deti dávajú prednosť obrazovkám počítačov, tabletom a herným konzolám pred hraním sa s kockami, autičkami, bábikami alebo spoločenským či športovým aktivitám so svojimi rovesníkmi. V nami navrhnutom výskumnom projekte sme sa zamerali na zatiaľ neriešenú otázku vplyvu virtuálneho sveta počítačových hier na rozvoj priestorovej predstavivosti žiakov. Hľadáme odpoveď na otázku, či dokáže virtuálny svet počítačových hier dostatočne nahradiť úlohu reálnych predmetov - didaktických pomôcok v oblasti priestorovej predstavivosti. Vo výskumnom projekte, v pedagogickom experimente, sú používané virtuálne modely a je sledovaný ich vplyv na rozvoj priestorovej predstavivosti žiakov. Výskumným cieľom je upriamenie pozornosti spoločnosti na celospoločenskú nevyhnutnosť skúmania vplyvu počítačových hier, ako významného faktoru, ktorý pôsobí na celkový vývoj dieťaťa. Zastávame názor, že výučba s použitím virtuálnych modelov dokáže, v istých prípadoch plne nahradiť skutočné predmety používané vo výučbe technických a prírodovedných predmetov.

Použitie virtuálnych modelov je výhodné aj z ekonomického hľadiska. Vytvorenie virtuálneho 3D modelu v elektronickej podobe je možné zrealizovať s minimálnymi finančnými prostriedkami (sériová výroba, distribúcia) a vybaviť nimi širokú škálu škôl.

3. Výskumné ciele

Cieľom výskumného problému bolo zistiť, či použitie virtuálnych 3D modelov vo výučbe je rovnocenné s použitím skutočných predmetov a či obe výučbové metódy majú rovnaký vplyv na rozvoj priestorovej predstavivosti žiakov vo vyučovacom procese. Na základe výsledkov výskumu posúdiť či didaktické prostriedky prezentované systémami virtuálnej reality dokážu v dostatočnej miere nahradiť didaktické pomôcky prezentované skutočnými predmetmi, práve v nami sledovanej oblasti rozvoja priestorovej predstavivosti.

Z výskumného cieľa boli určené výskumné úlohy, splnenie ktorých zaručuje dosiahnutie stanovených cieľov.

Pre potreby výskumu bolo nutné analyzovať jednotlivé tematické celky v Štátnom vzdelávacom programe s cieľom nájsť také témy, ktoré jednak úzko súvisia s rozvojom priestorovej a technickej predstavivosti a pri ktorých by bolo možné použitie virtuálnych 3D modelov, z pohľadu zamerania výskumu, najvhodnejšie. To znamená, hľadať možnosti použitia virtuálnych 3D modelov v takých témach, kde ich vplyv na výučbu je výrazný a čo najlepšie merateľný.

Okrem úlohy analyzovania technického vzdelávania na základných školách a stanovenia vhodných tematických celkov pôsobiach na rozvoj priestorovej predstavivosti žiakov, bolo potrebné riešiť aj ďalšie úlohy výskumného programu, ktoré súvisia s realizáciou pedagogického experimentu.

Jednou veľmi dôležitou úlohou pri príprave pedagogického experimentu bola úloha návrhu a prípravy „didaktického balíčka“, ktorý okrem štandardných výučbových podkladov (prezentácie) zahŕňoval aj vytvorenie virtuálnych 3D modelov, ako didaktickej pomôcky k výučbe. To si vyžiadalo urobiť podrobnú analýzu dostupných softvérových prostriedkov pre tvorbu a prezentáciu virtuálnych modelov. Autormi bola vytvorená hodnotiacia metodika na posúdenie vhodnosti softvérového balíka na tvorbu a prezentáciu virtuálnych modelov. Táto metodika bola použitá pri analýze a výbere softvérových nástrojov k tvorbe virtuálnych 3D modelov. Výsledkom riešenia týchto technických otázok, vyplývajúcich zo stanovenej výskumnej úlohy, bolo vytvorenie kompaktného didaktického balíčka obsahujúceho nielen samotné virtuálne 3D modely, ale aj prezentačný systém a softvér pre tvorbu 3D modelov.

4. Výskumné hypotézy

Na zistenie do akej miery ovplyvňuje použitie virtuálnych modelov vo výučbe rozvoj priestorovej predstavivosti žiakov sme sa rozhodli využiť prirodzený pedagogický experiment. Metodika prirodzeného pedagogického experimentu predpokladá vytvorenie experimentálnej a kontrolnej vzorky (skupiny). V nami uskutočnenom experimente, v kontrolnej skupine bola výučba organizovaná s využívaním skutočných modelov a v experimentálnej skupine s podporou vytvorených virtuálnych 3D modelov. Nezávisle premennou v experimente bolo použitie rôznej učebnej pomôcky vo výučbe. V prípade kontrolnej skupiny, učebnou pomôckou boli skutočné modely a v prípade experimentálnej

skupiny virtuálne 3D modely. Závisle premennou (pozorovaným znakom) u oboch skupín bola vedomostná úroveň respondentov (žiakov) z vybratého učiva – tematického celku.

Pre uvedený výskumný problém sme stanovili hlavnú hypotézu H1 nasledovne:

H1: Respondenti experimentálnej skupiny po absolvovaní výučby s využitím virtuálnych 3D modelov dosiahnu rovnakú vedomostnú úroveň vo výstupnom teste z tematického celku zameraného na priestorovú predstavivosť ako respondenti kontrolnej skupiny.

Na potvrdenie alebo zamietnutie hypotézy H1 bola použitá metóda štatistickej analýzy sumárnych výsledkov získaných vyhodnotením vedomostnej úrovne respondentov vo výstupnom teste.

Vo výučbe bol aplikovaný prezentačný systém virtuálnej reality, ktorého ovládanie bolo identické so systémami virtuálnej reality v počítačových hrách. Tým vo výučbe bolo vytvorené prostredie počítačovej virtuálnej reality, ktoré je súčasťou mladou generáciou aj plne akceptované. Takto bola pre výskumný tím vytvorená aj možnosť, ubezpečiť sa v predpoklade, že žiaci toto prostredie vnímajú ako užívateľsky vžitú, ktoré je už súčasťou ich každodenného života.

5. Základný súbor a výber výskumnej vzorky

Výber základného súboru:

K rozvoju priestorovej predstavivosti u detí dochádza v dvoch etapách. Prvé obdobie je v 5. a 6. roku života a druhé obdobie je medzi 10. až 14. rokom (Kuric, 1992). Prvé obdobie je predškolským obdobím, v ktorom je realizácia pedagogického experimentu komplikovaná. Jediným merateľným výstupom na posúdenie úrovne priestorovej predstavivosti u detí v tomto veku sú ich kresby. Systém analýzy detskej kresby by tak vyžadoval experiment so silným vedeckým zázemím v oblasti detskej psychológie. Z uvedeného dôvodu sa autori vo výskume sústredili na kategóriu detí vo veku medzi 10. až 14. rokom. Deti v tomto období navštevujú druhý stupeň základných škôl. Majú viaceré vyučovacie predmety a témy, v ktorých sa predpokladá aplikácia priestorovej predstavivosti. Ďalším dôležitým faktorom v príprave experimentu bola skutočnosť, že deti v tomto veku majú už väčšie skúsenosti s hraním počítačových hier, ktorých dej sa odohráva vo virtuálnom 3D prostredí, v porovnaní s deťmi vo veku 5-6 rokov. Uvedené skutočnosti zúžili výber základného súboru pre pedagogický experiment na tematické celky vo vyučovaní predmetov na základných školách. Konkrétne v ročníkoch 5 až 8 na druhom stupni ZŠ.

Základné školy v Slovenskej republike od 1. septembra 2015 vzdelávajú podľa inovovaného Štátneho vzdelávacieho programu (ŠVP). Na základe analýzy štátneho vzdelávacieho programu ISCED 2, (<https://www.minedu.sk/inovovany-svp-pre-zakladne-skoly/> a <http://www.statpedu.sk/clanky/inovovany-statny-vzdelavaci-program/inovovany-svp-pre-2stupen-zs>) bolo rozhodnuté experiment uskutočniť v rámci predmetu Technika v tematickom celku Grafická komunikácia. Na kreslenie technických náčrtov a výkresov je schopnosť aplikovania priestorovej predstavivosti kľúčová. Technický výkres, či náčrt môže byť preto prvkom merateľnosti, pre tak silno abstraktnú intelektuálnu schopnosť,

akou je priestorová predstavivosť. Považujeme ho za ideálny hodnotiaci element priestorovej predstavivosti respondentov pre účely pedagogického experimentu zameraného na posúdenie vplyvov súvisiacich s rozvojom priestorovej predstavivosti žiakov.

V tematickom celku Grafická komunikácia sa žiaci učia základy navrhovateľskej činnosti, rozvíjajú svoje technické myslenie. Následne je vo výučbe venovaná pozornosť základom technickej komunikácie – zobrazovaniu, technický náčrt – kreslenie, technický výkres – čítanie. Kreslenie technických náčrtov sa preto môže stať vyjadrením úrovne technickej a priestorovej predstavivosti žiaka, teda aj vplyvu virtuálnych 3D alebo reálnych modelov na rozvoj priestorovej predstavivosti žiakov vo výučbe.

Výber výučbovej témy ohraničil aj výber základného súboru a to na žiakov siedmeho ročníka základných škôl v SR.

Výber a rozsah výskumnej vzorky:

Výber a rozsah výskumnej vzorky pre pedagogický experiment bol ovplyvnený jeho organizačným zvládnutím a schopnosťou zabezpečenia potrebného počtu reálnych súborov 3D modelov pre žiakov kontrolných skupín tak, aby žiaci mohli pracovať samostatne. Dôležitým limitujúcim faktorom bola ochota škôl zapojiť sa do pedagogického experimentu. Nie všetky oslovené školy súhlasili s účasťou v experimente. Okrem týchto požiadaviek, pri výbere bola uplatnená požiadavka, aby žiaci, ktorí vytvoria súbor respondentov boli zo školy, na ktorej sa vyučuje predmet Technika kvalifikovanými učiteľmi a škola bola vybavená počítačovou učebňou. Vytvorený experimentálny súbor respondentov spĺňajúci stanovené podmienky tvorilo 240 žiakov zo 14 tried. Experimentu sa zúčastnilo 6 škôl Nitrianskeho okresu a 6 škôl Topoľčianskeho okresu, v rámci Nitrianskeho samosprávneho kraja v Slovenskej republike.

6. Použité štatistické metódy spracovania výsledkov výskumu

Na potvrdenie platnosti stanovenej hypotézy v pedagogickom experimente boli použité štatistické metódy bežne aplikované v pedagogickom výskume. Závisle premennou (pozorovaným znakom) u oboch skupín bola dosiahnutá vedomostná úroveň respondentov v tematickom celku Grafická komunikácia. Na získanie informácií o vedomostnej úrovni žiakov bol vytvorený neštandardizovaný výstupný vedomostný test (Kunová, S. 2016).

Prvým krokom štatistického spracovania dát bolo vytvorenie štatistického súboru dát zo získaných výsledkov hodnotenia vedomostných testov. Štandardnou štatistickou metódou boli stanovené základné údaje popisnej štatistiky: štatistický súbor, diskrétné znaky, početnosť, aritmetický priemer, medián, modus, variačné rozpätie, rozptyl a smerodajná odchýlka.

Druhým krokom bolo štatistické overovanie platnosti stanovených hypotéz. Ako prvé boli testované rovnosti rozptylov výsledkov dvoch štatistických súborov, experimentálnej a kontrolnej skupiny (σ_1^2 , σ_2^2).

Pre štatistické overenie rovnosti rozptylov dvoch nami sledovaných štatistických súborov bola stanovená nulová (pracovná) hypotéza H_{0D} . Testovacím kritériom bol pomer:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

S_1^2 a S_2^2 sú výberové rozptyly jednotlivých výberových štatistických súborov.

Pre štatistické výpočty boli použité nástroje štatistickej analýzy v programe Excel. Platnosť hypotézy bola overovaná na hladine významnosti $\alpha = 0,05$ (Markechová, Tirpáková, Stehlíková, 2011).

Uplatnením kritériálneho pravidla z dvojvýberového F-testu pre rozptyl dostávame vzťah (v programe Excel):

$$F < F_{k_2}^{\alpha}(m-1, n-1)$$

m - je rozsah súboru s väčším výberovým rozptylom

n - je rozsah súboru s menším výberovým rozptylom

$F_{k_2}^{\alpha}$ - je kritická hodnota Fisherovho-Snedecorovho rozdelenia s (k, l) stupňami voľnosti.

Ak je hodnota testovacieho kritéria F menšia ako kritická hodnota Fisherovho-Snedecorovho rozdelenia na hladine významnosti $\alpha = 0,05$, tak prijímame nulovú (pracovnú) štatistickú hypotézu H_{0D} pre rovnosť rozptylov:

Oba testované štatistické súbory (experimentálna skupina, kontrolná skupina) vykazujú na hladine významnosti $\alpha = 0,05$ rovnosť rozptylov $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$.

V opačnom prípade prijímame alternatívnu hypotézu o nerovnosti rozptylov H_{1D} : $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$:

Oba testované štatistické súbory (experimentálna skupina, kontrolná skupina) vykazujú na hladine významnosti $\alpha = 0,05$ nerovnosť rozptylov $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ (Markechová, Tirpáková, Stehlíková, 2011).

Ďalším krokom štatistickej verifikácie hypotéz bolo testovanie rovnosti stredných hodnôt $\mu_1 = \mu_2$ testovaných dvoch štatistických súborov (kontrolnej a experimentálnej skupiny). Potvrdenie tejto rovnosti by znamenalo, že rozdiely zaznamenané vo výsledkoch experimentálnej a kontrolnej skupiny sú štatisticky nevýznamné, čiže výsledky oboch skupín môžeme považovať za rovnaké. Pre štatistické overenie rovnosti stredných hodnôt $\mu_1 = \mu_2$ bola stanovená nulová (pracovná) hypotéza H_{0SH} .

Na základe predchádzajúceho testovania rovnosti rozptylov bol pri overovaní nulovej (pracovnej) hypotézy H_{0SH} použitý t-test (Markechová, Tirpáková, Stehlíková, 2011). Na výpočet štatistických hodnôt boli použité nástroje štatistickej analýzy v programe Excel. Hypotéza bola potvrdzovaná na hladine významnosti $\alpha = 0,05$.

7. Pedagogický experiment

Pedagogický experiment bol navrhnutý s cieľom získať relevantné údaje na overenie platnosti stanovenej výskumnej hypotézy. Pedagogický experiment bol realizovaný na šiestich základných školách Nitrianskeho a Topoľčianskeho okresu. Spolu sa experimentu zúčastnilo 240 respondentov.

Časovo tematický plán pedagogického experimentu

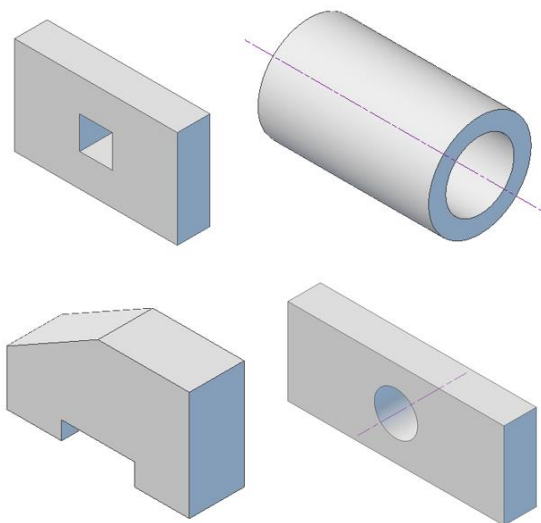
Časovo tematický plán pedagogického experimentu bol rozdelený do nasledovných tematických častí:

- **Prípravná fáza pedagogického experimentu**
 - V prípravnej fáze boli navrhnuté a pre výučbu zabezpečené 3D reálne modely a 3D virtuálne modely. Bol navrhnutý vstupný a výstupný test a pripravené podkladové materiály k výučbe (výkladová prezentácia, metodické pokyny).
- **Vstupné testovanie**
 - Vstupné testovanie - realizované anonymným vstupným testom, ktorého výsledky boli použité k vytvoreniu experimentálnej a kontrolnej skupiny.
 - Časový rozsah testu: 1 vyučovacia hodina
- **Výučbová časť experimentu**
 - Výučbová časť experimentu bola rozdelená na dve časti. Teoretickú, ktorá pozostávala z výkladu učiva a cvičenia, na ktorých žiaci aplikovali získané vedomosti pri riešení úloh.
 - Časový rozsah teórie: 1 vyučovacia hodina
 - Časový rozsah cvičení: 1 vyučovacia hodina
 - Medzi hodinou teórie a cvičením bola vždy zaradená časová prestávka 1 týždeň.
- **Výstupné testovanie**
 - Výstupné testovanie bolo realizované anonymným výstupným testom, ktorého výsledky boli použité k overovaniu platnosti výskumnej hypotézy.
 - Časový rozsah testu: 1 vyučovacia hodina

Návrh a vytvorenie virtuálnych 3D modelov

Pred samotnou konštrukciou virtuálnych/reálnych 3D modelov, bolo potrebné stanoviť, aké konkrétne geometrické tvary budú na dosiahnutie vytýčených cieľov najvhodnejšie. Po diskusii v širšom kolektíve spolupracovníkov bolo vybratých 20 modelov, o ktorých sme predpokladali, že sú vhodné k aplikovaniu v experimente. V konečnej príprave experimentu, vzhľadom na veľký počet respondentov a priestorové rozmiestnenie škôl, v kontrolnej skupine vo výučbe boli použité drevené modely z didaktickej stavebnice „Modely strojových súčiastok“, ktorú školy vlastnili v dostatočnom počte pre potreby experimentu. Z tohto dôvodu boli virtuálne modely vytvorené podľa drevených predlôh z použitej didaktickej stavebnice.

Virtuálne 3D modely boli vytvorené v programe CAD/CAM v systéme Geometric Design. Technologický postup tvorby virtuálnych telies v systéme Geomagic Design je silne ovplyvnený metódami strojového obrábania materiálov, pre ktoré bol tento CAM systém vyrobený. Výhodou programu Geomagic Design je tvorba technickej dokumentácie vytvoreného 3D telesa prostredníctvom automatického systému kreslenia, ktorý na základe definovaného modelu a stanovených parametrov výkresu vytvorí celú technickú dokumentáciu bez potreby zásahu užívateľa. Vytvorené virtuálne 3D modely sú uvedené na obr. 1



Obrázok 1: Tvary virtuálnych 3D modelov vyrobených pre účely výskumu

Rozdelenie respondentov do skupín - vstupný test

Jednou zo základných požiadaviek pedagogického experimentu je rozdelenie respondentov do dvoch skupín – experimentálnej a kontrolnej. Ideálnym prípadom rozdelenia by bolo uplatnenie metódy náhodného rozdelenia. Postup náhodného rozdelenia respondentov nemohol byť uplatnený z organizačných dôvodov. Riaditelia škôl nedovolili rozdeliť žiakov do tried podľa potrieb výskumu. Riešiteľmi muselo byť akceptované už stanovené rozdelenie žiakov do jednotlivých tried. Preto rozdelenie do dvoch výkonovo rovnakých skupín bolo uskutočnené na základe výsledkov anonymného vstupného testu. Vstupný test bol zameraný na priestorovú predstavivosť žiakov.

Vytvorenie experimentálnej a kontrolnej skupiny

Pre experiment bolo k dispozícii spolu 240 respondentov zo šiestich škôl Nitrianskeho samosprávneho kraja. Respondenti boli žiakmi 14 tried.

Snahou riešiteľov bolo vytvoriť takú kombináciu rozdelenia tried do kontrolnej a experimentálnej skupiny, aby obe skupiny boli čo najvyrovnanejšie z pohľadu počtu respondentov, priemeru a mediánu dosiahnutých výsledkov vstupného testu. Výsledné rozdelenie žiakov do experimentálnej a kontrolnej je uvedené v tabuľke 1.

Skupina	Respondentov	Priemer	Medián	Min	Max	Variačné rozpätie
Kontrolná	125	74	76	32	96	64
Experimentálna	115	74	76	28	100	72

Tabuľka 1: Tabuľka popisnej štatistiky pre vybranú kontrolnú a experimentálnu skupinu respondentov

Výučba a testovanie

Výučba a testovanie respondentov bolo rozložené do štyroch vyučovacích hodín v trvaní 45 minút v týždňových intervaloch. Každý týždeň bola k dispozícii len jedna vyučovacia hodina. Celý proces experimentu tak trval v každej triede spolu 4 týždne. Organizácia bola nasledovná:

1. Vstupný test
 - *Materiálne technické zabezpečenie*: písacie potreby, vstupný test.
 - *Priebeh vyučovacej hodiny*:
 - rozdanie písacích potrieb a vstupného testu
 - pokyny k vyplňaniu testu
 - vypracovanie testov (40 min.)
 - *Výstup*: vypracované vstupné testy
2. Teória
 - *Materiálne technické zabezpečenie*: učebňa s projektorom, prezentácia vyučovacej hodiny (použitý - Didaktický balíček – prezentácia výkladu), skutočné alebo virtuálne modely.
 - *Priebeh vyučovacej hodiny*:
 - Prezentačný výklad učiva (použitý Didaktický balíček – prezentácia výkladu)
 - Ukážka tvorby nákresu pravouhlého zobrazovania pomocou virtuálneho / skutočného modelu č. 1
Poznámka: Náčrt kreslí učiteľ. Žiaci sledujú virtuálny/skutočný predmet na projektore/v rukách učiteľa. Prekresľujú náčrt z tabule do svojich zošitov.
Poznámka: V prípade virtuálnych modelov učiteľ nekomentuje žiakom ovládanie virtuálneho prostredia.
 - *Výstup*: realizovaný výklad učiva
3. Cvičenie
 - *Materiálne technické zabezpečenie*: počítačová učebňa (pre experimentálnu skupinu), virtuálne / skutočné modely, pozorovací hárok.
Poznámka: Každý žiak musí mať k dispozícii vlastný skutočný/virtuálny model. Žiaci musia pracovať samostatne.
 - *Priebeh vyučovacej hodiny*:
 - Krátke opakovanie z predchádzajúcej hodiny

- Opätovné kreslenie modelu č. 1 na tabuľu (opakovanie)
 - Samostatná práca žiakov pri kreslení pripravených modelov skutočných/virtuálnych
 - Vyhodnotenie samostatnej práce žiakov
- Poznámka: Pri samostatnej práci žiakov v experimentálnej skupine učiteľ sleduje, či žiaci dokážu pracovať s virtuálnym prostredím. V prípade, že niektorí respondenti potrebujú pomôcť pri práci s virtuálnym prostredím učiteľ ho primerane inštruuje.
- *Výstup:* realizované cvičenie
4. Výstupný test
- *Materiálno technické zabezpečenie:* výstupný test, počítačová učebňa (pre experimentálnu skupinu), virtuálne / skutočné modely, pozorovací hárok. Poznámka: Každý žiak musí mať k dispozícii vlastný skutočný/virtuálny model. Žiaci musia pracovať samostatne
 - *Priebeh vyučovacej hodiny:*
 - rozdanie písacích potrieb a výstupného testu
 - pokyny k vyplňaniu testu
 - vypracovanie testov (40 min.)
 - *Výstup:* vypracované výstupné testy

Výstupný vedomostný test

Použitý výstupný vedomostný test v experimente bol zameraný na overenie vedomostí respondentov výskumu v tematickom celku grafická komunikácia. Analýza poznatkov z odbornej literatúry s problematikou rozvoja priestorovej predstavivosti žiakov ukázala, že pre účely vedomostného testovania žiakov v tejto oblasti nie je doposiaľ vypracovaný a teda ani dostupný žiadny štandardizovaný vedomostný test. Autori sa preto rozhodli pristúpiť k tvorbe vlastného testu.

Podľa špecifických cieľov Niernerkovej taxonómie bola vytvorená pre každú zo štyroch úrovní jedna úloha na overenie stanovených vzdelávacích cieľov. Každá úloha je tvorená čiastkovými „podúlohami - otázkami“, ktoré sú označené písmenami A-E. Pri výbere konkrétnych položiek výstupného vedomostného testu bolo snahou riešiteľov vytvoriť úlohu v položke tak, aby riešenie vyžadovalo od žiaka (respondenta) uplatnenie priestorovej predstavivosti. Cieľom riešiteľov pri konštrukcii a formulovaní jednotlivých úloh a podúloh výstupného testu bolo vytvorenie vhodného nástroja na čo najväčšiu možnú mieru a objektivitu merateľnosti tak silne kvalitatívnej zložky akou je priestorová predstavivosť (Kunová, S. 2016).

Definovanie konkrétnych vzdelávacích cieľov uskutočnenej výučby v experimente pre vybraný tematický celok „Grafická komunikácia“ a ich zaradenie do taxonometrických úrovní je vyjadrený v Tabuľke 2.

Č.Ú. N.T. ¹	Definície špecifických cieľov výchovnovzdelávacieho procesu
1.	Žiak pozná definície základných pojmov technického kreslenia. (pravouhlé premietanie, nárys, bokorys, pôdorys, typy čiar ...)
2.	Žiak vlastnými slovami interpretuje význam a použitie rôznych typov čiar v technickom kreslení.
3.	Žiak aplikuje teoretické poznatky z oblasti technického kreslenia kreslením technických náčrtov (nárys, bokorys, pôdorys) predložených virtuálnych alebo skutočných 3D modelov.
4.	a) Žiak rieši problémovú úlohu kreslením technického náčrtu predmetu, ktorý si vybavuje len vo svojej mysli. b) Žiak dokáže na základe predložených technických nákresov predmetu (nárys, bokorys, pôdorys) vymodelovať jeho tvar pomocou modelovacej hmoty.

Tabuľka 2: Taxonómia vzdelávacích cieľov upravená podľa Inovovaného ŠVP (Štátneho vzdelávacieho programu) pre 2. stupeň ZŠ (www.statpedu.sk)

8. Výsledky výskumu a diskusia

Na overenie hypotézy H1 boli využité získane výsledky z odpovedí respondentov (riešenia úloh) na vytvorený neštandardizovaný výstupný vedomostný test, ktorého znenie bolo rovnaké pre experimentálnu aj kontrolnú skupinu. Jediný rozdiel spočíval v materiálnom zabezpečení konkrétnej úlohy č. 3 – Vytvoriť náčrty pravouhlého zobrazenia pre zadaný model. Experimentálna skupina mala k dispozícii virtuálny 3D model a kontrolná skupina skutočný model. Tvarovo boli oba modely rovnaké. Test pozostával zo štyroch úloh zameraných na jednotlivé taxonomické vzdelávacie ciele Niemerkovej taxonómie.

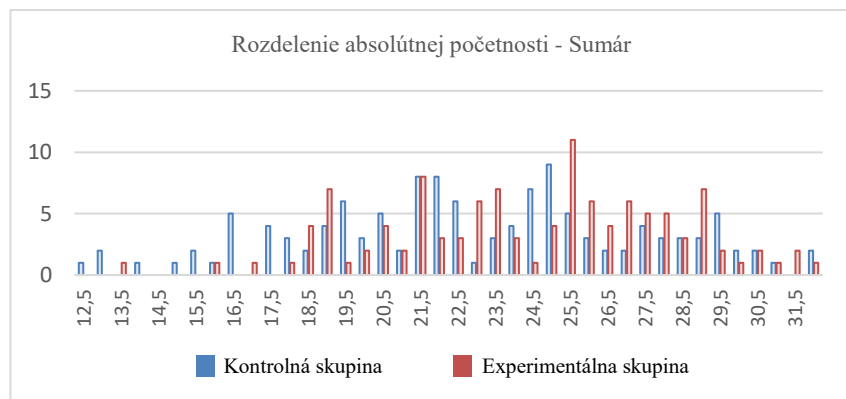
Pri zostavovaní podrobnej štatistiky pre účely potvrdenia platnosti hypotézu H1 sme najprv určili diskrétné znaky štatistického súboru (Tabuľka 3: Diskrétné znaky štatistického súboru)

Názov diskrétného znaku štatistického súboru		Úlohy výstupného testu				
		1	2	3	4	Sumár
Maximálny možný počet bodov		5	5	9	16	35
Kontrolná skupina	Min. získaný počet bodov	2,5	2	0	4	12,5
	Max. získaný počet bodov	5	5	9	13	32
Experimentálna skupina	Min. získaný počet bodov	2,5	1,5	2,5	4	13,5
	Max. získaný počet bodov	5	5	9	13	32

Tabuľka 3: Diskrétné znaky štatistického súboru

¹ Číslo úrovne podľa Niemerkovej taxonómie vzdelávacích cieľov

Následne boli výsledky vedomostného testu upravené do tabuľkovej a grafickej podoby pre jednotlivé úlohy výstupného testu ako aj pre jeho celkové sumárne výsledky. V príspevku uvádzame sumárne výsledky, ktoré boli použité pri štatistickom potvrdení hypotézy.



Graf 1: Graf rozdelenia absolútnej početnosti pre sumárne výsledky

Úroveň znaku	Absolútna početnosť		Kumulatívna početnosť		Relatívna početnosť		Kum. relatívna početnosť		Relatívna početnosť v [%]	
	KS	ES	KS	ES	KS	ES	KS	ES	KS	ES
12,5	1	0	1	0	0,01	0,00	0,01	0,00	1%	0%
13	2	0	3	0	0,02	0,00	0,02	0,00	2%	0%
13,5	0	1	3	1	0,00	0,01	0,02	0,01	0%	1%
14	1	0	4	1	0,01	0,00	0,03	0,01	1%	0%
14,5	0	0	4	1	0,00	0,00	0,03	0,01	0%	0%
15	1	0	5	1	0,01	0,00	0,04	0,01	1%	0%
15,5	2	0	7	1	0,02	0,00	0,06	0,01	2%	0%
16	1	1	8	2	0,01	0,01	0,06	0,02	1%	1%
16,5	5	0	13	2	0,04	0,00	0,10	0,02	4%	0%
17	0	1	13	3	0,00	0,01	0,10	0,03	0%	1%
17,5	4	0	17	3	0,03	0,00	0,14	0,03	3%	0%
18	3	1	20	4	0,02	0,01	0,16	0,03	2%	1%
18,5	2	4	22	8	0,02	0,03	0,18	0,07	2%	3%
19	4	7	26	15	0,03	0,06	0,21	0,13	3%	6%
19,5	6	1	32	16	0,05	0,01	0,26	0,14	5%	1%
20	3	2	35	18	0,02	0,02	0,28	0,16	2%	2%
20,5	5	4	40	22	0,04	0,03	0,32	0,19	4%	3%
21	2	2	42	24	0,02	0,02	0,34	0,21	2%	2%
21,5	8	8	50	32	0,06	0,07	0,40	0,28	6%	7%
22	8	3	58	35	0,06	0,03	0,46	0,30	6%	3%
22,5	6	3	64	38	0,05	0,03	0,51	0,33	5%	3%
23	1	6	65	44	0,01	0,05	0,52	0,38	1%	5%

23	1	6	65	44	0,01	0,05	0,52	0,38	1%	5%
23,5	3	7	68	51	0,02	0,06	0,54	0,44	2%	6%
24	4	3	72	54	0,03	0,03	0,58	0,47	3%	3%
24,5	7	1	79	55	0,06	0,01	0,63	0,48	6%	1%
25	9	4	88	59	0,07	0,03	0,70	0,51	7%	3%
25,5	5	11	93	70	0,04	0,10	0,74	0,61	4%	10%
26	3	6	96	76	0,02	0,05	0,77	0,66	2%	5%
26,5	2	4	98	80	0,02	0,03	0,78	0,70	2%	3%
27	2	6	100	86	0,02	0,05	0,80	0,75	2%	5%
27,5	4	5	104	91	0,03	0,04	0,83	0,79	3%	4%
28	3	5	107	96	0,02	0,04	0,86	0,83	2%	4%
28,5	3	3	110	99	0,02	0,03	0,88	0,86	2%	3%
29	3	7	113	106	0,02	0,06	0,90	0,92	2%	6%
29,5	5	2	118	108	0,04	0,02	0,94	0,94	4%	2%
30	2	1	120	109	0,02	0,01	0,96	0,95	2%	1%
30,5	2	2	122	111	0,02	0,02	0,98	0,97	2%	2%
31	1	1	123	112	0,01	0,01	0,98	0,97	1%	1%
31,5	0	2	123	114	0,00	0,02	0,98	0,99	0%	2%
32	2	1	125	115	0,02	0,01	1,00	1,00	2%	1%
Spolu:	125	115	x	x	1,00	1,00	x	x	100%	100%

Tabuľka 4: Tabuľka početností pre sumárne výsledky všetkých štyroch úloh
(Kunová,S.2016)

Súhrnné výsledky ukazovateľov popisnej štatistiky: aritmetický priemer, medián, modus, variačné rozpätie, rozptyl a smerodajná odchýlka sú uvedené v Tabuľke 5 - Komplexná tabuľka popisnej štatistiky.

Ukazovateľ popisnej štatistiky	Výsledky úloh výstupného testu pre kontrolnú a experimentálnu skupinu									
	1		2		3		4		Spolu	
	KS	ES	KS	ES	KS	ES	KS	ES	KS	ES
Aritmetický priemer	4,2	4,42	4,17	4,2	6,28	6,7	8,23	9,08	22,94	24,4
Medián	4,5	4,5	4,5	4,5	6	7	7,5	9,5	22,5	25
Modus	5	4,5	5	5	9	9	4,5	7	25	25,5
Variačné rozpätie	2,5	2,5	3	3,5	9	6,5	9	9	19,5	18,5
Rozptyl	0,4	0,37	0,82	0,63	4,08	3,49	8,27	6,49	19,75	14,3
Smerodajná odchýlka	0,6	0,6	0,9	0,8	2,02	1,87	2,88	2,55	4,44	3,79

Tabuľka 5: Komplexná tabuľka popisnej štatistiky

Štatistická verifikácia hypotézy H1

Pre verifikáciu platnosti hypotézy H1 boli použité nástroje štatistickej analýzy „Dvojvýberový F-test pre rozptyl“ a „Dvojvýberový t-test s nerovnosťou rozptylov“ v programe Excel. Štatistickou analýzou komplexných výstupov z hodnotenia výsledkov didaktických testov bola platnosť hypotézy H1 zamietnutá.

Hypotéza H1:

Respondenti experimentálnej skupiny po absolvovaní výučby s využitím virtuálnych 3D modelov dosiahnu rovnakú vedomostnú úroveň vo výstupnom teste z tematického celku zameraného na priestorovú predstavivosť ako respondenti kontrolnej skupiny.

Výsledok štatistickej analýzy:

Štatistickou analýzou bolo potvrdené zamietnutie platnosti hypotézy H1 o dosiahnutí rovnakej vedomostnej úrovne experimentálnej a kontrolnej skupiny pre sumárne výsledky výstupného testu.

Vyhodnotenie výsledkov výskumu

Na základe výsledkov popisnej štatistiky) riešitelia pristúpili k javovej analýze podľa Niemeckovej taxonómie vzdelávacích cieľov. Podľa údajov tabuľky 5, vidieť, že celkové lepšie sumárne výsledky z výstupného testu dosiahli respondenti experimentálnej skupiny v pomere aritmetického priemeru 24,4 : 22,94 bodov. Celkový možný počet získaných bodov z výstupného testu bol 35 bodov. Kritickú hranicu osvojenia učiva bola stanovená podľa Arbitrárneho postupu, ktorý je používaný pri vedomostných testoch. Za predpokladu, že vo vedomostnom teste je zahrnuté len dôležité a reprezentatívne učivo, čo bolo v prípade experimentu splnené, potom kritická hodnota osvojenia učiva je na hranici 60 %-nej úspešnosti v teste (Turek, 1995, s.56). Prepočítaním na body je to 21 bodov.

V tabuľke početností pre sumárne výsledky (Tabuľka 4: Sumárna tabuľka početností pre sumárne výsledky všetkých štyroch úloh) vidíme, že kritickú hranicu osvojenia si učiva neprekročilo v experimentálnej skupine 22 respondentov a v kontrolnej skupine až 40 respondentov. Spolu je to 62 respondentov, čo je 26 percent z celkového množstva zúčastnených respondentov vo výskume. Žiaden respondent nezískal plný počet bodov. Najlepšie bodové skóre bolo 32 bodov. V experimentálnej skupine takýto výsledok dosiahol jeden respondent, v kontrolnej skupine dvaja respondenti. Najsilnejšia početnosť bola v kontrolnej skupine pre skóre 25 bodov a v experimentálnej skupine 25,5 bodu. Číselné porovnanie celkových výsledkov môže byť skresľujúce, pretože neodzrkadľuje štatistickú významnosť rozdielu v dosiahnutých výsledkoch oboch skupín. Preto boli závery spresnené štatistickou verifikáciou príslušnej hypotézy H1. Výsledkom štatistického spresnenia bolo zamietnutie hypotézy H1 na základe sumárnych výsledkov. To znamená, že **použitie dvoch výučbových metód vo vyučovaní (skutočné / virtuálne modely) nie je rovnocenné, t.j. tieto dve metódy nemajú rovnaký vplyv na rozvoj priestorovej predstavivosti žiakov vo vyučovacom procese. Žiaci, ktorí boli vyučovaní s použitím virtuálnych modelov v celkovom hodnotení dosiahli lepšie výsledky v porovnaní so žiakmi, ktorí vo vyučovaní používali reálne modely.**

Prvotným problémom výskumného projektu bolo hľadanie odpovede na otázku, či použitie virtuálnych 3D modelov vo výučbe, v porovnaní s použitím skutočných modelov, môže

mať nepriaznivý, negatívny vplyv na rozvoj priestorovej predstavivosti žiakov. Podľa vykonanej analýzy výsledkov z testov a z výsledkov štatistickej verifikácie hypotézy H1 tvrdíme, že použitie virtuálnych 3D modelov vo výučbe podporuje rozvoj priestorovej predstavivosti žiakov.

Výsledky výskumu potvrdili, že žiaci vykazujú nízku úroveň priestorovej predstavivosti. Na zistenie a objasnenie príčiny tohto závažného tvrdenia bol navrhnutý a realizovaný výskumný projekt analýzy výsledkov výstupného testu vo vzťahu k jednotlivým jeho úlohám, ktoré boli koncipované podľa Niemerckovej taxonómie vzdelávacích cieľov (Kunová, 2016). Výsledky analýzy tohto zámeru budú predmetom osobitného príspevku.

9. Záver

Hlavným výskumným problémom navrhnutého projektu bolo preukázanie, že použitie dvoch výučbových metód vo vyučovaní (skutočné / virtuálne modely) nie je rovnocenné, t.j. tieto dve metódy nemajú rovnaký vplyv na rozvoj priestorovej predstavivosti žiakov vo vyučovacom procese. Výskum preukázal, že žiaci, ktorí boli vyučovaní s použitím virtuálnych modelov v celkovom hodnotení dosiahli lepšie výsledky v porovnaní so žiakmi, ktorí vo vyučovaní používali reálne modely.

Výskum potvrdil pozitívny vplyv použitia virtuálnych 3D modelov vo výučbe na rozvoj priestorovej predstavivosti žiakov. Čo znamená, že aplikovanie systému virtuálnej reality vo výučbe technických a prírodovedných predmetov je vhodným prostriedkom na podporu a rozvoj kreatívnych predispozícií žiakov. Výsledky výskumu potvrdili však aj nízku úroveň priestorovej predstavivosti žiakov základných škôl.

Nedostatok finančných prostriedkov na obnovu didaktických pomôcok je možné do istej miery kompenzovať používaním systémov virtuálnej reality vo vyučovacom procese. Priebeh výskumu v experimentálnej skupine žiakov, v ktorej žiaci pracovali s virtuálnymi modelmi ukázal, že žiaci nemali problémy s ovládaním prezentačných systémov virtuálnej reality. Tento poznatok vedie autorov ku konštatovaniu, že hranie počítačových hier zanecháva u detí prirodzené užívateľské vedomosti a zručnosti, ktoré sú potom neskôr využiteľné aj vo výučbovom procese. Zabezpečenie prezentačného nástroja pre virtuálne modely v podobe inštalovania bežne a voľne dostupného softvéru Adobe Acrobat Reader-u nevyžaduje žiadne investície a ani odborný technický personál. Je preto výhodný pre použitie vo výučbe na ZŠ.

Predpokladáme, že výsledky publikovaného výskumu budú zaujímavé nielen pre učiteľov z praxe, ale oslovia aj širšiu odbornú verejnosť a stanú sa podnetom pre návrh a realizáciu cielených výskumov v tejto problémovej oblasti. Tento zámer sledovali autori pri svojom rozhodnutí podrobnejšie zverejniť v príspevku metodický postupu, ktorý bol použitý vo výskume.

PodĎakovanie: Autori príspevku vyjadrujú poďakovanie Katedre techniky a informačných technológií PF UKF v Nitre za podporu pri riešení výskumného projektu.

Literatúra

- ATKINSON, R. L. (2003). *Psychológia*. Praha: Portál, 2003. 751 s.
- BEISETZER, P. – VRŠKOVÝ, R. (2008). *Technická výchova v reflexii rozvoja priestorovej predstavivosti*. In: IV. InEduTech 2008. Prešov: FHPV PU, 2008. s.106-109.
- BURDEA, G. – COIFFET, P. (2003). *Virtual Reality Technology* 2nd ed. A Wiley-Interscience publication Canada 2003. 451 s.
- FAJNOROVÁ, E. (2012). *Grafické zručnosti žiakov základných škôl v predmete Technika*. In: Sborník príspevků z mezinárodní studentské odborné konference. Západočeská univerzita Plzeň, 2012. s.21.
- FLORKOVÁ, M. (2005). *Rozvoj priestorovej predstavivosti na hodinách geometrie v I. ročníku ZŠ*. Smolenice, 2005. <http://pdfweb.truni.sk/zbornik/smolenice/smolikova.pdf>.
- GABAJOVÁ, M. (2010). *Rozvíjanie priestorovej predstavivosti*. In: Študentská vedecká konferencia FMFI UK. Bratislava: FMFI UK, 2010. s. 370-377.
- HANDE, W. (1985). Gestaltung schöpferisch-technischer Schülertätigkeiten beim Experimentieren. In: Eksperymenty uczniow w nauczaniu techniki. Zielona Gora. 1985.
- ILJINOVÁ, T. A. (1972). *Pedagogika : Učebnice pro posluchače pedagogických institutů*, 1. vyd. - Praha : SPN, 1972. - 600 s.
- Inovovaný štátny vzdelávací program pre základné školy [online]: <https://www.minedu.sk/inovovany-svp-pre-zakladne-skoly/>
- Inovovaný ŠVP pre 2. stupeň ZŠ [online]: <http://www.statpedu.sk/clanky/inovovany-statny-vzdelavaci-program/inovovany-svp-pre-2stupen-zs>
- JIROTKOVÁ, D. (1990). *Rozvoj priestorovej predstavivosti žiakov*. In: Komenský, č. 5, Praha, 1990.
- KELNAROVÁ, J. – MATĚJKOVÁ, E. (2010). *Psychologie 1. díl, Pro studenty zdravotnických oborů*. Praha: Grada, 2010.
- KUNOVÁ, S. (2016). *Virtuálne 3D modely rozvíjajúce priestorovú predstavivosť žiakov Základných škôl*. Dizertačná práca. 2016, Pedagogická fakulta UKF v Nitre
- KOŽUCHOVÁ, M. (1995). *Rozvoj technickej tvorivosti*. Bratislava: UK, 1995. 156 s.
- KURIC, J. (1992). *Vývinová psychológia*. Nitra: VŠPg, 1992. 115 s.
- MARKECHOVÁ, D. – TIRPÁKOVÁ, A. – STEHLÍKOVÁ, B. (2011). *Základy štatistiky pre pedagógov*. Edícia: Prírodovedec č. 458, UKF v Nitre, 2011. 405s.
- MARTINČEKOVÁ, I. - TÓBLOVÁ, E. (2013). *Didaktika odborného výcviku*. Bratislava: Metodicko-pedagogické centrum, 2013, 67 s.
- MOLNÁR, J. (2004). *Rozvíjení prostorové představivosti (nejen) v stereometrii*. Olomouc: UP, Katedra algebry a geometrie Přírodovědecké fakulty, 2004.
- MOLNÁR, J. – TLÁSKAL, J. (2012). *Prostorová představivost nejen v matematice*. <http://www.phil.muni.cz/linguistica/art/molnar-tlaskal/mot-001.pdf> (19.4.2013)
- PAVELOVÁ, E. (2003). *Priestorová predstavivosť a vyučovanie*. In: Zborník Letná škola z teórie vyučovania matematiky PYTAGORAS 2003. s.78-82.
- PERENČAJ, J. – REPÁŠ, V. (1985). Diagnostika rozvoja stereometrických predstáv študentov vysokých škôl technických. MFvŠ 16/4 s. 277-280.
- StatSoft, Inc. *Electronic Statistics Textbook*. Tulsa, OK: StatSoft. [online]: <http://www.statsoft.com/textbook/stathome.html> (1999).
- ŠAROUNOVÁ, A. (1988). *Rozvíjení geometrické představivosti ve škole*. In MaFveŠ, Praha: SNP, roč.18

Štátny vzdelávací program pre 2. stupeň základnej školy v Slovenskej republike. [online]: http://www.statpedu.sk/files/documents/svp/2stzs/iscsed2/iscsed2_spu_uprava.pdf (18.05.2013)

Štátny vzdelávací program. [online]: <http://www.statpedu.sk/sk/Statny-vzdelavaci-program.alej> (18.05.2013)

TOMKOVÁ, V. (2012). *Význam priestorovej predstavivosti v technickom vzdelávaní*. Edukacia - Technika - Informatyka, issue: 1 / 2012 . CEEOL pdf, s.279-284. (20.4.2013)

TOMKOVÁ, V. (2013). *Technická neverbálna komunikácia*. Nitra: PF UKF, 2013. s. 204.

UHERČÍKOVÁ, V. (1999). Rozvíjanie priestorovej predstavivosti prostredníctvom hier a hračiek. In: Zborník z odborného seminára: *Hra a hračka*. Bratislava, Iuventa 1999.

VITÁRIUŠOVÁ E. a kol. (2009). *Pediatrica pre prax v roku 10/2009*.