

EDUKAČNÉ AKTIVITY VYUŽÍVAJÚCE ROZŠÍRENÚ REALITU PRI ROZLIŠOVANÍ ZÁKLADNÝCH TELIES A ICH VLASTNOSTÍ V PRIMÁRNEJ MATEMATICKEJ EDUKÁCII – PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA

Jana HNATOVÁ¹

¹Prešovská univerzita v Prešove, Pedagogická fakulta (Slovenská republika)

jana.hnatova@unipo.sk

Abstrakt (v jazyku článku)

V tomto článku sú konkretizované výskumné zistenia prípadovej štúdie viazané na využitie technológie rozšírenej reality (AR) v študentských edukačných návrhoch činností súvisiacich s identifikáciou geometrických telies a ich vlastností obsiahnutých v školskej geometrii na primárnom stupni vzdelávania na Slovensku. V úvode je predstavená použitá AR technológia a autorsky vyvíjaná mobilná aplikácia *Telesá 1*, ktorá umožňuje vizualizáciu 3D modelov základných geometrických telies v skutočnom prostredí s následnou nepriamou interakciou žiaka s nimi. V rámci prípadovej štúdie sú zodpovedané tri výskumné otázky s využitím deskripcie a analýzy ukážok študentmi metodicky spracovaných návrhov edukačných činností s integrovaným využitím mobilnej aplikácie pracujúcej s AR technológiou. Analýza návrhov vychádza z teoretického rámca daného maticou TIM, v analyzovaných prípadoch sleduje dosiahnutú úroveň vzdelávacieho prostredia a stupeň integrácie technológie AR.

Kľúčové slová: geometria, mobilná aplikácia, primárna edukácia, prípadová štúdia, rozšírená realita, študentské aktivity

EDUCATIONAL ACTIVITIES UTILIZING AUGMENTED REALITY FOR DISTINGUISHING BASIC SOLIDS AND THEIR PROPERTIES IN PRIMARY MATHEMATICAL EDUCATION – A CASE STUDY

Abstract

This paper presents the research findings of a case study investigating the use of Augmented Reality (AR) technology in student-designed educational activities for identifying geometric solids and their properties in primary school geometry education in Slovakia. The paper begins with an introduction to the AR technology used and the author-developed mobile application *Solids 1*, which enables the visualization of 3D models of basic geometric solids in the real environment with subsequent indirect interaction of the pupil with them. Within the framework of the case study, three research questions are addressed using the description and analysis of examples of student-methodically processed designs of educational activities with integrated use of the mobile application working with AR technology. The analysis of the designs is based on the theoretical framework given by the matrix TIM, and in the analyzed cases, it follows the achieved level of the educational environment and the degree of integration of AR technology.

Keywords: augmented reality, case study, geometry, mobile application, primary education, student-designed activities

1. Úvod

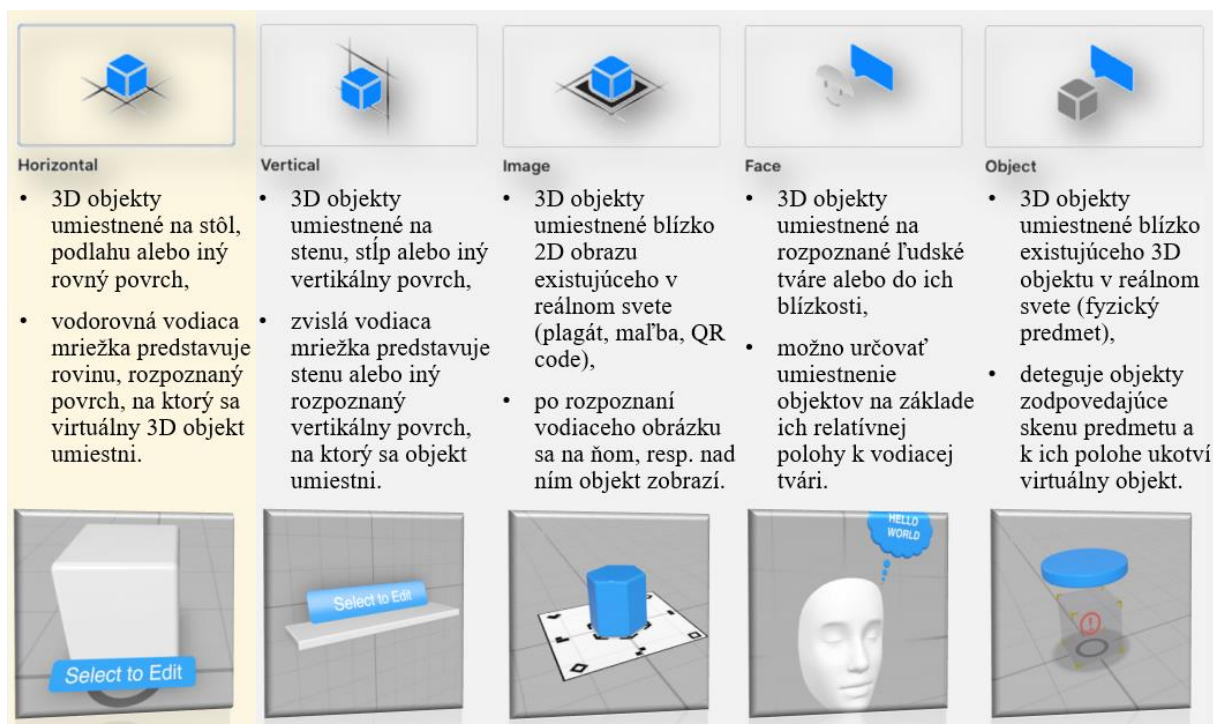
Vzhľadom na to, že deti sa s digitálnymi technológiami stretávajú od čoraz mladšieho veku, zohrávajú digitálne kompetentní učitelia v oblasti vzdelávania už v ich ranom detstve kľúčovú úlohu v pochopení rizík, ale aj možností digitálneho sveta (Chaudron et al., 2018). Viaceré legislatívne dokumenty Rady Európy odporúčajú koherentný a vekovo primeraný prístup k sprostredkovaniu digitálnych zručností a kompetencií, a to na všetkých stupňoch a vo všetkých typoch vzdelávania. Rovnako odporúčajú, aby členské štáty, a to od začiatku povinnej školskej dochádzky, podporovali sprostredkovanie vysokokvalitného vzdelávania prostredníctvom vedecky podložených pedagogických metód s cieľom ponúknuť všetkým učiacim sa možnosť rozvíjať svoje digitálne zručnosti a kompetencie integrované do rôznych oblastí, predovšetkým však do oblastí vedy, technológie, inžinierstva, umenia a matematiky. Aktuálnou sa javí podpora digitálnych zručností potrebných na rozpoznávanie použitia AI a na využívanie imerzívnych technológií, ako napr. virtuálnej reality, rozšírenej reality, simulácie a hier vo vzdelávaní (Council of the European Union, 2021, 2023).

Realizované výskumy naznačujú, že využitie uvedených technológií v matematickej edukácii prebiehajúcej už na základných školách môže podporovať aktívne učenie žiakov (Volioti et al., 2023) a zvyšovať záujem o matematické vzdelávanie (Demitriadou et al., 2020). Technológia rozšírenej reality (augmented reality, skr. AR) vykazuje veľký potenciál produkovať prospešnú metodickú zmenu vo vyučovaní matematiky a oprávňuje zainteresovaných k tvorbe matematických učebných materiálov v AR (Fernández-Enríquez & Delgado-Martín, 2020). K takýmto novovyvíjaným digitálnym učebným materiálom, ktoré môžu učitelia či vychovávatelia v rámci svojho pedagogického pôsobenia na školách a v školských zariadeniach vhodne integrovať do matematickej edukácie, patria aj mobilné aplikácie pracujúce s AR. Pertraktovanými požiadavkami sú odborná erudovanosť súčasných i budúcich pedagogických zamestnancov vo viacerých oblastiach, predovšetkým však v matematickej a digitálnej (Laitochová et al., 2020; Lipták, 2023; Mokriš et al., 2023; Prídavková, 2023) ako aj aktuálna dostupnosť kvalitných a vo výučbe školskej matematiky použiteľných zdrojov (Dofková et al., 2020).

Na Pedagogickej fakulte Prešovskej univerzity v Prešove sú poskytované možnosti aktívne sa zapojiť do činností využívajúcich prácu s AR zdrojmi už študentom bakalárskeho stupňa štúdia v akreditovanom študijnom programe Predškolská a elementárna pedagogika, a to v rámci absolvovania povinných i povinne voliteľných predmetov z korpusu ich pregraduálneho matematického vzdelávania. V tomto článku svoj záujem upriamime na oblasť metodického spracovania edukačných aktivít samotnými študentmi. Naším výskumným zámerom bolo zistiť, či a do akej miery dokáže študent samostatne spracovať autorský návrh vzdelávacej aktivity s integrovanou AR technológiou do matematickej edukácie na primárnom stupni vzdelávania.

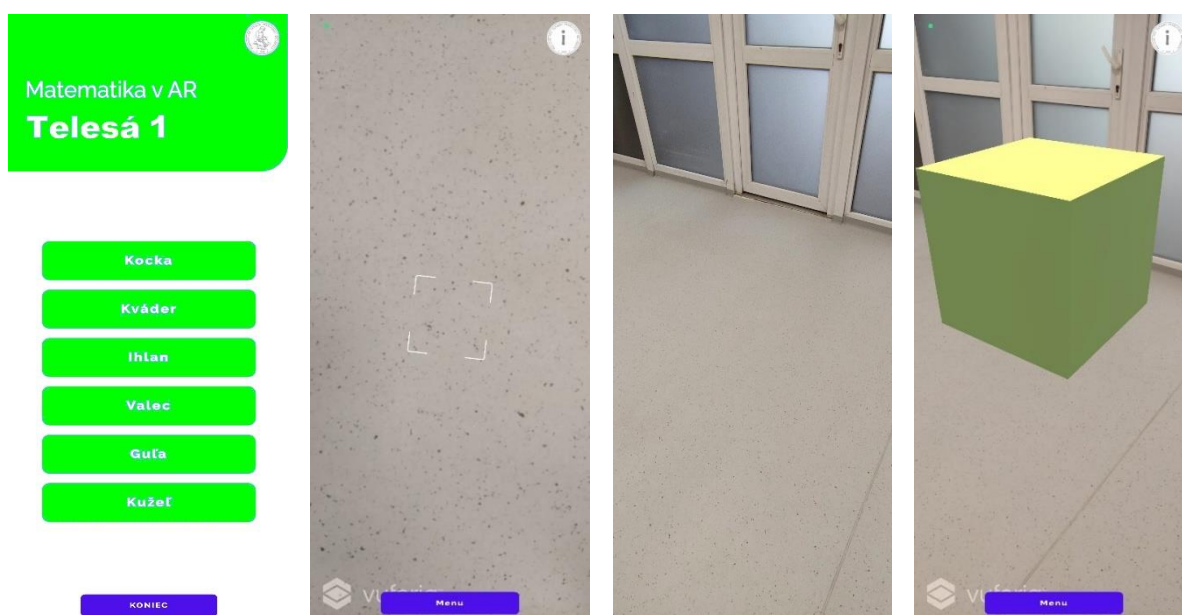
2. AR technológia

Študentom dostupné mobilné aplikácie pracujúce s AR využívajú technológiu spadajúcu do kategórie *ancho-re-based AR*. Ako naznačuje jej názov, koncept tejto technológie využíva prácu s kotvami (*ancho-re*). Existencia kotiev je jedným z najvýznamnejších rozdielov medzi virtuálnou a rozšírenou realitou a pomáha riešiť kľúčový problém AR aplikácií: integráciu skutočného a virtuálneho sveta. Nutnosťou je schopnosť aplikácie za pomoci senzorov prítomných v inteligentnom mobilnom zariadení (smartfón, tablet) detegovať a sledovať objekty reálneho sveta. Kotvy sú v tomto prípade chápané ako objekty, ktoré AR aplikácia dokáže rozpoznať. V praxi teda možno, v závislosti od aktivátorov, rozlišovať rôznych typy kotiev (obr. 1).



Obrázok 1. Typy kotiev v ancore-based AR

Napríklad v prípade horizontálnej kotvy, inteligentné mobilné zariadenie s integrovaným fotoaparátom zobrazí na displeji zariadenia obraz reálneho sveta a v ňom hľadá a identifikuje rovnú textúrovanú plochu: podlahu, dosku pracovného stola alebo lavice. Po označení miesta výskytu kliknutím na displej zariadenia na ňom zobrazí aplikáciou preddefinovaný virtuálny 3D model. S týmto modelom môže používateľ následne cielene interagovať – priblížiť sa k nemu, obísť ho, odísť od neho a opätovne sa k nemu vrátiť či skúmať ho napríklad z vtáčej perspektívy. Nutnosťou je však kontinuálne snímanie plochy, ktorá bola na používanom zariadení kliknutím označená (obr. 2).



Obrázok 2. Práca s mobilnou aplikáciou využívajúcou podporu ancore-based AR

3. Prípadová štúdia

Naším výskumným cieľom bolo zistiť, či a do akej miery dokáže študent študijného odboru Predškolská a elementárna pedagogika samostatne spracovať autorský návrh vzdelávacej aktivity s integrovanou AR technológiou pre potreby matematickej edukácie na primárnom stupni vzdelávania. V rámci realizácie výskumu sme sa zamerali na zodpovedanie nasledujúcich výskumných otázok:

1. V akej miere budú študenti cieľovej skupiny ochotní spracovať návrh vzdelávacej aktivity s integrovanou AR technológiou pre potreby matematickej edukácie realizovanej na primárnom stupni vzdelávania?
2. Aký typ vzdelávania budú pri integrácii preferovať?
3. Akú úroveň integrácie budú v didaktickom návrhu uprednostňovať?

3.1. Cieľová skupina, metódy

Cieľová skupina bola kreovaná z dostupného zámerného výberu 43 študentov 3. ročníka bakalárskeho stupňa externej formy štúdia v akreditovanom študijnom programe predškolská a elementárna pedagogika. Títo študenti si v rámci svojho štúdia vybrali povinne voliteľný predmet Matematika a počítač. Z nich sa aktívne zúčastnilo vzdelávania realizovaného v dvoch päťhodinových blokoch 39 študentov. Vzdelávanie bolo podporené multimedialným spracovaním študijných materiálov v e-kurze predmetu, online komunikáciou s využitím MS Teams a offline komunikáciou s využitím diskusných fór a komentárov. Komentáre boli v e-kurze dostupné len vyučujúcemu a konkrétnemu študentovi s väzbou na predmetný obsah návrhu, ktorý študent chcel, resp. potreboval odkonzultovať.

Návrhy aktivít, spracované elektronicky do podoby zadaní, ktoré bolo možné do tejto štúdie zaradiť, vzhľadom na výber mobilnej aplikácie odovzdalo 20 študentov.

V predkladanej štúdií sú spracované zistenia podmienené faktorom použitia integračného nástroja v podobe mobilnej aplikácie *Telesá I*. Vychádzajúc z požiadavky triangulácie metód zberu údajov v kvalitatívne orientovanom výskumnom šetrení, boli do prípadovej štúdie zahrnuté:

- písomné artefakty v podobe spracovaných zadaní študentov,
- obrazový materiál v podobe fotodokumentácie vytvorenej študentmi,
- zdokumentovaná komunikácia v podobe komentárov priebežného hodnotenia didaktického návrhu, reakcií naň a príspevkov študentov v diskusnom fóre.

3.2. Výskumný nástroj

Pre potreby spracovania návrhu boli študentom poskytnuté dve autorsky vyvíjané mobilné aplikácie, ktoré si mohli stiahnuť, nainštalovať a ich funkčnosť odskúšať. Z nich jednu, nimi vybranú aplikáciu, mali následne zapracovať do svojho návrhu matematickej aktivity.

Mobilná aplikácia *Telesá I*, ktorá bola použitá ako integračný nástroj a spôsob jej integrácie je v štúdií sledovaný, zaberá v zariadení 80 MB pamäte a pracuje pod operačným systémom Android. Pri výbere bola zohľadnená dominancia tohto operačného systému v európskom priestore. Podľa informácií Statcounter (2024) na trhu mobilných operačných systémov až 7 z 10 smartfónov pracuje pod operačným systémom Android, zatiaľ čo dva zo zvyšných troch majú s najväčšou pravdepodobnosťou systém iOS. Celosvetovo sa predpokladá, že miera penetrácie používateľov AR bude v roku 2024 52,8 % a do roku 2028 narastie na 55,9 %. To znamená, že každý druhý používateľ smartfónu bude taktiež používateľom aplikácie pracujúcej s AR technológiou (Statista, 2023).

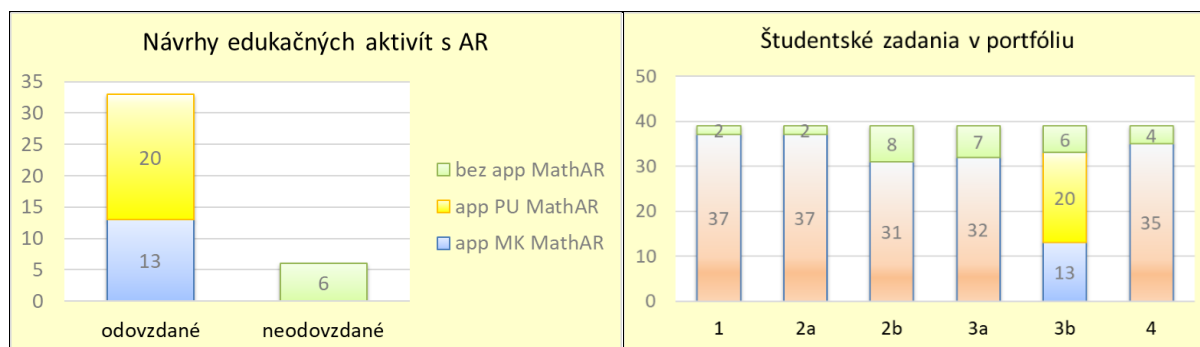
Vychádzajúc z prehľadovej analýzy relevantných bibliografických zdrojov (Hnatová, 2023) bola pre obsahové matematické zameranie prípadovej štúdie zvolená oblasť geometrie. V našej snahe vytvoriť obsahovo i užívateľsky prívetivú aplikáciu zameranú na potreby

primárnej matematickej edukácie bolo z formálneho hľadiska v nej zvolené jednoduché jednoúrovňové ovládanie. Používateľ aplikácie má v hlavnom menu možnosť vybrať si konkrétne teleso kliknutím na tlačidlo s jeho názvom. To sa následne, s využitím ancore-based AR s horizontálnou kotvou, nepriamo zobrazí v jeho reálnom svete, t. j. zobrazí sa na displeji ním používaného mobilného zariadenia (obr. 2).

4. Výskumné zistenia

Dôležitým činiteľom ovplyvňujúcim ochotu študentov metodicky spracovať návrh matematickej aktivity s použitím zvolenej technológie je fakt, že jeho odovzdanie nebolo nutnou podmienkou úspešného absolvovania predmetu. Avšak, v prípade jeho spracovania a odovzdania, bolo hodnotenou súčasťou portfólia študenta.

Pri zisťovaní odpovede na prvú výskumnú otázku: „V akej miere budú študenti cieľovej skupiny ochotní spracovať návrh vzdelávacej aktivity s integrovanou AR technológiou pre potreby matematickej edukácie na primárnom stupni vzdelávania?“ vychádzame z deskripcie aktuálneho stavu a jeho porovnania so stavom ochoty študentov spracovávať a odovzdávať výstupy ďalších zadaní zaradených do portfólia, ktoré nemali žiaden súvis s integráciou AR technológie do primárnej matematickej edukácie (obr. 3).

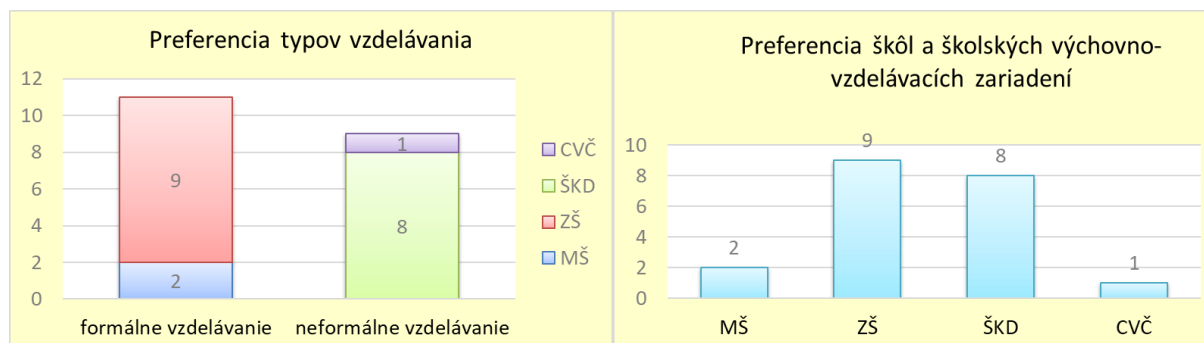


Obrázok 3. Aktuálny stav ochoty študentov spracovať návrh edukačnej aktivity s integrovanou AR technológiou (vľavo) v porovnaní s ochotou študentov spracovať ostatné zadania z portfólia predmetu (vpravo)

V rámci deskripcie aktuálneho stavu sme zistili, že 6 z 39 študentov (t.j. 15,38 %) predmetný návrh aktivity neodovzdalo. Počet odovzdaných zadaní (33 zadaní; 84,62 %) sa v porovnaní s početnosťou celého portfólia nachádza pod jeho priemerom ($M_{all} = 34,167 > 33$) avšak v 95% intervale spoľahlivosti ($32,12 < 33 < 36,22$). V absolútnom aj relatívnom vyjadrení 33 odovzdaných zadaní presahuje zistené minimum (31 odovzdaných zadaní; 79,49 %). Počet odovzdaných zadaní s integrovaným využitím AR teda nie je možné považovať za odľahlú hodnotu. Možno predpokladať, že študenti svojou ochotou spracovať návrh edukačných aktivít s integrovanou AR nijak významne nevybočili z priemeru ochoty spracovať akékoľvek iné zadania, t. j. zadania bez požiadavky integrovať AR do daného vzdelávacieho prostredia.

Rovnako bola deskriptívne zisťovaná odpoveď na druhú výskumnú otázku: „Aký typ vzdelávania budú študenti pri integrácii preferovať?“ Pri zisťovaní odpovede vychádzame z predpokladu, že absolventi študijného programu predškolská a elementárna pedagogika môžu pôsobiť v školách alebo školských výchovno-vzdelávacích zariadeniach v pozíciách učiteľ materskej školy a vychovávateľ v zariadeniach pre deti predškolského a mladšieho školského veku (t. j. v školských kluboch detí – ďalej len ŠKD, v školských strediskách záujmovej činnosti – ďalej len ŠSZČ a v centrách voľného času – ďalej len CVC).

Taktiež však patria do skupiny študentov, ktorý sú potencionálnymi záujemcami o nadväzujúce štúdium na magisterskom stupni štúdia v akreditovanom programe učiteľstvo pre primárne vzdelávanie. Toto ich profesionálne smerovanie sa odráža v dominantnom zastúpení dvoch kategórií, pre ktoré boli študentmi návrhy edukačných aktivít vytvárané (škola a ŠKD, obrázok 4 – vpravo). Možno predpokladať, že rozloženie ich záujmu medzi formálne a neformálne vzdelávanie (obrázok 4 – vľavo) korešponduje s pozitívnou orientáciou študentov na tie pedagogické prostredia, ktoré sú im známe a v ktorých už majú, vzhľadom na nimi zvolenú externú formu štúdia, prípadne aj nadobudnuté konkrétne pedagogické skúsenosti.



Obrázok 4. Preferencie študentov pri výbere typu vzdelávania (vľavo), školy, resp. školského výchovno-vzdelávacieho zariadenia (vpravo)

Analýza úrovne integrácie AR technológie v návrhu je východiskom pre hľadanie odpovede na tretiu výskumnú otázku, pričom vychádza z pedagogicky zameraného modelu, ktorý zohľadňuje plánovanie, popis a hodnotenie integrácie technológií – TIM. Tento model poskytuje rámec pre umiestnenie technológie do konkrétneho vyučovacieho prostredia. Je usporiadaný do piatich charakteristík zmysluplného vzdelávacieho prostredia a využíva päť úrovní integrácie (Harmes et al., 2016). Ich vzájomné prieniky vytvárajú integračnú maticu rozmerov 5×5 , ktorá dovoľuje výskumníkovi pracovať s horizontálnou i vertikálnou líniou členenia integrácie.

V horizontálnej línii možno identifikovať (FCIT, 2019):

- úroveň vstupu (*level entry*); v ktorej učiteľ používa technológiu na poskytovanie vzdelávacieho obsahu v danom rozsahu učebných osnov, úroveň zahŕňa počúvanie alebo sledovanie obsahu prostredníctvom vybranej technológie, žiaci môžu ale nemusia mať k tejto technológii priamy prístup;
- úroveň prijatia (*level adoption*); kde učiteľ rozhoduje o tom, ktorý technologický nástroj použije, kedy a ako ho použije, pričom žiaci pracujú s technológiou obmedzene len v rámci konkrétnych typov úloh zahŕňajúcich procesné pochopenie;
- úroveň rozšírenia (*level adaptation*); v ktorej učiteľ vedie žiakov k nezávislému používaniu technologických nástrojov, žiaci sú schopní pracovať bez priamych procedurálnych pokynov od učiteľa a začínajú skúmať rôzne spôsoby využitia technologických nástrojov;
- úroveň infúzie (*level infusion*); učiteľ integruje do výučby rôzne technologické nástroje, žiaci sú schopní robiť informované rozhodnutia o tom, kedy a ako tieto rôzne nástroje používať;
- úroveň transformácie (*level transformation*); kde učiteľ slúži ako sprievodca, mentor a model pri používaní technológie, žiaci koncepčne chápu použitie technologických nástrojov, sami riadia ich používanie, resp. sú povzbudzovaní k nekonvenčnému spôsobu ich využívania.

Vertikálna línia modelu TIM rozlišuje nasledujúce charakteristiky vzdelávacieho prostredia (FCIT, 2019):

- aktívne (*active learning*); v ktorom je angažovanosť študentov kľúčovou zložkou zaradenia, výskumníkovi dovoľuje detailnejšie rozlišovať medzi prostrediami, v ktorých žiaci pasívne prijímajú informácie, a prostrediami, v ktorých žiaci uplatňujú svoj aktívny prístup k získavaniu, upevňovaniu, resp. hodnoteniu získaných vedomostí, zručností a schopností;
- kolaboratívne (*collaborative learning*); popisuje mieru, do akej sa technológia používa na umožnenie, uľahčenie, prípadne na zlepšenie príležitostí žiakov pracovať so svojimi rovesníkmi alebo aj s inými externými odborníkmi. Táto charakteristika zohľadňuje použitie konvenčných nástrojov kolaboratívnej technológie ako aj iných druhov technologických nástrojov podporujúcich spoluprácu žiakov medzi sebou i s ostatnými aktérmi vzdelávania;
- konštruktívne (*constructive learning*); opisuje výučbu zameranú na žiaka, ktorá mu umožňuje používať technologické nástroje na prepojenie nových informácií s ich predchádzajúcimi znalosťami. Táto charakteristika sa týka flexibilného využívania technológie na budovanie vedomostí spôsobom, ktorý je pre každého žiaka najvhodnejší;
- autentické (*authentic learning*); zahŕňa používanie technológie na prepojenie vzdelávacích aktivít so svetom mimo vyučovacieho prostredia. Táto charakteristika sa zameriava na rozsah, v akom sa technológia používa na umiestnenie učenia do zmysluplného kontextu, zvýšenie jeho relevantnosti pre učiaceho sa a využitie vnútornej motivácie žiakov;
- na cieľ zamerané (*goal-distrected learning*); popisuje spôsoby, akými sa technológia používa na stanovovanie cieľov, plánovanie aktivít, sledovanie pokroku a vyhodnocovanie výsledkov. Táto charakteristika sa zameriava na to, do akej miery technológia umožňuje, uľahčuje alebo podporuje zmysluplnú reflexiu a metakogníciu.

Uvedené charakteristiky tvoria východisko nasledujúcich analýz troch prípadov – výstupov študentiek, ktoré boli spracované v podobe návrhov edukačných aktivít využívajúcich integračný nástroj - mobilnú aplikáciu *Telesá 1*. Z jednotlivých prípadov v tomto príspevku vyberáme, citujeme a analyzujeme realizačnú časť návrhu.

4.1. Prípad Lucia

„*Deti sedia v kruhu na koberci a ja im dávam hádanky zamerané na priestorové útvary. Keď deti všetky hádanky uhádnu, ukážem im na interaktívnej tabuli obrázky, na ktorých je guľa, valec a kocka. Následne si tieto útvary pomenujeme a diskutujeme o tom, čo nám jednotlivé útvary pripomínajú a aké majú vlastnosti. Aby lepšie pochopili, o čom sa rozprávame, a aby mali aj reálnu predstavu o útvaroch, ktoré sú na obrázkoch, využijem mobilnú aplikáciu. Najprv deťom ukážem, ako sa s aplikáciou pracuje a následne dám deťom možnosť, aby sa pozreli na tieto útvary z rôznych uhlov. Pýtam sa detí, čo ich zaujalo alebo možno prekvapilo, keď vidia priestorové útvary v takejto aplikácii.*“



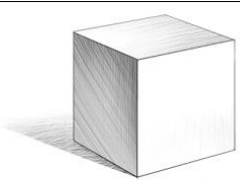
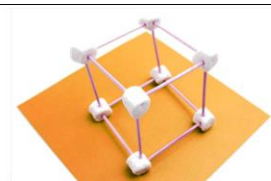


Obrázok 5. Fotodokumentácia použitia AR z návrhu Lucie

Analýza návrhu:

Lucia vo svojom popise návrhu realizácie používa AR technológiu na poskytovanie matematického obsahu v rozsahu danom štátnym vzdelávacím programom predmetu s cieľom identifikovať, rozlíšiť a pomenovať základné priestorové útvary – kocku, guľu a valec. Technológia je v jej návrhu využívaná ako doplňujúci vizualizačný prostriedok upevnenia poznatkov o týchto elementárnych telesách. Podľa ňou kladených otázok uvedených v návrhu možno usúdiť, že AR slúži skôr ako motivačný činiteľ na vyvolanie záujmu žiakov o prezentovaný matematický obsah. Pri integrovaní technológie do vzdelávacieho prostredia je dominujúcim aktívnym používateľom technológie Lucia ako učiteľka, žiaci môžu, ale tiež nemusia mať priamy kontakt s uvedenou technológiou. Analýzu uzatvárame konštatovaním, že Lucia aktivizovala deti možnosťou vyskúšať si prácu s mobilnou aplikáciou a následnou diskusiou o jej výstupoch, čím pre nich vytvorila aktívne vzdelávacie prostredie. V popisovanom prípade bola dosiahnutá prvá, t. j. vstupná úroveň integrácie AR do aktívneho vzdelávacieho prostredia.

4.2. Prípadeva*Stanovište AR*

„Stiahnutú aplikáciu v tablete dáme k dispozícii deťom, nech si ju otvoria pomocou návodu z ilustrovaných obrázkov. Po vybratí požadovaného útvaru, v našom prípade sa jedná o kocku, ju deti môžu zobraziť a pozorovať zo všetkých strán a uhlov. Nabádame ich zapísať si, čo pri svojom pozorovaní zistili (počet vrcholov, hrán a stien). ... Výsledky z jednotlivých stanovišť si žiaci porovnajú. ... Deti za prácu pochválime.“

KOCKA		KOCKA	
Počet vrcholov:		Počet vrcholov:	
Počet hrán:		Počet hrán:	
Počet stien:		Počet stien:	
KOCKA		KOCKA	
Počet vrcholov:		Počet vrcholov:	
Počet hrán:		Počet hrán:	
Počet stien:		Počet stien:	

Obrázok 6. Pripravené pozorovacie hárky pre jednotlivé stanovištia z Evinho návrhu matematickej aktivity

Je potrebné doplniť, že Eva v uvedenom didaktickom návrhu pripravila celkovo štyri stanovišťa, medzi ktorými sa vytvorené skupinky detí majú cyklicky presúvať. Pre každé stanovište je pripravený podporný materiál (pozorovací hárok, štvorcová sieť, stavebnica z kociek, špáradlá, plastelína, obrázkový návod pre prácu s mobilnou aplikáciou). V nasledujúcej analýze sa primárne zameriame na stanovište AR.

Analýza návrhu:

Zvolenou organizačnou formou práce v spracovaní svojho návrhu vytvára Eva pri stanovišti s AR nielen aktívne, ale predovšetkým kolaboratívne vzdelávacie prostredie. Ponúka pre každú skupinu pripravený pozorovací hárok a pokynmi nabáda deti k spoločnému zaznamenaniu a overovaniu si získaných vedomostí s využitím nainštalovanej mobilnej aplikácie.

V popise realizácie aktivity používa vybranú mobilnú aplikáciu s AR technológiou konvenčným spôsobom, t. j. ona ako učiteľka rozhoduje o tom, ktorý technologický nástroj bude použitý, kedy a akým spôsobom bude použitý. Expozícia žiakov je daná obsahom pozorovacieho hároku. V ňom je požadované doplnenie konkrétnych, jednoznačne daných údajov zahŕňajúcich procesné pochopenie matematického obsahu. Technológia AR je použitá ako jeden z výskumných nástrojov umožňujúci alternatívny spôsob vizualizácie kocky v trojrozmernom priestore. Deťom dovoľuje zistiť, resp. overiť si získané poznatky z iných stanovišť. V tomto návrhu možno integráciu technológie zhodnotiť dosiahnutím adopcnej úrovne integrácie AR v kolaboratívnom vzdelávacom prostredí.

4.3. Prípado Moniky

*„Chodím hľadáť, čo mám znať,
poďte mi deti pomáhať.
Po *vonku sa prejdime
a takýto útvar nájdime.“*

** triede, škole, dvore, atď.*

„Každá dvojica si v aplikácii z ponuky vyberie niektorú možnosť, nasníma vodorovný textúrovaný povrch a klikne na zobrazený biely štvorček. Aplikácia zobrazí 3D model vybraného telesa v rozšírenej realite, pričom deti môžu skúmať jeho vlastnosti pohybom v skutočnom prostredí. Následne sa snažia nájsť a vyfotiť predmety podobného tvaru vo svojom okolí mobilom pomocou printscreenu obrazovky. Obrázky zozbierame a spoločne v počítači roztriedime. Doplníme k nim popisky... Výsledkom bude plagát o nájdených telesách okolo nás.“



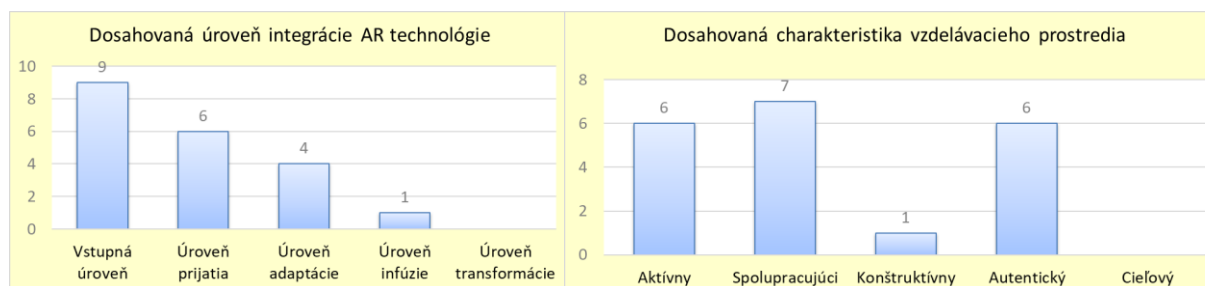
Obrázok 7. Fotodokumentácia výstupov z didaktického návrhu Moniky

Analýza:

Monika pripravila návrh outdoorovej aktivity realizovanej v školskom klube detí (ŠKD). Do činnosti detí je flexibilne integrované využitie mobilnej aplikácie v celom svojom rozsahu a Monika ho dopĺňa použitím ďalších technologických nástrojov (printscreen displeja mobilného zariadenia, posielanie resp. zdieľanie súborov, práca s grafickým alebo textovým editorom). Deti sú v tomto návrhu schopné robiť informované rozhodnutia o tom, kedy a ako budú tieto nástroje používať. Použitie mobilnej aplikácie Monika prenáša do autentického prostredia detí a poskytuje im pri práci s AR technológiou úplnú autonómiu. Deti si, pravdepodobne pod jej dozorom, vyberajú vhodné technologické nástroje na dokončenie výstupov majúcich zmysluplný kontext nadväzujúci na stanovený rámec výučby. V tomto návrhu je výstupom skupinovej práce dielo prezentujúce schopnosť detí i v mladšom školskom veku vytvárať účelné a s matematickým kontextom súvisiace produkty.

Predpokladom realizácie Monikinho návrhu je však dosiahnutie istej úrovne digitálnej gramotnosti detí pri práci s konkrétnym mobilným zariadením. Vychádzame pritom z faktu, že okrem návodu k práci s mobilnou aplikáciou, sa inštruktážne pokyny k zvládnutiu ďalších technologických nástrojov v návrhu už nenachádzajú. Analýzu možno uzavrieť s výsledkom dosiahnutia úrovne infúzie AR do autentického vzdelávacieho prostredia.

Odpoveď na ostatnú výskumnú otázku dopytujúcu sa na úroveň integrácie AR, ktorú uprednostňujú študenti v spracovaní návrhu matematickej aktivity, bola opätovne vyhodnotená deskriptívne s využitím modelu TIM. V horizontálnej línii (obrázok 8 vľavo) možno pozorovať vo vyšších úrovniach znižujúcu sa početnosť návrhov. Dôvody tohto trendu, resp. dôvody výberu konkrétnej úrovne nebolo možné vo všetkých prípadoch identifikovať. Pri sumarizácii charakteristiky vzdelávacieho prostredia sa vyššie hodnoty početnosti objavili pri vytváraní aktívneho, spolupracujúceho a autentického prostredia. Konštruktívne a na cieľ zamerané vzdelávacie prostredie sa návrhoch študentov vyskytovalo naozaj len ojedinele alebo vôbec (obrázok 8 vpravo).



Obrázok 8. Deskriptívny prehľad početností charakteristík sledovaných v TIM

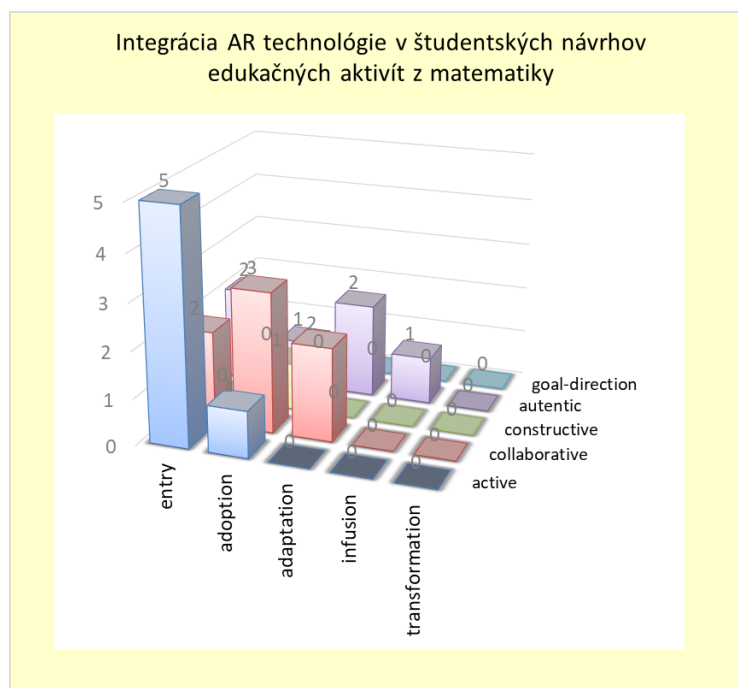
5. Diskusia

Plastickejší obraz rozloženia oboch sledovaných línii matice integrácie ponúka jeho 3D zobrazenie (obrázok 9). V ňom je badateľná vyššia koncentrovanosť výskytu študentských návrhov v ľavom dolnom kvadrante sledovaných charakteristík matice. Tie možno považovať za menej náročné pozície integrácie technológie vo vzdelávacom prostredí. Diskusia o takejto preferencii študentov odкрýva subjektívne i objektívne dôvody ich výberu.

K objektívnym dôvodom možno priradiť novosť technológie a chýbajúcu skúsenosť s ňou. Pre niektorých študentov to bola dokonca prvá skúsenosť s AR technológiou vo výučbe i v praktickom živote. Traja študenti signalizovali problémy pri inštalácii mobilnej aplikácie. Dôvodom ich nezdaru bol nevhodný operačný systém v nimi používanom mobilnom zariadení. K ďalším objektívnym dôvodom patria limity samotnej technológie. Tá, v prípade horizontálneho

kotvenia, kladie okrem už spomínaných požiadaviek na povrchovú úpravu snímanej roviny i požiadavky na dostatočné osvetlenie prostredia, v ktorom je technológia používaná. Ostatným dôvodom absencie výberu konkrétnych charakteristík vzdelávacích prostredí môže byť i samotná mobilná aplikácia, ktorá v rámci predom stanoveného matematického obsahu a spôsobu jeho vizualizácie podporovala prácu vo vybraných, nie však vo všetkých prostrediach rovnako podnetne.

V rámci subjektívnych dôvodov výberu jednoduchších spôsobov integrácie sa v diskusii a komentároch konkrétnych študentov vyskytli zdôvodnenia výberu v podobe „bolo to jednoduchšie“, „toto ma prvé napadlo“, „určite by sa dalo aktivitu ešte viac rozpracovať, no nepovažovala som to za potrebné“, „spracovanie bolo rýchle, neodhadol som čas“.



Obrázok 9. Grafické znázornenie dosiahnutej integrácie AR technológie v študentských návrhoch sledované charakteristikami matice MIT

6. Záver

Integráciu AR do matematických aktivít považujeme za dynamický proces, ktorý vyžaduje flexibilitu, tvorivosť a neustálu snahu o zlepšenie existujúcich pedagogických postupov, technologických nástrojov a výber vhodných vzdelávacích obsahov s cieľom efektívne podporiť nastavené edukačné procesy a vyžadovať aktívnu participáciu edukantov pri osvojovaní si nových poznatkov.

Prípadové štúdie predstavené v tomto článku nám poskytujú cenné informácie o možnom využití AR v edukačných aktivitách s matematickým kontextom. Použitie mobilnej aplikácie pracujúcej s AR v nich bolo primárne zamerané na identifikáciu jednoduchých telies a ich vlastností v školskej geometrii na primárnom stupni vzdelávania, sekundárne je však potenciál technológie využívaný aj v podobe motivačného činiteľa podpory záujmu žiakov, resp. detí o štúdium matematiky.

Pri analýze študentských návrhov edukačných aktivít integrujúcich AR do vzdelávacieho prostredia bol sledovaný výskyt jednotlivých charakteristík modelu MIT, ktorý umožnil následnú deskripciu aktuálne dosahovaného stavu. Ukazuje sa, že najvyššie hodnoty

integrácie AR prezentované použitím mobilnej aplikácie boli spojené so vstupnou úrovňou a postupne so zvyšujúcou sa náročnosťou integrácie do vzdelávacích prostredí klesali. Z piatich, v matici sledovaných vzdelávacích prostredí, boli vo vyššej a navzájom porovnateľnej početnosti pokryté tri z nich, konkrétne aktívne, spolupracujúce a autentické prostredie. Diskusia preto zahŕňa analýzu objektívnych a subjektívnych dôvodov rozloženia početnosti charakteristík integrácie v sledovaných prípadoch.

V závere môžeme konštatovať, že AR technológia prináša mnoho príležitostí na podporu vzdelávacieho procesu. Zároveň však vyžaduje starostlivé plánovanie, prípravu a adaptáciu obsahu pre potreby žiakov, resp. detí v rámci formálneho i neformálneho matematického vzdelávania.

Acknowledgements

Príspevok vznikol s podporou grantového projektu KEGA 024PU-4/2024 Technológia rozšírenej reality a jej inkorporácia do matematickej prípravy študentov v študijnom programe Predškolská a elementárna pedagogika riešeného na PF PU v Prešove.

Literatúra

- Council of the European Union. (2021). *Odporúčanie Rady z 29. novembra 2021 týkajúce sa metód zmiešaného učenia v záujme vysokokvalitného a inkluzívneho primárneho a sekundárneho vzdelávania*. 2021/C 504/03.
- Council of the European Union. (2023). *Odporúčania Rady z 23. novembra 2023, na zlepšenie sprostredkovania digitálnych zručností a kompetencií vo vzdelávaní a odbornej príprave*. C/2024/1030.
- Demitriadou, E., Stavroulia, K.-E., & Lanitis, A. (2020). Comparative evaluation of virtual and augmented reality for teaching mathematics in primary education. *Education and Information Technologies*, 25(1), 381–401. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09973-5>
- Dofková, R., Laitochová, J., & Nocar, D. (2020). *Using open educational resources by primary teachers for mathematic teaching* (s. 1771). <https://doi.org/10.21125/inted.2020.0564>
- FCIT. (2019). *Technology Integration Matrix*. <https://fcit.usf.edu/matrix>
- Fernández-Enríquez, R., & Delgado-Martín, L. (2020). Augmented Reality as a Didactic Resource for Teaching Mathematics. *Applied Sciences*, 10(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/app10072560>
- Harmes, J. C., Welsh, J. L., & Winkelman, R. J. (2016). A Framework for Defining and Evaluating Technology Integration in the Instruction of Real-World Skills. In *Handbook of Research on Technology Tools for Real-World Skill Development* (s. 137–162). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-9441-5.ch006>
- Hnatová, J. (2023). *Technológia rozšírenej reality v matematickej edukácii: SWOT analýza*. Prešovská univerzita v Prešove.
- Chaudron, S., Di, G. R., & Gemo, M. (2018). Young Children (0–8) and Digital Technology – A qualitative study across Europe. *Joint Research Centre EU*. <https://doi.org/10.2760/294383>

- Laitochová, J., Nocar, D., & Dofková, R. (2020). *Teachers' perception of the introduction of digital technology in teaching mathematics* (s. 1222). <https://doi.org/10.21125/inted.2020.0418>
- Lipták, J. (2023). Rozšírená realita vo voľnočasovej matematickej edukácii očami študentov predprimárnej a primárnej pedagogiky. *Elementary Mathematics Education Journal*, 5(2), 17–24.
- Mobile Operating System Market Share Worldwide. (2024). StatCounter Global Stats. <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide>
- Mokriš, M., Šimčíková, E., & Tomková, B. (2023). Riešenie rovníc v príprave učiteľov elementaristov. *Elementary Mathematics Education Journal*, 5(2), 25–33.
- Prídavková, A. (2023). Modelling of elementary mathematical concepts using augmented reality technology in primary education. *EDULEARN23 Proceedings*, 7249–7254. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2023.1893>
- Statista. (2023). *AR & VR Worldwide Statista Market Forecast*. <https://www.statista.com/outlook/amo/ar-vr/worldwide>
- Volioti, C., Orovas, C., Sapounidis, T., Trachanas, G., & Keramopoulos, E. (2023). Augmented Reality in Primary Education: An Active Learning Approach in Mathematics. *Computers*, 12(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/computers12100207>