

Žiacke a učiteľské hodnotenia spôsobov práce s matematickými úlohami na 1. stupni ZŠ: papierová forma, digitálne 2D rozhranie a rozšírená realita

Student and Teacher Evaluations of Approaches to Working with Mathematical Tasks at the Primary School Level: Paper-based Format, Digital 2D Interface and Augmented Reality

Silvia Haringová

^{b*}Department of Mathematics, Faculty of Natural Sciences and Informatics, Constantine the Philosopher University in Nitra, Tr. A. Hlinku 1, 949 01 Nitra, Slovakia

Received June 25, 2026; received in revised form October 2, 2026; accepted October 16, 2026

Abstract

This pilot study examines pupils' and teachers' subjective evaluations and preferences regarding three ways of working with mathematical tasks in primary education: traditional paper-based materials, a digital 2D application, and an augmented reality (AR) function integrated into the application. The study involved 282 pupils from Grades 1–4 and 20 teachers from four Slovak primary schools. Pupils worked with identical mathematical content presented on paper and in the digital application, with the option to display tasks using its AR function, and subsequently evaluated their experience through questionnaires. The results showed a clear preference for the digital application, which received the highest ratings for enjoyment, ease of use, and future use. Augmented reality was perceived positively, particularly as an engaging and motivating learning tool, while the paper-based format received the lowest ratings. Teachers highlighted the perceived motivational potential of both digital forms and identified AR as particularly useful for visualization and tasks involving spatial reasoning. The findings describe positive perceptions and the perceived motivational potential of the digital application and AR. They do not provide evidence of effects on pupils' mathematical performance or learning outcomes.

Keywords: mathematics education, augmented reality, digital application, primary education.

Classification: 97C30

Úvod

V posledných rokoch sa digitálne technológie stávajú prirodzenou súčasťou vzdelávania a ovplyvňujú aj vyučovanie matematiky na primárnom stupni základných škôl. Primerane zvolené digitálne nástroje môžu rozširovať možnosti prezentácie učiva a podporovať aktívne zapojenie žiakov. V mladšom školskom veku pritom zohrávajú dôležitú úlohu motivácia a názornosť, keďže skúsenosti z tohto obdobia môžu formovať vzťah žiakov k matematike a ich ďalšiu motiváciu k učeniu sa (Mayer, 2021; OECD, 2021; Radišić a Baucaľ, 2024).

1 Digitalizácia vo vzdelávaní

*Corresponding author; sharingova@ukf.sk
DOI: 10.17846/AMN.2026.10.2.-12

Digitalizácia vo vzdelávaní prináša nové možnosti a prístupy k vyučovaniu, ktoré môžu dopĺňať alebo rozširovať tradičné metódy. Digitálne technológie nachádzajú uplatnenie vo vyučovacom procese a ovplyvňujú spôsob, akým žiaci pracujú s učivom. Pri využívaní nových technológií vo vzdelávaní je dôležité zohľadňovať vek žiakov, očakávané výsledky vzdelávania a charakter osvojovaných poznatkov, pričom ich využitie by malo prispievať k efektívnemu učeniu sa (UNESCO, 2023).

1.1 Rozšírená realita vo vzdelávaní

Rozšírená realita (AR) predstavuje technológiu, ktorá prepája reálne prostredie s digitálnymi prvkami a umožňuje používateľom pracovať s digitálnymi objektmi zobrazenými v reálnom prostredí. Vo vzdelávaní sa využíva najmä na podporu vizualizácie učiva, pričom umožňuje zobrazovať objekty a javy, ktoré sú abstraktné alebo ťažko predstaviteľné. Vďaka tomu môže podporovať aktívne zapojenie žiakov do procesu učenia sa a uľahčovať porozumenie učivu (Bacca a kol., 2014; Radu, 2014; Saidin a kol., 2015).

Výskumy poukazujú na to, že využívanie AR môže pozitívne ovplyvňovať motiváciu žiakov a ich angažovanosť vo vyučovaní. Di Serio a kol. (2013) zistili, že implementácia AR vo vzdelávacom prostredí prispela k zvýšeniu motivácie žiakov, zatiaľ čo štúdie zamerané na aktívne učenie sa zdôrazňujú jej potenciál podporovať interakciu s obsahom a aktívnu účasť na vzdelávacích aktivitách (Jesionkowska a kol., 2020; Volioti a kol., 2023). Tieto zistenia potvrdzujú aj novšie systematické prehľadové štúdie, ktoré poukazujú na pozitívny vplyv rozšírenej reality na učenie sa, motiváciu a zapojenie žiakov v rôznych vzdelávacích kontextoch (Zekeik a kol., 2025). Na druhej strane, úspešná implementácia AR môže byť podmienená dostupnosťou technického vybavenia a pripravenosťou škôl a učiteľov na jej efektívne využívanie (Bacca a kol., 2014; Radu, 2014).

Možné vysvetlenie pozitívnych efektov AR ponúka teória multimediálneho učenia sa (Cognitive Theory of Multimedia Learning), podľa ktorej kombinácia verbálnych a vizuálnych informácií môže podporovať spracovanie a porozumenie učiva (Mayer, 2021).

Napriek rastúcemu záujmu o využívanie AR vo vzdelávaní sa väčšina výskumov zameriava na skúmanie jej prínosov v porovnaní s tradičnými formami výučby alebo na opis konkrétnych vzdelávacích intervencií (Bacca a kol., 2014; Radu, 2014; Zekeik a kol., 2025). Menej pozornosti sa venuje vnímaniu AR vo vzťahu k bežným digitálnym 2D prostrediam, čo vytvára priestor pre ďalšie skúmanie tejto problematiky.

1.2 Využitie rozšírenej reality vo vyučovaní matematiky

Jednou zo špecifík vyučovania matematiky na primárnom stupni je potreba sprostredkovať žiakom matematické pojmy a vzťahy prostredníctvom názorných modelov a vizualizácií. Vizualizácia zohráva významnú úlohu pri budovaní matematického porozumenia a matematického uvažovania (Arcavi, 2003). Osobitný význam má tento aspekt pri témach vyžadujúcich priestorovú predstavivosť, prácu s geometrickými útvarmi alebo interpretáciu údajov. Aj z tohto dôvodu sa pozornosť výskumníkov postupne obracia na možnosti využívania digitálnych technológií, vrátane rozšírenej reality, vo vyučovaní matematiky, čo dokumentujú aj novšie prehľadové a empirické štúdie v tejto oblasti (Zekeik a kol., 2025; Volioti a kol., 2023).

Výskum zameraný na rozšírenú realitu vo vyučovaní matematiky na primárnom stupni základných škôl je stále limitovaný. V oblasti matematického vzdelávania sa objavujú skôr štúdie zamerané na širší kontext vzdelávania alebo realizované vo vyšších ročníkoch. Dostupné

výskumy poukazujú na možnosti využitia rozšírenej reality najmä pri práci s aritmetickými operáciami a priestorovou geometriou (Volioti a kol., 2023; Flores-Bascuñana a kol., 2020).

V kontexte primárneho matematického vzdelávania zostáva menej preskúmané, ako žiaci a učitelia vnímajú túto technológiu vo vzťahu k bežným digitálnym a papierovým spôsobom práce. V slovenskom kontexte navyše chýbajú systematické empirické štúdie zamerané na využitie rozšírenej reality vo vyučovaní matematiky na 1. stupni základnej školy overené v reálnych vyučovacích podmienkach.

Na základe identifikovanej výskumnej medzery bola realizovaná pilotná štúdia zameraná na hodnotenie papierovej formy práce, digitálnej 2D aplikácie a AR funkcie pri riešení matematických úloh žiakmi 1. stupňa ZŠ. Cieľom štúdie bolo opísať subjektívne vnímanie, preferencie a vnímaný motivačný potenciál týchto spôsobov práce z pohľadu žiakov a ich učiteľov.

2 Metodológia

Štúdia bola navrhnutá ako deskriptívna pilotná štúdia, v ktorej všetci zapojení žiaci pracovali s matematickými úlohami v papierovej forme a v digitálnej 2D aplikácii, pričom v aplikácii mali k dispozícii aj AR funkciu umožňujúcu zobrazenie úloh v rozšírenej realite. Digitálna 2D forma a AR preto nepredstavovali dve úplne nezávislé výskumné podmienky. **Cieľom výskumu nebolo hodnotiť vplyv jednotlivých spôsobov prezentácie na matematický výkon, konceptuálne porozumenie ani rozvoj matematických kompetencií, ale opísať subjektívne hodnotenia, preferencie žiakov a vnímanie učiteľov vrátane motivačného potenciálu jednotlivých spôsobov práce.**

Výskum využíval kombináciu kvantitatívnych a kvalitatívnych metód. Kvantitatívna časť bola realizovaná prostredníctvom dotazníkov pre žiakov a učiteľov, kvalitatívna časť pozostávala zo získania spätnej väzby učiteľov prostredníctvom otvorených otázok.

Výskum bol realizovaný s cieľom odpovedať na nasledujúce výskumné otázky:

- VO1: *Ako žiaci 1. stupňa ZŠ hodnotia papierovú formu, digitálnu 2D aplikáciu a rozšírenú realitu z hľadiska obľúbenosti, vnímanej jednoduchosti a ochoty využívať danú formu aj v budúcnosti?*
- VO2: *Ktorú z troch foriem prezentácie matematických úloh žiaci preferujú z hľadiska obľúbenosti, jednoduchosti riešenia, zábavnosti a budúceho využívania?*
- VO3: *Ako učitelia hodnotia papierovú formu, digitálnu aplikáciu a rozšírenú realitu z hľadiska vhodnosti pre vyučovanie matematiky, zapojenia žiakov a motivačného potenciálu?*
- VO4: *Aké výhody, nevýhody a možnosti využitia aplikácie a rozšírenej reality vo vyučovaní matematiky identifikujú učitelia?*

2.1 Výskumná vzorka

Výskum sa realizoval v júni 2026 na vzorke žiakov 1. až 4. ročníka základných škôl. V čase spracovania tejto štúdie bolo do výskumu zapojených 282 žiakov a 20 učiteľov zo štyroch základných škôl na Slovensku. Výskumnú vzorku tvorili dve základné školy nachádzajúce sa v krajskom meste, jedna základná škola v okresnom meste na západnom Slovensku, ako aj jedna základná škola vo vidieckej obci na východnom Slovensku. Do výskumu boli zapojení aj učitelia, ktorí zabezpečovali organizáciu a priebeh vyučovacích hodín a následne poskytli spätnú väzbu

k využívaniu jednotlivých foriem prezentácie matematických úloh. Počas realizácie výskumu boli na hodinách prítomní aj členovia výskumného tímu vrátane pracovníka zabezpečujúceho technickú podporu, ktorí žiakov počas celej vyučovacej hodiny usmerňovali a poskytovali im potrebné inštrukcie.

2.2 Výskumné nástroje

Výskum bol realizovaný prostredníctvom aplikácie Talumi, ktorá bola v čase realizácie štúdie pilotne overovaná. Pre každý ročník 1. stupňa základnej školy boli v aplikácii pripravené tri matematické úlohy zodpovedajúce obsahovým a výkonovým štandardom príslušného ročníka. Úlohy zastupovali viaceré tematické oblasti matematického vzdelávania, najmä prácu s číslami a operáciami, usporadúvanie čísel, logické usudzovanie, prácu s údajmi v grafe, geometriu a priestorovú predstavivosť, určovanie času, zlomky, premenu jednotiek dĺžky a výpočet obvodu rovinných útvarov. Niektoré úlohy pozostávali z viacerých čiastkových príkladov. Obsah matematických úloh bol vo všetkých formách prezentácie identický, pričom sa menil iba spôsob ich zobrazenia.

Aplikácia umožňovala riešenie úloh v štandardnom digitálnom 2D rozhraní a zároveň ponúkala možnosť zobrazíť jednotlivé úlohy prostredníctvom rozšírenej reality (AR). Prechod medzi 2D zobrazením a AR bol realizovaný prostredníctvom samostatného tlačidla v aplikácii. V prostredí rozšírenej reality boli matematické objekty a reprezentácie úloh premietané do reálneho prostredia. Žiaci mohli s objektmi interagovať, približovať ich, vzdďaľovať alebo otáčať. Pri niektorých úlohách boli matematické vzťahy vizualizované prostredníctvom konkrétnych objektov, ktoré umožňovali lepšie názorné zobrazenie riešeného problému.

Na ilustráciu rozdielov medzi jednotlivými spôsobmi prezentácie je nižšie uvedená ukážka tej istej matematickej úlohy v papierovej forme (Obrázok 1), digitálnom 2D rozhraní (Obrázok 2) a prostredí rozšírenej reality (Obrázok 3).



Obrázok 1 Ukážka matematickej úlohy v papierovej forme.



Obrázok 2 Úloha v digitálnom prostredí aplikácie Talumi.



Obrázok 3 Vizualizácia úlohy v prostredí rozšírenej reality.

Údaje o hodnotení jednotlivých spôsobov práce žiakmi a učiteľmi boli získané prostredníctvom samostatných dotazníkov, ktoré autorka vytvorila pre potreby tejto pilotnej štúdie na základe stanovených výskumných otázok. Pred použitím boli dotazníky neformálne konzultované s učiteľmi primárneho vzdelávania. Presné znenie položiek žiackeho a učiteľského dotazníka je uvedené v prílohe.

Žiacky dotazník obsahoval uzavreté položky hodnotené na päťbodovej Likertovej škále doplnenej grafickým znázornením prostredníctvom emotikonov. Pred vyplňaním bol žiakom postupne vysvetlený význam jednotlivých emotikonov ako vyjadrenie miery súhlasu s daným tvrdením. Žiaci vyplňali dotazník prevažne samostatne, v prípade neporozumenia mohli požiadať o vysvetlenie člena výskumného tímu alebo vyučujúceho. Žiakom, ktorí pracovali s asistentom, poskytoval podporu ich asistent. Položky boli formulované s ohľadom na vek a zrozumiteľnosť pre žiakov 1. stupňa ZŠ. Likertove škálové položky boli zamerané na

hodnotenie jednotlivých foriem prezentácie úloh z hľadiska: (1) obľúbenosti, (2) vnímanej jednoduchosti práce a (3) ochoty pracovať danou formou aj v budúcnosti. Každý z troch spôsobov prezentácie (papierová forma, digitálna aplikácia a rozšírená realita) bol hodnotený prostredníctvom rovnakého súboru položiek, čo umožnilo deskriptívne posúdiť rozdiely v ich hodnotení žiakmi.

Okrem škálových položiek dotazník obsahoval preferenčné otázky s núteným výberom jednej odpovede. Tieto otázky zisťovali: (a) ktorý spôsob práce sa žiakom páčil najviac, (b) pri ktorom sa im úlohy riešili najľahšie, (c) ktorý považovali za najzábavnejší a (d) akú formu práce by si vybrali aj do budúcnosti. Žiaci boli pred vyplňaním upozornení, že pri týchto položkách majú označiť iba jednu z možností – papierovú formu, digitálnu aplikáciu alebo AR.

Učiteľský dotazník pozostával z uzavretých a otvorených otázok. Uzavreté otázky boli hodnotené na štvorbodovej Likertovej škále bez neutrálnej odpovede a zameriavali sa na: (1) hodnotenie vhodnosti jednotlivých foriem pre vyučovanie matematiky, (2) mieru zapojenia žiakov a (3) motivačný potenciál jednotlivých foriem. Rovnaké hodnotiace položky boli použité pre papierovú formu, digitálnu aplikáciu aj rozšírenú realitu, čo umožnilo ich vzájomné porovnanie z pohľadu učiteľov.

Otvorené otázky učiteľského dotazníka boli zamerané na získanie podrobnejšej spätnej väzby k využívaniu digitálnych technológií a rozšírenej reality vo vyučovaní matematiky. Učitelia odpovedali na štyri otvorené otázky týkajúce sa: (a) výhod a nevýhod využitia aplikácie vo vyučovaní matematiky, (b) výhod a nevýhod využitia rozšírenej reality vo vyučovaní matematiky, (c) odporúčania využívať rozšírenú realitu na 1. stupni základnej školy vrátane zdôvodnenia, (d) matematických tém alebo typov úloh, pri ktorých by podľa ich názoru mohla byť rozšírená realita najviac prínosná.

2.3 Priebeh výskumu

Výskum prebiehal počas jednej vyučovacej hodiny matematiky. Žiaci jednotlivých ročníkov riešili rovnaké matematické úlohy z rôznych tematických oblastí matematiky. Obsah úloh bol vo všetkých formách identický, rozdiel spočíval iba v spôsobe ich prezentácie.

Z organizačných dôvodov boli žiaci v každej triede rozdelení do dvoch skupín. Prvá skupina riešila úlohy najskôr v papierovej forme, zatiaľ čo druhá skupina pracovala s digitálnou aplikáciou Talumi. Pri práci s aplikáciou si žiaci každú úlohu zobrazili aj v prostredí rozšírenej reality prostredníctvom príslušného tlačidla. Člen výskumného tímu žiakov inštruoval, aby túto formu zobrazenia použili pri každej úlohe, a zároveň priebežne overoval dodržiavanie tejto inštrukcie. Po ukončení aktivity sa skupiny vymenili, aby všetci žiaci absolvovali všetky tri formy prezentácie úloh. Následne vyplnili hodnotiaci dotazník.

Keďže všetci žiaci pracovali s papierovou formou, digitálnym 2D rozhraním aplikácie aj jej AR funkciou, bolo možné sledovať ich hodnotenia a preferencie vo vzťahu ku všetkým trom spôsobom práce v rámci tej istej skupiny respondentov. Takéto usporiadanie umožnilo deskriptívne posúdiť rozdiely v subjektívnom hodnotení jednotlivých spôsobov práce.

2.4 Spracovanie a analýza dát

Údaje z uzavretých položiek dotazníka boli spracované deskriptívnou štatistikou. Pri položkách hodnotených na Likertovej škále boli vypočítané priemerné hodnoty jednotlivých položiek a sledovaných oblastí, pričom vyššia priemerná hodnota indikovala pozitívnejšie subjektívne hodnotenie danej oblasti. Pri preferenčných otázkach boli vypočítané početnosti a

percentuálne podiely odpovedí. Do analýzy boli zahrnuté len platné odpovede. Za neplatnú sa pri škálovej položke považovala odpoveď bez označeného emotikonu alebo s označením viac než jedného emotikonu. Pri preferenčných otázkach odpoveď bez označenej možnosti alebo s označením viacerých možností. Takéto odpovede boli z analýzy príslušnej položky vyradené, preto sa počet platných odpovedí medzi položkami mohol mierne líšiť. Priemerné hodnoty aj percentuálne podiely boli vypočítané z počtu platných odpovedí pri príslušnej položke. Odpovede na otvorené otázky boli spracované tematickou analýzou. Po opakovanom prečítaní boli obsahovo podobné a opakujúce sa prvky zoskupované do tematických kategórií. Kódovanie a vytvorenie kategórií prebehlo v rámci jedného analytického procesu bez nezávislého druhého kódovania.

3 Výsledky

V rámci tejto časti uvádzame výsledky deskriptívnej pilotnej štúdie. Analýza bola zameraná na vyhodnotenie dotazníkových údajov žiakov a učiteľov vo vzťahu k jednotlivým spôsobom prezentácie matematických úloh (papierová forma, digitálna aplikácia a rozšírená realita). V prípade žiakov sme sledovali obľúbenosť jednotlivých spôsobov, jednoduchosť práce s nimi, mieru zábavnosti, ochotu pracovať daným spôsobom aj v budúcnosti a ich preferencie. U učiteľov sme analyzovali hodnotenie vhodnosti jednotlivých spôsobov pre vyučovanie matematiky, mieru zapojenia žiakov a ich motivačný potenciál. Súčasťou analýzy bolo aj spracovanie odpovedí učiteľov na otvorené otázky zamerané na výhody, nevýhody a možnosti využitia digitálnej aplikácie a rozšírenej reality vo vyučovaní matematiky. Výsledky boli deskriptívne vyhodnotené s cieľom zachytiť rozdiely v subjektívnom vnímaní jednotlivých spôsobov práce zo strany žiakov a učiteľov.

3.1 Hodnotenie jednotlivých foriem práce žiakmi

Sledovanými premennými boli hodnotenia papierovej formy, digitálnej aplikácie a rozšírenej reality z hľadiska obľúbenosti, jednoduchosti práce a ochoty využívať danú formu aj v budúcnosti. Hodnotenia boli získané prostredníctvom päťbodovej Likertovej škály. V tabuľke 1 sú uvedené priemerné hodnoty jednotlivých foriem práce v sledovaných oblastiach.

Tabuľka 1: Hodnotenia jednotlivých foriem prezentácie matematických úloh žiakmi

Forma	Oblíbenost'	Jednoduchost' práce	Budúce používanie
Papierová forma	3,82	4,36	3,17
Digitálna aplikácia	4,82	4,61	4,77
Rozšírená realita	4,32	4,31	4,36

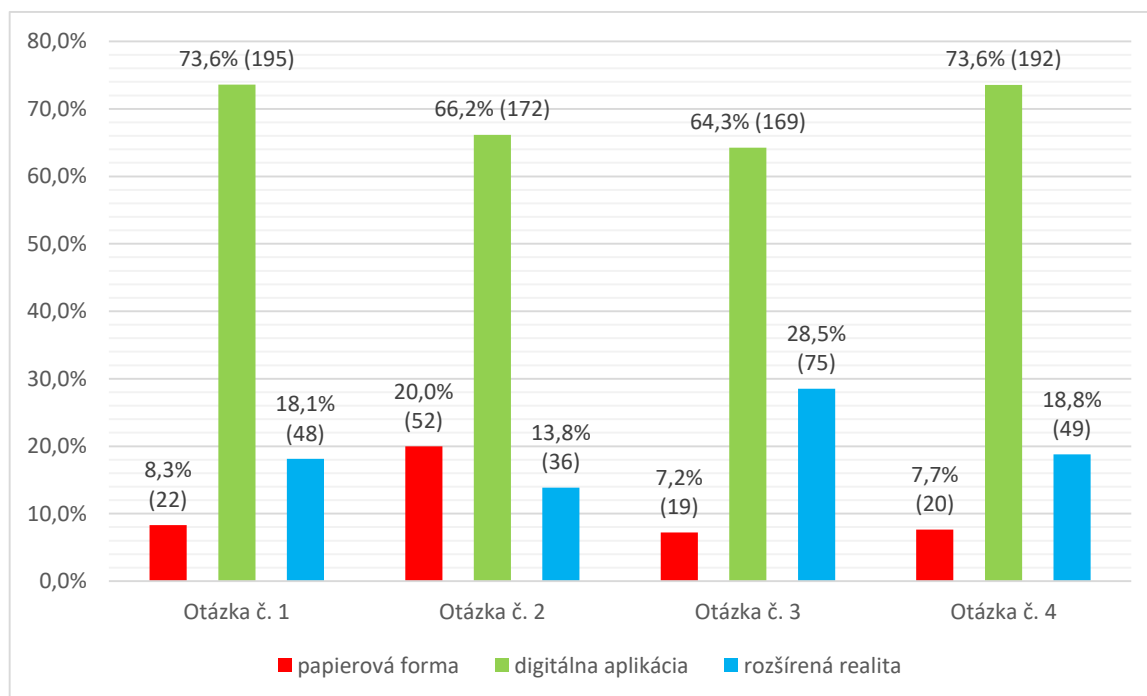
Z údajov v tabuľke 1 vyplýva, že žiaci hodnotili najpozitívnejšie digitálnu aplikáciu, ktorá dosiahla najvyššie priemerné hodnoty vo všetkých sledovaných oblastiach. Z hľadiska obľúbenosti získala hodnotenie ($M = 4,82$), čo predstavovalo najvyššiu hodnotu spomedzi všetkých foriem práce. Vysoko hodnotená bola aj jednoduchosť jej využívania ($M = 4,61$) a ochota používať ju v budúcnosti ($M = 4,77$). Pozitívne bola hodnotená aj rozšírená realita, ktorá dosiahla priemerné hodnoty ($M = 4,32$) v oblasti obľúbenosti, ($M = 4,31$) v oblasti jednoduchosti jej využívania a ($M = 4,36$) v oblasti budúceho používania. Výsledky naznačujú, že žiaci vnímali rozšírenú realitu ako atraktívnu a pomerne jednoducho použiteľnú formu práce. Papierová forma dosiahla najnižšie hodnotenia v dvoch z troch sledovaných oblastí.

Najnižšiu priemernú hodnotu získala pri ochote používať ju v budúcnosti ($M = 3,17$), čo naznačuje nižšiu preferenciu tejto formy práce v porovnaní s digitálnymi alternatívami. Na druhej strane, z hľadiska jednoduchosti bola papierová forma hodnotená pomerne pozitívne ($M = 4,36$), pričom jej hodnotenie bolo porovnateľné s rozšírenou realitou.

Celkovo výsledky naznačujú, že žiaci preferovali digitálne formy práce pred tradičnou papierovou formou, pričom najpozitívnejšie hodnotili digitálnu aplikáciu.

3.2 Preferencie žiakov vo vzťahu k jednotlivým formám práce

Súčasťou žiackeho dotazníka boli aj porovnávacie otázky, v ktorých si žiaci vybrali jednu z troch foriem práce – papierovú formu, digitálnu aplikáciu alebo rozšírenú realitu. Otázky boli zamerané na obľúbenosť jednotlivých foriem, vnímanú jednoduchosť riešenia úloh, zábavnosť a preferenciu budúceho využívania. Výsledky sú znázornené v grafe 1. Percentuálne hodnoty v grafe vyjadrujú podiel jednotlivých odpovedí z celkového počtu platných odpovedí pri danej otázke, pričom v zátvorkách je uvedený počet žiakov, ktorí zvolili danú možnosť.



Graf 1 Preferencie žiakov vo vzťahu k jednotlivým formám prezentácie matematických úloh.

Pozn. Otázka č. 1: Ktorý spôsob práce sa ti páčil najviac? Otázka č. 2: Pri ktorom spôsobe práce sa ti úlohy riešili najľahšie? Otázka č. 3: Pri ktorom spôsobe práce si sa najviac zabavil(a)? Otázka č. 4: Ktorý spôsob práce by si si vybral(a) nabudúce?

Výsledky porovnávacích otázok ukazujú jednoznačnú preferenciu digitálnej aplikácie pred papierovou formou a rozšírenou realitou. Najvyšší podiel žiakov (73,6 %, $n = 195$) uviedol, že práve aplikácia sa im páčila najviac. Podobný podiel žiakov (73,6 %, $n = 192$) by si aplikáciu vybral aj pri ďalšej práci. Digitálna aplikácia bola zároveň najčastejšie označovaná ako forma, pri ktorej sa úlohy riešili najľahšie (66,2 %, $n = 172$). Papierová forma bola v tejto oblasti hodnotená priaznivejšie než pri ostatných otázkach, keď ju označilo 20,0 % žiakov ($n = 52$). Rozšírená realita dosiahla najlepšie výsledky práve v oblasti zábavnosti. Hoci aj v tomto prípade dominovala aplikácia (64,3 %, $n = 169$), rozšírenú realitu označilo za najzábavnejšiu formu 28,5 % žiakov ($n = 75$), čo predstavuje jej najvyšší podiel spomedzi všetkých sledovaných oblastí. Papierová forma získala vo väčšine sledovaných otázok najnižší podiel odpovedí,

výnimkou bola oblasť vnímanej jednoduchosti riešenia úloh, v ktorej ju označilo 20,0 % žiakov, čo bolo viac než v prípade rozšírenej reality.

Celkovo výsledky naznačujú, že žiaci preferovali digitálnu aplikáciu nielen z hľadiska obľúbenosti a jednoduchosti využívania, ale aj z pohľadu zábavy a budúceho používania. Rozšírená realita bola vnímaná pozitívne najmä ako zábavná forma práce.

3.3 Hodnotenie jednotlivých foriem práce učiteľmi

Učitelia hodnotili papierovú formu, digitálnu aplikáciu a rozšírenú realitu z hľadiska vhodnosti využitia vo vyučovaní, zapojenia žiakov a ich motivácie. Hodnotenie prebiehalo prostredníctvom štvorbodovej Likertovej škály. V tabuľke 2 uvádzame priemerné hodnoty jednotlivých foriem práce v sledovaných oblastiach.

Tabuľka 2 Hodnotenia jednotlivých foriem prezentácie matematických úloh učiteľmi

Forma	Vhodnosť foriem	Zapojenie žiakov	Motivácia žiakov
Papierová forma	3,37	3,30	2,68
Digitálna aplikácia	3,75	3,80	3,95
Rozšírená realita	3,75	3,53	3,50

Výsledky naznačujú, že učitelia hodnotili všetky tri formy práce pozitívne, pričom najvyššie hodnotenia získala digitálna aplikácia a rozšírená realita. V oblasti vhodnosti foriem dosiahla digitálna aplikácia aj rozšírená realita rovnaké priemerné hodnotenie ($M = 3,75$), zatiaľ čo papierová forma bola hodnotená o niečo nižšie ($M = 3,37$). Z hľadiska zapojenia žiakov učitelia najvyššie hodnotili digitálnu aplikáciu ($M = 3,80$), nasledovanú rozšírenou realitou ($M = 3,53$). Papierová forma dosiahla najnižšie hodnotenie ($M = 3,30$), čo naznačuje, že učitelia vnímali digitálne formy ako podnetnejšie z hľadiska zapojenia žiakov počas vyučovania. Najvýraznejšie rozdiely sa prejavili v oblasti motivácie žiakov. Digitálna aplikácia dosiahla najvyššie priemerné hodnotenie ($M = 3,95$), nasledovala rozšírená realita ($M = 3,50$), zatiaľ čo papierová forma získala výrazne nižšie hodnotenie ($M = 2,68$). Výsledky tak naznačujú, že učitelia vnímali digitálnu aplikáciu aj rozšírenú realitu ako motivujúcejšie formy práce v porovnaní s tradičnou papierovou formou.

Celkovo možno konštatovať, že učitelia najpozitívnejšie hodnotili digitálnu aplikáciu, ktorá dosiahla najvyššie priemerné hodnoty vo všetkých sledovaných oblastiach. Rozšírená realita bola hodnotená podobne pozitívne, najmä z hľadiska vhodnosti využitia a podpory zapojenia žiakov do vyučovania.

3.4 Analýza odpovedí učiteľov na otvorené otázky

Otvorené otázky boli analyzované pomocou tematickej analýzy. Odpovede učiteľov boli opakovane prečítané a následne zoskupované do tematických kategórií podľa obsahovej podobnosti a opakujúcich sa prvkov vo výpovediach. Kategórie tak vznikali induktívne na základe obsahu získaných odpovedí. Kódovanie odpovedí a vytvorenie tematických kategórií realizovala autorka štúdie. Pri analýze sa sledovali identifikované výhody a nevýhody využívania digitálnej aplikácie a rozšírenej reality vo vyučovaní matematiky, odporúčania týkajúce sa využívania rozšírenej reality na 1. stupni základnej školy a oblasti matematiky,

v ktorých učitelia vnímajú najväčší potenciál jej využitia. V texte sú uvedené vybrané autentické výroky učiteľov ilustrujúce niektoré z identifikovaných kategórií.

Otázka č. 1: Aké výhody a nevýhody ste zaznamenali pri využití aplikácie vo vyučovaní matematiky?

Pri odpovediach na danú otázku sa vytvorili tri hlavné kategórie výhod: motivácia a záujem žiakov, názornosť a vizualizácia učiva a okamžitá spätná väzba. Najčastejšie sa v odpovediach objavovala kategória motivácie a záujmu žiakov, ktorú spomenulo 13 z 20 učiteľov. Učitelia uvádzali, že práca s aplikáciou žiakov zaujala, zvýšila ich aktivitu a priniesla do vyučovania atraktívnejšiu formu práce. Jeden z učiteľov uviedol, že aplikácia predstavovala „*zábavnú formu*“ učenia sa žiakov, pričom ďalší zdôraznil, že žiaci „*učia sa cez tablety, čo im je blízke*“. Viacerí učitelia zároveň poukázali na zvýšené zapojenie žiakov do vyučovania a väčší záujem o matematiku. Druhou významnou kategóriou bola názornosť a vizualizácia učiva, ktorú spomenulo 5 učiteľov. Podľa ich vyjadrení mohla aplikácia prostredníctvom obrázkov, vizualizácií a názorných ukážok uľahčovať žiakom porozumenie učivu. Učitelia teda vnímali grafické prvky aplikácie ako potenciálnu podporu porozumenia matematickým pojmom a úlohám. Treťou identifikovanou kategóriou bola okamžitá spätná väzba, ktorú uviedli 4 učitelia. Pozitívne hodnotili možnosť priebežne sledovať výsledky žiakov a okamžite overovať správnosť riešení.

V odpovediach učiteľov sa nevyskytovalo veľké množstvo negatívnych skúseností spojených s využívaním aplikácie. Medzi najčastejšie spomínané nevýhody patrili technické obmedzenia, predovšetkým závislosť od internetového pripojenia a možné technické komplikácie.

Otázka č. 2: Aké výhody a nevýhody ste zaznamenali pri využití rozšírenej reality (AR) vo vyučovaní matematiky?

Analýza odpovedí ukázala, že učitelia medzi najvýznamnejšie vnímané výhody rozšírenej reality zaraďovali podporu priestorovej predstavivosti a názornosti, zvýšenie motivácie a aktivity žiakov i potenciál uľahčiť porozumenie matematickým objektom a vzťahom. V odpovediach sa najčastejšie objavovala kategória priestorovej predstavivosti a názornosti, ktorú spomenulo 10 z 20 učiteľov. Učitelia oceňovali možnosť pozorovať objekty z rôznych uhlov a vytvárať si presnejšiu predstavu o riešených úlohách. Jeden z učiteľov uviedol ako významnú výhodu „*pohľad zo všetkých strán*“, zatiaľ čo ďalší konštatoval, že „*žiak si vie úlohu lepšie predstaviť*“. Druhou významnou kategóriou bola motivácia a aktivita žiakov, ktorú uviedlo 5 učiteľov. Podľa ich skúseností rozšírená realita priniesla do vyučovania nový prvok, ktorý vzbudzoval záujem žiakov a podporoval ich aktívne zapájanie sa do riešenia úloh. Jeden z učiteľov opísal skúsenosť slovami: „*bolo to pre žiakov niečo nové a bol to wow efekt*“.

Podobne ako pri využívaní aplikácie, ani pri rozšírenej realite učitelia neidentifikovali väčšie množstvo nevýhod. Upozorňovali predovšetkým na požiadavky súvisiace s technickým zabezpečením a vybavením školy, prípadne na možné technické problémy počas jej využívania.

Otázka č. 3: Odporučili by ste využívať AR pri vyučovaní matematiky na 1. stupni základnej školy? Prečo áno alebo prečo nie?

V odpovediach učiteľov sa nevyskytlo žiadne odmietavé stanovisko k využívaniu rozšírenej reality vo vyučovaní matematiky na 1. stupni základnej školy. Učitelia odporúčali jej využívanie predovšetkým z dôvodu vyššej názornosti, podpory priestorovej predstavivosti, zvýšenej motivácie a možnosti aktívneho učenia sa žiakov. Najčastejšie sa objavovali argumenty

súvisiace s rozvojom priestorovej predstavivosti a lepším pochopením učiva. Jeden z učiteľov uviedol, že rozšírená realita „*umožňovala by aj deťom, ktoré predstavivosť nemajú, vidieť útvary, stavby a pod.*“. Ďalší učiteľ zdôraznil, že ide o vhodný nástroj, pretože „*žiaci môžu vidieť úlohu viac názorne*“. Niektorí učitelia poukázali na to, že pri využívaní rozšírenej reality je potrebné zohľadňovať vek žiakov a vhodne ju začleňovať do vyučovania. Jeden z učiteľov uviedol, že je vhodná „*ako doplnok počas hodín určite, nie však stále*“. Iní odporučili využívať ju „*primerane veku žiakov*“.

Otázka č. 4: Pri akých matematických témach alebo typoch úloh by podľa vás mohla byť rozšírená realita najviac prínosná?

Pri identifikovaní oblastí matematiky, v ktorých by mohla byť rozšírená realita najviac prínosná, sa odpovede učiteľov sústreďovali predovšetkým na kategóriu geometrie a priestorovej predstavivosti. Túto oblasť spomenulo 15 z 20 učiteľov. Učitelia najčastejšie uvádzali stavby, modely, orientáciu v priestore a úlohy zamerané na priestorové vnímanie. Medzi typické odpovede patrili napríklad „*stavby z kociek*“, „*priestorová predstavivosť*“ alebo jednoducho „*geometria*“. V menšej miere sa objavili aj ďalšie matematické oblasti, ako sú slovné úlohy, grafy, premeny jednotiek, základné početné operácie, násobenie a delenie či práca so zlomkami. Odpovede naznačujú, že učitelia vnímajú rozšírenú realitu predovšetkým ako nástroj podporujúci názornosť a priestorové myslenie, no zároveň jej potenciál vidia aj v ďalších tematických oblastiach matematiky.

4 Diskusia

Cieľom pilotnej štúdie bolo preskúmať subjektívne vnímanie a preferencie žiakov a vnímanie učiteľov vo vzťahu k papierovej forme, digitálnej aplikácii a rozšírenej realite pri riešení matematických úloh na 1. stupni základnej školy. Výsledky ukázali, že žiaci jednoznačne preferovali digitálne formy práce pred tradičnou papierovou formou, pričom najvyššie hodnotenia vo všetkých sledovaných oblastiach získala digitálna aplikácia. Podobne aj učitelia hodnotili digitálnu aplikáciu a rozšírenú realitu pozitívnejšie než papierovú formu, najmä z hľadiska vnímaného motivačného potenciálu a zapojenia žiakov.

Zistenia sú v súlade s výsledkami viacerých výskumov poukazujúcich na pozitívny vzťah digitálnych technológií k motivácii a angažovanosti žiakov (Di Serio et al., 2013; Jesionkowska et al., 2020; Volioti et al., 2023). Podobne ako v uvedených štúdiách aj v našom výskume učitelia vnímali digitálne prostredie ako atraktívnejšiu formu práce s potenciálom podporovať záujem žiakov o matematiku a ich aktívnejšie zapojenie do vyučovania.

Zaujímavým zistením je, že napriek vysokému hodnoteniu rozšírenej reality nebola táto forma práce žiakmi preferovaná viac než samotná digitálna aplikácia. Hoci bola rozšírená realita označovaná za zábavnú a atraktívnu formu práce, väčšina žiakov uprednostnila klasické digitálne rozhranie aplikácie, ktoré mohli vnímať ako intuitívnejšie a jednoduchšie na používanie. Podobne aj papierová forma dosiahla pomerne vysoké hodnotenie z hľadiska jednoduchosťi jej využívania ($M = 4,36$), napriek tomu ju ako preferovanú formu pre budúce používanie označilo iba 7,7 % respondentov. Výsledky naznačujú, že pri výbere preferovaného spôsobu práce nemusí zohrávať úlohu iba vnímaná jednoduchosť, ale aj celková atraktivita prostredia, interaktivita a skúsenosť žiakov s daným spôsobom práce.

Výsledky učiteľských dotazníkov zároveň poukazujú na to, že učitelia vnímajú významný potenciál rozšírenej reality najmä pri témach vyžadujúcich priestorovú predstavivosť a názornú vizualizáciu matematických objektov. Učitelia najčastejšie spájali jej využitie s

geometriou a priestorovou orientáciou. Tieto zistenia korešpondujú s odbornou literatúrou, ktorá poukazuje na význam vizualizácie pri učení sa matematiky (Arcavi, 2003) a zároveň naznačuje, že rozšírená realita môže byť obzvlášť prínosná pri sprostredkovaní abstraktných alebo priestorovo náročných matematických konceptov (Flores-Bascuñana et al., 2020; Volioti et al., 2023). Učitelia taktiež medzi hlavné prínosy digitálnej aplikácie a rozšírenej reality zaraďovali motivačný potenciál, podporu názornosti a priestorovej predstavivosti, pričom ako najčastejšie obmedzenia uvádzali požiadavky na technické vybavenie a možné technické komplikácie počas vyučovania.

Pri interpretácii výsledkov je potrebné zohľadniť viacero limitov realizovanej štúdie. Výskum mal deskriptívny pilotný charakter a bol založený na subjektívnom hodnotení žiakov a vnímaní učiteľov. Použité dotazníky boli vytvorené pre potreby tejto štúdie a pred ich použitím boli neformálne konzultované s učiteľmi primárneho vzdelávania, pričom neprešli samostatným procesom formálnej validácie. Za limity kvalitatívnej časti možno považovať aj skutočnosť, že kódovanie otvorených odpovedí nebolo nezávisle overené ďalším výskumníkom. Výsledky mohol ovplyvniť aj efekt novosti digitálnej aplikácie a najmä rozšírenej reality. Digitálne 2D rozhranie a rozšírená realita zároveň nepredstavovali nezávislé výskumné podmienky, keďže AR bola súčasťou tej istej aplikácie. Štúdia nesledovala matematický výkon žiakov, konceptuálne porozumenie ani rozvoj matematických kompetencií, preto výsledky nemožno interpretovať ako preukázané účinky jednotlivých spôsobov práce na učenie sa matematiky. Zohľadniť treba aj možný vplyv prítomnosti členov výskumného tímu a technickej podpory počas vyučovacej hodiny. Vzhľadom na spôsob výberu a počet zapojených škôl je zároveň potrebná opatrnosť pri zovšeobecňovaní výsledkov na širšiu populáciu žiakov a učiteľov primárneho vzdelávania.

Záver

Pilotná štúdia priniesla poznatky o subjektívnom vnímaní papierovej formy, digitálnej aplikácie a rozšírenej reality pri riešení matematických úloh na 1. stupni základnej školy. Výsledky ukázali, že žiaci aj učitelia hodnotili najpozitívnejšie digitálnu aplikáciu. Žiaci ju najčastejšie označovali za najobľúbenejšiu, najjednoduchšiu a zároveň si ju najčastejšie vybrali aj pre budúce využívanie. Učitelia ju hodnotili najvyššie z hľadiska vhodnosti pre vyučovanie, zapojenia žiakov a vnímaného motivačného potenciálu. Pozitívne bola vnímaná aj rozšírená realita, pričom učitelia vyzdvihovali najmä jej názornosť, motivačný potenciál a možnosti využitia pri témach súvisiacich s priestorovou predstavivosťou.

Výsledky zároveň naznačujú, že rozšírená realita nemusí predstavovať náhradu tradičných alebo bežných digitálnych spôsobov práce, ale z pohľadu respondentov môže byť vnímaná ako ich vhodné doplnenie, najmä v oblastiach matematiky, v ktorých je dôležitá názornosť a priestorová predstavivosť. Digitálna aplikácia a rozšírená realita tak boli žiakmi a učiteľmi vnímané pozitívne najmä z hľadiska atraktivity, zapojenia a motivačného potenciálu.

Vzhľadom na deskriptívny pilotný charakter štúdie sa tieto zistenia týkajú subjektívneho hodnotenia a preferencií respondentov a nepreukazujú vplyv jednotlivých spôsobov práce na učenie sa matematiky. Ďalší výskum by sa preto mohol zamerať na dlhodobejšie využívanie týchto technológií a na overenie ich vplyvu na matematický výkon, konceptuálne porozumenie a rozvoj matematických kompetencií žiakov.

Literatúra

- Arcavi, A. (2003). The role of visual representations in the learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 52(3), 215–241. <https://doi.org/10.1023/A:1024312321077>
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., a Graf, S. (2014). Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. *Educational Technology & Society*, 17, 133–149. Dostupné online: https://drive.google.com/file/d/19F2OmcQLDgF-DVJBqNMr_QHV_oPtMVWz/view?usp=sharing
- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., a Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586–596. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.002>
- Flores-Bascuñana, M., Diago, P. D., Villena-Taranilla, R., a Yáñez, D. F. (2020). On augmented reality for the learning of 3D-geometric contents: A preliminary exploratory study with 6-grade primary students. *Education Sciences*, 10(1), Article 4. <https://doi.org/10.3390/educsci10010004>
- Jesionkowska, J., Wild, F., a Deval, Y. (2020). Active learning augmented reality for STEAM education—A case study. *Education Sciences*, 10(8), 198. <https://doi.org/10.3390/educsci10080198>
- Mayer, R. E. (2021). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108894333>
- OECD (2019), *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do*, PISA, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>.
- Radu, I. (20214). Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. *Pers Ubiquit Comput* 18, 1533–1543. <https://doi.org/10.1007/s00779-013-0747-y>
- Radišić, J., Baucal, A. (2024). Mathematics motivation in primary education: building blocks that matter. *Eur J Psychol Educ* 39, 1505–1512. <https://doi.org/10.1007/s10212-024-00832-7>
- Saidin, N. F., Abd Halim, N. D., a Yahaya, N. (2015). A review of research on augmented reality in education: Advantages and applications. *International Education Studies*, 8(13), 1–8. <https://doi.org/10.5539/ies.v8n13p1>
- UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/EWZM9535>
- Volioti, C., Orovas, C., Sapounidis, T., Trachanas, G., a Keramopoulos, E. (2023). Augmented reality in primary education: An active learning approach in mathematics. *Computers*, 12(10), 207. <https://doi.org/10.3390/computers12100207>
- Zekeik, H., Chahbi, M., Lamarti Sefian, M., & Bakkali, I. (2025). Augmented reality and virtual reality in education: A systematic narrative review on benefits, challenges, and applications. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(9), em2699. <https://doi.org/10.29333/ejmste/16830>