

MATEMATICKÁ KOMPETENCIA A JEJ ROZVOJ U ŠTUDENTOV UČITEĽSTVA PRE PRIMÁRNE VZDELÁVANIE VYUŽITÍM TECHNOLÓGIE ROZŠÍRENEJ REALITY

Alena PRÍDAVKOVÁ

Prešovská univerzita v Prešove, Pedagogická fakulta (Slovenská republika)

alena.pridavkova@unipo.sk

Abstrakt

Matematická kompetencia je schopnosť rozvíjať a aplikovať matematické myslenie na riešenie rôznych problémov v každodenných situáciách. Zahŕňa schopnosť a ochotu používať matematické modely myslenia a rôzne reprezentácie. Analýza vedeckých prác poukazuje na existenciu viacerých prístupov k vymedzeniu matematickej kompetencie a jej modelov tvorených rôznymi komponentami. Matematická kompetencia študentov - budúcich učiteľov môže byť rozvíjaná integráciou technológie rozšírenej reality do edukácie (Augmented Reality – AR), ktorá podporuje porozumenie abstraktných matematických pojmov, aktívne učenie a zvyšuje motiváciu. Parciálne výsledky realizovanej analýzy produktov študentov, budúcich učiteľov na primárnom stupni vzdelávania, naznačujú potenciál technológie AR pri rozvíjaní vybraných komponentov matematickej kompetencie.

Kľúčové slová: matematická kompetencia, príprava učiteľov, primárne vzdelávanie, technológia rozšírenej reality

MATHEMATICAL COMPETENCE AND ITS DEVELOPMENT WITHIN STUDENTS ENROLLED IN TEACHING IN PRIMARY EDUCATION PROGRAMME USING AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY

Abstract

Mathematical competence is the ability to develop and apply mathematical thinking to solve various problems arising in everyday situations. It includes both the ability and the willingness to use mathematical models of thinking and various forms of representation. An analysis of scientific literature points to the existence of multiple approaches to defining mathematical competence and its models, which consist of different components. The mathematical competence of students – future teachers – can be enhanced by integrating Augmented Reality (AR) technology into the educational process. AR supports the understanding of abstract mathematical concepts, promotes active learning, and increases student motivation. Partial results from an analysis of the students' work, the future teachers at primary level of education, indicate the potential of AR technology to support the development of selected components of mathematical competence.

Keywords: mathematical competence, teaching training, primary education, Augmented Reality technology

1. Úvod

Matematická kompetencia je, podľa Odporúčania Európskeho parlamentu a rady (2006), charakterizovaná v zmysle schopnosti rozvíjať a aplikovať matematické myslenie na riešenie rôznych problémov v každodenných situáciách. Implikuje schopnosť a ochotu využívať matematické modely myslenia a rôzne reprezentácie abstraktných pojmov. V akademickom diskurze existuje viacero prístupov k vymedzeniu a interpretácii daného pojmu, v ktorých sú modely matematickej kompetencie tvorené rôznymi komponentami. Charakter komponentov vychádza z majoritných vlastností špecifikovaných autormi toho ktorého opisu (Kilpatrick, 2009; Niss a Højgaard, 2019; Piñero Charlo et al., 2022).

Viaceré štúdie potvrdzujú pozitívny vplyv integrácie technológie rozšírenej reality do edukácie (Augmented Reality – AR) na mieru porozumenia abstraktných matematických pojmov, podporu aktívneho učenia sa a na zvyšovanie motivácie študentov (Boras, 2022; Hnatová et al., 2024; Koparan et al., 2023), čo v konečnom dôsledku prispieva aj k rozvoju ich matematickej kompetencie.

Predstavené budú parciálne výsledky kvalitatívnej analýzy produktov práce študentov, budúcich učiteľov na primárnom stupni vzdelávania (na Pedagogickej fakulte PU v Prešove). Študentské výstupy, vo forme seminárnych prác, obsahovali návrhy edukačných aktivít pre vyučovanie matematiky s podporou technológie AR. Parciálne výsledky ukazujú na potenciál technológie AR pre rozvoj matematickej kompetencie budúcich učiteľov na primárnom stupni vzdelávania a zároveň ponúkajú odporúčania pre jej efektívne začlenenie do ich matematickej prípravy.

2. Matematická kompetencia – vymedzenie pojmu

Analyzované a komparované boli tri rôzne vymedzenia pojmu matematická kompetencia. Pre potreby nášho skúmania bola, na základe analýzy predmetných definícií a cieľov výskumu, zvolená a aplikovaná jedna definícia (Piñero Charlo et al., 2022).

Niss a Højgaard (2019) prezentujú matematické kompetencie v zmysle kognitívneho konštruktu a schopnosti aktívne robiť matematiku. Podľa autorov vedieť matematiku znamená ovládať vedomosti, definície pojmov, algoritmy, vzorce a pod. V tomto modeli je fokus orientovaný na vedomosti z oblasti matematiky, ale neopomína sa význam porozumenia, komunikovania a aplikácie matematiky. Model matematickej kompetencie (obr. 1) tvorí osem kľúčových kompetencií, ktoré sú dôležité pri vyučovaní a učení sa matematiky (označenie kompetencií je uvádzané v origináli):

Representation Competency – schopnosť vytvárať rôzne typy reprezentácií matematických pojmov a pracovať s nimi (manipulatívne, ikonické, symbolické; graf, tabuľka, rovnica a pod.).

Symbols and Formalism Competency – schopnosť pracovať s matematickými symbolmi na primeranej úrovni (napr. rovnice, nerovnice, algebrické výrazy) a používať formálny jazyk matematiky.

Communication Competency – schopnosť komunikovať myšlienkové postupy verbálne alebo písomne.

Aids and Tools Competency – schopnosť efektívne využívať učebné pomôcky a iné nástroje, ako sú manipulatívne učebné pomôcky, kalkulačky, digitálne modely matematických pojmov (napríklad AR, VR).

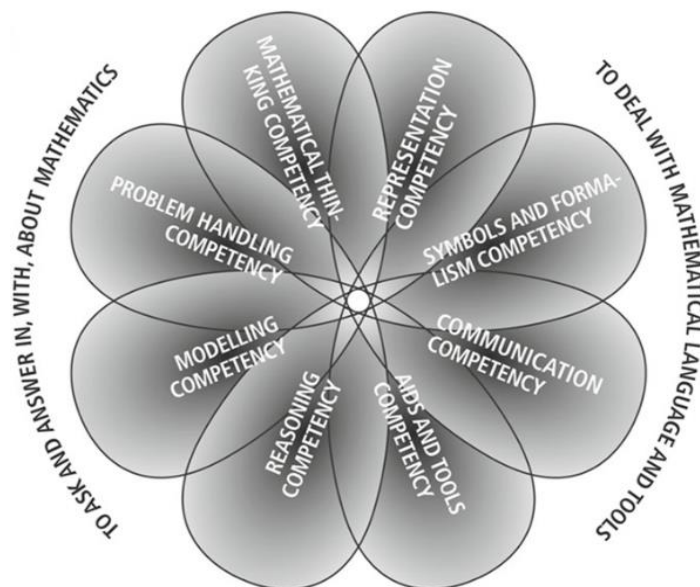
Reasoning Competency – schopnosť uvažovať, argumentovať, dokazovať a posudzovať zmysel a platnosť tvrdení.

Modelling Competency – schopnosť vytvárať matematické modely reálnych javov a situácií.

Problem Handling Competency – schopnosť riešiť matematické problémy hľadaním a aplikovaním primeraných a efektívnych stratégií.

Mathematical Thinking Competency – schopnosť korektne matematicky myslieť, rozvíjať a rozpoznávať matematické pojmy a problémy.

Okrem uvedených kompetencií sú v modeli špecifikované dve oblasti: (1) *To ask and answer in, with, about mathematics*, v zmysle schopnosti formulovať primerané otázky a (2) *To deal with mathematical language and tools*, ktorá zdôrazňuje význam jazyka a iných prostriedkov.



Obrázok 1. Vizuálna reprezentácia matematických kompetencií (Niss a Højgaard, 2019)

Na druhej strane Kilpatrick (2009) obohacuje daný koncept o ďalšie elementy. Vytvoril tzv. *rope model* (obr. 2), v ktorom sú jednotlivé „vlákna lana“ (komponenty, zložky) rozvíjané súčasne, paralelne, nie postupne jeden po druhom. Jednotlivé časti lana sú prepletené, navzájom na sebe závislé. Popisujú súbor vedomostí, zručností, schopností a presvedčenia, ktoré vychádzajú z výskumov v oblasti kognitívnej psychológie a matematického vzdelávania a vytvárajú obraz matematicky zdatného žiaka (*mathematically proficient student*).

Model tvorí päť zložiek matematickej spôsobilosti/gramotnosti (*mathematical proficiency*):

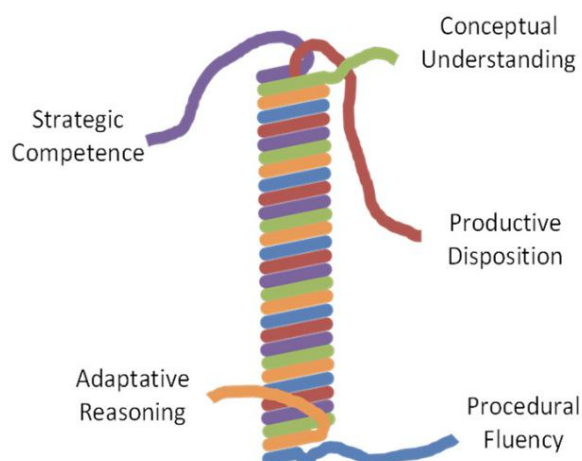
Porozumenie pojmom (*Conceptual Understanding*) – chápanie matematických pojmov, operácií a vzťahov, napr. vedieť *prečo* platí daný vzťah, nielen *ako* ho využiť, či vypočítať úlohu.

Strategická kompetencia (*Strategic Competence*) – schopnosť formulovať, reprezentovať a riešiť matematické problémy na základe výberu primeraných stratégií a prístupov.

Produktívny postoj k matematike (*Productive Disposition*) – vnútorná motivácia a presvedčenie o vnímaní zmysluplnosti a užitočnosti matematiky.

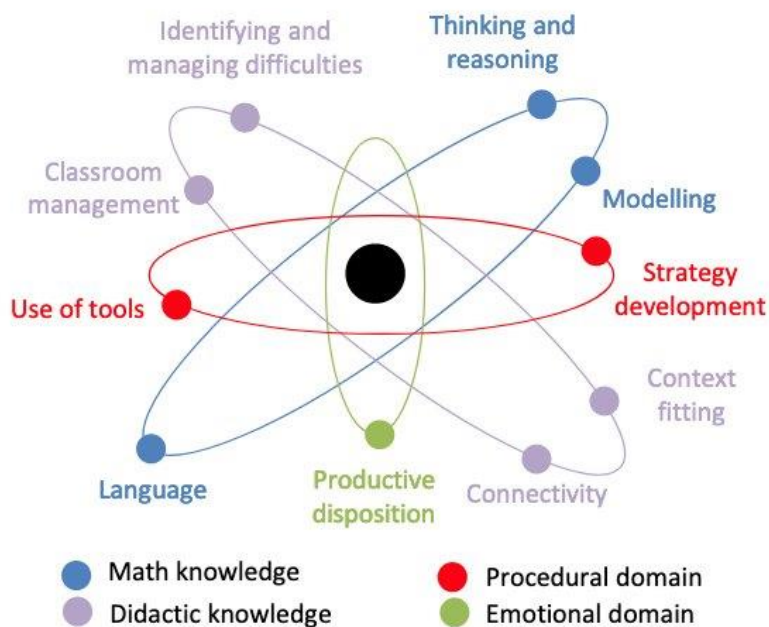
Adaptívne uvažovanie (*Adaptive Reasoning*) – schopnosť logicky uvažovať a flexibilne meniť prístup k riešeniu problémov v závislosti od podmienok.

Procedurálna plynulosť (*Procedural Fluency*) – schopnosť efektívne a presne používať matematické postupy a algoritmy.



Obrázok 2. Model matematických kompetencií (Kilpatrick, 2009)

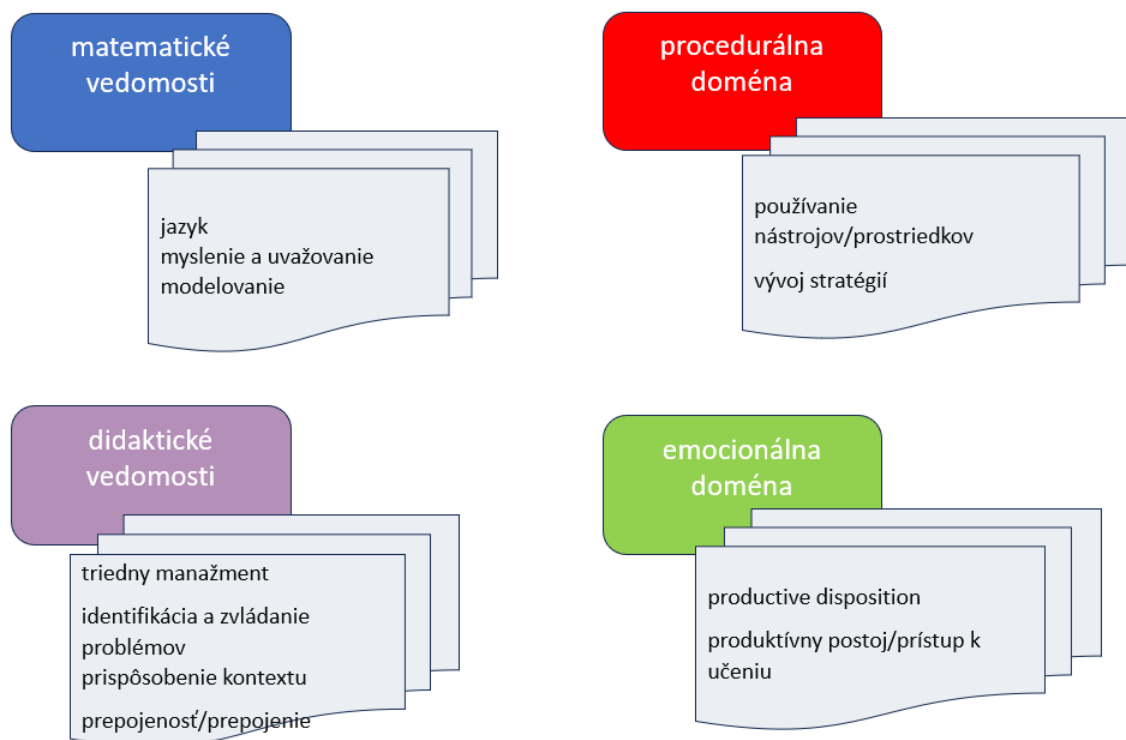
Kilpatrick (2009) uvažuje o emocionálnych faktoroch, ale menej pozornosti je venovanej špecifickým vedomostným, procedurálnym položkám. Kombináciou dvoch spomenutých modelov bol navrhnutý (Piñero Charlo et al., 2022) model pojmu matematická kompetencia, tvorený štyrmi doménami: matematické vedomosti, didaktické vedomosti, procedurálna doména, emocionálna doména (obr. 3)



Obrázok 3. Vizualizácia profesionálnych kompetencií učiteľa matematiky (Piñero Charlo et al., 2022)

Bližšie charakterizujeme jednotlivé komponenty predmetného modelu (obr. 4), ktorý bol aplikovaný v procese analýzy produktov prác študentov.

Matematická kompetencia



Obrázok 4. Komponenty matematickej kompetencie (spracované podľa Piñero Charlo et al., 2022)

- (1) Komponent *matematické vedomosti* je tvorený elementami *jazyk, myslenie a uvažovanie, modelovanie*. Komponent sa týka matematických poznatkov, ktoré by mal mať učiteľ osvojené. Dôležité je, aby učiteľ disponoval matematickými vedomosťami, rozumel konceptom, mal osvojené zručnosti a schopnosti pre ich vysvetlenie a uplatnenie na rôznych stupňoch vzdelávania.
 - Jazyk – táto schopnosť zahŕňa používanie matematických symbolov, formálnych zápisov a komunikačného jazyka. Kompetencia súvisí so schopnosťou pracovať s matematickými symbolmi a s pravidlami pre ich úpravu. Zároveň je spojená so schopnosťou zapájať sa do písomnej, verbálnej, vizuálnej matematickej komunikácie v rôznych štýloch a jazykových rovinách.
 - Myslenie a uvažovanie – schopnosť formulovať otázky v danej oblasti, rozumieť podstate očakávaných odpovedí. Ide o dokazovanie matematických tvrdení, kritickú analýzu a posudzovanie iných zdôvodnení.
 - Modelovanie – schopnosť vytvárať matematické modely a kriticky hodnotiť a analyzovať navrhované modely matematických konceptov.
- (2) *Didaktické vedomosti* zahŕňajú schopnosti ako *triedny manažment, identifikácia a zvládanie problémov, prispôsobenie kontextu a prepojenosť/prepojenie*. Učiteľ by mal byť schopný efektívne plánovať a organizovať výučbu, voliť metódy a formy s ohľadom na cieľovú skupinu (ich schopnosti, úroveň poznania a vedomostí) a tieto elementy navzájom prepájať.

- (3) *Procedurálna doména* obsahuje používanie nástrojov, prostriedkov a vývoj stratégií. Je to schopnosť učiteľa viesť žiakov k využívaniu rôznych stratégií, pomôcok, nástrojov, podporných techník s cieľom riešenia matematických úloh a problémov. Nutným predpokladom je učiteľov prehľad o existujúcich nástrojoch a skúsenosti z práce s nimi.
- Používanie nástrojov (prostriedkov) – táto kompetencia súvisí s prácou s materiálnymi prostriedkami a pomôckami pri matematických činnostiach, od konkrétnych 3D/fyzických objektov a modelov, cez špeciálne navrhnuté obrázky, ilustrácie, či tabuľky, až po široké spektrum digitálnych technológií určených na znázorňovanie situácií a konceptov v matematike.
 - Vývoj stratégií – schopnosť formulovať, znázorniť a riešiť matematické problémy v rámci aj naprieč rôznymi matematickými doménami, ako aj schopnosť kriticky analyzovať a hodnotiť rôzne prístupy k riešeniu problému. Táto kompetencia zahŕňa aj schopnosť vykonávať postupy flexibilne, presne, efektívne a primerane.
- (4) A nakoniec štvrtý komponent modelu matematickej kompetencie *emocionálna doména* je reprezentovaná tzv. *productive disposition*, čo môže byť interpretované v zmysle produktívneho postoja, prístupu k učeniu matematiky. Učiteľ by mal byť schopný motivovať žiakov, podporovať ich sebadôveru a rozvíjať pozitívny prístup k matematike. Táto doména zahŕňa aj schopnosť učiteľa primerane reagovať na prípadný neúspech žiaka.

Vyučovanie matematiky nie je len o ovládaní matematických pojmov v teoretickej rovine. Ide aj o schopnosti učiteľa tieto koncepty efektívne komunikovať, podporovať žiakov, vytvárať prostredie, v ktorom sa žiaci môžu matematike venovať so záujmom, dôverou. Tieto kompetencie by mali byť rozvíjané už v rámci pregraduálnej prípravy budúcich učiteľov. Na Pedagogickej fakulte PU v Prešove, v rámci riešenia projektu VEGA, bola realizovaná analýza výstupov prác študentov s cieľom monitorovania úrovne rozvoja komponentov matematickej kompetencie.

3. Analýza produktov práce študentov – seminárnych prác

3.1. Metodológia výskumu

Predmetom kvalitatívnej analýzy boli produkty prác študentov, budúcich učiteľov na primárnom stupni vzdelávania, konkrétne 1. ročníka magisterského stupňa štúdia. Išlo o produkty vo forme seminárnych prác obsahujúcich návrhy na implementáciu technológie rozšírenej reality (Augmented Reality – AR) do matematickej edukácie. Zámerom analýzy bola prvotná identifikácia indikátorov na zistenie miery rozvoja jednotlivých komponentov modelu matematickej kompetencie (matematické vedomosti, didaktické vedomosti, procedurálna doména a emocionálna doména).

Výskumný súbor tvorilo 113 študentov 1. ročníka magisterského stupňa štúdia v programe učiteľstvo pre primárne vzdelávanie na pedagogickej fakulte PU v Prešove (akademický rok 2024/2025 – zimný semester).

Analytická procedúra bola orientovaná na monitorovanie navrhovaných možností zaradenia AR do vyučovania vybraných tém aritmetiky a algebry na primárnom stupni vzdelávania z rôznych pohľadov: (1) účelnosť navrhovaného použitia AR – zmysluplnosť návrhu, kontext, podpora pri rozvoji predstavy o pojme, ako náhrada kalkulačky, lepšie uchopenie daného problému a pod., (2) typ modelu matematického pojmu na danej úrovni abstrakcie; model v AR v zmysle reprezentácie v konkrétnom móde, možnosti tvorby úloh na rôznej úrovni náročnosti pomocou nástrojov AR.

3.2. Popis zadania pre študentov a výberového súboru

Zadanie pre študentov bolo detailne pripravené a dostupné v elektronickej forme počas celého semestra. Pokyny boli štruktúrované do viacerých častí:

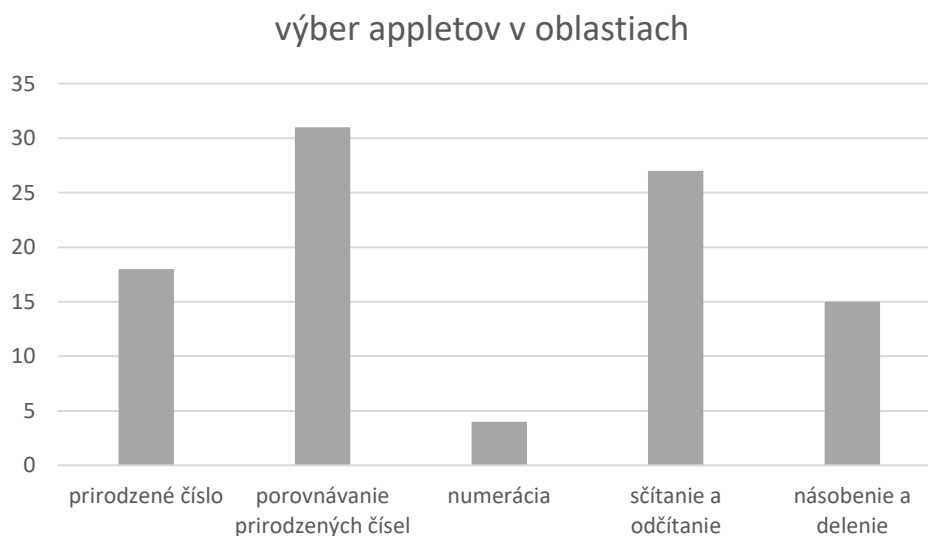
1. Príprava (inštalácia GeoGebra 3D Graphing Calculator).
2. Spustenie a práca s appletmi.
3. Prehľad AR appletov (prirodzené číslo, porovnávanie prirodzených čísel, numerácia, sčítanie a odčítanie prirodzených čísel, násobenie a delenie prirodzených čísel).
4. Odporúčaný postup.
5. Štruktúra seminárnej práce.

Súčasťou zadania boli podporné materiály vo forme inštruktážnych videí a sady appletov vytvorených v projekte KEGA. Do portfólia appletov aplikovaných v rámci prípravy edukačných aktivít (aj v rámci projektového zámeru), bolo vybraných celkovo 26 appletov z piatich tematických oblastí aritmetiky a algebry. Oblasť aritmetiky a algebry bola špecifikovaná z dôvodu obsahu predmetu, v ktorom bola popisovaná činnosť zaradená. Applety boli kategorizované do piatich oblastí na základe príslušnosti k matematickému obsahu (tabuľka 1).

Tabuľka 1. Počet appletov – aritmetika a algebra

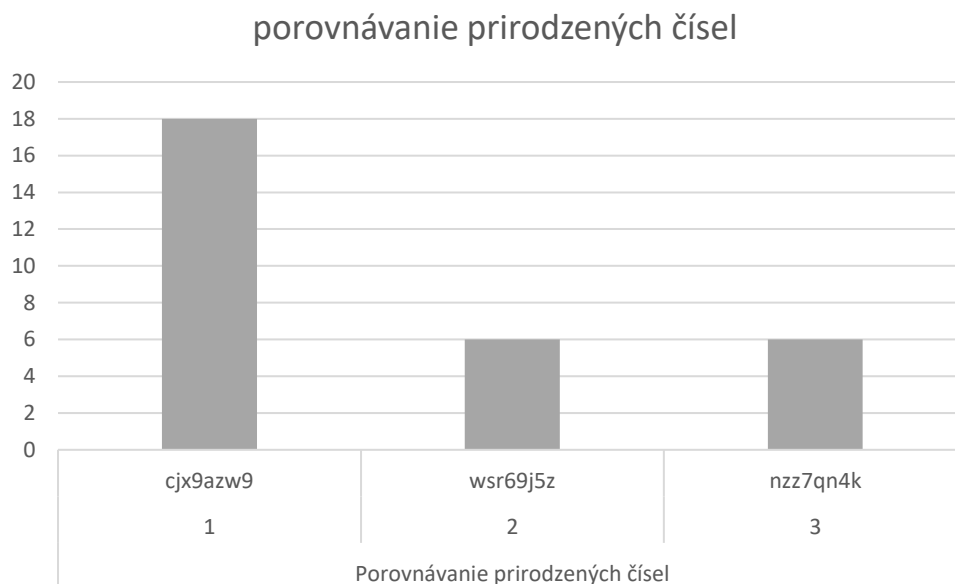
Oblasť matematiky	Počet appletov
prirodzené číslo	6
porovnávanie prirodzených čísel	3
numerácia	5
sčítanie a odčítanie	8
násobenie a delenie	4
SPOLU	26

V grafe 1 je prezentovaná miera výberu appletov z jednotlivých oblastí.



Graf 1. Výber appletov podľa oblastí

Najviac appletov (33%) bolo zvolených z oblasti porovnávanie prirodzených čísel, kde boli k dispozícii 3 applety. Početnosť ich výberu je prezentovaná v grafe 2. Druhou najčastejšie volenou oblasťou bolo sčítanie a odčítanie prirodzených čísel. Oblasť numerácia bola využitá len v štyroch prípadoch (s ponukou piatich appletov).



Graf 2. Početnosť výberu appletov z oblasti porovnávanie prirodzených čísel

V prvej etape výskumu bolo predmetom analýzy 18 seminárnych prác, v ktorých bol využitý identický applet (číslo 1 z oblasti porovnávanie prirodzených čísel, Hnatová et al., 2024, s. 66), z dôvodu zachovania objektivity pri tvorbe indikátorov a kategórií potrebných pri kvalitatívnej analýze produktov.

3.3. Výsledky kvalitatívnej analýzy

Väčšina námetov obsahovala motív príbehu so zámerom „záchrany krajiny“ riešením súboru úloh. Zadané úloh boli pripravené vo formáte pracovných listov, ktoré mali žiaci riešiť pomocou appletu. V mnohých prípadoch išlo o úlohy štandardného typu na porovnanie dvoch prirodzených čísel a vyjadrenie výsledku pomocou relačného znaku. Návrhy so zaradením appletu boli chápané len ako prostriedok na overenie správnosti riešenia úlohy, čo v danom type úloh nie je efektívne. Absentovalo zdôvodnenie zmysluplnosti práce s nástrojom, ktorý má prioritne predstavovať podporu učenia a učenia sa, nie prekážku oslabujúcu mieru úspešnosti riešenia úloh. Pozitívne možno hodnotiť fakt, že návrhy obsahovali aj prácu s appletom v móde AR, nielen v 3D, či využitie snímky obrazovky ako súčasť zadania úlohy.

Analýza produktov bola orientovaná na prvotnú identifikáciu indikátorov/sledovaných javov na zistenie miery rozvoja jednotlivých komponentov modelu matematickej kompetencie (matematické vedomosti, didaktické vedomosti, procedurálna doména a emocionálna doména). V ďalšej časti sú prezentované výstupy realizovanej kvalitatívnej analýzy pre jednotlivé domény, s uvedením pozitívnych a negatívnych zistení.

matematické vedomosti

Sledované javy: obsah matematiky, terminológia, úroveň porozumenia konceptu a významu appletu, zmysel prepojenia s danou témou v aktivite

+	zmysluplné zadania úloh primeraná tvorba modelu daného konceptu
–	nepresná odborná terminológia neprimeraný výber úloh pre danú cieľovú skupinu z pohľadu použitia matematických pojmov, či modelov pojmu (úroveň abstrakcie, náročnosti)

didaktické vedomosti

Sledované javy: formulácia cieľov, voľba a popis metód, foriem, organizácie činnosti, pokyny a zadania pre žiakov...

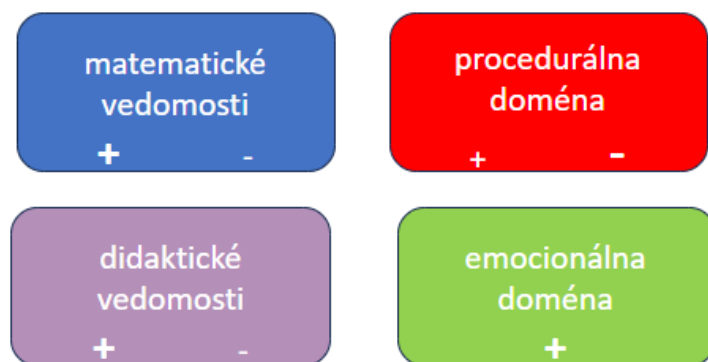
+	formulácia cieľov – zmysluplne, jednoznačne, východisko ŠVP, v kontexte so zameraním činnosti, úloh primeranosť cieľovej skupine metódy, formy – v zmysle aktivity realizovanej aj mimo vyučovania (hra, skupinová forma, pracovný list, stanovišťa) popis realizácie pomerne detailný, na seba nadväzujúce činnosti, úlohy
–	v niektorých prípadoch je navrhovaná práca s AR neprimeraná (smeruje ku kognitívne menej náročným typom modelov daného pojmu)

procedurálna doména

Sledované javy: zmysluplnosť použitia nástrojov s podporou AR, schopnosť prezentovať význam AR ako podporného prostriedku, stratégie práce s AR

+	prepojenie rôznych módov reprezentácie daného pojmu
–	návrhy na využitie AR sú implementované „nasilu“; v mnohých prípadoch by bola výučba efektívnejšia bez nich práca s appletmi pôsobí skôr ako prekážka a nie podporný materiál (spomaľuje proces riešenia úloh, problémov) neporozumenie podstate konkrétneho modelu pojmu v danom applete; nie je to uchopené, vysvetlené – len forma, obsah uniká (dokonca aj nesúlad medzi pojmi v úlohe a v applete) nekorektné, nezrozumiteľné a zložité inštrukcie nepremyslené (predimenzované) zaradenie viacerých prostriedkov (napr. kocky a manipulácia s nimi a aj applet)

emocionálna doména	
Sledované javy: motivácia, rozvoj pozitívneho vzťahu k matematike	
+	vytvorené návrhy vo forme príbehu, hry (stolová hra s plánom....) medzipredmetové vzťahy (príbehy, motívy z iných predmetov aj z reálneho života) pojem edukačná aktivita (čo bolo cieľom zadanej seminárnej práce) evokuje potrebu zasadiť do príbehu
–	málo aktivizujúce činnosti



Obrázok 5. Sumarizácia pozitívnych a negatívnych zistení v komponentoch matematickej kompetencie

Prezentované zistenia naznačujú klady aj nedostatky v jednotlivých komponentoch modelu matematickej kompetencie (obrázok 5). Limity v matematických vedomostiach sú dôsledkom nedostatočne zvládnutej problematiky z teoretického pohľadu. Študenti v mnohých prípadoch nepovažujú za dôležité používať detailnú a presnú terminológiu v snahe zjednodušiť a prispôbiť úroveň komunikačného jazyka žiakom na primárnom stupni vzdelávania. V časti didaktických vedomostí výsledky odhaľujú pomerne vysokú mieru rozvoja daných schopností, čoho dôkazom sú rôzne návrhy metód a foriem práce a snaha o zaradenie originálnych prístupov. Výsledky analýzy ukázali na nedostatky predovšetkým v komponente procedurálna doména. Schopnosť vyberať a zaraďovať činnosti s podporou rôznych edukačných prostriedkov je u študentov na pomerne nízkej úrovni. Je nevyhnutné stimulovať rozvoj týchto zručností už počas ich pregraduálnej prípravy zaradením konkrétnych aktivít s podporou didaktických prostriedkov rôzneho druhu (manipulatívne pomôcky, obrázkový materiál, elektronické materiály, modely matematických pojmov vytvorených s podporou technológie AR a pod.). V tomto kontexte sa práca s nástrojmi AR ukazuje ako zmysluplná z viacerých pohľadov – podpora matematickej kompetencie, rozvoj porozumenia matematickým pojmom, identifikácia analógií medzi reprezentáciami pojmov, priestor na didaktickú transformáciu a interpretáciu daného učiva v súlade s formálnym jazykom matematiky. V emocionálnej doméne boli prevažne identifikované pozitíva, čo sa prejavilo v návrhoch integrujúcich elementy z rôznych predmetov a zaradením činností motivačného charakteru.

4. Záver

Matematickú kompetenciu a jej komponenty je dôležité rozvíjať aj v rámci pregraduálnej prípravy učiteľov primárneho stupňa vzdelávania. Prezentovaný výskum mal za cieľ identifikovať indikátory pre zistenie miery rozvoja komponentov matematickej kompetencie. Predmetom analýzy boli produkty práce študentov, spracované vo forme seminárnych prác.

Do realizácie projektovej aktivity sa zapojilo takmer 100 percent študentov výberového súboru, čo možno považovať za pozitívum, najmä z toho dôvodu, že účasť bola dobrovoľná, bez akýchkoľvek pridaných benefitov pre celkové hodnotenie v rámci predmetu. Študenti prejavili pomerne vysokú mieru aktivity a motivácie, ako aj záujem o implementáciu nových technológií a edukačných prístupov do edukácie. Výsledky analýzy reflektujú výskyt pozitívnych aj negatívnych prejavov sledovaných javov vo všetkých predmetných oblastiach, čím sa potvrdzuje potreba realizácie ďalšieho skúmania možností rozvoja matematickej kompetencie. Jedným z prístupov je aj inkorporácia technológie AR do matematickej prípravy študentov. Integrácia AR do matematickej edukácie nie je jednorazovou záležitosťou a vyžaduje zvyšovanie odbornosti učiteľov vzdelávaním minimálne v oblasti práce s digitálnymi technológiami (Hnatová, 2023). Podporu prípravy budúcich pedagógov v oblasti práce s technológiou AR deklaruje aj Lipták (2023).

Prvotné výsledky analýzy prác, produktov študentov, viedli k formulácii otázok:

- (1) Prečo by učitelia mali zaradiť do vyučovania matematiky prácu s AR? V čom je efektívnejšia v porovnaní s inými pomôckami z pohľadu možnosti pre modelovanie konceptu v rôznych módoch reprezentácie?
- (2) Ako presvedčiť učiteľov aj študentov, že má zmysel vo vyučovaní matematiky pracovať aj s nástrojmi s podporou AR? Tieto otázky budú predmetom ďalšej etapy výskumu realizovaného v rámci projektov na PF PU v Prešove.

Acknowledgements

Príspevok vznikol s podporou projektov:

VEGA 1/0468/25 Procesy myslenia v matematike: špecifikácia indikátorov rozvoja matematických kompetencií učiteľov v primárnom vzdelávaní

KEGA 024PU-4/2024 Technológia rozšírenej reality a jej inkorporácia do matematickej prípravy študentov v študijnom programe Predškolská a elementárna pedagogika.

Literatúra

Boras, M. (2022). Augmented Reality in the Classroom. In: *INTED2022 Proceedings*, 1411–1416. <https://doi.org/10.21125/inted.2022.0421>

Hnatová, J. (2023). *Technológia rozšírenej reality v matematickej edukácii: SWOT analýza*. Prešov: Vydavateľstvo Prešovskej univerzity.

Hnatová, J., Prídavková, A., & Lipták, J. (2024). *Rozšírená realita v primárnej matematickej edukácii: analýza edukačných aktivít študentov – budúcich pedagógov*. Prešov: Vydavateľstvo Prešovskej univerzity.

Kilpatrick, J. (2009), Volume, pp. 107–121. *The Mathematics Teacher and Curriculum Change*. Philippine News Agency: Manila, Philippine.

- Koparan, T., Dinar, H., Koparan, E. T., & Haldan, Z. S. (2023). Integrating augmented reality into mathematics teaching and learning and examining its effectiveness. *Thinking Skills and Creativity*, 47, 101245. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101245>
- Lipták, J. (2023). Rozšírená realita vo voľnočasovej matematickej edukácii očami študentov predprimárnej a primárnej pedagogiky. *Elementary Mathematics Education Journal*. 5(2), 17–24.
- Niss, M., & Højgaard, T. (2019). Mathematical competencies revisited. *Educational Studies in Mathematics*, 102(1), 9–28. <https://doi.org/10.1007/s10649-019-09903-9>
- Piñero Charlo, J. C., Noriega Bustelo, R., Canto López, M. del C., & Costado Dios, M. T. (2022). Influence of the Algorithmization Process on the Mathematical Competence: A Case Study of Trainee Teachers Assessing ABN- and CBC-Instructed Schoolchildren by Gamification. *Mathematics*, 10(16), Article 16. <https://doi.org/10.3390/math10163021>
- Recommendation of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on Key Competences for Lifelong Learning. Off. J. 2006, 394, 10–18. Available online: <http://data.europa.eu/eli/reco/2006/962/oj> (accessed on 6th March 2025).