

## ROZŠÍRENÁ REALITA VO VOĽNOČASOVEJ MATEMATICKEJ EDUKÁCIÍ OČAMI ŠTUDENTOV PREDPRIMÁRNEJ A PRIMÁRNEJ PEDAGOGIKY

Jakub LIPTÁK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Prešovská univerzita v Prešove, Pedagogická fakulta (Slovenská republika)  
jakub.liptak@unipo.sk

### Abstrakt

Jednou zo súčasne často diskutovaných digitálnych technológií vo vzdelávaní je rozšírená realita (AR). Článok sumarizuje základné charakteristiky rozšírenej reality a aspekty jej inkorporácie do edukačných aktivít. Následne je prieskumná časť venovaná znalostiam a postojom študentov predškolskej a primárnej pedagogiky vzhľadom na rozšírenú realitu. Výsledky poukazujú na nízku mieru znalostí participantov o rozšírenej realite, no naznačujú ich záujem o používanie tejto technológie v rámci edukačného procesu. Preferencia používania rozšírenej reality v rámci matematických činností je však determinovaná jej pozitívmi a negatívami, z ktorých sú v článku vyextrahované tie najčastejšie z pohľadu študentov predprimárneho a primárnej pedagogiky.

**Kľúčové slová:** rozšírená realita, učitelia v profesijnej príprave, klady a zápory AR

## AUGMENTED REALITY IN LEISURE TIME MATH ACTIVITIES THROUGH LENSES OF PRESCHOOL AND PRIMARY PEDAGOGY STUDENTS

### Abstract

Augmented reality (AR) is one of the widely discussed digital technologies in education. The paper presents the basic properties of augmented reality and aspects related to incorporating augmented reality into educational activities. The exploratory part of the paper inquires about the knowledge and beliefs of pre-service preschool and primary school teachers about augmented reality. The results indicate a low understanding of augmented reality; however, they suggest their interest in using it in educational activities based on specific criteria. Those criteria stem from what the pre-service teachers deem as positive and negative factors of using augmented reality. The paper lists the most common factors obtained from the inquiry process.

**Keywords:** augmented reality, pre-service teachers, cons and pros of AR

### 1. Úvod

Neustála modernizácia a technologický pokrok sa v dnešnej dobe premieta do každodenného života jedincov. Za príčinu implementovania stále technologicky dokonalejších technológií do každodenných činností jedincov možno hľadať dôvody ako automatizácia, časová a energetická úspora, dostupnosť, globalizácia, trhový mechanizmus a podobne. Digitálne technológie si tak vydobyli miesto aj v edukačnej realite. Používanie digitálnych technológií v edukácii sa môže uplatniť pri sprostredkovaní informácií, pri samotnom oboznamovaní žiakov s danými technológiami, pri hodnotení úrovne znalostí žiakov a podobne.

Jednou z digitálnych technológií, ktoré sa v súčasnosti stávajú bežnou súčasťou každodennej reality, a teda ich inkorporácia do edukačného procesu je viac než žiadaná, je technológia rozšírenej reality (angl. *augmented reality* - AR). Pojem rozšírená realita sa vzťahuje k vizuálnym technológiám schopným kombinovať alebo prelínať grafické, symbolické, alebo alfanumerické informácie s obrazovým vnímaním sveta konkrétneho jedinca (Aukstakalnis, 2017, s. 2).

Azuma (1997) pokladá za základné charakteristiky rozšírenej reality schopnosť kombinovať reálne a virtuálne podnety, uchytenie virtuálneho modelu do stanoveného reálneho priestoru a interaktivitu v reálnom čase. Po technickej stránke tak technológia rozšírenej reality musí pozostávať z niekoľkých komponentov.

Virtuálny model predstavuje naprogramovaný objekt, o ktorý je realita rozšírená. Tento model je uložený v databáze konkrétnej aplikácie, ktorá môže fungovať on-line alebo off-line (Hnatová, 2021). Virtuálny model je vizualizovaný na základe registračného podnetu pomocou konkrétneho vizuálneho zariadenia. Tento podnet (marker) môže byť vo forme 3D objektu, textu, obrázka, QR kódu alebo ľudskej tváre (Hnatová & Hnat, 2019a). K samotnej vizualizácii pritom dochádza prostredníctvom digitálneho zariadenia, ktoré je buď pripevnené na hlave používateľa (napr. okuliare), alebo držané v rukách (napr. tablet, smartfón). Aby bol vizuálny model interaktívny v zmysle reagovania na zmenu polohy a pohybu používateľa, technológia musí poskytovať funkciu sledovania polohy a pohybu používateľa, resp. používaného zariadenia. Interaktivitu pritom možno chápať ako pripravenosť technológie zmeniť projekciu na základe priestorovej pozície používateľa (Schmalstieg & Höllerer, 2016).

## 2. Rozšírená realita v edukačnej sfére

Používanie digitálnych technológií v edukačnom procese môže byť faktorom, ktorý nastoľuje priaznivé učebné prostredie pre žiakov aj učiteľa, zvyšuje kvalitu učebného procesu a pomáha žiakom porozumieť základným konceptom súvisiacim s informačno-technologickou gramotnosťou (Hendrayana & Wahyudin, 2018). To možno konkretizovať aj v prípade používania rozšírenej reality.

Rozšírená realita môže pôsobiť na žiakov ako motivačný prvok (Chang & Hwang, 2018; Ibanez et al., 2020), a to aj na základe vysokej úrovne počítačovej grafiky, ktorá je v dnešnej dobe v niektorých prípadoch len ťažko rozlíšiteľná od „reálneho“ obrazu (Schmalstieg & Höllerer, 2016). Používanie rozšírenej reality tak môže zvýšiť pozornosť žiakov (Bressler & Bodzin, 2013; Gün & Atasoy, 2017), čo môže následne vyústiť do kvalitnejšieho edukačného procesu.

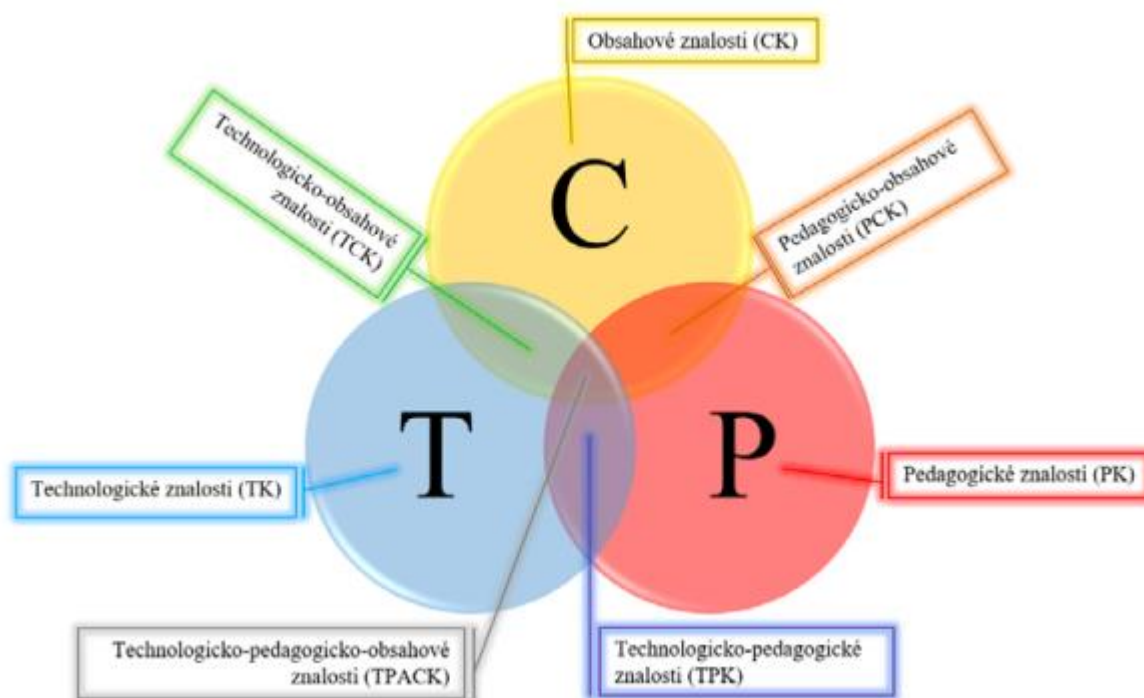
Medzi konkrétne výhody používania rozšírenej reality vo vyučovaní matematiky možno zaradiť pozitívny vplyv na úroveň žiackej predstavivosti, resp. schopnosti mentálnej vizualizácie (Hnatová, 2022; Lin et al., 2013). Následne, zlepšená schopnosť žiakov mentálne vizualizovať môže prispieť k lepšiemu porozumeniu napr. základných vlastností priestorových geometrických útvarov (Cantürk Günhan, 2014; Gunčaga & Žilková, 2019; Ibili et al., 2019). V spojení s vizualizáciou, celkovo sa javí viac zmysluplné využívanie rozšírenej reality pri vyučovaní takých edukačných celkov, ktorých súčasťou sú vizuálne koncepty. Vo vyučovaní matematiky sa tak rozšírená realita ponúka najmä pre činnosti spojené s geometrickými konceptami.

Aj keď implementácia rozšírenej reality v rámci edukácie sa zdá byť jednoduchšie v prípade nácviku alebo zdokonaľovania pohybových činností v porovnaní s učením sa teoretických poznatkov (Aukstakalnis, 2017, s. 300), možno pozorovať istý potenciál rozšírenej reality aj pre túto oblasť. Keďže rozšírená realita ponúka pre žiakov vizuálne podnety, možno predpokladať jej pozitívny vplyv pre lepšie porozumenie abstraktných konceptov (Akçayır et al., 2016), ktorými matematika prekytuje.

V súvislosti s učením sa abstraktných konceptov a Brunerovou teóriou módov učenia (1966), technológiu rozšírenej reality možno zaradiť do skupiny nástrojov, ktorými možno koncepty skúmať na ikonickej a z časti enaktívnej úrovni (nedochádza k fyzickému kontaktu, avšak manipulácia pomocou používaného zariadenia nie je vylúčená). Prídavková (2022) tieto modely nazýva enaktívnymi v digitalizovanej forme.

Samotné využívanie digitálnych inovácií v edukácii nie je zárukou dosahovanie lepších učebných výsledkov (Aukstakalnis, 2017, s. 309). Ak sú aktivity využívajúce rozšírenú realitu nevhodne navrhnuté, ich inkorporácia do vyučovania síce môžu u žiakov zvýšiť záujem o samotnú činnosť, avšak takáto aktivita môže u žiakov spôsobiť stratu pozornosti od podstatného, a tým nemusí smerovať k želanému edukačnému cieľu (Aukstakalnis, 2017, s. 309).

Digitálne technológie možno považovať za nástroj pre posilnenie pedagogického potenciálu konkrétneho učiteľa (Toyoma, 2015). Hnatová & Hnat (2019b) hovoria o rozšírenej realite ako o pomocnom nástroji, pomocou ktorého možno vizualizovať materiál, fixovať poznanie žiakov o danom koncepte, alebo hodnotiť úroveň žiackeho poznania. Predpokladom efektívneho využívania rozšírenej reality v rámci edukácie je tak schopnosť učiteľa pracovať s danou technológiou. Požiadavky kladené na učiteľa, ktorý využíva digitálne technológie v rámci edukácii možno generalizovať modelom TPAC (Harris, Mishra, & Koehler, 2009). Tento model v sebe integruje tri hlavné komponenty, a to učiteľove znalosti obsahu (angl. *content knowledge*), pedagogické znalosti (angl. *pedagogical knowledge*) a technologické znalosti (angl. *technological knowledge*). Vyučovací proces, v ktorom učiteľ používa digitálne technológie možno považovať za efektívny nielen ak jeho znalosti jednotlivých komponentov sú na optimálnej úrovni, ale ak dochádza aj k ich prelínaniu (pozri obr. 1).



Obrázok 1. Schematické znázornenie modelu TPACK (Hnatová, 2022)

V súlade s vyššie uvedeným je teda efektívnosť využívania rozšírenej reality vo vyučovaní determinovaná, okrem iného, technologickými znalosťami samotného edukátora.

### 3. Metodológia

Cieľom prieskumu bolo zmapovať skúsenosti, pripravenosť a postoje študentov pripravujúcich sa na povolanie pedagóga pre predprimárne a primárne vzdelávanie ohľadom používania rozšírenej reality v rámci voľnočasovej matematickej edukácie. Výskumný súbor pozostával z 85 študentov druhého ročníka bakalárskeho štúdia študujúcich na Pedagogickej fakulte Prešovskej univerzity v Prešove (ďalej participanti). Participanti boli vybraní na základe dostupnosti klastrovým výberom. V rámci prieskumu sme sa zamerali na zodpovedanie týchto otázok:

1. Nakoľko sú participanti oboznámení s technológiou rozšírenej reality?
2. Ako hodnotia participanti svoju pripravenosť využívať digitálne technológie v edukácii?
3. Aký je záujem participantov o využívanie rozšírenej reality v matematickej edukácii?
4. Čo považujú participanti za silné a slabé stránky využívania rozšírenej reality v rámci matematických aktivít?

Na zodpovedanie týchto otázok sme sa rozhodli použiť metódu dotazník a posudzovaciu škálu. Na zodpovedanie prvej otázky sme sa participantov položili otázku „Čo je rozšírená realita?“. Za správnu definíciu, resp. popis sme pritom považovali takú, ktorá sa v zhoduje s vyššie uvedenou charakteristikou v znakoch ako kombinácia reálneho a digitálneho, potreba snímacieho zariadenia, virtuálna vizualizácia a pod.

Na zodpovedanie tretej a štvrtej otázky participantmi sme ich prvotne potrebovali oboznámiť s technológiou rozšírenej reality. Participantom sme predstavili aplikáciu MathAR – Kockové stavby, prostredníctvom ktorej mali možnosť si vyskúšať živú interakciu s virtuálnymi kockovými stavbami. Dĺžka tejto interakcie bola po dobu 30 minút, pričom každý participant buď priamo pracoval s danou aplikáciou alebo bol v pozícii pozorovateľa.

Na zodpovedanie druhej otázky sme pre participantov priamo formulovali tvrdenie „Doterajšie vzdelávanie ma dostatočne pripravilo na prácu s digitálnymi technológiami v edukačnom procese“ a nechali ich o jeho správnosti rozhodnúť pomocou sedem bodovej Likertovej škály s krajnými možnosťami úplne súhlasím (1) a úplne nesúhlasím (7). Dané tvrdenie im bolo predložené po interakcii s rozšírenou realitou.

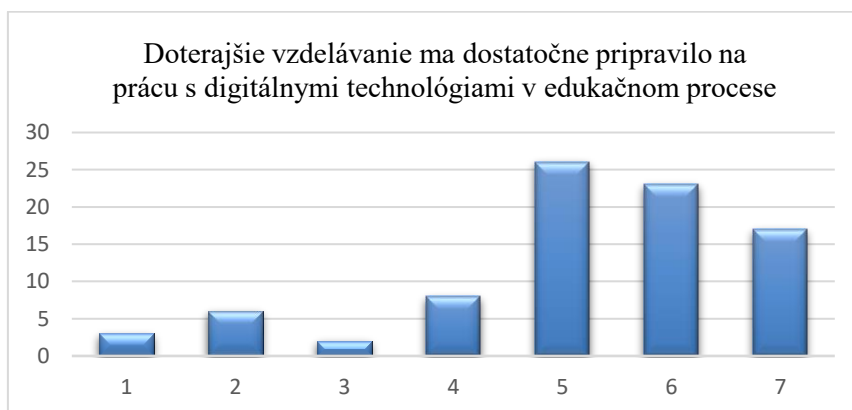
Na zodpovedanie tretej otázky bolo následne participantom sformulované tvrdenie „Prezentovanú aplikáciu využívajúcu rozšírenú realitu chcem v budúcnosti využiť pri práci so žiakmi“, o ktorého pravdivosti mali rozhodnúť pomocou sedem bodovej Likertovej škály s krajnými možnosťami úplne súhlasím (1) a úplne nesúhlasím (7).

Na zodpovedanie štvrtej otázky sme nechali participantom vypísať výhody a nevýhody používania rozšírenej reality v edukácii pri použití metódy brainstormingu. Odpovede boli zaznamenané formou pero-papier.

### 4. Výsledky

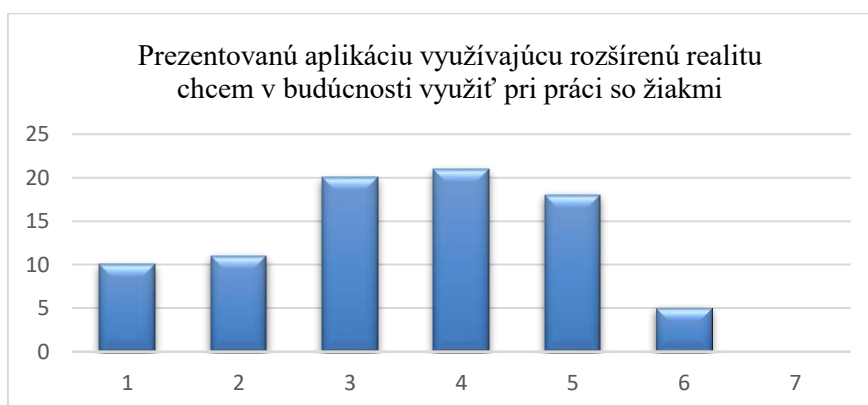
Prieskum ukázal, že rozšírená realita je pre študentov predprimárnej a primárnej pedagogiky doposiaľ nepoznanou technológiou, nakoľko ani jeden z participantov ju nedokázal správne charakterizovať. Tento fakt vopred napovedá o úrovni pripravenosti participantov používať digitálne technológie, čo bolo predmetom druhej výskumnej otázky.

Získané odpovede na druhú položenú otázku možno charakterizovať strednou hodnotou súboru 5,18 a jeho smerodajnou odchýlkou 1,59, čo poukazuje na prevahu nízkeho pocitu pripravenosti participantov používať digitálne technológie v edukačnom procese, resp. že ich doterajšie štúdium nedostatočne pripravilo na prácu s digitálnymi technológiami (pozri graf 1).



Graf 1. Názory participantov na vlastnú pripravenosť na prácu s digitálnymi technológiami v edukačnom procese

Získané odpovede na tretiu položenú otázku možno charakterizovať strednou hodnotou súboru 3,48 a jeho smerodajnou odchýlkou 1,41, čo poukazuje na ambivalentný vzťah participantov voči prezentovanej aplikácii založenej na rozšírenej realite (pozri graf 2).



Graf 2. Preferencie participantov voči budúcemu využívaniu aplikácie s rozšírenou realitou

Získané odpovede participantov ohľadom výhod a nevýhod využívania rozšírenej reality vo vyučovaní a voľnočasovej edukácii boli podrobené prvotnej analýze, na základe ktorej boli vyextrahované a syntetizované najčastejšie sa vyskytujúce odpovede (pozri tab. 1).

Tabuľka 1. Výhody a nevýhody AR z pohľadu študentov predškolskej a primárnej pedagogiky

| Silné stránky   | Slabé stránky   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- zaujímavá pre žiakov,</li> <li>- zvýšenie pozornosti žiakov,</li> <li>- rozvoj priestorovej predstavivosti,</li> <li>- rozvíjanie IKT zručností,</li> <li>- možnosť použitia aj z domu.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- absencia reálnej manipulácie,</li> <li>- rozptýlenie inými mobilnými aplikáciami,</li> <li>- zníženie kognitívnej záťaže žiakov,</li> <li>- v súčasnosti nedostatočná technická podpora (zariadenia, Wi-Fi, ...),</li> <li>- nedostupnosť pre všetkých.</li> </ul> |

## 5. Diskusia

Technológia rozšírenej reality v súčasnosti začína prenikať do všetkých sfér bežného života. Preto je adekvátne o nej uvažovať aj ako jednom z možných edukačných prostriedkov. Realizovaný prieskum na vzorke študentov predprimárnej a primárnej pedagogiky ukázal, že napriek súčasnej všeobecnej rozšírenosti AR technológie majú budúci učitelia veľmi limitované skúsenosti a vedomosti o AR. Možno sa nazdávať, že z časti ide o neznalosť pojmu „rozšírená realita“, nakoľko samotná AR je súčasťou mnohých mobilných aplikácií, ktoré sú využívané generáciou mladých ľudí. Vo všeobecnosti tak možno tvrdiť, že s AR sa mnohí jej používatelia stretávajú bez formálneho školenia o tejto technológii. Tým pádom ich poznanie zostáva fixované na konkrétne aplikácie bez širšieho poznania technológie a jej ďalších možností. Z toho vyplýva potreba neustáleho posilňovania formálneho vzdelávania v IKT, čo súvisí s aplikovaním výsledkov súčasného výskumu poukazujúcich na potrebu integrácie digitálnych technológií do edukačného procesu (Müller, Begović & Baumgärtner 2018; Neumajer, 2014). V rámci prípravy budúcich pedagógov sa to môže odzrkadliť aj inkorporovaním rozličných aplikácií využívajúcich rozšírenú realitu v rámci ich profesijnej prípravy, špeciálne so zameraním na matematickú edukáciu.

V rámci prieskumu bola participantom predstavená jedna špecifická aplikácia pracujúca s kockovými stavbami. Z toho možno dedukovať, že ochota participantov využívať túto aplikáciu je podmienená viacerými faktormi viazanými na kvalitu aplikácie a edukačných aktivít s ňou spätých. Samotná aplikácia nie je špecifikovaná pre konkrétne činnosti, a tak ponúka používateľom širší záber použitia, čo možno vnímať pozitívne v zmysle voľnosti, avšak aj negatívne v zmysle potreby vytvárania vlastných návrhov aktivít. Získané výsledky tak nemožno zovšeobecniť pre využívanie rozšírenej reality ako takej, nakoľko realizovaná intervencia neponúkla participantom dostatočný záber na hĺbkové oboznámenie sa s využitím rozšírenej reality v rámci matematickej edukácie. Na druhej strane však získané výsledky nepoukazujú na negatívne tendencie participantov voči rozšírenej realite, čo možno považovať za pozitívum v zmysle ochoty využívať aplikácie podporené AR technológiou spĺňajúce určité kvalitatívne požiadavky.

Preferencia využívať rozšírenú realitu v rámci matematickej edukácie pedagógom je podmienená ako kvalitou samotnej aplikácie a jej zameraním, tak aj subjektívnymi a objektívnymi faktormi súvisiacimi s praktickým využívaním AR technológie. Niektoré z týchto faktorov boli identifikované v rámci nášho prieskumu. Tieto faktory nadväzujú a dopĺňajú predošlé zistenia z danej oblasti (napr. Hnatová & Hnat, 2019a).

## 6. Záver

Inkorporácia rozšírenej reality do matematickej edukácie je súčasný fenomén, ktorý potrebuje dostatočnú mieru pozornosti ako pedagogických výskumníkov, tak aj učiteľov z praxe. Príspevok bol venovaný analýze prvotných skúseností budúcich učiteľov predprimárneho a primárneho stupňa vzdelávania s touto technológiou. Získané výsledky poukazujú na potrebu častejšieho využívania rozšírenej reality v rámci edukačných aktivít, čo môže mať za následok zlepšenie digitálnych kompetencií pedagógov a žiakov. Navyše, v prípade optimálneho prostriedku (aplikácie) využívajúceho rozšírenú realitu možno predpovedať rozvíjanie korešpondujúcich matematických znalostí žiakov. Kľúčom k úspechu je teda kvalitný edukačný prostriedok (aplikácia), adekvátne technické vybavenie v rámci konkrétneho edukačného priestoru a adekvátne pedagogicko-technologicko-obsahové znalosti pedagóga.

## Acknowledgements

Príspevok vznikol s podporou grantového projektu KEGA 036PU-4/2021 *Technológia rozšírenej reality v profesijnej matematickej príprave budúcich učiteľov elementaristov* riešeného na PF PU v Prešove.

## Literatúra

- Akçayir, M., Akçayir, G., Pektaş, H. M., & Ocak, M. A. (2016). Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories. *Computers and Education*, 57, 334-342. <https://doi.org/f795v9>
- Aukstakalnis, S. (2017). *Practical Augmented Reality: A Guide to the Technologies, Applications, and Human Factors for AR and VR*. Addison-Wesley. ISBN 978-0-13-409423-6
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Teleoperators and Virtual Environments* 6(4), 355-385. <https://doi.org/gc2hkv>
- Bressler, D. M., & Bodzin, A. M. (2013). A Mixed Methods Assessment of Students' Flow Experiences during a Mobile Augmented Reality Science Game. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(6), 505-517. <https://doi.org/10.1111/jcal.12008>
- Bruner, J. S., (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Cambridge: Harvard University Press.
- Cantürk Günhan, B. (2014). An Investigation of Pre-Service Elementary School Teachers' Knowledge Concerning Quadrilaterals. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, 43(2), 137-154. <https://doi.org/10.14812/CUFEJ.2014.017>
- Chang, S. C., & Hwang, G. J. (2018). Impacts of an Augmented Reality-Based Flipped Learning Guiding Approach on Students' Scientific Project Performance and Perceptions. *Computers & Education*, 125, 226-239. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.007>
- Gün, E. T., & Atasoy, B. (2017). The effects of augmented reality elementary school students' spatial ability and academic achievement. *Education and Science*, 42(191), 31-51. <https://doi.org/gn4m>
- Gunčaga, J., & Žilková, K. (2019). Visualisation as a method for the development of the term rectangle for pupils in primary school. *European Journal of Contemporary Education*, 8(1), 52-68. <https://doi.org/gn4k>
- Harris, J., Mishra, P., & Koehler, M. (2009). Teachers' technological pedagogical content knowledge and learning activity types: curriculum-based technology integration reframed. *Journal of Research on Technology in Education*, 41(4), 393-416. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ844273.pdf>
- Hendrayana, A. & Wahyudin. (2018). Mobile learning to improve mathematics teachers' mathematical competencies. *Journal of Physics: Conference Series*, 948. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/948/1/012049>
- Hnatová, J., Hnat, A. (2019a). Swot analýza zaradenia technológie rozšírenej reality do vzdelávania. In: *Między teorią pedagogiczną a praktyką edukacyjną. Annales Pedagogicae Nova Sandes – Presoves VIII.* (s. 75-83). Nowy Sacz, Poľsko.

- Hnatová, J., Hnat, A. (2019b). Rozšířená realita vo vzdelávaní. In: *Osvita i suspištvo IV. Mižnarodnyj zbirnyk naukovych prac.* (s. 100-108). Opole (Polsko): Vidavnictvo Vyššoj technickoj školy v Katovice.
- Hnatová, J. (2021). Výhody a úskalia inkorporácie „nových“ digitálnych technológií do matematickej edukácie. *Elementary Mathematics Education Journal*, 3(1), 15-24. [http://emejournal.upol.cz/Issues/Vol3No1/Vol3No1\\_Hnatova.pdf](http://emejournal.upol.cz/Issues/Vol3No1/Vol3No1_Hnatova.pdf)
- Hnatová, J. (2022). Vzájomné prieniky technologických, matematických a pedagogických znalostí pri implementácii technológie rozšírenej reality do výučby študentov učiteľstva pre primárne vzdelávanie. *Elementary Mathematics Education Journal*, 4(1), 13-25. [http://emejournal.upol.cz/Issues/Vol4No1/Vol4No1\\_Hnatova.pdf](http://emejournal.upol.cz/Issues/Vol4No1/Vol4No1_Hnatova.pdf)
- Ibáñez, M. B., Portillo, A. U., Cabada, R. Z., Barrón, M. L., (2020). Impact of augmented reality technology on academic achievement and motivation of students from public and private Mexican schools. A case study in a middle-school geometry course, *Computers & Education*, 145. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103734>.
- Ibili, E., Çat, M., Resnyansky, D., Şahin & Billinghamurst, M. (2019). An assessment of geometry teaching supported with augmented reality teaching materials to enhance students' 3D geometry thinking skills. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(2), 224-246. <https://doi.org/ghpqdn>
- Lin, H. C. K., Chen, M. C., & Chang, C. K. (2013). Assessing the effectiveness of learning solid geometry by using an augmented reality-assisted learning system. *Interactive Learning Environments*, 23(6), 799-810. <https://doi.org/10.1080/10494820.2013.817435>
- Müller, M., Begović, I., Baumgärtner, R. (2018). Information and communication technologies and teacher education in the new paradigms of higher education. *Croatian Review of Economic, Business and Social Statistics*, 4(1), 27-41. <https://doi.org/10.2478/crebss-2018-0003>
- Neumajer, O. (2014). *Inovativní výukové aktivity pro rozvoj dovedností pro 21. století*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta. <https://ondrej.neumajer.cz/wp-content/uploads/2016/08/Inovativni-vyukove-aktivity-pro-rozvoj-dovednosti-pro-21.-století.pdf>
- Pridavková, A. (2022). Technológia rozšírenej reality a rozvoj matematických schopností. *Elementary Mathematics Education Journal*, 4(1), 53-63. [http://emejournal.upol.cz/Issues/Vol4No1/Vol4No1\\_Pridavkova.pdf](http://emejournal.upol.cz/Issues/Vol4No1/Vol4No1_Pridavkova.pdf)
- Schmalstieg, D., & Höllerer, T. (2016). *Augmented Reality: Principles and Practice*. Boston: Addison-Wesley.
- Toyoma, K. (2015). Technology won't fix America's neediest schools. It makes bad education worse. *Washington Post*. <https://www.washingtonpost.com/posteverything/wp/2015/06/04/technology-wont-fix-americas-neediest-schools-it-makes-bad-education-worse/>