

Obogatena resničnost v izobraževanju najmlajših: raziskave, izzivi in prihodnje perspektive

Katja Zemljič

Univerza v Mariboru

katja.zemljic@um.si

Samo Fošnarič

Univerza v Mariboru

samo.fosnarič@um.si

Obogatena resničnost (angl. *augmented reality* – AR) se je v izobraževalne namene začela uporabljati šele v zadnjih dveh desetletjih. Sprva se je pojavljala na univerzitetni in srednješolski ravni, v zadnjih letih pa se vse pogostejše uporablja tudi na predšolski in osnovnošolski ravni izobraževanja. Ta prispevek predstavlja pregled raziskav o uporabi tehnologije AR v predšolskem obdobju in pri razrednem pouku. Poudarja prednosti in koristi AR, kot so povečana motivacija, pozornost, konceptualne spretnosti ter interaktivno in privlačno učenje. Po analizi raziskovalnih rezultatov lahko izpostavimo, da je AR še posebej učinkovita pri spodbujanju otrokove zavzetosti, vztrajnosti, koncentracije, ustvarjalnosti in socialne interakcije. Kljub temu pa pri njeni uporabi najdemo določene omejitve in izzive, kot so npr. tehnične težave in potreba po strokovnem usposabljanju pedagoškega kadra. Raziskave uporabe tehnologije obogatene resničnosti v predšolskem obdobju in pri razrednem pouku so žal še vedno omejene, vendar kažejo na potencial AR za izboljšanje učnih izkušenj otrok v teh dveh obdobjih.

Ključne besede: obogatena resničnost, predšolska vzgoja, razredni pouk, učenje, motivacija

Uvod

V preteklih letih je bilo izpeljanih veliko raziskav o uporabi obogatene resničnosti (angl. *augmented reality* – AR) v izobraževanju (Cabero-Almenara in Roig-Vila 2019, 2), zato je naš namen poglobljeno predstaviti pregled obstoječih raziskav o uporabi tehnologije AR v predšolskem izobraževanju ter na nižji osnovnošolski ravni izobraževanja oz. pri razrednem pouku. Ker v pričujočem preglednem članku obravnavamo tuje članke, govorimo o nižji osnovnošolski ravni, kar v slovenskem izobraževalnem sistemu sovпада z našim razrednim poukom, ki ga bomo vključili v naše nadaljnje raziskovanje. Ob tem bomo izpostavili prednosti oz. koristi, omejitve, možne izboljšave in prihodnje smernice te tehnologije.

AR je tehnologija, ki realni fizični svet obogati z računalniško ustvarjenimi

3D-virtualnimi predmeti, s katerimi lahko uporabniki komunicirajo na zaslону naprav, kot so kamera, pametni telefoni ali tablični računalniki (Lee idr. 2017, 1). AR omogoča interakcijo med računalniško ustvarjenimi predmeti in resničnim svetom, kar predstavlja koncept združevanja fizičnega sveta (resničnih predmetov) z digitalnim svetom (Hassan, Rahim in Shin 2021, 545).

AR je ena od novih tehnologij, ki se je v zadnjem času zaradi svoje uporabnosti še posebej razvila na področju poučevanja oz. izobraževanja, kjer postaja vse pomembnejša (Cabero-Almenara in Roig-Vila 2019, 1). Aplikacije, razvite s tehnologijo AR, omogočajo hkratno uporabo 3D-predmetov, besedil, slik, videoposnetkov in animacij. Posledično so lahko uporabniki AR sočasno udeleženi v dogodkih in obdani z informacijami, ki jih nudi AR, ter okoliškimi predmeti, ki pri AR sodelujejo z navidezno resničnostjo (VR) (Aydogdu in Kelpšienė 2021, 11).

Že Dayang Rohaya Awang Rambli, Wannisa Matcha in Suziah Sulaiman (2013, 212) navajajo, da je pojav tehnologije AR pred več kot desetletjem začel pritegovati pozornost raziskovalcev kot koristna alternativa klasičnim metodam poučevanja in interaktivni način za ustvarjanje orodij ter gradiv za poučevanje in učenje, kar se je z vedno večjim razvojem te tehnologije le še povečevalo. Dandanes se tehnologija pogosto uporablja za izboljšanje učnega procesa na različnih izobraževalnih področjih (Hossain in Ahmed 2021, 1). AR ima v okoljih poučevanja in učenja širok spekter uporabe (Yuen, Yao-yuneyong in Johnson 2011, 125–126).

AR omogoča kombinirano, interaktivno, samousmerjevalno, aktivno, na odkrivanju temelječe in celovito učenje (angl. *seamless learning*) (Su, Tang in Winoto 2018, 259). Učinkovita je pri dejavnostih, pri katerih se učenci učijo snovi, ki jih v resničnem svetu ali brez posebne naprave ne bi mogli spoznati, kot tudi pri učenju abstraktnih in kompleksnih konceptov. Prav tako se uporablja zaradi možnosti razširjanja informacij in njihovega kombiniranja s kontekstom za zagotavljanje novih izkušenj (Chen, Liu idr. 2017a, 15). Učencem pomaga razumeti zapletene prostorske odnose in abstraktne pojme, saj omogoča soobstoj virtualnih predmetov in elementov resničnega okolja (Arvanitis idr. 2007, 243–244).

Tehnologija AR se od leta 1990 postopoma uporablja na različnih področjih, a se je najprej pojavila v letalski industriji. Lahko se uporablja kot metoda predstavitve dodatnih informacij z uporabo telesne aktivnosti kot medija, da lahko uporabniki vidijo integracijo resničnega in virtualnega sveta (Chang idr. 2014, 185). Uporaba AR se v izobraževanju povečuje iz leta v leto, kakor se tudi povečuje število raziskav na področju uporabe AR v izobraževanju. Najprej so se raziskave izvajale predvsem na univerzitetni ravni in v srednjih

šolah, zadnja leta pa narašča tudi število raziskav na področju uporabe AR v osnovnih šolah in vrtcih.

Tehnologija AR lahko v realnem času prikaže virtualne predmete v 2D- in 3D-tehniki (Hidayat, Sukmawarti in Suwanto 2021, 2). Z AR se znanstveniki ukvarjajo že dve desetletji (Chen, Liu idr. 2017, 13).

Z novimi tehnologijami AR in navidezne resničnosti (angl. *virtual reality* – VR) je učni proces v današnjih učilnicah veliko učinkovitejši in bolj motivacijski. Razlika med AR in VR je v uporabnikovi izkušnji, saj se pri VR uporabnik popolnoma potopi v navidezni svet, ki je računalniško ustvarjen, pri AR pa digitalne vsebine dodamo v resnični svet z uporabo aplikacij. Z uvajanjem virtualnih vsebin v realni svet učne metode postanejo privlačne in zabavne za učence med izvajanjem dejavnosti (Afnan idr. 2021, 1). Anfan idr. (2021, 1) navajajo, da je s tehnikami AR obogaten učni proces v primerjavi s tradicionalnimi metodami enostaven in zabaven, a kljub temu pri takšnem procesu manjkata osredotočeno učenje in interaktivnost med izobraževalnimi vsebinami.

Metodologija

Pri raziskovanju bomo za obrazložitev uporabe tehnologije AR v predšolskem obdobju in pri razrednem pouku uporabili deskriptivno raziskovalno metodo, z analitično raziskovalno metodo bomo preučili prednosti in omejitve uporabe tehnologije AR ter s sintetično metodo podali strnjen povzetek ključnih ugotovitev. V procesu raziskovanja bomo uporabili novejšje primarne in sekundarne tuje vire.

Obogatena resničnost v predšolskem obdobju

Kljub zanimanju raziskovalcev za načine uporabe tehnologije AR v šolah in tudi v vrtcih še vedno ni znanstvenega pristopa k uporabi orodij AR v predšolskem obdobju, kjer je bilo opravljenih tudi najmanj raziskav (Masmuzidin in Aziz 2018, 47). Kljub temu se izobraževanje predšolskih otrok z uporabo tehnologije povečuje. Aplikacije AR pritegnejo pozornost otrok v tem obdobju in izboljšajo njihovo osredotočenost (Hassan, Rahim in Shin 2021, 554). Aplikacije AR poskrbijo za vključenost različnih otrokovih čutil z ustrezno kombinacijo zvoka, slike in dotika kot močnim motivacijskim orodjem (Cascales idr. 2012, 114). S temi lastnostmi uporaba tehnologije AR v izobraževanju spodbuja čutila majhnih otrok, vzbuja njihovo radovednost, pritegne njihovo pozornost in jih vodi k raziskovanju (Chen, Zhou idr. 2017, 114).

Antonia Cascales, Pérez-López in Contero (2013, 426) so v svoji raziskavi ugotovili, da uporaba AR pri predšolskih otrocih pozitivno vpliva na raven

motivacije predšolskih otrok, koncentracijo pozornosti, znanje, pismenost, ustvarjalnost in zadovoljstvo, kar so navedli starši otrok v tej raziskavi. Tehnologija AR, ki se uporablja v predšolskem obdobju, lahko otrokom pomaga pri prepoznavanju učnih vsebin in hitrejšem razumevanju posredovanega gradiva (Hsieh in Lee 2008, 663).

Uporaba AR omogoča obogatitev tradicionalnih izobraževalnih metod in njihovo večjo učinkovitost. Aplikacije AR predšolskim otrokom omogočajo pridobivanje spretnosti spoznavanja okolja, koncentracije, pozornosti, urjenja spomina, bogatenja besedišča, učenja branja, ustvarjalnosti, učenja zvokov in uporabe programske opreme (Kelpšienė 2020, 173–174).

Pri pregledu raziskav o tehnologiji AR v predšolskem obdobju vidimo, da zajemajo različna področja, pri čemer smo poudarek namenili uporabi AR na področjih naravoslovja, matematike in tudi jezikov, saj se nam zdi pomembno, v katerem jeziku otroci uporabljajo AR. Uporabljene so pri matematičnem izobraževanju otrok (Lee in Lee 2008; Zhu in Wang 2017), poučevanju angleščine kot tujega jezika (Hsieh in Lee 2008) in pri poučevanju turščine (Yilmaz 2016). Tehnologija AR je bila prav tako uporabljena pri poučevanju otrok o naravi (Cascales idr. 2013; Fajarianto idr. 2018; Aydoğdu 2021) in pri dejavnostih s pravljičami za otroke (Yilmaz in Goktaş 2017). Prav tako je bila uporabljena v dramatiki, ki je učinkovita pri socializaciji otrok in učenju socialnih vlog v predšolski vzgoji (Han idr. 2015). Ugotovljeno je bilo, da so aplikacije AR učinkovite pri izboljšanju prostorskih spretnosti otrok (Gecu-Parmaksız in Delialioğlu 2020).

Uporaba AR v predšolskem obdobju je še vedno omejena (Masmuzidin in Aziz 2018, 47). Pomembne koristi aplikacij AR so dokazane tako na tej stopnji kot na drugih, višjih stopnjah izobraževanja (Lin idr. 2016, 1). Prav zato predšolski otroci predstavljajo potencialno zanimivo skupino za raziskovanje njene uporabe (Bacca idr. 2014, 146).

AR poskrbi, da je izobraževalna tehnologija interaktivna in privlačna za predšolske otroke (Aladin idr. 2020, 1) in zato je v zadnjem času pritegnila pozornost raziskovalcev, da bi raziskali njeno uporabo pri predšolskih otrocih (Kucuk in Goktas 2017; Gecu-Parmaksız in Delialioğlu 2020; Redondo idr. 2020; Yilmaz, Zhou idr. 2020; Mowafi in Abumuhfouz 2021). Kljub temu je o prispevku tehnologije AR k pedagoški praksi in učnim rezultatom v predšolskem obdobju znanega malo (Madanipour in Cohnsen 2020, 1).

Aydoğdu (2021, 5) je izvedel raziskavo, pri kateri sta sodelovali eksperimentalna (13 otrok, šest deklic in sedem dečkov) in kontrolna skupina (13 otrok, pet deklic in osem dečkov). Pred in po raziskavi so izvedli testiranje z vsako skupino. Vsi otroci so bili stari 4–5 let. Raziskavo so izvedli z namenom prever-

janja učinka programa, ki temelji na AR, na motivacijo, pozornost in konceptualne spretnosti predšolskih otrok. Otroci v eksperimentalni skupini so sodelovali pri aplikacijah AR, medtem ko so otroci v kontrolni skupini vadili po tradicionalni metodi poučevanja. Merilna orodja so uporabili pred aplikacijo AR in po njej v obeh skupinah. Ugotovili so, da so se motivacija, pozornost in konceptualne spretnosti otrok v eksperimentalni skupini bistveno povečale v primerjavi z otroki v kontrolni skupini (Aydoğdu 2021, 10–19). Na podlagi rezultatov Aydoğdu (2021, 19) navaja, da se aplikacije AR lahko uporabljajo pri učnih dejavnostih v predšolski vzgoji. Prav tako navaja, da so tradicionalni načini poučevanja in učenja z uporabo tehnologije v izobraževalnih okoljih izgubili svoj pomen. Zato predlaga, da se v predšolsko vzgojo vključijo tehnološko podprte in na AR temelječe tehnološke aplikacije, ki so bile večkrat preizkušene (str. 19).

Koristi uporabe obogatene resničnosti v predšolskem obdobju

AR podpira otrokovo zavzetost (Han idr. 2015, 467), vztrajnost, koncentracijo in ustvarjalnost (Kotzageorgiou idr. 2018, 278), motivacijo (Cheng in Tsai 2016, 215; Yilmaz, Kucuk in Goktas 2017, 835; Aydoğdu 2021, 10–19), pozornost in konceptualne spretnosti (Aydoğdu 2021, 10–19). Prav tako so otroci navdušeni in uživajo (Huang, Li in Fong 2016, 9; Yilmaz 2016, 246). AR podpira tudi visoko raven socialne interakcije in sodelovanja (Lorusso idr. 2018, 13).

Jeong Han idr. (2015, 463) so otrokom pred začetkom zbiranja podatkov omogočili, da se seznanijo s tehnologijo AR. Njihovi rezultati kažejo, da so otroci, ki so sodelovali v dramski igri z uporabo AR, ki jo je posredoval robot, pri tem bolj uživali kot pri tradicionalnem pristopu dramske igre (tj. brez tehnološkega posredovanja). Pri računalniško posredovani dramski igri otroci navadno zaznavajo višjo raven interaktivne vključenosti in čutijo večjo empatijo do vrste medija, s katerim so v interakciji. Avtorji poudarjajo, da bi bilo pomembno ugotoviti, ali novost prispeva k večjemu zanimanju in zavzetosti za AR, prav tako pa navajajo, da je treba ugotoviti tudi, ali AR izboljša zavzetost tudi, kadar novost ni dejavnik (Han idr. 2015, 470).

Masyarah Zulhaida Masmuzidin in Nor Azah Abdul Aziz (2018, 51) navajata koristi AR, kot so: povečanje dosežkov, uspešnosti oz. razumevanja, povečanje motivacije, razvijanje pozitivnega odnosa in vedenja, izboljšanje socialnih spretnosti in zabavno učenje.

Yilmaz in Gözümlü (2023, 147) navajata, da otroci, ki so uporabljali aplikacije AR, niso le izboljšali svojega znanja o prepoznavanju živali, ampak so imeli tudi drugačno znanje o podrobnostih živali. Avtorja menita, da je opazovanje živali z različnih zornih kotov s pomočjo aplikacije AR pomembno za to, da

otroci pridobijo podrobne informacije o živalih. Ko so otroci opazovali živali z različnih zornih kotov, je uporaba tehnologije AR pri prepoznavanju živali povečala njihovo sposobnost opazovanja. Glede na opravljene raziskave na tem področju je očitno, da obstaja nujna potreba po razvoju mobilnih aplikacij, ki bi bile posebej namenjene otrokom ter prilagojene edinstvenim potrebam in učnim preferencam mladih učencev oz. otrok, saj lahko na ta način izkoristimo ves izobraževalni potencial tehnologije in otrokom zagotovimo obogatene in učinkovite učne izkušnje.

Gözüm, Papadakis in Kalogiannakis (2022, 13–15) poudarjajo pomembnost potrebe po usposabljanju predšolskih učiteljev s pedagoškim vsebinskim znanjem s področja znanosti, tehnologije, inženirstva in matematike (angl. *science, technology, engineering and mathematics* – STEM) za učinkovito izvajanje vsebin s teh področij pri izkušnjah z AR. Zato je priporočljivo, da programi usposabljanja učiteljev in vzgojiteljev dajejo prednost razvijanju strokovnega znanja s področja STEM-a, kar vzgojiteljem omogoča učinkovito uporabo AR za izobraževanje s področja STEM-a, s čimer se izboljša kakovost izobraževanja otrok.

Antonia Cascales idr. (2013, 109–111) so s svojo raziskavo ugotovili, da je eksperimentalna skupina v vseh preverjanih ciljih dosegla boljše rezultate kot kontrolna skupina, čeprav ta razlika ni bila statistično pomembna, ker so bile vsebine AR le ena od sestavin didaktičnih dejavnosti, namenjenih podpori obravnavane učne enote. Učni proces so organizirali na podlagi skupinskega dela v obeh skupinah, vsebine AR pa so otroci uporabljali v svojem tempu in so služile kot katalizator, ki je otrokom zagotavljal pravo motivacijo in spodbudo, učitelji pa so opazili zelo pozitiven vpliv na učence. Glede na te rezultate so vzgojitelji, ki so sodelovali pri raziskavi, navedli, da bodo motivirali svoje kolege za uporabo AR v razredih (Cascales idr. 2013, 111).

Omejitve in izzivi uporabe obogatene resničnosti v predšolskem obdobju

Nekatere raziskave poročajo o omejitvah uporabe AR v tem obdobju. Te se nanašajo zlasti na tehnične težave, kot sta postavitve predmetov iz realnega sveta v fiksne položaje, da jih aplikacije AR lahko aktivirajo, in osvetlitev prostora (Kotzageorgiou idr. 2018, 278), kar poudarja potrebo po strokovnem usposabljanju vzgojiteljev za podporo vključevanju tehnologij AR v predšolsko obdobje (Huang, Li in Fong 2016, 12). Kot omejitve navajajo tudi težavo pri izbiri eksperimentalne in kontrolne skupine iz različnih vrtcev (Aydoğdu 2021, 19–20).

AR se v izobraževanju uporablja za vizualizacijo, pripis lastnosti in pripo-

vedovanje zgodb na področjih STEM ter zgodnjega izobraževanja. Še vedno manjkajo inteligentni sistemi, sledenje rokam in zlasti interakcija z rokami v realnem času, ki je potrebna za personalizirano in praktično učenje v okoljih z omejenimi viri za učenje predmetov STEM (Iqbal, Mangina in Campbell 2022, 23). Sledenje rokam pomeni, da aplikacija zazna naše roke in z njimi v AR premikamo predmete z uporabo inteligentnih sistemov. Interakcija z rokami v realnem času pa pomeni, da v resničnem prostoru premikamo roke in to istočasno opazimo tudi v aplikaciji AR. Nekatere aplikacije potrebujejo dodatne kontrolerje, ki jih držimo z rokami, pri nekaterih pa aplikacije zaznajo naše prste ali dlani.

Obogatena resničnost na razredni stopnji osnovnošolskega izobraževanja

Uporaba tehnologije AR ima lahko za učence v osnovnošolskem izobraževanju tako pozitiven kot negativen učinek. Vpliv je neposreden in posreden. Pri uporabi je še vedno treba upoštevati potrebe in pripravljenost učencev ter obstoječe zmogljivosti, kot so prostori in zmožnosti učiteljev. S pedagoškega vidika je tehnologija AR zelo podporna pri izvajanju učnih dejavnosti, saj lahko neposredno ustvarja učne izkušnje učencev. Vendar morajo učenci še vedno upoštevati koncept razlike med resničnim in virtualnim svetom (Hidayat, Sukmawarti in Suwanto 2021, 5).

Afnan idr. (2021, 1) za učinkovito učenje osnovnošolcev predlagajo uporabo ročne tehnologije AR, ki temelji na markerjih. Razvili so niz štirih aplikacij, ki temeljijo na učnem predmetu učencev na osnovnošolski stopnji, za namene učenja angleške abecede, decimalnih števil, živali in ptic ter AR-globus za spoznavanje različnih držav po svetu. Te aplikacije je mogoče predvajati kjer koli in kadar koli uporabnik želi, in to brez internetne povezave, če ima na voljo tablični računalnik ali mobilno napravo in zahtevane ciljne slike. Za preverjanje učnega napredka učencev imajo te aplikacije kvize za oceno uspešnosti (angl. *performance evaluation quizzes* – PEQs). Preučevali so učinkovitost učnih gradiv, ki temeljijo na AR, v smislu učne uspešnosti, motivacije, odnosa in vedenja do različnih metod učenja. Rezultati dejavnosti raziskovalcev so naklonjeni učnim tehnikam, ki temeljijo na AR, pri katerih se učna motivacija in uspešnost učencev v primerjavi z učnimi metodami brez AR povečata. Avtorji so med učnimi urami z uporabo AR opazili podporni učinek na učenčevo motivacijo za učni proces. Učenci so pokazali tudi pozitiven odnos in vedenje do učne metode z uporabo AR. V primerjavi s tradicionalnimi učnimi metodami učne tehnike na osnovi AR omogočajo enostaven, hiter in prijeten učni proces. Pri tradicionalnih metodah učenci niso mogli sodelovati z izobraževalno

vsebinsko, zaradi česar se niso osredotočili na učenje. Interakcija v realnem času poveča navdušenje otrok, da bi še bolj raziskali učno gradivo. Učenci so bili pri učni uri z uporabo AR zadovoljni in med učenjem niso kazali znakov dolgočasja. Učenci v skupini z uporabo AR so pokazali višjo raven motivacije za učni proces (Afnan idr. 2021, 18–19).

Eleni Demitriadou, Kalliopi-Evangelia Stavroulia in Lanitis (2020, 381) navajajo, da osnovnošolci pogosto težko razumejo razlike med dvodimenzionalnimi in tridimenzionalnimi geometrijskimi oblikami. Z izkoriščanjem zmožnosti VR in AR za vizualizacijo tridimenzionalnih predmetov so preučevali možnosti uporabe tehnologij VR in AR za poučevanje osnovnošolcev pri pouku geometrijskih teles. V okviru raziskave je sodelovalo 30 učencev četrtega, petega in šestega razreda osnovne šole, starih od devet do 11 let. Razdeljeni so bili v tri skupine, eno kontrolno in dve eksperimentalni. Prva in druga eksperimentalna skupina sta za učenje geometrijskih teles uporabljali namenske aplikacije VR ter AR, medtem ko so učenci iz kontrolne skupine v okviru učnega procesa uporabljali tradicionalno tiskano gradivo. Rezultati raziskave kažejo, da izvajanje novih tehnologij VR in AR v izobraževanju izboljša interaktivnost ter zanimanje učencev za matematično izobraževanje in prispeva k učinkovitejšemu učenju ter razumevanju matematičnih konceptov v primerjavi s tradicionalnimi učnimi metodami. Avtorji so ugotovili, da med tehnologijami VR in AR ni bilo bistvenih razlik glede učinkovitosti metod, ki prispevajo k učenju matematike, kar kaže na to, da imata tako VR kot AR podoben potencial za izobraževalne dejavnosti na področju matematike.

Yousef (2021, 975) je pri svoji raziskavi AR uporabil v prvem razredu osnovne šole pri učenju geometrijskega koncepta, ki je vsebovan v učnem načrtu. Rezultati raziskave so pokazali, da so bili učenci zadovoljni z uporabo mobilne aplikacije AR in da je ta pomembno vplivala na njihove učne rezultate, kar pomeni, da so bili med uporabo aplikacije AR optimalno motivirani za učenje. Druga pomembna ugotovitev je bila, da lahko dobro zasnovane aplikacije AR, ki temeljijo na teoriji multimedijskega učenja, učence motivirajo za učenje manj priljubljenih predmetov, kot je geometrija. Praktične dejavnosti morajo učence neposredno zanimati in jim lahko tako omogočijo izrazito ustvarjalno razmišljanje, ki presega zgolj doseganje ocen. Pri tej raziskavi je bila ugotovljena močna povezava med učenjem z aplikacijo AR in krepitevijo ustvarjalnega mišljenja. Proces ustvarjalnega mišljenja so večinoma nezavedni, ustvarjalne ideje pa pogosto doživljamo kot navdih nadosebne inteligence. Mobilna aplikacija AR lahko okrepi željo po učenju in okrepi motivacijo učencev, zlasti učencev nižjih razredov osnovne šole, ter spodbudi njihovo željo po nadaljnjem opravljanju izobraževalnih nalog.

Koristi uporabe obogatene resničnosti na razredni stopnji osnovnošolskega izobraževanja

Eleni Demitriadou, Kalliopi-Evangelia Stavroulia in Lanitis (2020, 396–397) so ugotovili, da so učenci po izkušnji z aplikacijami AR pokazali pozitiven odnos, kar je v skladu s številnimi drugimi raziskavami, ki kažejo, da uporaba AR poveča motivacijo in zanimanje učencev (Sollervall 2012, 170; Wu idr. 2013, 46; Radu 2014, 1536). Prav tako je bilo izboljšanje dosežkov učencev po uporabi aplikacij AR intenzivnejše v primerjavi z izboljšanjem dosežkov učencev kontrolne skupine. Uspešnost učencev z vidika njihovega trdnega znanja je bila po uporabi aplikacij AR odlična.

Številni znanstveniki trdijo, da okolja AR učencem pomagajo razvijati spretnosti in znanje učinkoviteje kot tradicionalni pouk (Radu 2014, 1535; Sollervall 2012, 168; Wu idr. 2013, 45).

Ena od raziskav, v kateri je imela uporaba AR pozitivne učinke na rezultate učencev, je raziskava Sollervalla (2012; 168), v kateri so učenci, ki so uporabljali tehnologijo AR, pokazali boljšo sposobnost sodelovanja, timskega dela in reševanja problemov.

Eleni Demitriadou, Kalliopi-Evangelia Stavroulia in Lanitis (2020, 397) so ugotovili, da med kontrolno skupino ter skupinama VR in AR ni statistično pomembnih razlik glede znanja, pridobljenega v okviru izobraževalnih dejavnosti. Avtorji razlagajo, da so bile metode, ki so bile uporabljene za vse tri skupine, skrbno pripravljene, da bi zagotovile potrebno znanje, in zato ni bilo pomembnih razlik glede znanja med kontrolno skupino in eksperimentalnima skupinama. V primeru VR in AR so bile te informacije zagotovljene interaktivno na podlagi uporabe novih tehnoloških orodij, zaradi česar je bila izkušnja za otroke privlačnejša. Vendar pa otroci kontrolne skupine v primerjavi s skupinama VR in AR niso visoko ocenili celotne izkušnje, čeprav je bila učinkovita z vidika učnih rezultatov.

Omejitve in izzivi uporabe obogatene resničnosti na razredni stopnji osnovnošolskega izobraževanja

Pri pregledu obstoječih raziskav smo opazili kar nekaj omejitev in izzivov uporabe AR pri razrednem pouku. Omejitve so predstavljali majhni vzorci in posledična nezmožnost posploševanja (Demitriadou, Stavroulia in Lanitis 2020, 401), časovna omejenost izvedbe raziskave (premalo časa za uporabo aplikacij obogatene resničnosti), ki lahko vpliva na rezultate (Demitriadou, Stavroulia in Lanitis 2020, 401), preobremenjenost učencev s količino informacij, s katerimi se srečajo, zraven učnih ciljev, ki jih morajo doseči (Chang idr. 2014, 186), uporaba zahtevnih tehnoloških naprav, ki jih morajo obvladati, a

jih morda premalo poznajo (Chang idr. 2014, 186), in nerazpoložljivost strojne opreme (Iqbal, Mangina in Campbell 2022, 23). Izziv predstavlja tudi pomanjkanje potrebnih znanj nekaterih učiteljev za uporabo novih tehnologij v praksi (Iqbal, Mangina in Campbell 2022, 23). Potrebovali bi torej inštruktorje, ki so pripravljeni delati z novimi tehnologijami, izobraževalne ustanove pa morajo prilagoditi infrastrukturo z aplikacijami AR v razredu (Iqbal, Mangina in Campbell 2022, 23).

Diskusija

Z razvojem tehnologije AR se večja tudi njena uporaba v izobraževanju. Obenem se večja tudi število raziskav na tem področju. Raziskovalci v svojih raziskavah navajajo veliko prednosti, sekundarno pa poudarjajo tudi določene omejitve in nakazujejo številne izzive, ki se pojavljajo pri uporabi te tehnologije.

Potopne tehnologije (navidezna resničnost, obogatena resničnosti in mešana resničnost) so se izkazale za koristne na različnih področjih, od STEM do učenja tujih jezikov. So učinkovita in k rezultatom usmerjena orodja za ustvarjanje interaktivnejših učnih okolij. Zlasti AR omogoča bolj izpopolnjene, interaktivnejše in na odkrivanju temelječe oblike učenja. Prenosljivost in združljivost vsebin med napravami ter okoljem sta seveda pomembni, vendar je v praksi nemogoče zagotoviti enako kakovostne vsebine AR na vseh napravah in za vse (Iqbal, Mangina in Campbell 2022, 23).

Uporaba AR spodbuja aktivno vedenje otrok, delo učencev pa se pri pouku na tak način nedvomno izboljša, saj so sami aktivneje vpleteni v sam učni proces. Otroci se z uporabo AR več naučijo in kvaliteta doseženih učnih ciljev je večja. Prav tako pa AR spodbuja komunikacijske spretnosti, ker spodbuja vse vrste interakcij v učilnici (med učiteljem in učenci, med učenci, med učitelji) in tudi izven učilnice (med učenci in njihovimi družinami ter med družinami učencev) (Cascales idr. 2013, 111). Antonia Cascales idr. (2013, 111) navajajo, da so izkušnje z uporabo AR zato zelo pozitivne za vse deležnike učnega procesa.

Raziskave o uporabi tehnologije AR v izobraževanju najmlajših so vsekakor pomembne. Žal je naše poznavanje tega, kako ta tehnologija bogati otrokovo izkušnjo pri pouku, da bi bila le-ta čim optimalneje didaktično usmerjena, še vedno dokaj šibko. Zato je pomembno, da se vzgojitelji in učitelji izobrazijo o pravilni ter učinkoviti uporabi tehnologije AR, saj lahko njena implementacija obogati uporabo številnih učnih metod ter izboljša učne pristope in strategije na področju izobraževanja najmlajših. Vzgojitelji in učitelji morajo zato poznati koristi AR, kot so povečana motiviranost, koncen-

tracija, boljše zaznavanje podrobnosti, vztrajnost, zavzetost, pozornost, pozitiven odnos, in zaradi teh koristi to tehnologijo implementirati v prakso. Po drugi strani pa se morajo zavedati tudi omejitev, kot so stroški, nestrokovna in pomanjkljiva uporaba, tehnične težave, interakcija z rokami v realnem času, obremenjenost s količino informacij ipd.

Pri nadaljnjih raziskavah potrebujemo večje in reprezentativne vzorce ter verjetnostno vzorčenje, saj bi se avtorji tako lahko izognili napaki vzorčenja, prav tako pa tudi izboljšali veljavnost in zanesljivost raziskave ter posplošili tudi rezultate. Kot navajajo različni avtorji, pri raziskavah potrebujemo učence iz različnih regij in dlje trajajoče raziskave, da bi lahko analizirali več dejavnikov.

Strinjamo se z navedbo Iqbala, Eleni Mangina in Campbella (2022, 23), da je čas, da oblikovalci šolskih politik razmislijo o naložbah v naprave AR, glede na njihov dolgoročni vpliv na ohranjanje znanja in večjo učinkovitost otrok pri izobraževalnih vsebinah ter dejavnostih kljub še vedno obstoječim določenim omejitvam in izzivom pri uporabi te tehnologije.

Priložnosti in izzivov je veliko. Prav zato želimo v prihodnosti začeti s poglobljenimi raziskavami, ki bi razjasnile vpliv uporabe AR na znanje in razumevanje naravoslovnih konceptov pri predšolskih otrocih ter učencih nižjih razredov slovenske osnovne šole. V prihodnosti bomo znotraj našega širšega edukacijskega polja poskušali izvesti še dodatne raziskave, ki bodo omogočile boljše razumevanje in prilagajanje uporabe tehnologije AR v izobraževalnih procesih za najmlajše. S tem želimo izkoristiti priložnosti, ki jih ta tehnologija ponuja, obenem pa se osredotočiti na reševanje izzivov, ki se pojavljajo pri njeni implementaciji v izobraževanju.

Literatura

- Afnan, K. Muhammad, N. Khan, M. Y. Lee, A. S. Imran in M. Sajjad. 2021. »School of the Future: A Comprehensive Study on the Effectiveness of Augmented Reality as a Tool for Primary School Children's Education.« *Applied Sciences* 11 (11): 5277.
- Aladin, M. Y. F., A. W. Ismail, M. S. H. Salam, R. Kumoi in A. F. Ali. 2020. »AR-TO-KID: A Speech-enabled Augmented Reality to Engage Preschool Children in Pronunciation Learning.« *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 979 (1): 012011.
- Arvanitis, T. N., A. Petrou, J. F. Knight, S. Savas, S. Sotiriou, M. Gargalakos in E. Gialouri. 2007. »Human Factors and Qualitative Pedagogical Evaluation of a Mobile Augmented Reality System for Science Education Used by Learners with Physical Disabilities.« *Personal and Ubiquitous Computing* 13 (3): 243–250.

- Aydoğdu, F. 2021. »Augmented Reality for Preschool Children: An Experience with Educational Contents.« *British Journal of Educational Technology* 53 (2): 326–348.
- Aydogdu, F., in M. Kelpšienė. 2021. »Uses of Augmented Reality in Preschool Education.« *International Technology and Education Journal* 5 (1): 11–20.
- Bacca, J., S. Baldiris, R. Fabregat, S. Graf in Kinshuk. 2014. »Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications.« *Educational Technology and Society* 17 (4): 133–149.
- Cabero-Almenara, J., in R. Roig-Vila 2019. »The Motivation of Technological Scenarios in Augmented Reality (AR).« *Applied Sciences* 9 (14): 2907.
- Cascales, A., D. Pérez-López in M. Contero. 2013. »Study on Parent's Acceptance of the Augmented Reality Use for Preschool Education.« *Procedia Computer Science* 25 (3): 420–427.
- Cascales, A., I. Laguna, D. Pérez-López, P. Perona in M. Contero. 2012. »An Experience around Natural Sciences Educational Contents: Augmented Reality for Preschoolers.« *V Proceedings of the SPDECE-2012: Ninth Multidisciplinary Symposium on the Design and Evaluation of Digital Content for Education*, uredila M. Marco Such in P. Pernias Peco, 113–122. Alicante: University of Alicante.
- Cascales, A., I. Laguna, D. Pérez-López, P. Perona in M. Contero. 2013. »An Experience on Natural Sciences Augmented Reality Contents for Preschoolers.« *V Virtual, Augmented and Mixed Reality. Systems and Applications: VAMR 2013*, uredil R. Shumaker, 103–112. Berlin: Springer.
- Chang, K. E., C. T. Chang, H. T. Hou, Y. T. Sung, H. L. Chao in C. M. Lee. 2014. »Development and Behavioral Pattern Analysis of a Mobile Guide System with Augmented Reality for Painting Appreciation Instruction in an Art Museum.« *Computers and Education* 71 (1): 185–197.
- Chen, P., X. Liu, W. Cheng in R. Huang. 2017. »A Review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016.« *V Innovations in Smart Learning. Lecture Notes in Educational Technology*, uredili E. Popescu, Kinshuk, M. K. Khribi, R. Huang, M. Jemni, N.-S. Chen in D. G. Sampson, 13–18. New York: Springer.
- Chen, Y., D. Zhou, Y. Wang in J. Yu. 2017. »Application of Augmented Reality for Early Childhood English Teaching.« *V 2017 International Symposium on Educational Technology (ISET)*, uredil F. L. Wang, 111–115. Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society.
- Cheng, K. H., in C. C. Tsai. 2016. »The Interaction of Child-Parent Shared Reading with an Augmented Reality (AR) Picture Book and Parents' Conceptions of AR Learning.« *British Journal of Educational Technology* 47 (1): 203–222.
- Demitriadou, E., K.-E. Stavroulia in A. Lanitis. 2020. »Comparative Evaluation of Virtual and Augmented Reality for Teaching Mathematics in Primary Education.« *Education and Information Technologies* 25 (1): 381–401.

- Fajarianto, O., M. I. Setiawan, A. Mursidi, D. Sundiman in D. A. P. Sari. 2018. »The Development of Learning Materials for Introduction of Animals in Early Childhood using Augmented Reality.« *V International Conference on Knowledge Management in Organizations*, uredili L. Uden, B. Hadzima in I.-H. Ting, 722–727. Cham: Springer.
- Gecu-Parmaksiz, Z., in Ö. Delialioğlu. 2020. »The Effect of Augmented Reality Activities on Improving Preschool Children's Spatial Skills.« *Interactive Learning Environments* 28 (7): 876–889.
- Gözüm, A. İ. C., S. Papadakis in M. Kalogiannakis. 2022. »Preschool Teachers' STEM Pedagogical Content Knowledge: A Comparative Study of Teachers in Greece and Turkey.« *Frontiers in Psychology* 13:996338.
- Han, J., M. Jo, E. Hyun in H. J. So. 2015. »Examining Young Children's Perception toward Augmented Reality-Infused Dramatic Play.« *Education Technology Research and Development* 63 (3): 455–474.
- Hassan, S. A., T. Rahim in S. Y. Shin. 2021. »ChildAR: An Augmented Reality-Based Interactive Game for Assisting Children in Their Education.« *Universal Access in the Information Society* 21 (2): 545–556.
- Hidayat, H., S. Sukmawarti in S. Suwanto. 2021. »The Application of Augmented Reality in Elementary School Education.« *Research, Society and Development* 10 (3). <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.12823>.
- Hossain, M. J., in T. Ahmed. 2021. »Augmented Reality-Based Elementary Level Education for Bengali Character Familiarization.« *SN Computer Science* 2 (1): 31.
- Hsieh, M. C., in J. S. Lee. 2008. »AR Marker Capacity Increasing for Kindergarten English Learning.« *V Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists IMECS*, uredili S. I. Ao, O. Castillo, C. Douglas, D. Dagan Feng in J.-A. Lee, 663–666. Hong Kong: National University of Tainan.
- Huang Y., H. Li in R. Fong. 2016. »Using Augmented Reality in Early Art Education: A Case Study in Hong Kong Kindergarten.« *Early Child Development and Care* 186 (6): 879–894.
- Iqbal, M. Z., E. Mangina in A. G. Campbell. 2022. »Current Challenges and Future Research Directions in Augmented Reality for Education.« *Multimodal Technologies and Interaction* 6 (9): 75.
- Kelpšienė, M. 2020. »The Usage of Books Containing Augmented Reality Technology in Preschool Education.« *Pedagogika* 138 (2): 150–174.
- Kotzageorgiou, M., P. M. Kellidou, I. Voulgari in E. Nteropoulou. 2018. »Augmented Reality and the Symbolic Play of Pre-School Children with Autism.« *V Proceedings of the 17th European Conference on e-Learning*, uredili K. Ntalianis, A. Andreatos in C. Sgouropoulou, 273–280. Reading: Academic Conferences & Publishing International.
- Lee, H. S., in J. W. Lee. 2008. »Mathematical Education Game Based on Augmen-

- ted Reality.« *V Technologies for E-learning and Digital Entertainment*, uredili Z. Pan, X. Zhang, A. El Rhalibi, W. Woo in Y. Li, 442–450. Berlin: Springer.
- Lee, L.-K., C.-H. Chau, C.-H. Chau in C.-T. Ng. 2017. »Using Augmented Reality to Teach Kindergarten Students English Vocabulary.« *V 2017 International Symposium on Educational Technology (ISET)*, uredili F. Lee Wang, O. Au, K. Keung Ng, J. Shang in R. Kwan, 53–57. Hong Kong: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Lin, C.-Y., H.-C. Chai, J.-Y. Wang, C.-J. Chen, Y.-H. Liu, C.-W. Chen, C.-W. Lin in Y.-M. Huang. 2016. »Augmented Reality in Educational Activities for Children with Disabilities.« *Displays* 42:51–54.
- Lorusso, M. L., M. Giorgetti, S. Travellini, L. Greci, A. Zangiacomi, M. Mondellini, M. Sacco in G. Reni. 2018. »Giok the Alien: An AR-Based Integrated System for the Empowerment of Problem-Solving, Pragmatic, and Social Skills in Pre-School Children.« *Sensors* 18 (7): 2368.
- Madanipour, P., in C. Cohrsen. 2020. »Augmented Reality as a Form of Digital Technology in Early Childhood Education.« *Australasian Journal of Early Childhood* 45 (1): 5–13.
- Masmuzidin, M. Z., in N. A. A. Aziz. 2018. »The Current Trends of Augmented Reality in Early Childhood Education.« *International Journal of Multimedia and Its Applications* 10 (6): 47–58.
- Mowafi, Y., in I. Abumuhfouz. 2021. »An Interactive Pedagogy in Mobile Context for Augmenting Early Childhood Numeric Literacy and Quantifying Skills.« *Journal of Educational Computing Research* 58 (8): 1541–1561.
- Radu, I. 2014. »Augmented Reality in Education: A Meta-Review and Cross-Media Analysis.« *Personal and Ubiquitous Computing* 18 (6): 1533–1543.
- Rambli, D. R. A., W. Matcha in S. Sulaiman. 2013. »Fun Learning with AR Alphabet Book for Preschool Children.« *Procedia Computer Science* 25:211–219.
- Redondo, B., R. Cózar-Gutiérrez, J. A. González-Calero in R. S. Ruiz. 2020. »Integration of Augmented Reality in the Teaching of English as a Foreign Language in Early Childhood Education.« *Early Childhood Education Journal* 48 (2): 147–155.
- Sollervall, H. 2012. »Collaborative Mathematical Inquiry with Augmented Reality.« *Research & Practice in Technology Enhanced Learning* 7 (3): 153–173.
- Su, B., T. Y. Tang in P. Winoto. 2018. »Story Teller: A Contextual-Based Educational Augmented Reality Application for Preschool Children.« *V Proceedings of the 2018 ACM International Joint Conference and 2018 International Symposium on Pervasive and Ubiquitous Computing and Wearable Computers*, 259–262. New York: Association for Computing Machinery.
- Wu, H. K., S. W. Y. Lee, H. Y. Chang in J. C. Liang. 2013. »Current Status, Opportunities and Challenges of Augmented Reality in Education.« *Computers and Education* 62:41–49.
- Yilmaz, R. M. 2016. »Educational Magic Toys Developed with Augmented Rea-

- lity Technology for Early Childhood Education.« *Computers in Human Behaviour* 54 (4): 240–248.
- Yilmaz, R. M., in Y. Goktas. 2017. »Using Augmented Reality Technology in Storytelling Activities: Examining Elementary Students' Narrative Skill and Creativity.« *Virtual Reality* 21 (2): 75–89.
- Yilmaz, R. M., S. Kucuk in Y. Goktas. 2017. »Are Augmented Reality Picture Books Magic or Real for Preschool Children Aged Five to Six?« *British Journal of Educational Technology* 48 (3): 824–841.
- Yilmaz, Z. A., in A. İ. C. Gözümlü. 2023. »Augmented Reality App in Pre-School Education.« *Southeast Asia Early Childhood Journal* 12 (2): 130–151.
- Yousef, A. M. F. 2021. »Augmented Reality Assisted Learning Achievement, Motivation, and Creativity for Children of Low-Grade in Primary School.« *Journal of Computer Assisted Learning* 37 (4): 966–977.
- Yuen, S. C., G. Yaoyuneyong in E. Johnson. 2011. »Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education.« *Journal of Educational Technology Development and Exchange* 4 (1): 119–140.
- Zhou, S., X. Sun, Z. Shi in Y. Lu. 2020. »The Use of Augmented Reality for Solving Arithmetic Problems for Preschool Children.« *V Learning and Collaboration Technologies: Human and Technology Ecosystems*, uredila P. Zaphiris in A. Ioannou, 574–584. Cham: Springer.
- Zhu, Y., in S. J. Wang. 2017. »A Tangible Augmented Reality Toy Kit: Interactive Solution for Early Childhood Education.« *V Interactivity, Game Creation, Design, Learning, and Innovation*, uredila A. L. Brooks in E. Brooks, 12–19. LNICST 229. Cham: Springer.

Augmented Reality in Early Childhood Education: Studies, Challenges, and Future Perspectives

Augmented reality (AR) has only been used for educational purposes for two decades. It was first used in universities and secondary schools, and in recent years it has been increasingly used in preschools and elementary schools. This paper examines the studies on the use of AR in preschool and early primary education and highlights the benefits and advantages of AR, such as increased motivation, attention, conceptual skills, and interactive and engaging learning. After analysing the research findings, it can be concluded that AR is particularly effective in promoting children's engagement, perseverance, concentration, creativity and social interaction. However, there are certain limitations and challenges to its use, such as technical difficulties and the need for professional training of teaching staff. Unfortunately, research on the topics described above is still limited within these age groups, but it shows the potential of AR to enhance the learning experience of children in these two stages.

Keywords: augmented reality, early childhood education, primary education, classroom, learning, motivation