

PAWEŁ TOPOL

ORCID 0000-0002-9810-7214

*Uniwersytet im. Adama Mickiewicza
w Poznaniu*

RZECZYWISTOŚĆ ROZSZERZONA W EDUKACJI PRZEŁOMU DEKAD: 2019-2021

ABSTRACT. Topol Paweł, *Rzeczywistość rozszerzona w edukacji przełomu dekad: 2019-2021* [Augmented Reality in Education at the Turn of 2019-2021]. *Studia Edukacyjne* no. 62, 2021, Poznań 2021, pp. 61-75. Adam Mickiewicz University Press. ISSN 1233-6688. DOI: 10.14746/se.2021.62.3

The aim of the article is an attempt to analyze the use of Augmented Reality in educational applications over the last few years. The first part is devoted to defining the concept more precisely, because AR may seem ambiguous. The second part of the article introduces selected educational applications of AR in different subjects or teaching/learning, e.g. in science/mathematics, natural science or in language learning. Research projects for applications in various teaching solutions will also be referenced. The third and final part contains a brief review of AR literature in recent years.

Key words: augmented reality, augmented virtuality, mixed reality, virtual reality, education, pedagogy, educational technology

Wprowadzenie

Wielu autorów literatury przedmiotu podkreśla rosnące zainteresowanie rzeczywistością rozszerzoną (*Augmented Reality*, AR) w kontekście edukacji oraz jej efektywnością jako technik lub narzędzi edukacyjnych (m.in. Alkhattabi, 2017; Nanthanasit, 2018; Kouzi i in., 2019; Ahmad i in., 2020; Eldohny i Drwish, 2021). Bywa podkreślana jako coś więcej niż zwykła technologia. Alkhattabi¹ pisze, że

¹ M. Alkhattabi, *Augmented Reality as E-learning Tool in Primary Schools' Education: Barriers to Teachers' Adoption*, *International Journal of Emerging Technologies in Learning (i-JET)*, 2017, 12, 2, s. 92.

sposób, w jaki technologie AR wspierają i pozwalają na sensowną naukę jest ważniejszy niż technologie same w sobie. (...) Dlatego AR można uznać bardziej za koncepcję, a nie określony rodzaj technologii właśnie².

Intencją niniejszego tekstu jest próba analizy implementacji AR w zastosowaniach edukacyjnych w realiach ostatnich kilku lat. W pierwszej części nastąpiło uściślenie definicyjne oparte na literaturze, gdyż tytułowe pojęcie bywa niejednoznaczne. Druga część artykułu przybliży wybrane zastosowania edukacyjne AR w kilku obszarach dydaktycznych, na przykład naukach ścisłych, przyrodniczych, czy w nauce języków. Przywołane zostaną też projekty badawcze konkretnych zastosowań na różnych szczeblach edukacji. Trzecia i ostatnia część zawiera krótki przegląd literatury na temat AR z ostatnich lat.

Definiowanie pojęć

Słowo *augment* w języku angielskim oznacza: zwiększać, powiększać, pomnażać lub zasilać. *Augmented reality* będzie zatem rzeczywistością – lub bardziej postrzeganiem jej – gdzie obraz rzeczywisty jest uzupełniony, wsparty lub wzbogacony przez elementy wirtualne. Taki efekt wizualny nie może obyć się bez wsparcia technologiami informacyjnymi i sprzętem elektronicznym. Jednym z różnych urządzeń wspomagających tę technologię są specjalne gogle, okulary, przez które oglądamy albo trójwymiarowy obraz całkowicie wirtualny, albo obraz rzeczywisty z nałożonymi nań elementami wirtualnymi. Stąd też rzeczywistość rozszerzona bywa często nazywana rzeczywistością mieszaną (*mixed reality*).

Jednym z wcześniejszych projektów AR, jeszcze z początku XXI wieku, był *ARToolkit*³. Prezentuje to poniższy obraz (ryc. 1), na którym kobieta trzyma przed sobą tabliczkę, a na niej wyświetla się obraz wirtualnego ludzika. Powiązanie obu rzeczywistości (realnej i wirtualnej) polega na tym, że kiedy kobieta porusza tabliczką, ów wirtualny ludzik nie „odrywa się” od niej, a jest niejako „przyklejony” do tabliczki i „porusza się” wraz z nią, jak gdyby był fizycznym obiektem do niej przytwierdzonym⁴.

² Tłum. aut. – jak również wszystkie następne cytaty pochodzące z literatury anglojęzycznej.

³ <http://www.artoolworks.com/> [dostęp: 11.08.2021].

⁴ Por. P. Topol, *Wszechobecne środowiska uczenia się*, Studia Edukacyjne, 2012, 20, s. 234; źródło: http://x2in.blogspot.com/2006_06_01_archive.html [dostęp: 15.08.2021].



Ryc. 1. ARToolkit – wirtualny ludzik „stoi” na fizycznie istniejącej tabliczce, nawet gdy ta jest poruszana

Firma Canon ma także długą historię i bogate doświadczenia w eksperymentowaniu z wirtualnymi rzeczywistościami oraz rzeczywistością rozszerzoną. Jeden z projektów we współpracy z British Museum zakładał tworzenie sal, gdzie w obrazie otoczenia rzeczywistego będą pojawiać się obiekty generowane komputerowo. Rycina 2 przedstawia prototyp takiej sali sprzed lat. Widoczny dinozaur nie istnieje w rzeczywistości. Jest widoczny przez trzymany tutaj w rękach wizjer. W podobny sposób można by

„wypełniać” przestrzeń pomieszczenia, w którym przebywamy z dowolnymi obiektami, tworząc za każdym razem inną scenę⁵.

Przykład widoczny na zdjęciu jest archaiczny i pionierski, lecz z pewnością spektakularny i zamieszczam go intencjonalnie jako zapowiedź rozwiązań technologicznych AR, które nastąpiły później.

⁵ P. Topol, *Edukacja 3D w świetle wybranych koncepcji pedagogicznych*, [w:] *Człowiek – Media – Edukacja*, red. J. Morbitzer, D. Morańska, E. Musiał, Dąbrowa Górnicza 2015, s. 368.



Ryc. 2. Wirtualne muzeum – przykład edukacyjnego zastosowania rzeczywistości rozszerzonej

(źródło: Jackrouse.com, The British Museum Experience⁶)

Współcześnie produkowane urządzenia wizualizacyjne są oczywiście znacznie mniejsze i lżejsze, niekiedy niewiele różniące się od zwykłych okularów⁷. Wielkie korporacje – jak na przykład Intel, Apple, Google i inne – pracują nieustannie nad udoskonalaniem tych urządzeń. Trochę czasu minie zanim te nowo powstałe narzędzia trafią do edukacji, ponieważ będąc nowością na rynku, są wprawdzie przeznaczone dla celów komercyjnych.

Rycina 3 przedstawia właśnie takie okulary. Jest to najnowszy produkt firmy Apple (Apple AR Glasses), którego premiera datowana jest na obecny 2021 rok. Zdjęcie przedstawia obraz widziany przez użytkownika. Użytkownik spaceruje po ulicach miasta i bezpośrednio na soczewkach okularów otrzymuje informacje, jak dojść do zaplanowanego miejsca. Na lewej soczewce widać wskazówki kierunku poruszania się, a na prawej miejsce na mapie, w którym się znajdujemy względem owego miejsca docelowego. Przypomina to bardzo znaną nam już dobrze nawigację opartą na GPS.

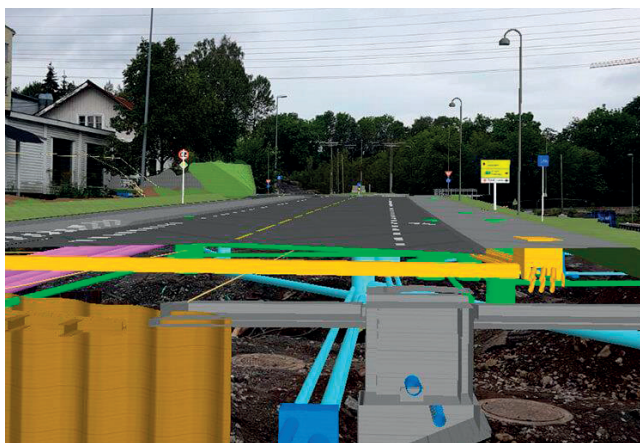
⁶ Źródło: Cronin C., *Old "Stuff", New Strategies: Taking Museums into the 21st Century*. Art. publ. 2.10.2013, dostępny online: <https://www.jackrouse.com/old-stuff-new-strategies-taking-museums-into-the-21st-century/> [dostęp: 20.07.2021].

⁷ P. Topol, *Edukacja 3D*, s. 368.



Ryc. 3. Przykład współczesnych okularów AR firmy Apple. Niepotrzebne są gogle, ponieważ wirtualne obiekty wyświetlane są bezpośrednio na soczewce⁸

Inny współczesny przykład rzeczywistości rozszerzonej prezentuje rycina 4. Jest to przykład inżynierski – oddalony od edukacji, ale dobrze reprezentujący zastosowanie praktyczne AR. Widzimy obraz rzeczywisty fragmentu drogi/ulicy, a na ten obraz jest nałożony wirtualny schemat instalacji podziemnej widocznej właśnie z miejsca, w którym oglądamy ulicę. Jedną z funkcjonalności takiego pomysłu jest potencjalne uniknięcie uszkodzenia owej instalacji podziemnej w przypadku konieczności remontu drogi i jej rozkopania. Łatwo jednak wyobrazić sobie zastosowanie edukacyjne – w tym przypadku choćby w kształceniu architektów lub drogowców.



Ryc. 4. Obraz fragmentu drogi rzeczywistej z nałożoną nań wizualizacją faktycznie istniejącej pod nią instalacji systemu urządzeń podziemnych⁹

⁸ Źródło: <https://www.xrtday.com/augmented-reality/apple-glasses-coming-in-2021/> [dostęp: 20.07.2021].

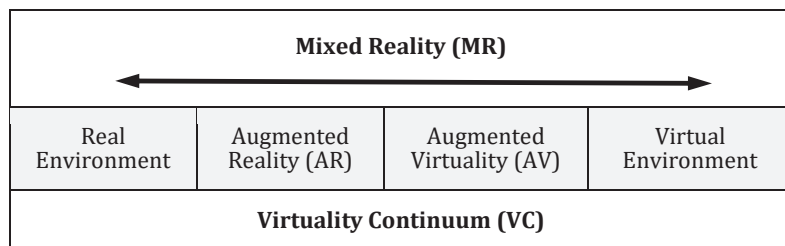
⁹ Źródło: Rzeczywistość rozszerzona w budownictwie – *Bim Corner*. <https://bimcorner.com/pl/rzeczywistosc-rozszerzona-w-budownictwie/> (za: Trimble, <https://sitevision.trimble.com/building-construction/>) [dostęp: 1.08.2021].

Można również zdefiniować rzeczywistość rozszerzoną (o elementy wirtualne) z odwrotnego punktu widzenia. Ahmad i Junaini twierdzą, że jest to

technologia rzeczywistości mieszanej, zawierająca wirtualne obiekty, które są wdrożone lub „rozszerzone” o rzeczywisty świat¹⁰.

Którąkolwiek definicję przyjmujemy, jest tak, że elementy wirtualne towarzyszą obrazowi otoczenia świata rzeczywistego lub odwrotnie.

W literaturze spotyka się także określenie *Augmented Virtuality*, czyli wirtualności rozszerzonej. *Per analogiam*, będzie to obraz przede wszystkim środowiska wirtualnego, i on jest najważniejszy, a uzupełniony, wsparty lub wzbogacony o wybrane elementy obrazu świata rzeczywistego, które są właściwie dodatkiem do tej wirtualności. Milgram i Kishino¹¹ opracowali jeszcze w 1994 roku, jak to nazwali – *virtuality continuum*, czyli oś łączącą postrzeganie wyłącznej rzeczywistości i wyłącznej wirtualności, wraz z etapami pośrednimi (patrz ryc. 5).



Ryc. 5. „Uproszczona wersja continuum wirtualności”

(opracowanie własne za: P. Milgram, F. Kishino, *A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays*, IEICE Transactions on Information and Systems, December 1994, E77-D(12), s. 1321-1329)

W tej samej publikacji autorzy proponują porównywalny model postrzegania świata (rzeczywistego czy wirtualnego), który nazwali „zakresem wymiaru wiedzy o świecie”¹² (patrz ryc. 6). Na marginesie, być może słowo „świat” należałoby tutaj zamienić na „otoczenie” lub „środowisko”, bo chodzi przecież o postrzeganie najbliższego kręgu poprzez na przykład gogle multimedialne. Zauważmy, że po lewej stronie mamy rozdzielność „Gdzie i Co”, a po prawej łączność „Gdzie + Co”. Rozdzielność oznacza (wg autorów), że

¹⁰ N. Ahmad, S. Junaini, *Augmented Reality for Learning Mathematics: A Systematic Literature Review*, International Journal of Emerging Technologies in Learning (i-JET), 2020, 15, 16, s. 107.

¹¹ P. Milgram, F. Kishino, *A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays*, IEICE Transactions on Information and Systems, December 1994, E77-D(12), s. 1323-1329.

¹² Tamże, s. 1327.

Kaplan-Rakowski i Gruber¹⁵ – badaczki zajmujące się funkcjonalnością różnych środowisk i narzędzi wirtualnych w edukacji – wyróżniają dwa typy przestrzeni trójwymiarowych: rzeczywistość wirtualną o niskim lub wysokim poziomie immersji – odpowiednio *Low-Immersion Virtual Reality* (LiVR) i *Hi-Immersion Virtual Reality* (HiVR). Autorki zdefiniowały LiVR jako

generowaną komputerowo trójwymiarową przestrzeń wirtualną doświadczaną przez standardowy sprzęt audiowizualny, taki jak komputer stacjonarny z dwuwymiarowym monitorem¹⁶.

Z kolei HiVR to

wygenerowana komputerowo wirtualna przestrzeń 360°, która może być postrzegana jako realistyczna przestrzeń, ze względu na wysoką immersję zapewnianą przez urządzenie montowane na głowie¹⁷.

Jednym z przykładów LiVR mogą być światy wirtualne 3D, jak *Minecraft*, *OpenSim*, *Second Life*, czy *World of Warcraft*. Użytkownik porusza się w przestrzeni trójwymiarowej owego świata, a niski poziom immersji wynikać może z tego (antycypując intencje autorek), że *de facto* jest poza nim, gdyż siedzi przed monitorem i wszelkie ruchy wykonuje obsługując się myszą lub klawiaturą. Z drugiej strony jednak powyższe nie oznacza, że osiągnięcie wysokiego poziomu immersji jest tutaj niemożliwe. Trójwymiarowe światy wirtualne (ŚW) określane są w literaturze właśnie jako środowiska immersyjne, choćby dzięki dwóm swoim cechom: teleobecności i współobecności¹⁸. Pierwsze to dylemat, czy jestem bardziej „tutaj” przed ekranem monitora, czy „tam” wśród innych awatarów. Drugie – współobecność – to fakt, że ŚW 3D ułatwiają poczucie bycia w grupie i współdziałania w przestrzeni znacząco bardziej niż środowiska 2D online.

HiVR, zgodnie z powyższą definicją, oznacza wprost rzeczywistość rozszerzoną. Tutaj poziom immersji jest oczywiście wyższy, gdyż dzięki na przykład noszonemu kaskowi¹⁹ widzimy otoczenie w sposób bezpośredni i jesteśmy „wewnątrz” tego otoczenia.

Zestaw na głowie fizycznie odłącza użytkowników od świata rzeczywistego, pozwalając na głębsze zanurzenie się w wirtualnej przestrzeni²⁰.

¹⁵ R. Kaplan-Rakowski, A. Gruber, *Low-Immersion versus High-Immersion Virtual Reality: Definitions, Classification, and Examples with a Foreign Language Focus*, [w:] *Proceedings of the Innovation in Language Learning International Conference 2019*, Pixel, Florence 2019.

¹⁶ Tamże.

¹⁷ Tamże.

¹⁸ P. Topol, *Funkcjonalność edukacyjna światów wirtualnych*, Poznań 2013, s. 47 i n.

¹⁹ Nie musi to być wyłącznie kask, gdyż są różne urządzenia. W j. angielskim mówi się o *head-mounted display* (HMD), czyli dosłownie „urządzeniu montowanemu na głowie” [przyp. aut.].

²⁰ R. Kaplan-Rakowski, A. Gruber, *Low-Immersion versus*.

Aplikacje AR służą najczęściej rozrywce, ale od kilku lat gwałtownie rośnie rynek aplikacji w zastosowaniach edukacyjnych. Kaplan-Rakowski i Gruber dostrzegły funkcjonalność szeroko pojętych środowisk wirtualnych w nauce języka obcego u swoich studentów. Byli oni przychylni wobec przygotowanego dla nich środowiska oraz wobec stosowanego sprzętu. Jak twierdzą, HiVR może pomóc studentowi w kontekstualizacji uczenia się języka, a także

zmniejszyć obciążenie poznawcze i zwiększyć zainteresowanie uczniów kulturą docelową²¹.

Autorki zachęczone pozytywnymi wynikami eksperymentu wstępnego, przygotowały i przeprowadziły w 2021 roku kolejne badania z wykorzystaniem już wyłącznie HiVR²². Narzędziem był vTime²³. Badały afordancje rzeczywistości rozszerzonej w nauce języka niemieckiego jako języka obcego. Odbywało się to – co ciekawe – w układzie 1 nauczyciel i 1 uczeń. Badanie trwało 3 tygodnie i objęło 5 sesji lekcyjnych po 30-50 minut każda. Pierwsze dwie przebiegły według scenariusza opracowanego przez nauczyciela, a pozostałe trzy dały uczniowi więcej decyzyjności, aby pobudzić jego aktywność. Dokonano między innymi pomiaru przyrostu wiedzy w zakresie słownictwa, swobody posługiwania się nim, a także analizowano przebieg poszczególnych zajęć, czynności nauczyciela i ucznia, a także odczucia-wrażenia-opinie po stronie ucznia. vTime okazał się przydatnym, efektywnym i motywującym narzędziem. Komentując zastosowaną metodologię, wydaje się, że wartość naukowa badania uczenia się jednej osoby i nauczania przez jedną osobę przez trzy tygodnie w pięciu sesjach nie daje uprawnień do generalizowania wyników, ale autorki traktują swoje badania jako etap wyjściowy do następnych w najbliższej przyszłości.

Badania empiryczne AR na znacznie szerszą skalę przeprowadzili Karagozlu i inni²⁴ w północnym regionie Cypru, w roku szkolnym 2018-2019. Badano łącznie 77 uczniów 7. klasy przez cały semestr. Badanie miało na celu określenie postaw uczniów wobec opracowywanych treści w środowisku AR w nauce przedmiotów ścisłych.

Zebrane dane zostały poddane analizie statystycznej z użyciem między innymi testów istotnościowych próbek sparowanych, kalkulacji danych uśrednionych i odchylenia standardowego. Wyniki pokazały, że zajęcia z wy-

²¹ Tamże.

²² R. Kaplan-Rakowski, A. Gruber, *One-on-one foreign language speaking practice in high-immersion virtual reality*, [w:] *Contextual Language Learning – Real Language Learning on the Continuum from Virtuality to Reality*, red. Y.J. Lan, S. Grant, Springer 2021, (xx-xx). ("xx" jest podane jako przykład cytowania – udostępniony tekst to preprint artykułu przyjętego przez wyd. Springer w tym roku.)

²³ <https://vtime.net/> [dostęp: 10.08.2021].

²⁴ D. Karagozlu i in., *Identifying Students' Attitudes Regarding Augmented Reality Applications in Science Classes*, iJET, 2019, 14, 22, s. 45-55.

korzystaniem AR były dla uczniów atrakcyjne i motywujące. Większość deklarowała, że chciałyby stosowania środowisk i materiałów AR jako stałego elementu edukacji szkolnej.

Kouzi i inni²⁵ opisują ciekawą inicjatywę autorską, polegającą na zaprojektowaniu własnego narzędzia AR do zastosowania edukacyjnego. Przedmiotem nauczania są nauki przyrodnicze, a opisywana aplikacja ma służyć uczniom do nauki budowy oraz różnic w budowie komórek roślinnych i zwierzęcych. Aplikacja nie korzysta z gogli. Uczniowie włączają tablet wraz z kamerką. Nakierowując kamerę na specjalny marker na kartce papieru znajdującej się na stole, na ekranie widzą trójwymiarowy obraz danej komórki lub obu komórek obok siebie, „unoszący się” tuż nad stołem. Obraz jest dynamiczny – obracając kartkę, uczeń może oglądać komórki z różnych stron lub pod różnym kątem. Aplikacja ma także specjalny przycisk, dzięki któremu można włączyć funkcję pokazywania podobieństw lub różnic komórki roślinnej i zwierzęcej. Warto dodać, że autorzy stworzyli swoje narzędzia dla wszystkich trzech platform: PC, systemu Android oraz systemu IOS.

Autorzy przeprowadzili badania wstępne weryfikujące funkcjonalność aplikacji. Wzięło w nich udział 15 dorosłych osób, mimo że aplikacja jest kierowana do uczniów. Powód był taki, że uczestnicy sami dysponowali wiedzą i doświadczeniem w dziedzinie nauk przyrodniczych i występowali równolegle w roli ekspertów. Statystycznie istotne wyniki potwierdziły funkcjonalność narzędzia w zakresie efektywności uczenia się, skuteczności narzędzia, a także satysfakcji użytkownika.

Na zakończenie rozważymy projekt całkiem nowy, bo realizowany obecnie, w czasie pandemii i odwołujący się doń. Eldokhny i Drwish²⁶ podkreślają, że rzeczywistość rozszerzona może być szczególnie przydatna w okresie powszechnych *lockdownów* związanych z pandemią COVID-19. Szkoły i uczelnie zawieszały zajęcia częściowo lub całkowicie. Dzięki AR – zwłaszcza w kształceniu zdalnym – można było udostępnić uczniom i studentom atrakcyjne środowisko immersyjne, dzięki któremu mogli uczestniczyć w zajęciach w klasach wirtualnych. Autorzy przeprowadzili badania metodą eksperymentu pedagogicznego. Mierzili efektywność nauczania i uczenia się, porównując zajęcia wirtualne wspomagane rzeczywistością rozszerzoną i bez niej. Mierzono między innymi osiągnięcia studentów w określonych zadaniach zleczanych przez nauczycieli akademickich. Badania objęły łącznie 55 osób obojga płci w College of Education at King Faisal University w Arabii

²⁵ M. Kouzi, O. Bani-Taha, V. McArthur, *Augmented Reality Plant & Animal Cells: Design and Evaluation of an Educational Augmented Reality Application*, *Journal of Virtual Worlds Research*, 2019, 12, 3.

²⁶ A. Eldokhny, A. Drwish, *Effectiveness of Augmented Reality*, s. 199.

Saudijskiej. Wyniki analizy statystycznej wykazały stosunkowo wyższą skuteczność AR w wirtualnych klasach w osiągnięciach akademickich w porównaniu z wirtualnymi klasami lekcyjnymi bez AR.

Rzeczywistość rozszerzona w zastosowaniach edukacyjnych - przykłady przeglądu literatury

W literaturze przedmiotu nieczęsto pojawiają się publikacje analizujące przegląd literatury na temat rzeczywistości rozszerzonej w zastosowaniach edukacyjnych. Przywołam dwie z nich, nieco oddalone czasowo, ale dobre intencjonalnie: pierwsza jest autorstwa Jorge Bacca i innych z 2014 roku²⁷, a twórcami drugiej z 2020 roku²⁸ są Nur Izza N. Ahmad i Syahrul Nizam Junaini. Wybór był celowy, gdyż obydwie opracowania wydają się być przeglądowe i dają pewną perspektywę postrzegania edukacyjnych funkcjonalności rzeczywistości rozszerzonej sprzed siedmiu lat i sprzed roku²⁹.

Ahmad i Junaini dokonali w swojej publikacji obszernego przeglądu literatury do roku 2020 w odniesieniu właśnie do AR w nauczaniu matematyki. Wartości tej publikacji dodaje fakt, że dokonali dodatkowo analizy porównawczej trzech innych przeglądów publikowanych w latach 2015, 2018 i 2019. Wylonili osiem pytań problemowych obejmujących między innymi: najbardziej popularne typy AR, korzyści płynące z jej stosowania w edukacji, efektywność technologii i oprogramowania AR w nauczaniu matematyki, czy główne problemy pojawiające się podczas jej stosowania.

Po pierwsze, zauważyli rosnące zainteresowanie tym obszarem, ich zdaniem głównie z powodu rozwijającej się technologii, w tym oczywiście mobilnej. Po drugie, stwierdzili, że znacząca większość znalezionych artykułów (17 na 19 analizowanych) odnosi się do rzeczywistości rozszerzonej technologicznie, opartej na markerach (*Marker-based AR*). Była ona wykorzystywana we wspomaganiu nauczania takich obszarów lub zagadnień, jak umiejętności trójwymiarowego myślenia geometrycznego (szczególnie u dzieci w szkołach podstawowych), wizualizacja przestrzenna i umiejętność rozwiązywania problemów ze świata rzeczywistego, nauczanie wektorów euklidesowych, czy wpływ mobilnego AR na efektywność uczenia się oraz motywację. AR oparta na markerach była także stosowana na poziomie szkoły średniej, jako narzędzie nauczania i uczenia się uczniów z niepełnosprawnościami, co – bez

²⁷ J. Bacca i in., *Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications*, *Educational Technology & Society*, 2014, 17(4), s. 133-149.

²⁸ N. Ahmad, S. Junaini, *Augmented Reality for Learning*, s. 106-122.

²⁹ Niniejszy tekst został napisany w sierpniu 2021 roku [przyp. aut.].

wątpliwości – zasługuje na szczególną aprobatę. Z kolei drugi rodzaj AR – bez znaczników (*Markerless AR*) – polegał głównie na

wykorzystaniu metod immersyjnych w celu wzmocnienia kreatywności w grupie wykorzystującej AR do wspierania kreatywnego uczenia się matematyki³⁰.

Obydwa rodzaje AR (opartej na markerach i tej bez znaczników) opisują również Karagozlu i inni, popierając je przykładami. W trybie opartym na markerach

kamery najpierw identyfikują obiekty lub specjalnie zaprojektowane znaczniki w świecie rzeczywistym, które to obrazy są później przetwarzane³¹.

W trybie bez znaczników zbierane są

dane o lokalizacji z „gadżetów” mobilnych, takich jak sieć bezprzewodowa lub globalny system pozycjonowania (GPS), a następnie dane te są przetwarzane komputerowo³².

Wśród korzyści płynących ze stosowania AR w nauczaniu matematyki Ahmad i Junaini wymieniają główne trzy: zwiększone zaufanie i zrozumienie; ulepszoną wizualizację oraz interaktywne uczenie się. Powołują się na trzy publikacje potwierdzające te obserwacje. Kolejne trzy cytowane przez nich badania potwierdzają, że AR pozytywnie wpływa na rozwój myślenia przestrzennego i ugruntowuje wiedzę o figurach przestrzennych. Wielu autorów podkreśla walor interaktywności takich zajęć. Jeśli chodzi o negatywne strony stosowania AR, autorzy wymieniają trudności po stronie ucznia, między innymi w: wizualizacji i kategoryzacji figur geometrycznych, wizualizacji informacji, albo trudności w zrozumieniu wizualizacji wektorów 3D i 2D. Zajęcia były jednocześnie dobrą zabawą w ich odczuciu.

Obydwa rodzaje środowisk – rzeczywistość rozszerzona lub wirtualność rozszerzona – mają pewien wspólny mianownik – obiekty wirtualne i obiekty otoczenia rzeczywistego są wyświetlane/pokazywane jednocześnie³³. Dlatego, jak wspomniano wyżej, obie koncepcje bywają opatrywane wspólnym mianem rzeczywistości mieszanej. Literatura przedmiotu nie faworyzuje ani rzeczywistości rozszerzonej, ani wirtualności rozszerzonej w kontekście edukacyjnym. Wydaje się, że obie technologie sprawdzają się podobnie – lepiej lub gorzej – w konkretnych zastosowaniach edukacyjnych, w konkretnych obszarach edukacji i dla konkretnych grup studentów/uczniów.

³⁰ N. Ahmad, S. Junaini, *Augmented Reality for Learning*, s. 112.

³¹ D. Karagozlu i in., *Identifying Students' Attitudes*, s. 46.

³² Tamże.

³³ Por.: P. Milgram, F. Kishino, *A Taxonomy of Mixed Reality*, s. 1328.

Podsumowanie

Pierwsza część artykułu została poświęcona uściśleniom definicyjnym, jako że każdy dyskurs naukowy powinien zacząć się owym definiowaniem pojęć dla późniejszego uniknięcia ewentualnych pomyłek lub nieścisłości. Przedstawiono między innymi „continuum wirtualności” – od środowiska świata rzeczywistego, poprzez rzeczywistość rozszerzoną, wirtualność rozszerzoną, do środowiska całkowicie wirtualnego. Omówiono dwa typy przestrzeni trójwymiarowych względem poczucia zanurzenia: rzeczywistość o niskim i wysokim poziomie immersji. W artykule zostały podane przykłady zastosowań edukacyjnych rzeczywistości rozszerzonej w różnych przedmiotach nauczania lub obszarach edukacyjnych: w nauce języków obcych, naukach ścisłych, naukach przyrodniczych oraz w architekturze. Z racji ograniczonej objętości niniejszego tekstu jest to tylko oczywiście przegląd wybranych zastosowań i wybranych badań nad nimi. Artykuł wieńczy przegląd literatury na temat rzeczywistości rozszerzonej w zastosowaniach edukacyjnych. Wybrano dwie publikacje: z 2014 i 2020 roku intencjonalnie, aby ukazać zmienność lub zbieżność poglądów na temat AR na przestrzeni sześciu ostatnich lat.

Podsumowując, Karagozlu i inni – powołując się na różnych autorów literatury przedmiotu – prezentują bardziej kompletną listę walorów rzeczywistości rozszerzonej w zastosowaniach edukacyjnych. Rzeczywistość rozszerzona mianowicie:

- sprawia, że nauka jest interesująca;
- ustanawia uczenie się „permanentne”;
- zwiększa sukces akademicki;
- konkretyzuje naukę złożonych lub abstrakcyjnych pojęć, faktów i przedmiotów;
- sprawia, że lekcje są przyjemniejsze, przyczyniając się do pewnego poczucia zabawy;
- zwiększa motywację uczniów i poprawia ich nastawienie do lekcji;
- pozytywnie wpływa na sukces i efekty uczenia się;
- może być używana do nauczania/egzemplifikacji zdarzeń, obiektów lub zjawisk, które są trudne do zaobserwowania, są małe lub niebezpieczne;
- zapewnia aktywne uczestnictwo w zajęciach;
- przyczynia się do rozwoju autonomii ucznia³⁴.

* * *

Na zakończenie refleksja ogólna. Technologie komputerowo-informacyjne rozwijają się w coraz większym tempie. Mówi się obecnie o nowych generacjach komputerów czy technologii informacyjnych i komunikacyjnych

³⁴ D. Karagozlu i in., *Identifying Students' Attitudes*, s. 47.

już nie co jedną czy dwie dekady, ale co kilka lat. Dotyczy to zarówno sprzętu, jak i oprogramowania. Jednak...

Nie ma technologii idealnych, ani nie ma edukatorów idealnych. Technologie muszą być solidnie przygotowane, wykorzystywać najnowsze trendy rozwoju, dostosowywać je do określonych potrzeb edukacyjnych w określonych obszarach edukacji. Edukatorzy natomiast muszą stosować technologie rozumnie i strategicznie. Muszą być świadomi ich możliwości i ograniczeń, tak samo jak potrzeb i możliwości swoich uczniów. Tylko taka symbioza ma szansę doprowadzić do tak zwanego sukcesu edukacyjnego.

BIBLIOGRAFIA

- Ahmad N., Junaini S., *Augmented Reality for Learning Mathematics: A Systematic Literature Review*, International Journal of Emerging Technologies in Learning (i-JET), 2020, 15, 16.
- Alkhattabi M., *Augmented Reality as E-learning Tool in Primary Schools' Education: Barriers to Teachers' Adoption*, International Journal of Emerging Technologies in Learning (i-JET), 2017, 12, 2.
- Bacca J., Baldiris S., Fabregat R., Graf S., Kinshuk K., *Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications*, Educational Technology & Society, 2014, 17(4).
- Cronin C., *Old "Stuff", New Strategies: Taking Museums into the 21st Century*. Art. publ. 2.10.2013, dostępny online: <https://www.jackrouse.com/old-stuff-new-strategies-taking-museums-into-the-21st-century/> [dostęp: 20.07.2021].
- Eldokhny A., Drwish A., *Effectiveness of Augmented Reality in Online Distance Learning at the Time of the COVID-19 Pandemic*, "iJET", 2021, 16, 09.
- Kaplan-Rakowski R., Gruber A., *Low-Immersion versus High-Immersion Virtual Reality: Definitions, Classification, and Examples with a Foreign Language Focus*, [w:] *Proceedings of the Innovation in Language Learning International Conference 2019*, Pixel, Florence 2019.
- Kaplan-Rakowski R., Gruber A., *One-on-one foreign language speaking practice in high-immersion virtual reality*, [w:] *Contextual Language Learning – Real Language Learning on the Continuum from Virtuality to Reality*, red. Y.J. Lan, S. Grant, Springer 2021.
- Karagozlu D., Korasenko N., Efimova O., Zubov V., *Identifying Students' Attitudes Regarding Augmented Reality Applications in Science Classes*, iJET, 2019, 14, 22.
- Kouzi M., Bani-Taha O., McArthur V., *Augmented Reality Plant & Animal Cells: Design and Evaluation of an Educational Augmented Reality Application*, Journal of Virtual Worlds Research, 2019, 12, 3.
- Milgram P., Kishino F., *A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays*, IEICE Transactions on Information and Systems, December 1994, E77-D(12).
- Nanthanasit A., *Approach Augmented Reality Real-time Rendering for Understanding Light and Shade in Art Education*, Int. Conf. Digit. Arts, Media Technol., 2018.
- Topol P., *Wszechobecne środowiska uczenia się*, Studia Edukacyjne, 2012, 20.
- Topol P., *Funkcjonalność edukacyjna światów wirtualnych*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 2013.

Topol P., *Edukacja 3D w świetle wybranych koncepcji pedagogicznych*. [w:] *Człowiek – Media – Edukacja*, red. J. Morbitzer, D. Morańska, E. Musiał, Wyższa Szkoła Biznesu, Dąbrowa Górnicza 2015.

Netografia

Aplikacja rzeczywistości wirtualnej vTime: <https://vtime.net/> [dostęp: 10.08.2021].

ARToolKit Project: <http://www.artoolworks.com/> [dostęp: 11.08.2021].

Okulary dla rzeczywistości rozszerzonej Apple AR Glass: <https://www.xrtoday.com/augmented-reality/apple-glasses-coming-in-2021/> [dostęp: 20.07.2021].

Rzeczywistość rozszerzona w budownictwie – *Bim Corner*: <https://bimcorner.com/pl/rzeczywistosc-rozszerzona-w-budownictwie/> (za: Trimble, <https://sitevision.trimble.com/building-construction/>) [dostęp: 1.08.2021].