

OCHRONA LUDNOŚCI I DZIEDZICTWA KULTUROWEGO

ISSN 2956-3763

Nr 1/2022

DOI: 10.4467/29563763.OLDK.22.006.16535

Bogdan Kosowski*

Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

ORCID: 0000-0003-3397-4445

Artur Luzar**

Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Krakowie

ORCID: 0000-0003-2263-1164

Wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości w szkoleniu strażaków: szanse i zagrożenia

Using virtual reality in firefighter training:
opportunities and threats

Wstęp

W 30-letniej historii Państwowej Straży Pożarnej szczególną rolę odgrywają szkolenia i kursy przeznaczone dla funkcjonariuszy. To dzięki nim efektywność działań ratowniczo-gaśniczych wciąż rośnie, a polscy strażacy są doceniani nie tylko w kraju, gdzie od wielu lat przodują w rankingach najbardziej poważanych zawodów, ale i na świecie, dając się poznać jako osoby pracowite i znakomicie wyszkolone. W ostatnim czasie wirtualna rzeczywistość (VR) stała się obiecującym narzędziem dla szkoleń specjalistycznych w różnych dziedzinach ratownictwa. Nadal jednak istnieje wiele problemów i przeszkód

* **Bogdan Kosowski:** dr hab. inż. prof. UJ, Katedra Bezpieczeństwa Narodowego, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, e-mail: bogdan.kosowski@uj.edu.pl

** **Artur Luzar:** st. kpt. dr, Wydział Centrum Szkolenia Ochrony Ludności i Dóbr Kultury Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Krakowie, e-mail: aluzar@sapsp.pl

wymagających dalszych badań, w szczególności związanych z możliwościami oraz zagrożeniami wynikającymi z użytkowania nowych technologii.

Rzeczywistość a wirtualność

Pojęcie „rzeczywistość” jest ściśle związane z filozofią, nauką zajmującą się problemami związanymi z poznaniem rzeczywistości. Choć *Słownik języka polskiego* określa to pojęcie jako „wszystko to, co istnieje”, to jednak przy próbie zrozumienia tak przedstawionej definicji rodzą się kolejne pytania: 1) jak rozumieć samą rzeczywistość? 2) co powoduje, że dany przedmiot, osoba lub zjawisko są rzeczywiste? 3) jak rozumieć ludzkie poznanie rzeczywistości? Choć pytania te wciąż stanowią niemałe wyzwania dla badaczy rozwijających nauki humanistyczne, odpowiedzi na nie starali się udzielić już pierwsi filozofowie. Arystoteles rzeczywistość uznał za realnie bytujący świat konkretnych, poznawalnych zmysłowo i intelektualnie dzięki formie substancjalnej nadającej tożsamość złożonym konkretnym (Sulenta, 2013, s. 117).

Autor dramatu *Tektonika uczuć* trafnie zauważa, że „w normalnym świecie nie można nacisnąć klawisza *nova gra*. [...] Rzeczywistość właśnie na tym polega, że nie można się cofnąć i zacząć grać od nowa” (Schmitt, 2008). To, co rzeczywiste, jest zatem przeciwieństwem tego, co wirtualne, definiowanego jako (Wirtualny, b.d.):

1. „stworzone w ludzkim umyśle, ale prawdopodobnie istniejące w rzeczywistości lub mogąca zaistnieć”,
2. „wykreowane na ekranie komputera, telewizora, ale tak realistycznie, że wydaje się rzeczywiste”.

W 1941 roku Paul Milgram opracował systematykę wirtualizacji rzeczywistości. W szczególności zaproponował tzw. kontinuum, czyli skalę zaczynającą od świata w pełni realnego do świata całkowicie wirtualnego. Kontinuum tworzą (Milgram, Takemura, Utsumi i Kishino, 1995):

1. Świat rzeczywisty (rzeczywistość, ang. *reality*), w którym wszystkie elementy są rzeczywiste. Prezentowany jest najczęściej w postaci obrazów fotograficznych lub filmów. Pierwsze próby wprowadzenia odbiorcy w świat wielowymiarowy były oparte na filmowych obrazach

wideo prezentowanych w warunkach umożliwiających odbiór pod różnymi kątami dla zamierzonych przez autorów wrażeń.

2. Rozszerzona rzeczywistość (ang. *augmented reality*), w której świat składa się w większości z elementów świata rzeczywistego, ale jest rozszerzony o pojedyncze elementy wirtualne wygenerowane komputerowo. Ilustracja 1 ukazuje wykorzystanie tego typu technologii podczas treningu z użyciem podręcznego sprzętu gaśniczego.

II. 1. Wykorzystanie rozszerzonej rzeczywistości podczas treningu z użyciem podręcznego sprzętu gaśniczego



Źródło: „Exceptional” reception for cutting-edge training programs, K. McKinley, 2018, (<https://www.sudbury.com/local-news/exceptional-reception-for-cutting-edge-training-programs-861437>).

3. Rozszerzona wirtualność (ang. *augmented virtuality*), w której świat składa się głównie z elementów wirtualnych wygenerowanych komputerowo, rozszerzony jest jednak o pojedyncze elementy rzeczywiste. Ten rodzaj rozwiązania może być stosowany w dydaktyce praktycznej przez czynny udział odbiorcy z nawiązaniem do czynności rzeczywistych. Przykładem mogą być prezentacje z użyciem faktycz-

nych narzędzi (np. klucze do łączników śrubowych) przy nauczaniu napraw silnikowych itp. Mogą to być strażacy w tzw. pełnym uzbrojeniu z zastosowaniem środków ochrony indywidualnej, w sprzęcie ochrony dróg oddechowych i ze sprzętem do działań ratowniczych działający w wirtualnym zdarzeniu generowanym.

4. Świat wirtualny (wirtualna rzeczywistość, ang. *virtual reality*, *virtuality*, VR), w którym wszystkie elementy świata są wirtualne i wygenerowane komputerowo (np. większość gier komputerowych). Obrazy konstruowane na podstawie rzeczywistych obiektów stanowią odwzorowania, od których nie zawsze oczekujemy realności.

Zależności pomiędzy światem rzeczywistym a światem wirtualnym przedstawia ilustracja 2.

II. 2. Kontinuum rzeczywisto-wirtualne według Milgrama i Kishiny



Źródło: opracowanie własne na podstawie *Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum*, P. Milgram, H. Takemura, A. Utsumi, F. Kishino, 1994, *Proceedings of SPIE*, 2351, s. 282–292 (<https://doi.org/10.1117/12.197321>).

Początki wirtualnej rzeczywistości

Koncepcję wirtualnej rzeczywistości można zauważyć już w twórczości Juliusza Verne’a, jednak VR zaistniała w naszym świecie znacznie później.

Pierwsze, we współczesnym rozumieniu, instalacje rzeczywistości wirtualnej pojawiły się na Uniwersytecie Wisconsin-Madison w Stanach Zjednoczonych w 1969 roku. Ich twórcą był Myron W. Krueger, który łączył swoje dokonania plastyczne z informatycznymi. Współpracując z Danem Sandinem, Jerryem Erdmanem i Richardem Venezkim, prowadził projekt *Glowflow*. Kluczowym zagadnieniem tego projektu było uzyskanie tzw. responsywności, czy-

li reakcji środowiskowej w formie zmian obrazu jako rezultatu ruchu. Ludzie biorący udział w projekcie znajdowali się w pomieszczeniu z instalacją zapewniającą fizyczne działanie światła pod wpływem impulsów. Impulsy pochodziły od komputera przyjmującego sygnały zmian pozycji osób w pomieszczeniu. Owe zmiany pozycji związane były również działaniem akustycznym syntetycznych dźwięków ze współpracującego z instalacjami syntezatora Mooga. Realizowane dokonania rodzącej się nowej formy określono terminem „środowisko responsywne”. W kolejnych latach zespół Myrona W. Kruegera rozwijał uznawane wówczas za artystyczne programy (Kieszek, 2016, s. 139–140):

- *Metaplay* (1970), który integrował transmisje z dwóch pomieszczeń w obraz budowany w tym samym czasie przez dwie osoby,
- *Psychic Space* (1971) oparty na instalacji w formie labiryntu z podłogą z rozmieszczonymi czujnikami ruchu,
- *Videoplace* (1975) z kontynuacją responsywności i z położonym naciskiem na zmysł dotyku oraz interakcjami awatarów we wspólnej przestrzeni.

Przyjęte rozwiązania, progresywnie kontynuowano z wprowadzaniem najnowszych technologii ze sfery informatycznej (oprogramowanie) oraz akcesoriów (hełm, wirtualne rękawice). Dokonania, które pierwotnie uznawano raczej za artystyczne, wraz z rozwojem informatyki wykreowały nowe technologie cyfrowe na potrzeby szerokiej gamy dyscyplin (Mikołajczyk, 2019). Przykładowe zastosowania VR ukazuje ilustracja 3.

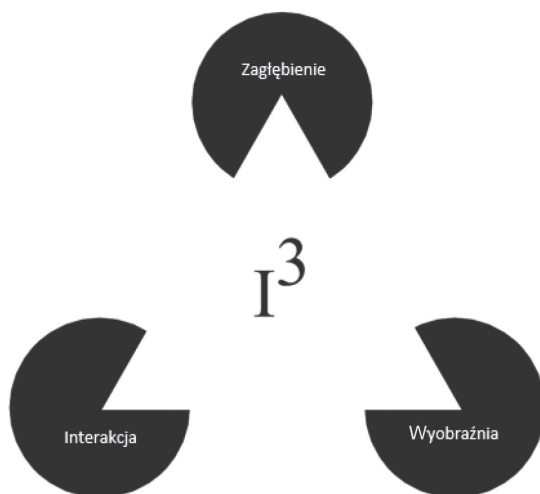


Il. 3. Przykładowe zastosowania VR

Źródło: opracowanie własne na podstawie *VR w edukacji – subiektywny przegląd możliwości*, K. Mikołajczyk, 2019, *e-mentor*, 79 (<https://doi.org/10.15219/em79.1410>).

Termin „rzeczywistość wirtualna” pojawił się stosunkowo niedawno, a za jego twórcę uważa się Jaron Laniera. Zdaniem Steve’a Brysona „rzeczywistość wirtualna jest sposobem użycia technologii komputerowej w tworzeniu efektu interaktywnego, trójwymiarowego świata, w którym obiekty dają wrażenie przestrzennej [fizycznej? – przyp. autora] obecności” (Bryson, 2013, s. 4). Ponadto funkcjonuje określanie rzeczywistości wirtualnej jako I^3 , czyli połączenie trzech pojęć: *interaction* (interakcja), *immersion* (zagłębienie), *imagination* (wyobraźnia). Stanowią one swoistą całość przedstawianą jako trójkąt wirtualnej rzeczywistości (ilustracja 4; Bryson, 2013).

II. 4. Trójkąt wirtualnej rzeczywistości



Źródło: opracowanie własne na podstawie *Virtual Reality: A definition history – A personal essay*, S. Bryson, 2013 (<https://doi.org/10.48550/arXiv.1312.4322>).

Innym funkcjonującym terminem, wprowadzonym przez Stanisława Lema, jest „fantomatyka”. *Słownik języka polskiego PWN* podaje, że jest to „technika wytwarzania w umyśle ludzkim iluzji istnienia sztucznej rzeczywistości” (Fantomatyka, b.d.). Mimo że twórca odnosi się do literackich wrażeń, to wprowadzona przez niego wizja nawiązuje w pełni do wrażeń wizualnych wprowadzanych wcześniej przez świat sztuki, w szczególności plastyków.

Założenia do konstrukcji wizualnych nazywanych symulacjami wirtualnymi mają korzenie w szeregu różnych rozwiązań dążących do wytworzenia efektów wizualizacji, zjawisk, obrazów i procesów jak najbliższych rzeczywistości. Cele tych rozwiązań są różne. Od początkowych demonstracji wizji artystycznych tworzonych przez prekursorów w formach dynamicznych obrazów po zaawansowane rozwiązania modelowania procesów fizycznych. Te ostatnie związane z progresywnymi modelami matematycznymi pozwalają na tworzenie doskonałych konstrukcji elektronicznych, mechanicznych i materiałowych.

Historyczne spojrzenie na temat wskazuje, że w zależności od dziedziny, w jakiej wykorzystuje się symulacje, występują jej kolejne odmiany.

Specyficzne rozwiązania kreują wszelkie analizy związane z rekonstrukcjami obiektów, procesów i zdarzeń. Te ostatnie stały się bardzo ważne w postępowaniach procesowych. Od wielu lat (początki to lata 90.) wykorzystuje je między innymi Instytut Ekspertyz Sądowych im. prof. dr. Jana Sehna w Krakowie dla wizualizacji hipotez dotyczących przebiegu wypadków komunikacyjnych na drogach. Symulacja stała się jedną z kluczowych metod analiz służących ocenie możliwości porządku zdarzeń. Warunkiem jest, poza zaawansowanym oprogramowaniem, odpowiednia ilość danych z rzeczywistości realnej (warunki brzegowe). Podobnie jest w postępowaniach we wszelkich innych rekonstrukcjach (lotnictwo, zdarzenia na morzu), w których przedstawia się najbardziej prawdopodobne rozwiązania. Obecnie poziom rozwoju informatyki umożliwia tworzenie obrazów, efektów akustycznych oraz wrażeń dotykowych i zapachowych. Istotną właściwością staje się interakcja człowieka ze środowiskiem. W medycynie i inżynierii symulacja zastępuje modelowanie fizyczne dla wypracowania nowatorskich rozwiązań. W siłach zbrojnych i w ramach ogólnie pojętego bezpieczeństwa jest stosowana do uzupełnienia rozwiązań taktycznych. Dalszy rozwój technologii informatycznych prowadzi do kolejnych innowacji. Jedną z nich jest tzw. jaskinia – CAVE – opracowana między innymi przez Thomasa DeFanti – jednego ze współtwórców projektu powstałego w Laboratorium Wizualizacji Elektronicznej Uniwersytetu Illinois w Chicago. CAVE (Automatic Virtual Environment) został zaprezentowany w 1992 roku, co otworzyło kolejne szerokie już

możliwości. Uzyskano możliwość odświeżania komputerowego obrazu w okularach z częstością dziesięciu ramek na sekundę. Ponadto uzyskaną tak oczekiwaną przez wiele gremiów możliwość integracji działalności kilku osób w tym samym pomieszczeniu. System określany jako immersyjny oznacza zanurzenie w obrazie. Pierwotnie związany ze sztuką (barokowe freski na ścianach wewnątrz kopuły tworzące wrażenie trójwymiarowego obrazu) w CAVE znajduje nowe zastosowania. Użycie komputerów w tym systemie umożliwia znaczące rozszerzenie wrażeń o dźwięki (w tym w pełni syntetyczne). Przykładem kontynuacji rozwojowych nawiązujących do sztuki jest pokazany w 2007 roku dramat interaktywny *Fasada*. Odbiorca zanurzony w jaskini funkcjonuje w świecie utworu. W 2014 roku przeprowadzono badania koordynowane przez prof. Marka Grossfelda z Case Western Reserve University w USA, ukierunkowane na rozwój systemów holograficznej prezentacji. Prezentacja ta wprowadza użytkownika w świat wirtualny, umożliwia interakcję z nim. Użytkownik ma możliwość oglądać obrazy holograficzne w otaczającej go atmosferze i nawiązać kontakt z inną wirtualną (komputerową) osobą. Obie strony prowadzą ze sobą rozmowę w wirtualnej rzeczywistości, nie widząc się wzajemnie (Back de, Tinga, Nguyen i Louwerse, 2020).

Osobną kwestią przebiegającą w synergii ze śmiało wprowadzanymi wizjami było konstruowanie rozwiązań nie tylko dla komputerów, lecz również oprzyrządowania zapewniającego właściwy odbiór wizualny i pozostałe wrażenia. Już pierwszy opatentowany w 1945 roku wyświetlacz zakładany na głowę, wynaleziony przez Thelmę McCollum, miał umożliwiać oglądanie telewizji stereoskopowej. Morton Heilig w 1960 opracował rozwinięcie pierwotnej wersji urządzenia, dając podstawy dla przyszłych gogli VR. Te rozwiązania były ukierunkowane na poprawę ergonomii i szeroko pojętą wygodę. W 1962 roku inżynier ten stworzył symulator Sensorama o koncepcji rozwiązań charakterystycznych dla popularnych po dziś dzień kin 5D. Konstrukcja ta – mimo prymitywnego z dzisiejszego punktu widzenia mechanizmu – umożliwiała, poza odbiorem obrazu, odczuwanie zapachów, drgań, przepływu mas powietrza. Efekty te uzyskiwano przez umieszczenie głowy odbiorcy w specjalnej komorze i tworzenie specyficznego mikroklimatu. W 1961 roku w firmie Philco skonstruowano urządzenie Head Mounted Display (HMD). Zasada jego dzia-

łania stosowna jest do dziś pod tą nazwą. Hełm z monitorem CRT oraz magnetycznym systemem śledzenia ruchu głowy umożliwiał reagowanie urządzenia na ruchy głowy użytkownika i prezentował obrazy filmu wideo pod kątem właściwym dla pożądanых wrażeń. Headsight nie był przeznaczony do zastosowań w wirtualnej rzeczywistości, lecz do wielowymiarowego oglądania filmów. Pierwszą udaną implementacją wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości było rozwiązanie zwane Mieczem Damoklesa, które opracował Ivan Sutherland. W systemie oprócz komputera było jeszcze urządzenie stereoskopowe umożliwiające wyświetlanie obrazu na soczewkach. Obraz stanowił sześcienny pokój, rozszerzona rzeczywistość wyświetlana była za obrazem, urządzenie implementowało tak naprawdę rozszerzoną rzeczywistość – za obrazem. Wadą urządzenia był jego duży ciężar. Konstrukcja ta była w efekcie pierwowzorem takich rozwiązań jak Google Glass i Microsoft HoloLens, a także wszelkich systemów urządzeń wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości. Systemy te w wersji mobilnej zapoczątkował Steve Mann z konstrukcją EyeTap. W 1981 roku wprowadził komputer Apple II, połączony z kamerą z małym wizjerem CRT, do plecaka. Obraz z kamery był transmitowany do wizjera praktycznie w czasie rzeczywistym i rozbudowany o dodatkowe elementy. Od tego czasu (przez ponad 25 lat) Steve Mann konstruował kolejne prototypy z tendencją do miniaturyzowania ich rozmiarów, a firma EyeTap jest aktywna do dzisiaj. Czasowa stagnacja w dynamice rozwoju VR/AR wynikała z niedoskonałości rozwiązań technologicznych sprzętu komputerowego.

Współczesny rozwój wirtualnej rzeczywistości

Dynamiczny rozwój wirtualnej rzeczywistości nastąpił w drugiej dekadzie XXI wieku, jako odpowiedź na popularyzację technologii cyfrowych i wszelkiego sprzętu (Bryson, 2013). W 2011 roku Palmer Luckey zbudował prototyp urządzenia funkcjonującego później jako Oculus Rift. Luckey zastosował najprostsze soczewki powiększające, a występujące zniekształcenia niwelował programem, tak by na ekranie powstawał już właściwy obraz. To rozwiązanie okazało się przełomowe w rozwoju systemów VR. W 2014 roku korporacja Facebook implementowała innowacyjne rozwiązania. Microsoft

HoloLens, realizując prace rozwojowe, maksymalnie na ile to było możliwe uprościł interfejs człowiek – maszyna z użyciem hologramów – generowanych cyfrowo obiektów nakładanych na wizjer okularów. Google zastosował w projekcie Glass jako element rozszerzający rzeczywistość ekran wyświetlany odbiorcy i przysyłający część widoku przez okulary. W tej koncepcji Glass ma zastąpić smartfona i przejąć jego niemal wszystkie funkcje. Technologia ciągle się rozwija i przekracza kolejne granice, zmieniając fantazje uznane kiedyś za science fiction w naszą rzeczywistość. Zacierą się granica między życiem realnym a wirtualną rzeczywistością, bez której trudno dziś sobie wyobrazić wiele dziedzin naszego życia, zwłaszcza rozrywkę i naukę (Bryson, 2013).

Obecnie znakomita większość projektów edukacyjnych jest oparta na technologii Unity 3D. Technologia ta jest wieloplatformowym silnikiem gier komputerowych nastawionym na tworzenie wirtualnego świata w środowisku trójwymiarowym. Mimo szerokiego wachlarza funkcjonalności ma proste i przyjazne środowisko, dzięki czemu stanowi narzędzie odpowiednie zarówno dla początkujących użytkowników, którzy szybko chcą zobaczyć efekt swojej pracy, jak i dla zaawansowanych deweloperów szukających nowoczesnych rozwiązań. Silnik posiada wsparcie dla ponad dwudziestu pięciu różnych platform (Windows, iOS, Android, PS4, Gear VR, Oculus Rift, Steam i wiele innych), natomiast sam projekt podczas rozwijania jest od niej uzależniony w znikomym stopniu. W praktyce oznacza to, że raz napisana gra da się eksportować zarówno na Windowsa, jak i na PS4 za pomocą kilku kliknięć myszy – oczywiście obowiązkiem dewelopera pozostaje obsługa różnych urządzeń wejścia (klawiatura, pady). Filozofia budowy wirtualnego świata w Unity 3D jest bardzo prosta. Deweloper tworzy nową scenę, tj. przestrzeń, w której będzie się toczyć akcja. Następnie umieszcza w niej tzw. asety (ang. *assets*), czyli obiekty, które pełnią jakąś funkcję w świecie. Mogą to być zarówno przeszkody mające swoją geometryczną reprezentację, jak i tekstury czy dźwięki. Na koniec deweloper tworzy logikę dla porozmieszczanych obiektów poprzez skrypty (które nomen omen są kolejnym rodzajem asetów). Skrypt może zawierać w sobie wszystko, co tylko deweloper jest w stanie sobie wymyślić, od prostych poleceń cyklicznie odgrywających melodię do skomplikowanej logiki determinującej kolejne posunięcie przeciwnika.

Silnik oferuje możliwość programowania w trzech różnych językach: UnityScript, C# lub Boo. Niestety znany z Unreal Engine'a tzw. Visual Scripting, w którym programuje się logikę przy pomocy upuszczania bloczków funkcyjnych na tablicę i łączenia ich w odpowiedniej kolejności, nie jest wspierany. Platforma dostarcza zestaw wbudowanych asetów takich jak proste obiekty geometryczne (kula, kostka), sporo mało przydatnych tekstur i nieco plików dźwiękowych. Chcąc zbudować coś większego, użytkownik ma dwa wyjścia: stworzyć modele przy pomocy zewnętrznych narzędzi lub odwiedzić Unity Store, gdzie często za darmo można pobrać profesjonalne modele, tekstury czy animacje. Unity 3D ma również szerokie wsparcie dla technologii Augmented/Virtual Reality. Platforma dostarcza przykładowe sceny i scenariusze – możemy polatać myśliwcem lub postrzelać do kosmitów bezpośrednio po zainstalowaniu silnika. Zalecany (największa stabilność i głębia doświadczeń) sprzęt to urządzenia z rodziny Oculus i Gear VR (Dymora, Mazurek i Kowal, 2019).

Zalety wirtualnej rzeczywistości

Wprowadzenie VR do ogólnego użytku stworzyło możliwość realizowania szkoleń w nowatorskim ujęciu. Szkolenie bazujące na oprogramowaniu komputerowym z założenia ma być tańsze niż to prowadzone przy użyciu prawdziwego sprzętu oraz w specjalnie zaaranżowanych warunkach. Jednak o jego przewadze nad tradycyjnym szkoleniem przy komputerze decyduje także brak dystansu dzielącego użytkownika od akcji obserwowanej na monitorze. Zaadaptowanie wirtualnej rzeczywistości do potrzeb szkolenia doprowadziło do stworzenia odpowiednich narzędzi. Pozwalają one dogłębnie analizować zachowanie szkolonej osoby w symulowanych warunkach oraz precyzyjnie przygotować scenariusz szkoleniowy, a prostota instalacji tego rozwiązania sprawia, że szkolenie można przeprowadzić praktycznie w każdym pomieszczeniu.

II. 5. Główne zalety stosowania VR w edukacji



Źródło: opracowanie własne.

Tworzenie skomplikowanych scenariuszy to kolejna duża zaleta tego typu rozwiązania. Mogą zostać zasymulowane scenariusze niemożliwe do wykonania w normalnych warunkach ze względu na duże koszty, zbyt wysokie ryzyko odniesienia obrażeń lub przekroczenie norm ekologicznych. Dodatkowo, w odróżnieniu od tradycyjnych form szkolenia, scenariusze mogą być nieustannie powtarzane. Szkolenie z użyciem technologii VR może w różnym stopniu oddawać warunki rzeczywiste. W podstawowym wariantcie wykorzystuje jedynie wyświetlacz VR. W bardziej zaawansowanych wariantach można korzystać także z dodatkowych akcesoriów takich jak opaski na kończyny, atrapy broni lub innych narzędzi, specjalna odzież. Zapewnienie warunków szkolenia strażackiego odbiegających od rzeczywistych w jak najmniejszym stopniu może być zrealizowane poprzez wykorzystanie takich elementów wyposażenia jak aparat oddechowy z zamontowanym w głowicy wyświetlaczem VR oraz odzież ochronna z elementami wytwarzającymi ciepło. Podsumowując, systemy zapewniające przeprowadzenie treningu strażackiego z pomocą wirtualnej rzeczywistości wyróżniają się następującymi zaletami (Mikołajczyk, 2019):

- niższe koszty w porównaniu z przeprowadzeniem szkolenia w warunkach terenowych (np. na poligonie),

- scenariusze wysokiego ryzyka mogą zostać zrealizowane bez narażenia życia strażaków ani innych uczestniczących osób,
- scenariusze niemożliwe do powtórzenia mogą być ćwiczone aż do osiągnięcia zamierzonych założeń,
- krótsze i bardziej efektywne szkolenie,
- przenośny sprzęt łatwy do zainstalowania w jakiegokolwiek sali lekcyjnej, jednostce straży pożarnej czy szkole,
- łatwe i szybkie przygotowywanie scenariuszy treningowych połączone z możliwością dokładnego przeanalizowania zachowania strażaka,
- brak ograniczeń społecznych, prawnych lub związanych z ochroną środowiska naturalnego.

Wady wirtualnej rzeczywistości

Mimo licznych zalet stosowanie technologii wirtualnej rzeczywistości niesie za sobą również pewne zagrożenia i ograniczenia. Zdaniem autorów do głównych wad wykorzystania technologii VR w procesie szkolenia strażaków należą: dyskomfort ćwiczącego, ograniczone odwzorowanie warunków rzeczywistych oraz sceptycyzm środowiska strażackiego (ilustracja 6).

II. 6. Główne wady stosowania VR w edukacji

GŁÓWNE WADY STOSOWANIA VR W EDUKACJI POŻARNICZEJ



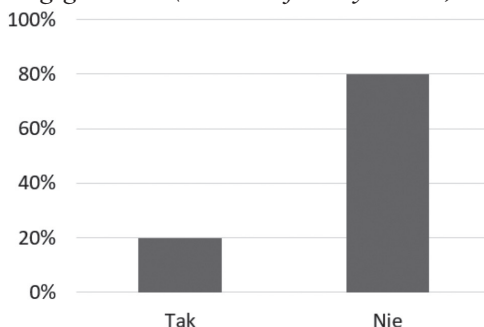
Źródło: opracowanie własne.

Środowisko rzeczywistości wirtualnej może wywierać na organizm ludzki ujemny wpływ. Zjawisko to było badane przez Goodsona i Millera w latach 60. XX wieku i wykazali oni, że część badanych miała obawy charakterystyczne dla choroby lokomocyjnej. Było to jednak sprzeczne z wcześniejszymi badaniami, które dowodziły, że główną przyczyną choroby lokomocyjnej jest ruch. Tymczasem w symulatorach nieruchomych człowiek nie doświadcza ruchu. W związku z powyższym w przypadku ujemnego oddziaływania symulatora na organizm najczęściej stosuje się pojęcie choroby symulatorowej.

Jej objawy występują w także przypadku zanurzenia człowieka w środowisku wirtualnym i są niemal takie same jak objawy klasycznej choroby lokomocyjnej: zawroty głowy, oszołomienie, ślinotok, blednięcie, nasilająca się potliwość, nudności, bóle głowy oraz dezorientacja, zaburzenia równowagi. Charakterystyczna jest także osłabiona zdolność koncentracji psychicznej.

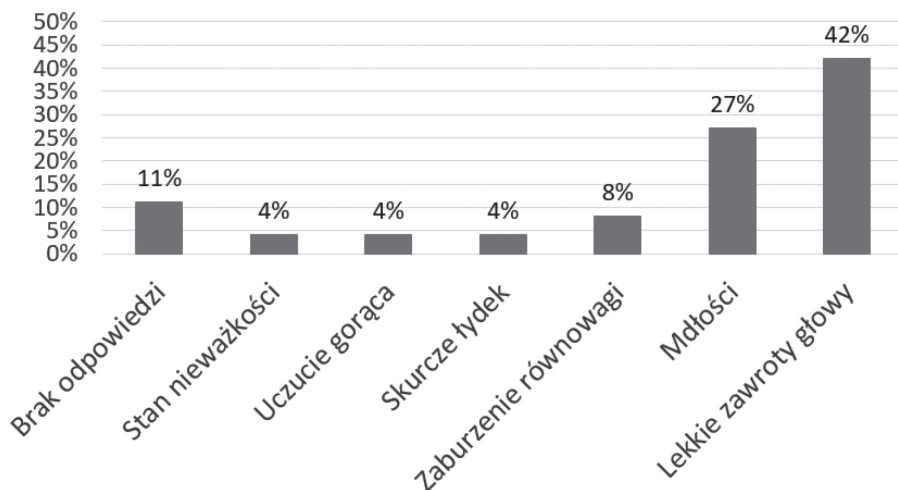
Objawy choroby symulatorowej zależą w dużym stopniu od indywidualnych cech i skłonności osobniczych. Wystąpienie choroby symulatorowej oznacza, że w układzie nerwowym zaszły czasowe zmiany, co może się przyczynić do zaburzenia realizacji podstawowych funkcji organizmu człowieka, a w konsekwencji – okazać się dla człowieka niebezpieczne. Literatura wskazuje, że nawet 20% badanych doświadcza jednego lub kilku objawów choroby symulatorowej (ilustracja 7; Tabak, 2020, s. 166).

II. 7. Struktura odpowiedzi na pytanie: czy Pani/Pan odczuwa dyskomfort fizyczny związany z używaniem gogli do VR (wirtualnej rzeczywistości)?



Źródło: *Publiczność w wirtualnej rzeczywistości*, W. Tabak, 2020, Didaskalia, 155, s. 166 (<https://doi.org/10.34762/0j13-y730>).

II. 8. Rodzaje dyskomfortu fizycznego podczas używania technologii VR



Źródło: *Publiczność w wirtualnej rzeczywistości*, W. Tabak, 2020, Didaskalia, 155, s. 167 (<https://doi.org/10.34762/0j13-y730>).

Kolejnym problemem analizowanej technologii jest ograniczone odwzorowanie warunków rzeczywistych. Choć konstruktorzy wirtualnego świata, graficy, programiści oraz inni specjaliści, biorący udział w projektowaniu poszczególnych programów, z roku na rok doskonalą swoje produkty, to jednak na obecną chwilę można wyróżnić kilka zasadniczych problemów. Należą do nich:

- brak możliwości odwzorowania rzeczywistość w pełni,
- problem przeoczenia podstawowych praw fizyki,
- prawdopodobieństwo popadnięcia w rutynę, która może się przenieść na pole realnych działań (Dymora, Bolanowski, Mazurek, Kowal i Salach, b.d.).

Zdaniem autorów istnieje także trzeci element hamujący wdrażanie omawianej technologii w szeregach Państwowej Straży Pożarnej. To sceptycyzm środowiska strażackiego wobec tego typu technologii. O ile przy okazji realizacji projektów badawczo-rozwojowych lub w murach szkół PSP coraz chętniej wykorzystuje się VR, o tyle jednak realizacja choćby doskonalenia zawodowego na poziomie poszczególnych komend wojewódzkich oraz powia-

towych jest incydentalna. Oczywiście powodów tego stanu rzeczy jest wiele, jednak brak przekonania wśród kadry szkoleniowej stanowi jedną z głównych przeszkód.

Symulacja pożaru obiektu zabytkowego w VR

Nieustanny postęp cywilizacyjny zmusza nadzorujących obszary bezpieczeństwa do niekonwencjonalnych działań, aby stale obszar ten uszczelniać i unowocześniać. Jednym z takich obszarów jest ochrona dziedzictwa kulturowego na wypadek szczególnych zagrożeń, takich jak powódź czy też pożar.

W 2018 roku przy współpracy szkół pożarniczych (SGSP oraz SA PSP w Krakowie) i podmiotów zewnętrznych powstał projekt *Opracowanie innowacyjnego systemu zarządzania bezpieczeństwem obiektów zabytkowych w zurbanizowanych centrach miast* jako innowacyjny system teleinformatyczny służący wspomaganie zarządzania bezpieczeństwem w kompleksach obiektów zabytkowych. Jednym z elementów projektu jest symulator VR uwzględniający scenariusze zagrożeń dla kompleksu zabytkowego wraz z możliwością podjęcia działań gaśniczych.

Głównym celem projektu jest zmniejszenie ryzyka skutków pożarów i innych katastrof w obiektach muzealnych, poprawa procesu ewakuacji dóbr i eksponatów znajdujących się w chronionych obiektach oraz spadek ryzyka ich uszkodzenia lub zniszczenia podczas sytuacji nadzwyczajnych.

Celem szczegółowym natomiast jest wsparcie procedur i osób odpowiedzialnych za prowadzenie działań ratowniczych w obiektach muzealnych, a także ochrona i zabezpieczenie dzieł sztuki w trakcie prowadzenia akcji ratowniczych. Przesłanką do stworzenia symulatora VR był zamiysł zwrócenia uwagi na problem współdziałania straży pożarnej z osobami pracującymi w muzeach i konserwatorami zabytków.

W symulatorze stworzono moduły teleinformatyczne o wysokim poziomie realizmu symulacji do zastosowań modelowania stanu różnych poziomów i źródeł zagrożeń:

- moduł oprogramowania przeznaczony dla ratownika (ROTA) działającego w obiekcie, ułatwiający odnalezienie przedmiotów do ewa-

kuacji, a także pomagający w podejmowaniu decyzji (na przykład przez wyświetlanie informacji o liczbie przedmiotów pozostałych do ewakuacji i ich kategorii),

- moduł oprogramowania przeznaczony dla oficera dowodzącego akcją (KDR) wspomagający podejmowanie decyzji przez prezentację informacji taktycznej, w tym informacji o ilości ratowników znajdujących się w obiekcie, ich położeniu oraz liczbie przedmiotów do ewakuacji i ich kategoriach,
- moduł oprogramowania przeznaczony dla osoby odpowiedzialnej za zbiory (nazwany „Muzealnik”), informujący o pozostałych dobrach do ewakuacji i ich kategoriach, o pozycji ewakuowanych dóbr znajdujących się poza budynkiem w danym czasie.

Celem szkolenia za pomocą symulatora wirtualnej rzeczywistości było również przyspieszenie procesu wypracowywania decyzji podczas zdarzeń w obiektach zabytkowych, zapoznanie strażaków ze specyfiką działań w tych obiektach, zwrócenie szczególnej uwagi na ewakuację cennych dóbr oraz kolejność ich ewakuacji, wzmacnianie relacji oraz partnerskiego współdziałania na drodze dowódca – rota i ratownik – ratownik, a także z służbami muzeum i konserwatorem zabytków. Dodatkowo symulacja VR może być dobrym wprowadzeniem do ćwiczeń, gdzie system ma odzwierciedlenie w realnym świecie. Użytkownik, który przeszedł szkolenie w symulatorze, nabywa odpowiedniej wiedzy, w jaki sposób prowadzić działania w obiektach stanowiących dziedzictwo kulturowe naszego kraju (Zespół projektowy Szkoły Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Krakowie, 2018).

Przedstawiony powyżej system nie jest oczywiście jedynym zastosowaniem technologii wirtualnej rzeczywistości w kształceniu strażaków. Rozwój tego typu symulatorów w działaniach ratowniczych i gaśniczych, a przede wszystkim poszukiwanie bezpiecznego jak i realistycznego środowiska ćwiczeń pożarniczych, powoduje, że prace nad tą technologią są prowadzone przez liczne ośrodki naukowe i komercyjne w kraju i na świecie.

Wnioski

Wirtualna rzeczywistość jako technologia wspomagająca kształcenie kadr pożarniczych na różnych poziomach jest bardzo obiecująca, choć niepozbawiona wad. W celu pełnego wykorzystania potencjału, jaki niesie VR, wskazane jest prowadzenie kolejnych badań mających na celu zmniejszenie lub wyeliminowanie czynników mogących powodować objawy choroby symulatorowej. VR nigdy nie odda w pełni realnych warunków prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych, jednak może podnieść ich efektywność dzięki wypracowaniu mechanizmów prowadzących do ich optymalizacji.

Streszczenie: W artykule przedstawiono możliwość wykorzystania technologii wirtualnej rzeczywistości jako elementu wspomagającego realizację doskonalenia zawodowego strażaków oraz innych osób związanych z zapewnieniem bezpiecznych warunków przeciwpożarowych w budynkach i obiektach. Autorzy przedstawili definicje i rodzaje wirtualnej rzeczywistości, a także zaprezentowali rozwój tej technologii poczynwszy od lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku aż do współczesności. Zostały przedstawione zalety, szanse, zagrożenia i ograniczenia wykorzystania tego typu narzędzi w procesie dydaktycznym. W artykule przedstawiono także środowisko wirtualne służące doskonaleniu podejmowania decyzji w przypadku działań gaśniczych na obiektach zabytkowych.

Abstract: The article presents the possibility of using virtual reality technology as an element supporting the implementation of professional development of firefighters and others associated with the provision of safe fire conditions in buildings and facilities. The authors presented definitions and types of virtual reality, as well as presented the development of this technology from the 1970s to the present. The advantages, opportunities, risks and limitations of using such tools in the teaching process were presented. The article also pres-

ents a virtual environment for improving decision-making in the case of fire-fighting operations on historic sites.

Słowa kluczowe: wirtualna rzeczywistość, VR, wizualizacja, symulacja, oprogramowanie, okulary VR, gogle, technologia, choroba lokomocyjna, pożar, działania ratownicze, ochrona zabytków

Keywords: virtual reality, VR, visualization, simulation, software, VR goggles, goggles, technology, motion sickness, fire, emergency response, conservation

Bibliografia

- Back de, T. T., Tinga, A.M., Nguyen, P., Louwense, M. M. (2020). Benefits of immersive collaborative learning in CAVE-based virtual reality, *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17, artykuł 51. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00228-9>
- Bryson, S. (2013). *Virtual Reality: A definition history – A personal essay*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1312.4322>
- Dymora, P., Bolanowski, M., Mazurek, M., Kowal, B., Salach, M. (b.d.). *Raport dotyczący analizy uwarunkowań technicznych wdrażania technologii VR w dydaktyce na kierunkach automatyka i robotyka oraz informatyka prowadzonych przez WEiI z potencjalnymi zastosowaniami dla Przemysłu 4.0*. Pozyskano 19 października 2021 z: <https://rid.prz.edu.pl/raport-prz/raport-potencjalu>
- Dymora, P., Mazurek, M., Kowal, B. (2019). Dydaktyczne aspekty projektowania aplikacji w środowisku Unity 3D. *Edukacja – Technika – Informatyka*, 27(1), 185–193.
- Fantomatyka. (b.d.). [hasło w:] *Słownik języka polskiego PWN*. Pozyskano 18 października 2021 z: <https://sjp.pwn.pl/sjp/fantomatyka;2557503.html>
- Kieszek, I. (2016). Wirtualizacja rzeczywistości i nowe technologie jako temat filmowy „Matrix” Wachowskich i „Kongres” Folmana. *Do Źródeł. Rocznik humanistyczny*, 14(12/14), 131–194.

- McKinley, K. (13 marca 2018). „*Exceptional*” reception for cutting-edge training programs. <https://www.sudbury.com/local-news/exceptional-reception-for-cutting-edge-training-programs-861437>
- Mikołajczyk, K. (2019). VR w edukacji – subiektywny przegląd możliwości. *e-mentor*, 79(2). <https://doi.org/10.15219/em79.1410>
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., Kishino, F. (1994). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. *Proceedings of SPIE*, 2351, 282–292. <https://doi.org/10.1117/12.197321>
- Schmitt, E. E. (2008). *Tektonika uczuć*. Kraków: Wydawnictwo Znak.
- Sulenta, P. (2013). Ogół czy konkretny przedmiotem ludzkiego poznania? Rozważania na podstawie q. 2 a. 6. „*Quaestiones disputatae De veritate – De scientia Dei*”. *Rocznik Tomistyczny*, 2, 113–135.
- Tabak, W. (2020). Publiczność w wirtualnej rzeczywistości. *Didaskalia*, 155, 147–179. <https://doi.org/10.34762/0j13-y730>
- Wirtualny. (b.d.). [hasło w:] *Słownik języka polskiego PWN*. Pobrane 18 października 2021 z: <https://sjp.pwn.pl/slowniki/wirtualny>
- Zespół projektowy Szkoły Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Krakowie. (2018). *Skrypt opisujący interakcję osoby szkolonej z wirtualnym środowiskiem*. Kraków.