

# Wirtualna rzeczywistość jako środek dydaktyczny w szkoleniach z obszaru pracy na wysokości

**Technologia rzeczywistości wirtualnej VR (ang. *virtual reality*) pozwala użytkownikowi na zanurzenie się w wygenerowany cyfrowo, przypominający realny świat za pomocą urządzeń elektronicznych. Po założeniu gogli VR ich użytkownik ma możliwość wejścia w interakcję z elementami tej rzeczywistości. Jednym z pól, na których można wykorzystać tę technologię jest wspomaganie tradycyjnych metod nauczania. Obecnie jest ona używana wyłącznie jako element wspierający formy uznawane za standardowe.**

Pierwotnie technologia VR została powszechnie zastosowana w obszarze rozrywki, w tym głównie w grach komputerowych. Wraz z rozwojem technik i podzespołów komputerowych forma prezentacji rzeczywistości w świecie wirtualnym stawała się coraz bardziej atrakcyjna w odbiorze – nie tylko dla pasjonatów gier komputerowych, lecz także dla osób tworzących programy i narzędzia edukacyjne. Dzięki VR osoba ucząca się ma możliwość poruszania się i wchodzenia w takie same relacje z otoczeniem jak w świecie rzeczywistym oraz może dynamicznie oddziaływać na wirtualny świat i zmieniać jego elementy. Obraz i dźwięk otaczają odbiorcę z każdej strony, co zwiększa poczucie realizmu i zaangażowanie uczestnika. Aplikacje VR bardzo często mają własnego lektora, który prowadzi osobę uczącą się po wykreowanym wirtualnie świecie. Dzięki VR możliwe jest np. uczenie się zachowań w sytuacjach niebezpiecznych.

W ciągu ostatnich kilkunastu lat prowadzone są liczne badania nad skutecznością wykorzystania technologii VR jako środka dydaktycznego. Przykładowo naukowcy z Uniwersytetu Maryland w swoich badaniach udowadniają tezę, że ludzie lepiej zapamiętują informacje, jeśli są im one prezentowane w wirtualnej rzeczywistości, a nie za pomocą dwuwymiarowego obrazu generowanego na ekranie komputera osobistego, smartfona czy tabletu<sup>1</sup>. Badania związane z efektywnością szkoleń prowadzone są także w zespole Andrzeja Grabowskiego w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym (CIOP-PIB)<sup>2</sup>. Technologia rzeczywistości wirtualnej znalazła również zastosowanie w zarządzaniu bezpieczeństwem w środowisku pracy<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> E. Krokos, C. Plaisant, A. Varshney. Virtual memory palaces: immersion aids recall. *Virtual Reality*. 2018, 23(1): 1-15, <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10055-018-0346-3> (dostęp: 25.02.2022).

<sup>2</sup> A. Grabowski. Porównanie efektywności szkolenia w środowisku wirtualnym dla osób w różnych grupach wiekowych. *Edukacja Ustawiczna Dorosłych*. 2017, 4(99): 55-62.

<sup>3</sup> T. Kontogiannis, M.C. Leva, N. Balfe. Total safety management: principles, processes and methods. *Safety Science*. 2017, 100: 128-142.

W artykule przedstawiono możliwości zastosowania technologii VR do prowadzenia szkoleń w zakresie bezpieczeństwa pracy, a zwłaszcza pracy na wysokości.

## Zalety i wady technologii VR

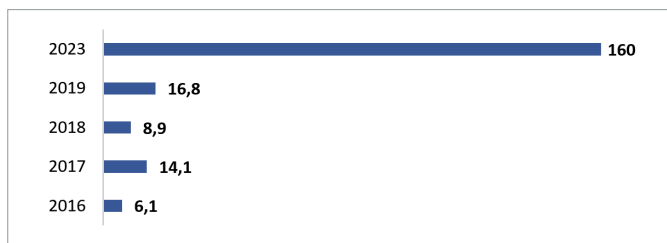
Zestawienie najważniejszych zalet i wad technologii VR jako innowacyjnego środka dydaktycznego w procesie edukacji przedstawiono na rys. 1. Za podstawową wadę uznaje się obecnie brak skutecznych rozwiązań umożliwiających efektywne integrowanie bodźców wizualnych z ciałem, a przede wszystkim ze zmysłem równowagi. Jeśli użytkownik aplikacji VR zostaje wprowadzony w ruch, zwłaszcza związany z jakimś rodzajem przyspieszenia, to obraz zaczyna się ruszać, ale błędnie nie przekierowuje sygnału do mózgu – użytkownik siedzi w goglach na krześle i nie zmienia się jej położenie.

Zalety VR	Wady VR
Imersja sprzyjająca zaangażowaniu – całkowite zanurzenie w procesie uczenia	Możliwość wystąpienia choroby lokomocyjnej w czasie użytkowania
Możliwość bieżącej analizy zachowań/działań użytkowników	Niewygodny dla użytkownika sprzęt, utrudniający imersję
Prowadzenie działań dydaktycznych zarówno w dużym, jak i małym zakresie	Wysokie koszty wytworzenia oraz zakupu sprzętu i oprogramowania
Możliwość stosowania w dowolnym miejscu i czasie	Brak narzędzi radykalnej selekcji informacji docierających do użytkownika
Atrakcyjna, nowoczesna forma kształcenia	Niższe systemowe wsparcie, konieczność samodzielnego poszukiwania rozwiązań dydaktycznych

Rys. 1. Zalety i wady wykorzystania VR w edukacji (oprac. na podst.: K. Mikołajczyk, VR w edukacji – subiektywny przegląd możliwości, Kometa, Sieć Edukacji Cyfrowej, <https://kometa.edu.pl/artykuly/245,vr-w-edukacji-subiektywny-przeglad-mozliwosci>, dostęp: 25.02.2022)

W wyniku tego działania powstaje błąd poznawczy i u odbiorcy może wystąpić choroba lokomocyjna. Jest to związane m.in. z mało doskonałym jeszcze sprzętem do uczestnictwa w wirtualnym świecie. Kolejną barierą utrudniającą powszechne zastosowanie technologii VR są wysokie koszty zakupu i wytworzenia sprzętu umożliwiającego jej profesjonalne wykorzystanie, a także drogie i czasochłonne programowanie aplikacji. Można jednak prognozować, że wraz z upowszechnianiem się tej technologii koszty związane z jej implementacją ulegną obniżeniu. Ponadto VR wymaga odpowiedniego selekcjonowania informacji, które docierają do odbiorcy, a narzędzia służące do tego celu są dopiero opracowywane. Czynnikiem ograniczającym jest zapewne więcej, ale nie wszystkie zostały już odkryte.

Analiza potencjału rynkowego VR daje również jednoznaczny sygnał, że staje się ona kolejnym narzędziem, które będzie powszechnie wykorzystywane w procesie dydaktycznym. – *VR to kolejna duża rzecz, która zrewolucjonizuje nie tylko świat gier i szeroko pojętej rozrywki, lecz także edukacji* – stwierdził w swoim wystąpieniu na Mobile World Congress 2016<sup>4</sup> Mark Zuckerberg, współtwórca najpopularniejszego na świecie portalu Facebook i twórca komunikatora internetowego Messenger. Takie stwierdzenie, padające z ust jednej z najbardziej wpływowych osób światowego biznesu z obszaru IT, ma swoje odzwierciedlenie w analizach rynkowych. Według niemieckiej agencji Statista, specjalizującej się w analizie danych rynkowych i konsumenckich, rynek rzeczywistości rozszerzonej i wirtualnej w 2019 r. został wyceniony na 16,8 mld dolarów, a prognozy na kolejne lata wskazują na dynamiczny wzrost jego wartości (rys. 2).



Rys. 2. Wielkość rynku rzeczywistości wirtualnej VR i rozszerzonej AR (w mld USD) wraz z prognozą na 2023 r. (oprac. na podst. <https://www.statista.com/statistics/591181/global-augmented-virtual-reality-market-size>)

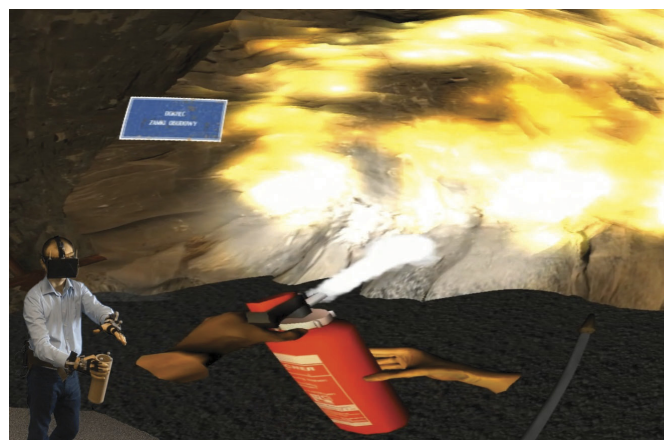
## Wykorzystanie rzeczywistości wirtualnej w szkoleniach bhp

CIOP-PIB ma bogate doświadczenie w obszarze wykorzystania VR do szkoleń z zakresu bhp. W jednym z projektów zrealizowanych przez Pracownię Techniki Wirtualnej (Zakład Techniki Bezpieczeństwa CIOP-PIB)<sup>5</sup> opracowano system szkoleń górników kopalni węgla kamiennego w zakresie postępowania w czasie prac szczególnie niebezpiecznych, obejmujący metody wykorzystujące techniki VR<sup>6</sup>. Dzięki ich zastosowaniu górnicy mogą nabyć i przećwiczyć prawidłowe zachowania w sytuacjach zagrożenia, ale w kontrolowanych i bezpiecznych warunkach w sali treningowej. Bodźce wizualne w wirtualnym środowisku podczas realistycznej, interaktywnej symulacji pozwalają na utrzymanie zainteresowania osób szkolonych oraz ułatwiają zapamiętanie informacji i utrwalenie nabytych umiejętności. Opracowany system pozwolił na symulowanie warunków panujących w kopalni podczas prac szczególnie niebezpiecznych oraz na obserwowanie zachowania się uczestników szkolenia w sytuacjach stresowych. Przykład wdrożonej wirtualnej symulacji szkoleniowej, obejmującej m.in. gaszenie płonącej ścianki przodka w podziemnej kopalni węgla kamiennego, przedstawiono na rys. 3.

<sup>4</sup> <https://www.mobileworldlive.com/mobile-world-congress-2016> (dostęp: 25.02.2022).

<sup>5</sup> Zadanie 4.SP.10 jest realizowane we współpracy z Pracownią Technik Rzeczywistości Wirtualnej w zakresie przygotowania środowisk wirtualnych i modeli 3D.

<sup>6</sup> Projekt V.B.15 pn. „Wykorzystanie technik rzeczywistości wirtualnej do szkolenia górników w zakresie postępowania w czasie prac szczególnie niebezpiecznych”. CIOP-PIB: 2011-2013.



Rys. 3. Wirtualna symulacja szkoleniowa (z wykorzystaniem atrapy rzeczywistej gaśnicy) w podziemnej kopalni węgla kamiennego (źródło: CIOP-PIB)

Obecnie można zauważyć tendencję do łączenia kompetencji firm z branży informatycznej i edukacyjnej – w Polsce i na świecie powstało już wiele podmiotów gospodarczych specjalizujących się w szkoleniach wykorzystujących technologie VR. Analiza dostępnej oferty wskazuje jednak na brak szkoleń VR dotyczących użytkowania i doboru środków ochrony indywidualnej przeznaczonych do pracy na wysokości.

## Wykorzystanie technologii VR w szkoleniach z zakresu pracy na wysokości

Od początku 2021 r. w CIOP-PIB trwają prace nad wykorzystaniem technologii VR w szkoleniach z zakresu pracy na wysokości.

Materiały szkoleniowe muszą uwzględniać wymagania określone m.in. w rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/425 z dnia 9 marca 2016 r. w sprawie środków ochrony indywidualnej oraz uchylenia dyrektywy Rady 89/686/EWG (Dz.Urz. L81 z 31.03.2016 r., s. 51), a także w normach:

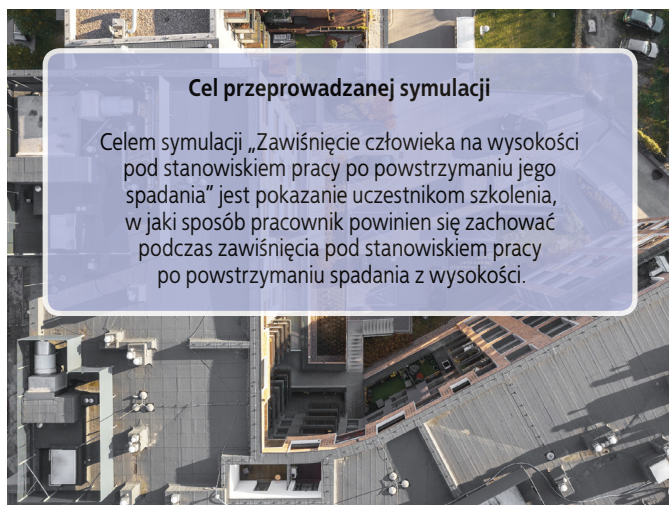
- PN-EN 795:2012. Ochrona przed upadkiem z wysokości – Urządzenia kotwiczące.
- PN-EN 361:2005. Środki ochrony indywidualnej chroniące przed upadkiem z wysokości – Szelki bezpieczeństwa.
- PN-EN 362:2006. Środki ochrony indywidualnej chroniące przed upadkiem z wysokości – Łączniki.
- PN-EN 354:2012. Środki ochrony indywidualnej chroniące przed upadkiem z wysokości – Linki bezpieczeństwa.
- PN-EN 355:2005. Środki ochrony indywidualnej chroniące przed upadkiem z wysokości – Amortyzatory.
- PN-EN 353-1+A1:2018-03. Środki ochrony indywidualnej przed upadkiem z wysokości – Urządzenia samozaciskowe z prowadnicą – Część 1: Urządzenia samozaciskowe ze sztywną prowadnicą.
- PN-EN 353-2:2005. Środki ochrony indywidualnej chroniące przed upadkiem z wysokości – Część 2: Urządzenia samozaciskowe z giętką prowadnicą.
- PN-EN 360:2005. Środki ochrony indywidualnej chroniące przed upadkiem z wysokości – Urządzenia samohamowne.

W wymienionych dokumentach są zawarte m.in.: wymagania dotyczące sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości, klasyfikacja i podział tego sprzętu, metody jego badań oraz zasady doboru i stosowania.

Szkolenia z wykorzystaniem VR wymagają ponadto opracowania symulatora rzeczywistości wirtualnej, co wiąże się z wyborem zagadnień przeznaczonych do realizacji oraz przygotowaniem scenariuszy symulacji. Zgodnie z przyjętymi standardami struktura materiałów dydaktycznych powinna być następująca<sup>7</sup>:

<sup>7</sup> K. Mikołajczyk. VR w edukacji – subiektywny przegląd możliwości. Kometa, Sieć Edukacji Cyfrowej. <https://kometa.edu.pl/artykuly/245,vr-w-edukacji-subiektywny-przeglad-mozliwosci> (dostęp: 25.02.2022).





Rys. 4. Widok informacji dotyczących celu przeprowadzanej symulacji na tle przestrzeni pod wybranym stanowiskiem pracy (fot. UNUSUAL111/Bigstockphoto)



Rys. 5. Widok dostępnych opcji wyboru na tle przestrzeni pod wybranym stanowiskiem pracy (fot. UNUSUAL111/Bigstockphoto)

- wstęp – wprowadzenie do omawianych treści oraz prezentacja celu,
- treść zasadnicza – zadania do wykonania,
- zagadnienia problemowe – do samodzielnej realizacji,
- część kontrolna – aby umożliwić sprawdzenie wiedzy,
- dodatkowe zasoby – dodatkowe wyjaśnienia, informacje, algorytmy obliczeniowe itp.,
- podsumowanie – nawiązanie do celu dydaktycznego.

Wszystkie te elementy uwzględniono podczas przygotowywania scenariuszy na potrzeby materiałów szkoleniowych. Wzięto też pod uwagę czynniki związane zarówno z charakterem wykonywanych prac na wysokości oraz doborem i odpowiednim użytkowaniem sprzętu ochronnego, jak i z odczuciami psychofizycznymi osób przebywających na dużej wysokości. Opracowano cztery zagadnienia do realizacji z wykorzystaniem symulatora VR:

- przejście po poziomym pomoście roboczym znajdującym się na wysokości,
  - zawiśnięcie człowieka na wysokości pod stanowiskiem pracy po powstrzymaniu jego spadania z wysokości,
  - prace elewacyjne na wysokości, np. mycie lub malowanie,
  - prace wykonywane na płaskich dachach, np. odśnieżanie.
- Dzięki tym symulacjom w procesie szkolenia można przygotować i przyzwyczaić pracownika do:
- przebywania i poruszania się na stanowisku pracy na wysokości,
  - sytuacji występującej po powstrzymaniu spadania w chwili zawiśnięcia lub podczas prac w podwieszeniu w systemie dostępu linowego,
  - prac wykonywanych przy elewacji budynku oraz na płaskich dachach, z uwzględnieniem odpowiednio dobranego i użytkowanego sprzętu ochronnego.

### Przykład: symulacja zawiśnięcia człowieka na wysokości pod stanowiskiem pracy po powstrzymaniu spadania

Celem symulacji jest pokazanie, w jaki sposób pracownik powinien się zachować podczas zawiśnięcia pod stanowiskiem pracy po powstrzymaniu spadania z wysokości. W tym szkoleniu zostaną wykorzystane: stanowisko złożone ze statywu – trójnoga, do którego poprzez szelki bezpieczeństwa odprężone zakotwiczyony pracownik, oraz sprzęt VR i odpowiednie oprogramowanie.



Rys. 6. Widok informacji dotyczących stosowanego sprzętu na tle przestrzeni pod wybranym stanowiskiem pracy (fot. UNUSUAL111/Bigstockphoto)





Rys. 7. Widok przestrzeni pod wybranym stanowiskiem pracy po powstrzymaniu spadania w wybranych warunkach atmosferycznych – podczas mgły (fot. UNUSUAL111/Bigstockphoto)

Uczestnik szkolenia zostanie przeniesiony do obszaru w przestrzeni wirtualnej, w którym miejsce pracy będzie się znajdowało na wysokości, i będzie musiał wykonywać proste czynności w różnych symulowanych warunkach atmosferycznych (np. podczas mgły, opadów deszczu lub śniegu). Do dyspozycji będzie miał wybrane wirtualne narzędzia oraz środki chroniące przed upadkiem z wysokości, takie jak szelki i linka bezpieczeństwa. Uczestnik zostanie przyczepiony do stałego punktu kotwiczenia lub np. do poziomej liny lub szyny kotwiczącej. W pewnym momencie zostanie zasymulowany upadek człowieka i powstrzymanie go przez środki ochrony indywidualnej. Uczestnik będzie odnosił wrażenie, że przebywa na dużej wysokości.

Szkolenie wykorzystujące tę symulację (rys. 4-7) będzie miało następujący przebieg:

- prezentacja instrukcji szkolenia,
- zapoznanie uczestników z celem wybranej prezentacji 3D,
- wybór dostępnych opcji programu, np. wybór warunków pogodowych na stanowisku pracy, wybór sprzętu (i wyświetlenie informacji o nim), wybór parametrów stanowiska pracy (np. wysokości),
- symulacja pracy na wysokości,
- zawiśnięcie w szelkach bezpieczeństwa,
- przedstawienie informacji o ewakuacji,
- zakończenie i podsumowanie symulacji.

## Podsumowanie

Ze względu na fakt, że w ofercie szkoleń z wykorzystaniem technologii VR brakuje szkoleń z zakresu pracy na wysokości, w CIOP-PIB podjęto działania, dzięki którym oferowane klasyczne szkolenia z tego zakresu zostaną uzupełnione o symulację 3D wykorzystującą VR. W tym celu wytypowano zagadnienia dotyczące pracy na wysokości i opracowano scenariusze przeznaczone do realizacji. Określono cele symulacji 3D, sposób ich przeprowa-

dzenia oraz zakres odczuć psychofizycznych, jakich może doznać pracownik w rzeczywistości wirtualnej. Uczestnik szkolenia nauczy się, jak powinien przygotować miejsce pracy na wysokości, jak się po nim poruszać, jak wykonywać pracę oraz co zrobić, kiedy dojdzie do zdarzenia wypadkowego. Sposoby realizacji symulacji będą obejmowały różne ścieżki postępowania i możliwości wyboru, np. warunków pogodowych. Ponadto będzie możliwe uzyskanie informacji o stosowanym sprzęcie ochronnym, jego prawidłowym doborze czy zagrożeniach występujących na danym stanowisku pracy. Opracowane scenariusze szkoleniowe będą wsparte specjalnie zaprojektowanymi stanowiskami szkoleniowymi.

Symulacje 3D wykorzystujące technologię VR – po ich włączeniu do prowadzonego w CIOP-PIB programu szkoleniowego dotyczącego bezpiecznego stosowania środków ochrony indywidualnej – pozwolą zintensyfikować szkolenia, zwiększyć stopień ich realizmu (a jednocześnie zachować wysoki poziom bezpieczeństwa uczestników) oraz znacznie podwyższyć atrakcyjność przekazu.

dr inż. Marcin Jachowicz  
dr inż. Grzegorz Owczarek  
Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy  
Kontakt: majac@ciop.lodz.pl

*Opracowano i wydano na podstawie wyników V etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w zakresie zadań służb państwowych ze środków Ministerstwa Rozwoju, Pracy i Technologii (zadanie nr 4.SP.09 pt. „Opracowanie materiałów szkoleniowych z zakresu doboru i użytkowania sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości wykorzystujące technikę rzeczywistości wirtualnej”). Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.*