



dr inż. MARCIN JACHOWICZ (ORCID: 0000-0002-6402-6897)  
 dr inż. GRZEGORZ OW CZAREK (ORCID: 0000-0003-3744-6535)  
 dr inż. JOANNA SZKUDLAREK (ORCID: 0000-0002-8728-0118)  
 Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy  
 Kontakt: majac@ciop.lodz.pl  
 DOI: 10.54215/BP.2023.10.20.Jachowicz

# Stanowisko szkoleniowe z wykorzystaniem technologii wirtualnej rzeczywistości do symulacji pracy na wysokości

Fot. Ricardo Gomez Angel/Unsplash



W artykule zaprezentowano możliwości zastosowania technologii rzeczywistości wirtualnej w szkoleniach z zakresu bezpieczeństwa podczas pracy na wysokości, a ponadto opisano opracowane w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym autorskie stanowisko szkoleniowe, zintegrowane z aplikacją przeznaczoną do prowadzenia tego typu szkoleń. Umożliwia ono symulację pracy na wysokości na wybranych stanowiskach pracy, w różnych warunkach atmosferycznych oraz z uwzględnieniem elementów doboru sprzętu ochronnego i roboczego. Aplikacja została przygotowana w środowisku Unity 3D na podstawie scenariuszy opracowanych przez autorów artykułu.

*Słowa kluczowe: technologia VR, upadek z wysokości, praca na wysokości, szkolenia pracowników, sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości*

## A training station using virtual reality to simulate working at heights

The article presents the possibilities of using virtual reality technology for safety training, utilized when working at heights, and also describes an original training station developed at Central Institute for Labour Protection – National Research Institute, integrated with an application intended for conducting this type of training, which enables simulations of working at heights at selected work stations, in various weather conditions and taking into account the elements of the selection of protective and work equipment. The application was prepared in the Unity 3D environment based on scenarios developed by the authors of article.

*Keywords: VR technology, falls from height, working at height, worker training, fall protection equipment*

## Wstęp

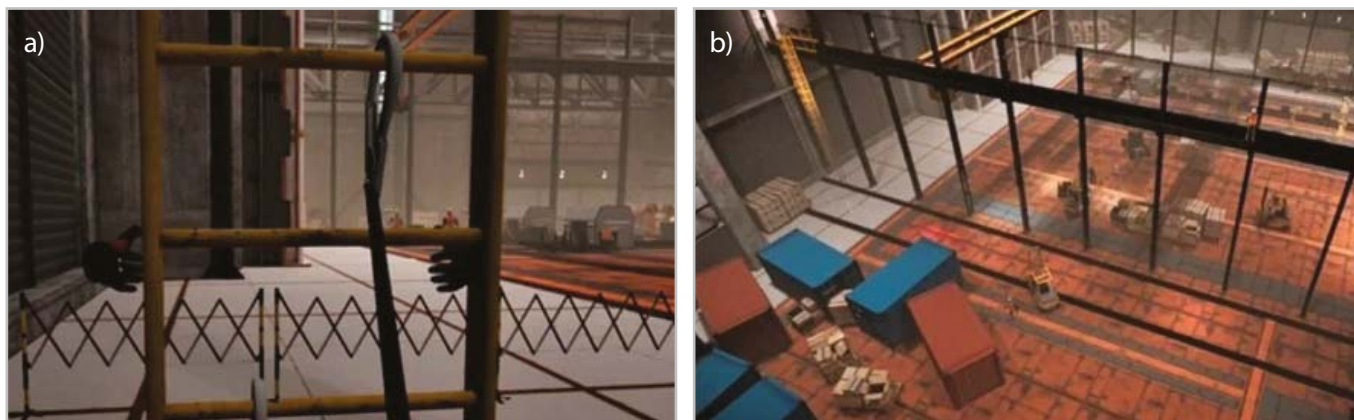
Wszędzie tam, gdzie na stanowisku pracy lub w jego najbliższym otoczeniu znajdują się miejsca położone względem siebie na różnych poziomach, a pracownik może się znaleźć na wysokości co najmniej 1 metra powyżej poziomu najniższego, istnieje zagrożenie upadkiem z wysokości.

Stanowiska pracy, na których występuje takie zagrożenie, spotyka się we wszystkich sektorach gospodarki, najczęściej w przemyśle, który obejmuje energetykę, budownictwo i telekomunikację [1]. W celu wyeliminowania takiego zagrożenia pracodawca powinien stosować kolejno następujące sposoby zabezpieczania pracowników:

- wyeliminowanie ryzyka upadku poprzez techniczne i organizacyjne usunięcie konieczności wykonywania pracy w warunkach zagrożenia (jeżeli to możliwe);
- stosowanie środków ochrony zbiorowej w postaci barier (np. siatek ochronnych powstrzymujących spadanie) niedopuszczających do znalezienia się pracownika w zagrożonej strefie;
- wyposażenie pracowników w środki ochrony indywidualnej uniemożliwiającej rozpoczęcie spadania lub powstrzymujące spadanie z wysokości (tj. odpowiednie systemy ochronne i sprzęt zabezpieczający) [2].

Jednym z najważniejszych i najskuteczniejszych sposobów minimalizacji ryzyka jest prawidłowe i skuteczne szkolenie pracowników w tym zakresie. Każdy pracownik przed przystąpieniem do pracy na wysokości powinien przejść szkolenie składające się z części teoretycznej i praktycznej [3]. W opinii ośrodków prowadzących tego typu szkolenia część praktyczna – obejmująca m.in. techniki wykonywania pracy, prawidłowe stosowanie środków zabezpieczających, odpowiednie poruszanie się na stanowisku pracy i komunikowanie ze współpracownikami oraz postępowanie w razie wystąpienia zdarzenia wypadkowego – jest wyjątkowo trudna zwłaszcza dla nowych pracowników, ponieważ uczestnicy szkolenia doświadczają poczucia przestrzeni i wysokości. Może to powodować dodatkowy stres i napięcie, co niekorzystnie wpływa na przyswajanie wiedzy i może zwiększać ryzyko popełniania błędów.

Zastosowanie technologii wirtualnej rzeczywistości (ang. *virtual reality* – VR) w połączeniu z rzeczywistym stanowiskiem szkoleniowym do pracy na wysokości, zaprojektowanym w formie stalowej ramy, może się stać ogniwem pośrednim pomiędzy szkoleniem teoretycznym a praktycznym. Podczas takiego szkolenia uczestnik jest fizycznie związany – za pomocą szelek i linki bezpieczeństwa – ze stalową, rzeczywistą konstrukcją i pozostaje na poziomie podłoża, ale dzięki goglom VR ma wrażenie wykonywania pracy na stanowiskach znajdujących się na wysokości kilkunastu metrów nad ziemią. Osoba szkolona ma możliwość wirtualnego poruszania się i wchodzenia w takie same interakcje z otoczeniem jak w świecie



Rys. 1. Widoki z aplikacji szkoleniowej przedstawiające halę produkcyjną huty firmy KGHM, prezentowane w ramach szkolenia z pracy na wysokości: a) przywiązanie uprząży do celu uniknięcia upadku z wysokości, b) widok hali produkcyjnej huty z bardzo dużej wysokości (źródło: KGHM)

Fig. 1. Views from the training application showing the production hall of the KGHM steelworks presented as part of the training on working at heights: a) attaching the harness to avoid falling from a height, b) view of the smelter's production hall from a very high altitude (source: KGHM)

rzeczywistym oraz może dynamicznie oddziaływać na wirtualny świat i zmieniać jego elementy. Obraz i dźwięk otaczają uczestnika szkolenia z każdej strony, co zwiększa jego zaangażowanie i poczucie przebywania w świecie rzeczywistym. Dzięki temu uczestnik może w bezpiecznych warunkach uczyć się odpowiedniego zachowania w sytuacjach niebezpiecznych [4].

Badania związane z efektywnością szkoleń z wykorzystaniem VR są prowadzone w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym (CIOP-PIB) [5, 6]. Technologia rzeczywistości wirtualnej znalazła również zastosowanie w zarządzaniu bezpieczeństwem w środowisku pracy [7] – zarówno w aspekcie pracy na wysokości, jak i nauki prawidłowych zachowań, np. podczas gaszenia pożarów.

Celem artykułu jest przedstawienie możliwości zastosowania nowoczesnej technologii VR do prowadzenia szkoleń z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy, zwłaszcza w kontekście pracy na wysokości.

## Zastosowanie VR w szkoleniach przygotowujących do pracy na wysokości

Zastosowanie wirtualnej rzeczywistości do szkolenia pracowników pozytywnie wpływa na bezpieczeństwo człowieka w miejscu pracy [8]. Technologia ta pozwala na wygenerowanie trójwymiarowego, komputerowego środowiska, obrazu, w którym osoba szkolona wchodzi w interakcję z wykreowanym otoczeniem [9, 10]. Wirtualna rzeczywistość oddziałuje zwłaszcza na takie zmysły człowieka, jak wzrok i słuch, oraz umożliwia wcielenie się w awatara, który zapewnia interakcję z innymi ludźmi lub przedmiotami [11]. Z tego względu technologia VR znalazła zastosowanie w wielu sektorach gospodarki. Przede wszystkim jest wykorzystywana w różnego rodzaju symulatorach, grach komputerowych, badaniach zachowania się ludzi oraz technikach rehabilitacyjnych [12]. Jednym z zastosowań VR są także narzędzia

edukacyjne, które wspomagają prowadzenie szkoleń dotyczących zróżnicowanych stanowisk pracy lub doboru środków ochrony indywidualnej [5]. Przykładowe widoki z aplikacji szkoleniowej, prezentowane na szkoleniu z zasad pracy na wysokości w firmie KGHM<sup>1</sup>, przedstawiono na rys. 1.

Szkolenia z wykorzystaniem VR pozwalają pracownikowi w bezpieczny sposób przećwiczyć zaimplementowane do aplikacji czynności, procedury i schematy działania, które warunkują jego bezpieczeństwo w miejscu pracy. Wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości w szkoleniach z pracy na wysokości może dotyczyć m.in. obsługi maszyn i urządzeń, a także doboru i wykorzystania sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości. Z uwagi na zmienne warunki atmosferyczne, jakie mogą panować w trakcie wykonywania prac na wysokości, za pomocą wirtualnej rzeczywistości można wykreować w aplikacji szkoleniowej niekorzystne warunki pogodowe, np. deszcz, śnieg, grad czy mgłę. Pracownik wyposażony w gogle VR zostaje postawiony w sytuacji symulującej wystąpienie zdarzenia awaryjnego, ekstremalnego lub zagrażającego jego życiu. Takie szkolenie skutecznie angażuje pamięć mięśniową, dlatego koordynacja i skuteczność działań podejmowanych przez człowieka w pracy jest znacznie lepsza niż nauczona w sposób czysto teoretyczny [11].

Kolejną zaletą technologii VR jest możliwość przeszkolenia dużej liczby pracowników w szybki i efektywny sposób, bez konieczności narażania ich zdrowia i życia oraz bez ponoszenia nadmiernych kosztów<sup>2</sup>. Takie szkolenia mogą wpłynąć na zmniejszenie liczby wypadków występujących podczas pracy na wysokości. Z danych opublikowanych przez Centrum Analityki KGHM w 2022 r. wynika,

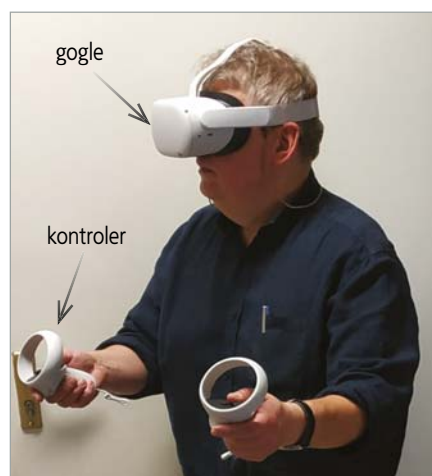
<sup>1</sup> <https://media.kghm.com/pl/informacje-prasowe/zasady-pracy-na-wysokosciach-w-wirtualnej-rzeczywistosci-kghm-wdracza-kolejne-innowacyjne-rozwiazanie-w-zakresie-bezpieczenstwa-pracy> [dostęp: 21.10.2022 r.].

<sup>2</sup> <https://cakghm.com/know-how/wirtualna-rzeczywistosc-w-treningu-pracownikow-kghm> [dostęp: 21.10.2022 r.].

że wirtualna rzeczywistość pomaga w trenowaniu kompetencji pracowników, a treści szkoleniowe prezentowane za jej pomocą są przyswajane o 50% lepiej niż w przypadku wiedzy przekazywanej w tradycyjny sposób<sup>3</sup>. Jest to nowy typ szkoleń, wprowadzony w 2022 r., więc na dokładne wyniki związane z ich wpływem np. na wypadkowość będzie trzeba jeszcze poczekać.

## Stanowisko szkoleniowe opracowane w CIOP-PIB

Opracowane w CIOP-PIB stanowisko szkoleniowe, przeznaczone do symulacji pracy na wysokości i wykorzystujące technologię VR, zostało zaprojektowane w środowisku Unity 3D<sup>4</sup>. Zastosowany program jest kompatybilny z większością gogli rzeczywistości wirtualnej HMD (ang. *head mounted display*), zawierających w zestawie kontrolery ruchu trzymane w dłoniach. System Steam VR przetwarza informacje o położeniu i rotacji gogli oraz kontrolerów typu *touch*. Docelowo aplikacja została



Rys. 2. Gogle rzeczywistości wirtualnej Oculus Quest 2 i kontrolery  
Fig. 2. Oculus Quest 2 virtual reality goggles and controllers

<sup>3</sup> Tamże.

<sup>4</sup> Silnik do tworzenia materiałów interaktywnych.





Rys. 3. Pokój odpraw – strona startowa aplikacji  
Fig. 3. The briefing room – the start page of the application

zaprojektowana i przetestowana na bezprzewodowych goglach Oculus Quest 2 (rys. 2.). Ma to szczególne znaczenie w szkoleniach z użyciem sprzętu ochrony indywidualnej złożonego głównie z lin i taśm włókienniczych, które mogłyby się zaczepiać o inne przewody lub kable zainstalowane na stanowisku szkoleniowym.

Aplikacja VR zawierająca scenariusz szkoleniowy umożliwia poruszanie się uczestnika w wirtualnym środowisku za pomocą teleportacji oraz interakcję z niektórymi obiektami wirtualnymi, takimi jak sprzęt ochrony osobistej czy sprzęt roboczy. Teleportacja znacząco ułatwia korzystanie ze scenariuszy, ponieważ pozwala przenieść się uczestnikowi szkolenia bezpośrednio w obszar działania bez konieczności fizycznego przemieszczania się. Sterowanie położeniem w środowisku wirtualnym

oraz interakcja z obiektami odbywa się za pomocą przycisków na kontrolerach typu *touch*. Zaprojektowana aplikacja bazuje na scenariuszach z zadaniami do wykonania. Przejście do kolejnego etapu następuje po poprawnym wykonaniu poprzedniego zadania, np. polegającego na odpowiednim doborze środków ochrony indywidualnej w zależności od wybranego stanowiska pracy i warunków atmosferycznych. System scenariusza wspierany jest przez podpowiedzi tekstowe oraz ikony wskazujące na element związany z aktualnym zadaniem – np. strzałka uruchamiająca działanie myjki ciśnieniowej. Dzięki interakcji użytkownika z trójwymiarowym środowiskiem możliwe jest odtworzenie różnych sytuacji związanych z pracą na wysokości. Na rys. 3 przedstawiono widok pokoju odpraw, który jest jednocześnie stroną startową aplikacji.



Rys. 4. Widok modułu rzeczywistego stanowiska szkoleniowego  
Fig. 4. View of the real training station module

## Budowa stanowiska szkoleniowego

Opracowane stanowisko szkoleniowe składa się z dwóch modułów:

- rzeczywistego – w postaci stalowej ramy i drewnianego podestu,
- wirtualnego – w postaci scenariuszy szkoleń wykorzystujących technikę VR.

Oba zintegrowane moduły przystosowano do współpracy z goglami VR obrazującymi przygotowane scenariusze pracy na wysokości. Odzwierciedlają one różne warunki pracy i konieczność zastosowania różnego typu sprzętu ochronnego. Takie podejście pozwala na przygotowanie uczestnika szkolenia do różnych warunków pracy występujących w rzeczywistości.

## Moduł rzeczywisty

Moduł rzeczywisty stanowiska szkoleniowego (rys. 4) jest zbudowany ze stalowej ramy i z drewnianego podestu. Ramę tworzą dwa trójnoży połączone poziomą belką, pod którą znajduje się drewniany pomost roboczy. Stałe punkty kotwiczenia, rozmieszczone w kilku miejscach stanowiska, służą do mocowania sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości. Takie rozwiązanie pozwala na aranżowanie różnych stanowisk pracy, które wymagają odmiennych sposobów zabezpieczenia człowieka, np.: stanowiska pracy zabezpieczonego z wykorzystaniem poziomej szyny, umożliwiającego przemieszczanie się, stanowiska z punktowym miejscem kotwiczenia czy stanowiska uniemożliwiającego rozpoczęcie spadania. Zaprojektowany w ten sposób rzeczywisty moduł stanowiska szkoleniowego jest zintegrowany z modułem wirtualnym. Pozwala to na wykorzystanie rzeczywistego sprzętu ochronnego i punktów kotwiczenia, co zapewnia użytkownikowi realne odczucia uzupełnione o bodźce wirtualne.

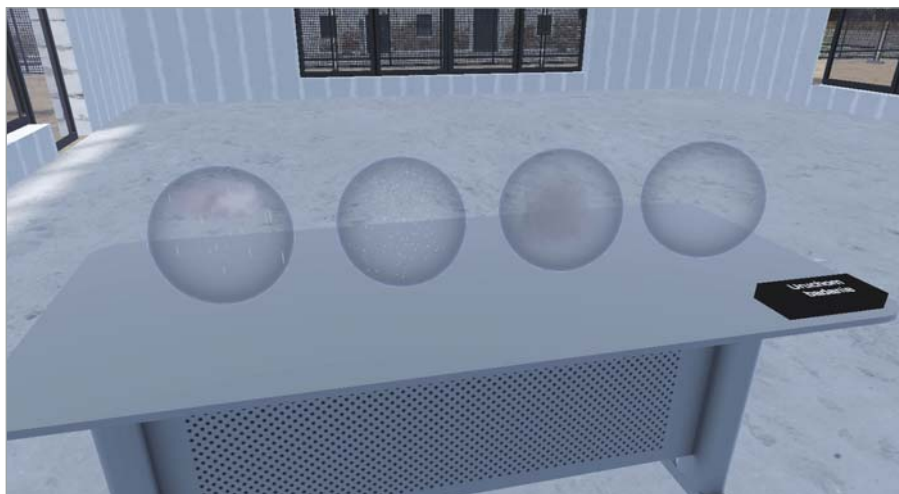
## Moduł wirtualny

Moduł wirtualny stanowiska szkoleniowego został opracowany na bazie gogli VR, kontrolerów trzymanyh w dłoniach oraz specjalnie przygotowanych czterech scenariuszy pracy wirtualnej. Scenariusze dobrano w taki sposób, aby odzwierciedlały odmienne warunki pracy i konieczność zastosowania różnego sprzętu ochronnego. Scenariusze obejmują następujące zagadnienia:

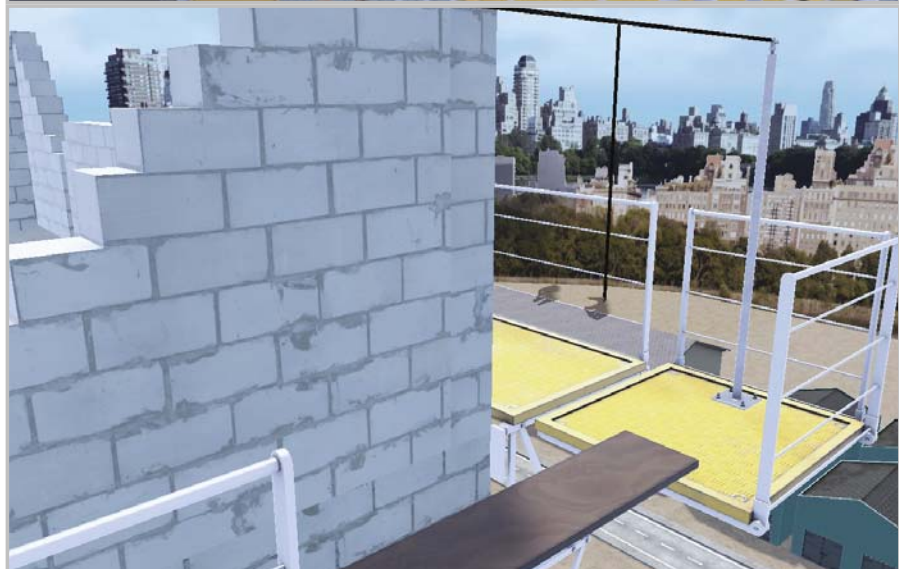
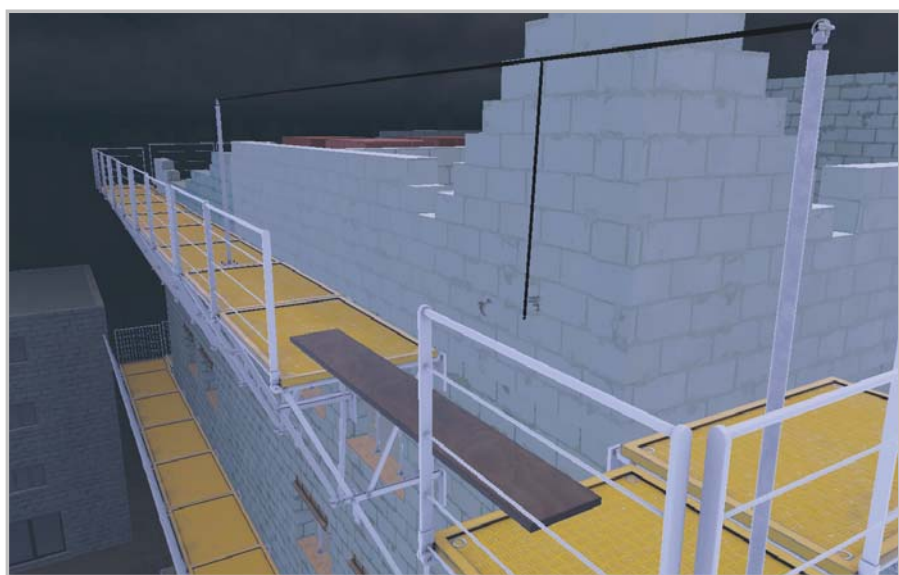
- przejście po poziomych pomoście roboczym znajdującym się na wysokości;
- zawieszenie człowieka na wysokości, pod stanowiskiem pracy, po powstrzymaniu spadania;
- prace elewacyjne na wysokości, np. mycie lub malowanie;
- prace wykonywane na płaskich dachach, np. odśnieżanie.

## Scenariusze szkoleniowe

Uruchomiona symulacja teleportuje użytkownika do tzw. pokoju odpraw. Znajdują się w nim wyodrębnione miejsca, gdzie należy wykonać po kolei różne przewidziane czynności, takie



Rys. 5. Pokój odpraw – wybór warunków atmosferycznych: deszcz, śnieg, mgła, słoneczna pogoda  
Fig. 5. Briefing room – selection of weather conditions: rain, snow, fog, sunny weather



Rys. 6. Ilustracje przedstawiające stanowisko pracy opisane w scenariuszu pt. „Przejsięcie po poziomym pomoście roboczym znajdującym się na wysokości”  
Fig. 6. Illustrations showing the workplace described in the scenario entitled “Walking on a horizontal working platform located at a height”

jak: dobranie sprzętu ochronnego niezbędnego do wykonania pracy na wybranym stanowisku, np. szelek bezpieczeństwa, amortyzatora czy łączników; wybranie sprzętu roboczego, który posłuży do wykonania pracy, np. bluzy roboczej, rękawic; wybranie warunków atmosferycznych, w jakich uczestnik będzie odbywał szkolenie (rys. 5).

Podczas przebywania w pokoju odpraw uczestnik szkolenia ma dostęp do informacji teoretycznych związanych z pracą na wysokości oraz ze stanowiskami pracy, które są dostępne w aplikacji szkoleniowej. Są one zamieszczone na tablicy informacyjnej oraz w zeszytach informacyjnych, które znajdują się w sali i na stole. Ponadto krótkie informacje na temat każdego środka ochronnego lub roboczego wyświetlają się po aktywowaniu (za pomocą wirtualnej wizualizacji dłoni) odpowiedniego symbolu graficznego. Po wykonaniu tych czynności uczestnik przenosi się na wybrane stanowisko pracy.

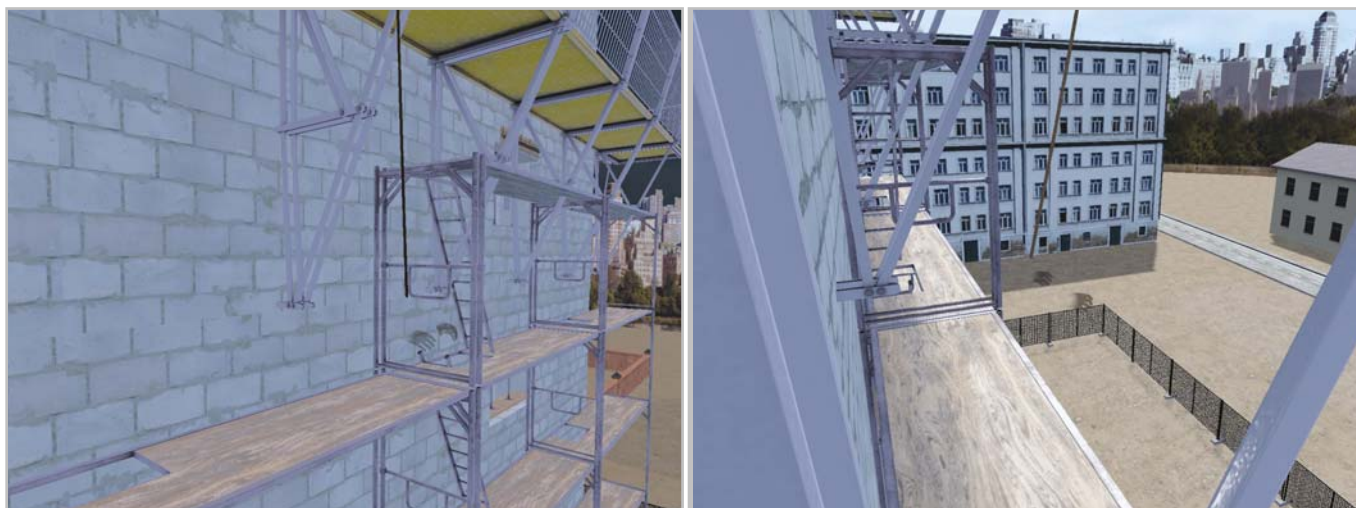
#### *Przejsięcie po poziomym pomoście roboczym znajdującym się na wysokości*

Celem tego scenariusza jest przedstawienie uczestnikom szkolenia, w jaki sposób należy się przemieszczać na stanowisku pracy na wysokości, na którym występuje konieczność poruszania się w poziomie. Zadanie polega na przejściu po poziomym pomoście roboczym znajdującym się na wysokości (rys. 6). Przed przystąpieniem do tego zadania należy odpowiednio skalibrować i zsynchronizować środowisko wirtualne ze stanowiskiem rzeczywistym. Podest roboczy, po którym uczestnik szkolenia będzie chodził w rzeczywistości, musi się znajdować dokładnie w tym samym miejscu co w scenariuszu wirtualnym. Pozwala to na realne odczucia i zbieżne bodźce wzrokowe oraz fizyczne (od kończyn). Przebieg postępowania przy takiej synchronizacji jest półautomatyczny, tzn. wymaga od uczestnika wykonania czynności, które są sygnalizowane w postaci komend w wirtualnej rzeczywistości.

#### *Zawiśnięcie na wysokości pod stanowiskiem pracy po powstrzymaniu spadania*

Celem tego scenariusza jest przedstawienie uczestnikom szkolenia, w jaki sposób pracownik powinien się zachować podczas zawiśnięcia pod stanowiskiem pracy po powstrzymaniu spadania z wysokości. Zadanie polega na zawiśnięciu uczestnika szkolenia w szelkach bezpieczeństwa po powstrzymaniu spadania przez sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości (rys. 7). Do wykonania tego zadania niezbędne jest wykorzystanie elementu rzeczywistego w postaci trójnogu oraz szelek bezpieczeństwa i linki bezpieczeństwa. Osoba szkolona może zobaczyć, przez gogle VR, oraz poczuć, poprzez realne zawieszenie w szelkach bezpieczeństwa, co się dzieje z człowiekiem po powstrzymaniu spadania.





Rys. 7. Ilustracje przedstawiające stanowisko pracy opisane w scenariuszu pt. „Zawiśnięcie człowieka na wysokości pod stanowiskiem pracy po powstrzymaniu jego spadania”  
 Fig. 7. Illustrations showing the workplace described in the scenario entitled “Hanging a man at a height below the workplace after stopping his fall”



#### Prace elewacyjne na wysokości, np. mycie lub malowanie

Celem tego scenariusza jest przedstawienie uczestnikom szkolenia, w jaki sposób pracownik powinien się zachować podczas przemieszczania się na stanowisku pracy na wysokości, na którym występuje konieczność wykonywania prac na elewacji budynku. Zadanie polega na przemieszczaniu się po pomoście znajdującym się na wysokości oraz wykonywaniu czynności mycia lub malowania elewacji (rys. 8). Przed przystąpieniem do tego zadania należy odpowiednio przygotować stanowisko szkoleniowe – podobnie jak w scenariuszu pt. „Przejsie po poziomym pomoście roboczym znajdującym się na wysokości”.

#### Prace wykonywane na płaskich dachach, np. odśnieżanie

Celem tego scenariusza jest przedstawienie uczestnikom szkolenia, w jaki sposób pracownik wyposażony w sprzęt uniemożliwiający rozpoczęcie spadania powinien się zachować podczas poruszania się w określonym obszarze na wysokości. Zadanie polega na odśnieżaniu powierzchni dachu płaskiego (rys. 9). Przed przystąpieniem do tego zadania należy odpowiednio skalibrować i zsynchronizować środowisko wirtualne ze stanowiskiem rzeczywistym. Powierzchnia płaska, po której uczestnik szkolenia będzie chodził w rzeczywistości, musi się znajdować dokładnie w tym samym miejscu co w scenariuszu wirtualnym.

We wszystkich symulacjach uczestnik szkolenia ma do dyspozycji wybrane wirtualne narzędzia i sprzęt roboczy oraz jest wyposażony w różne (odpowiednie do wybranych w aplikacji – podczas przygotowania do pracy w pokoju odpraw) rzeczywiste środki chroniące przed upadkiem z wysokości, takie jak: szelki bezpieczeństwa, amortyzator czy linka bezpieczeństwa. Czynnościami do wykonania na początku każdego scenariusza są zlokalizowanie punktów kotwiczenia i przyłączenie się do jednego z nich z wykorzystaniem zabranych ze sobą środków



Rys. 8. Ilustracje przedstawiające stanowisko pracy opisane w scenariuszu pt. „Prace elewacyjne na wysokości, np. mycie lub malowanie”  
 Fig. 8. Illustrations showing the workplace described in the scenario entitled “Facade work at height, e.g. washing or painting”



Rys. 9. Ilustracje przedstawiające stanowisko pracy opisane w scenariuszu pt. „Prace wykonywane na płaskich dachach, np. odśnieżanie”  
Fig. 9. Illustrations showing the workplace described in the scenario entitled “Works performed on flat roofs, e.g. snow removal”

ochrony indywidualnej chroniących przed upadkiem z wysokości. Wybrane scenariusze szkoleniowe mają utrwalić u uczestników prawidłowy sposób doboru sprzętu oraz prawidłowe zachowanie się na stanowisku pracy, a także przyzwyczać ich do poczucia wysokości. Opracowany sposób szkolenia oraz połączenie części rzeczywistej i wirtualnej stanowiska pozwalają na zwiększenie poziomu realności odczuć oraz zbieżności bodźców płynących zarówno od wzroku, jak i od kończyn uczestnika.

## Podsumowanie

Zbudowane w CIOP-PIB stanowisko szkoleniowe charakteryzuje się otwartą architekturą, więc możliwe jest rozszerzanie jego funkcji. Opracowane scenariusze szkoleniowe pozwalają na wprowadzanie i modyfikowanie prezentowanych treści informacyjnych z poziomu osoby prowadzącej szkolenia (trenażera), aby dostosować ich zakres do grupy osób szkolonych.

Zaobserwowano także pewne ograniczenia związane z tego typu szkoleniami – zarówno w obszarze rzeczywistym, jak i wirtualnym. Do szkolenia niezbędna jest bowiem odpowiednia przestrzeń, zapewniająca bezpieczne poruszanie się osoby szkolonej. Poza tym w przestrzeni wirtualnej da się korzystać tylko z ograniczonych możliwości poznawczych i dostępnych opcji wykonywania pracy – zależnych od danego scenariusza.

Stanowisko szkoleniowe zostało poddane weryfikacji w trakcie szkolenia pilotażowego, którego odbiorcami było 18 osób, które nie pracowały do tej pory na wysokości. Podczas oceny 20% osób stwierdziło, że realizm symulacji budził u nich uczucie lęku. Większość uczestników odpowiedziała, że korzystanie ze środowiska szkoleniowego jest komfortowe i intuicyjne. Weryfikujący ocenili również, że jest możliwość przynajmniej częściowego wykorzystania tego typu stanowiska w ich pracy zawodowej. Wszyscy wysoko ocenili możliwość

wykorzystania technologii VR do uatrakcyjnienia prowadzonych szkoleń oraz fakt, że może się to przełożyć na podniesienie bezpieczeństwa osób pracujących na wysokości.

Szkolenia z wykorzystaniem wirtualnej rzeczywistości nadal są rzadko spotykane na rynku edukacyjnym, zwłaszcza w obszarze nieinformatycznym. Zagadnienia szkoleniowe realizowane z wykorzystaniem VR muszą mieć jednak podbudowę w wykładach i ćwiczeniach prowadzonych tradycyjną metodą. Uczestnicy szkolenia powinni posiadać podstawową wiedzę teoretyczną z zakresu pracy na wysokości i doboru sprzętu, aby przystąpić do szkolenia z wykorzystaniem VR. Szkolenia wykorzystujące narzędzia wirtualnej rzeczywistości są stopniowo wprowadzane m. in. do oferty szkoleniowej CIOP-PIB.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Wypadki przy pracy w 2021 r. Główny Urząd Statystyczny.
- [2] Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. – Kodeks pracy (t.j. Dz.U. z 2023 r. poz. 1465 z późn. zm.).
- [3] Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 27 lipca 2004 r. w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. nr 180, poz. 1860 z późn. zm.).
- [4] Koncepcja innowacyjnych środków dydaktycznych przeznaczonych do kształcenia ustawicznego w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy. Warszawa: CIOP-PIB, 2020.
- [5] JACHOWICZ M., OWCZAREK G. Wirtualna rzeczywistość jako środek dydaktyczny w szkoleniach z obszaru pracy na wysokości. *Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka*. 2022, 5(608): 10-13.
- [6] GRABOWSKI A. Porównanie efektywności szkolenia w środowisku wirtualnym dla osób w różnych grupach wiekowych. *Edukacja Ustawiczna Dorosłych*. 2017, 4(99): 55-62.

[7] KONTOGIANNIS T. i in. *Total Safety Management: Principles, processes and methods*. Safety Science. 2017, 100: 128-142.

[8] Wirtualna rzeczywistość w szkoleniach BHP na budowach Budimeksu. Inżynier Budownictwa. Budimex. 20 kwietnia 2020 r.

[9] GUTTENTAG D.A. *Virtual Reality: Applications and Implications for Tourism*. *Tourism Management*. 2010, 31(5): 637-651.

[10] KAYNE R. What is the Difference Between a Static and Dynamic Virtual World? [online:] <http://www.wisegeek.com/what-is-the-difference-between-a-static-and-dynamic-virtual-world.htm> [dostęp: 21.10.2022].

[11] BERBEKA J. Wirtualna i rozszerzona rzeczywistość a zachowania konsumentów. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach*. 2016, 303: 85-101.

[12] LAUWERIJSEN T. i in. *The Validity of Virtual Reality Settings for Consumer Behaviour Experiments*. NHTV Breda University of Applied Sciences, 2014.

*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 Rodziny i Polityki Społecznej (zadanie nr 4.SP.09 pt. „Opracowanie materiałów szkoleniowych z zakresu doboru i użytkowania sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości wykorzystujących technikę rzeczywistości wirtualnej”).* Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.