

# Zastosowanie technologii VR do prowadzenia szkoleń bhp w zakładach górniczych

## VR technology and its application in health and safety training in coal mines



Inż. Jakub Polak<sup>\*)</sup>



Inż. Jarosław Tekla<sup>\*)</sup>

**Treść:** W artykule przedstawiono możliwości wykorzystania nowych technologii w procesach edukacyjnych w zakresie bezpieczeństwa pracy. Nowe technologie wspierające proces dydaktyczny mogą być wykorzystane w edukacji szkolnej, a także dla pracowników do szkoleń z dziedziny bhp.

**Abstract:** This paper presents the possibilities of using new technologies in education processes in the field of occupational safety. These innovative technologies which support the didactic process can be used in school education and as training for workers in the area of health and safety at work.

### Słowa kluczowe:

górnictwo, szkolenia bhp, dydaktyka, bezpieczeństwo pracy w górnictwie

### Keywords:

mining industry, health and safety training, didactics, health and safety in mining

## 1. Wprowadzenie

Zastosowanie wirtualnej rzeczywistości (ang. *Virtual Reality*) ([https:// ... 2018](https://...)) staje się coraz bardziej powszechne. Technologia ta opiera się na trójwymiarowym obrazie, który z użyciem oprogramowania komputerowego, gogli, joysticka, rękawic oraz słuchawek przenosi użytkownika w wirtualny świat. Świat ten może przedstawiać miejsca, przedmioty, które istnieją w rzeczywistości, jak i te zupełnie wymyślone, stworzone do indywidualnych potrzeb projektu. O kształcie tego świata decyduje autor programu, scenariusza i ogranicza go w tym jedynie jego wyobraźnia. W świecie tym decyzje podejmuje użytkownik szkolenia.

To on za pomocą ruchu głowy może dostrzegać wirtualny świat z różnych perspektyw, za pomocą dołączonego kontrolera i własnego ciała jest w stanie poruszać się w nim i wchodzić w interakcję z dowolnymi przedmiotami. Technologia ta znajduje coraz więcej praktycznych zastosowań. Obecnie jej światowe zastosowanie można znaleźć głównie w wizualizacji projektów budowlanych, logistyce, medycynie, grach i przede wszystkim nauce. W ostatniej z nich – nauce, doszukać się można szerokiego spektrum zastosowań. Technologię tę można wykorzystać zarówno w kontekście gier edukacyjnych dla dzieci, nauki w szkołach branżowych, ale także we wspomaganiu obecnych szkoleń pracowniczych.

Wszystko za sprawą głębokiej immersji odbiorcy, powodującej odcięcie się od otaczającego świata i wykorzystaniu zmysłów do odbioru przedstawianej mu treści. To powoduje, że na każdym poziomie nauka czy też szkolenie jest odbierane w sposób realny i co ważne – proces ten nie jest nużący dla odbiorcy. Implementacja tej technologii w powszechny system edukacji może przynieść wiele pozytywnych. Obecnie uczniowie w szkołach przyswajają często suchą teorię, która nie ma możliwości pokrycia w praktyce, nawet pomimo chęci zapewnienia dostępu do laboratoriów jednostki szkoleniowej. Jest to w większości bardzo trudne lub też niewykonalne ze względu na wysokie koszty budowy i utrzymania. Często także odzwierciedlenie środowiska i zapewnienie wymaganego poziomu bezpieczeństwa wyklucza całkowicie możliwość zaobserwowania danego zjawiska.

## 2. Szkolenia wstępne i okresowe w oparciu o technologię VR

Obowiązkiem pracodawcy, wynikającym z kodeksu pracy (*Ustawa ... 1974*), jest szkolenie pracowników w zakresie bhp. Dotyczy to szkolenia przed pierwszym przystąpieniem do pracy (szkolenie wstępne), ale także szkoleń okresowych, których częstotliwość określa specjalista do spraw bhp w przedsiębiorstwie. Obecnie pracownicze szkolenia bhp, zwłaszcza te okresowe, w większości przedsiębiorstw, w tym również

<sup>\*)</sup> Student Politechniki Śląskiej – Wydział Górnictwa i Geologii, Gliwice

kopalni, polegają na nudnych wykładach, prezentujących tematykę, której zakres nie zmienia się, ponieważ zawarty jest on w rozporządzeniu dotyczącym obowiązkowych szkoleń bhp ([Rozporządzenie 2004](#)). Pracownicy w trakcie takiego szkolenia częstokroć nie rozwiązują problemów zawodowych, czy też nie znajdują odpowiedzi na nurtujące ich pytania – zaliczają czas wymaganego szkolenia i przystępują do dalszej pracy. Na temat skuteczności szkoleń w ostatnim czasie ukazało się sporo publikacji, a także na temat przygotowania i skutecznego działania trenera bhp. W wielu krajach, między innymi w USA czy Kanadzie, stosuje się edukację opartą na technologii VR. W Południowej Afryce pierwsze prace nad stosowaniem szkolenia z użyciem wirtualnej rzeczywistości powstały w 2011 roku, a głównym celem i potrzebą było zwiększenie bezpieczeństwa pracowników oraz obniżenie wypadkowości w górnictwie podziemnym. Wówczas badaniu poddano dwie grupy. Jedną z nich opiniowała szkolenie tylko na podstawie wyświetlanych filmów, druga natomiast korzystała z technologii VR. W badaniu użytkownicy mieli ocenić takie elementy jak: stopień realizmu; przyjazność metody treningowej; preferowana metoda szkolenia. Wyniki badania, jednoznacznie wskazały na przewagę wirtualnej rzeczywistości nad standardowymi metodami, gdzie minimum 94% grupy VR opowiedziało się pozytywnie, co do stosowanej metody ([Squelch 2001](#)).

Technologia VR umożliwia utworzenie nowoczesnego laboratorium z wirtualnymi stanowiskami, wyposażonymi w sprzęty służące do interakcji szkolonego z jego otoczeniem. Laboratoria te dostosowywane są do potrzeb kształcenia, co więcej, możliwość modyfikacji wirtualnych środowisk jest nieograniczona – jedynym ograniczeniem jest wyobraźnia osób tworzących dany scenariusz. Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy w latach 2011–2013 podjął się stworzenia przytoczonego laboratorium szkoleniowego, w którym przeprowadził badania w zakresie wykorzystania techniki wirtualnej rzeczywistości w procesie pracy. Zbudowano wówczas dwa stanowiska, o średnim (system hydra) oraz wysokim poziomie immersyjności (system wizyjny). System o średnim poziomie immersyjności charakteryzował się brakiem przenoszenia rzeczywistych ruchów osoby szkolącej się do systemu wirtualnego. Proces ten następował za pomocą kontrolora, gdzie pochycenie joysticka oznaczało ruch postaci w wirtualnej rzeczywistości. Z kolei na stanowisku o wysokim poziomie immersyjności, każdy rzeczywisty ruch osoby biorącej udział w badaniu był od razu przenoszony do świata wirtualnego. Badaniu zostały poddane 21 doświadczonych osoby pracujące w górnictwie węgla kamiennego, zatrudnione w Kompanii Węglowej S.A. (obecnie PGG S.A.). Zadaniem szkolenia było m.in. wykonywanie, nadzorowanie, inspekcja robót z wykorzystaniem przytoczonych systemów. Wyniki badań przeprowadzonych na podstawie ankietyzacji, wskazują jednoznacznie na przewagę systemu wizyjnego, a więc tego o wysokim stopniu immersyjności, gdzie naturalny ruch odwzorowany jest w wirtualnej rzeczywistości. Ankietowani uczestnicy szkolenia wskazali, iż system wizyjny jest m.in. bardziej innowacyjny, łatwiejszy w obsłudze, funkcjonalny i przyjemniejszy. Natomiast użycie metody szkolenia z wykorzystaniem systemu Razer Hydra, zaopiniowali jako mniej funkcjonalny. Główną trudność sprawiło przede wszystkim wyobrażenie układu przestrzennego obiektów, co w konsekwencji wpływało negatywnie na wykonywane zadanie ([Grabowski 2018](#)).

Koszty stworzenia laboratorium szkoleniowego, wyposażonego w wirtualne stanowiska są zdecydowanie niższe w stosunku do budowy i utrzymania fizycznie istniejących stanowisk szkoleniowych. Możliwość odzwierciedlenia trudnych warunków w maksymalnie bezpiecznym, wirtualnym świecie

są szansą dla wprowadzania nowoczesnego systemu edukacji, a także szkoleń pracowniczych. Mowa tutaj zarówno o szkoleniach wstępnych, okresowych, jak i szczególnych kursach branżowych. Zastosowanie technologii VR w branżach takich jak np. górnictwo, umożliwi weryfikację predyspozycji zawodowych przyszłych pracowników, jak i podniesienie efektywności szkoleń bhp. Dane statystyczne GUS dla branży *Górnictwo i wydobywanie* pokazują, iż osoby o krótkim stażu pracy (do 3 lat), powodują 28,46% (dane za 2017 r.) wszystkich wypadków przy pracy ([Wypadki ... 2017](#)). Dlatego też, już na początku ścieżki zawodowej, należy podjąć kroki mające na celu polepszenie jakości i skuteczności szkoleń bhp, w tym przedstawienie oraz zaprezentowanie występujących w kopalniach zagrożeń.

Dzięki odzwierciedleniu danego stanowiska zakładu górniczego w wirtualnej rzeczywistości, dany pracownik może zostać poddany nie tylko profesjonalnemu szkoleniu, ale także kompleksowemu sprawdzianowi pod względem przepisów i zasad BHP, umiejętności i przede wszystkim predyspozycji do wykonywania ciężkiego i trudnego zawodu górnika. Nietrudno wyobrazić sobie pracownika kopalni, zakładającego szkoleniowy zestaw VR, który w krótkiej chwili przenosi się w wirtualne wyrobisko górniczne, mając do wykonania określone zadanie na zajmowanym stanowisku. Przy pomocy jednego zestawu szkoleniowego, składającego się z gogli, słuchawek, joysticków i rękawic oraz niezbędnych oprogramowania, można stworzyć nieograniczoną liczbę wirtualnych stanowisk i scenariuszy, a dzięki temu można uzyskać pełen wachlarz stanowisk pracy w jednym miejscu.

Dla określenia zalet i wad oraz szans i zagrożeń wiążących się ze stosowaniem technologii VR podczas szkoleń bhp, przeprowadzono badania opierające się na wykorzystaniu analizy SWOT. Wyniki tych badań zestawiono w tabeli 1.

Z przeprowadzonej analizy SWOT wynika, iż z zastosowaniem technologii VR wiąże się zdecydowanie więcej pozytywnych aspektów – mocnych stron oraz szans. Technologia VR pozwala w pełni bezpiecznie przeprowadzać szkolenie, obserwować reakcje uczestnika oraz świadomie kształtować jego kulturę pracy, a przede wszystkim ograniczyć koszty i czas innych pracowników związany ze szkoleniem. Szczególną uwagę należy zwrócić na dydaktyczną formę szkolenia. Tutaj można się odnieść do stwierdzenia: „Szkolenie zapewnia uczestnikom nabycie umiejętności wykonywania pracy w sposób bezpieczny dla siebie i innych, postępowania w sytuacjach awaryjnych oraz udzielania pomocy osobie, która uległa wypadkowi” ([Rozporządzenie 2004](#)). O ile obecne, standardowe metody szkolenia są w stanie przedstawić uczestnikowi teoretyczną treść związaną z zagrożeniami i ochroną przed nimi, to nie ma praktycznej możliwości symulacji zagrożenia i weryfikacji wiedzy oraz zachowania podczas aktywizacji niebezpieczeństwa. W wirtualnym szkoleniu odzwierciedlającym warunki górniczne, uczestnik szkolenia ma możliwość popełniania błędów i uczenia się na własnych błędach, bez obaw o konsekwencje tych działań. Technologia VR pozwala więc użytkownikowi, na kształtowanie sposobów postępowania w sytuacjach awaryjnych.

### 3. Podsumowanie

Technologia VR dla celów szkoleniowych nie jest metodą nieznaną. Badania wskazują na duże zainteresowanie oraz przewagę tej technologii nad standardowymi metodami typu *class education*, prezentacji Power Point®, czy też materiałów w postaci wideo. Proces szkolenia w wirtualnej rzeczywistości może wpłynąć pozytywnie na zdobycie wiedzy oraz kompetencji przed rozpoczęciem pracy, szczególnie

**Tabela 1. Wady oraz zalety stosowania technologii VR w szkoleniach bhp (analiza SWOT)****Table 1. Advantages and disadvantages of VR technology application in health and safety at work (SWOT analysis)**

Mocne strony - Strengths	Slabe strony - Weaknesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>Niższe koszty względem tradycyjnych treningów, szkoleń (podział kosztów zakupu rozłożony na kilka lat użytkowania sprzętu, w przeliczeniu na wszystkich pracowników);</li> <li>Koncentracja i zaangażowanie się pracownika w szkolenie dzięki wysokiemu realizmowi – chęć jak najlepszego wykonania zadań;</li> <li>Pełne bezpieczeństwo pracownika i jego współpracowników podczas szkolenia – brak ekspozycji na niebezpieczne czynniki fizyczne – możliwość przećwiczenia sposobu postępowania i reagowania podczas niebezpiecznych i kryzysowych sytuacji np. pożar egzogeniczny na dole kopalni;</li> <li>Oddanie w wysokim stopniu realizmu stanowiska pracy (najwyższa jakość obrazu, nagłośnienie, warunki klimatyczne, pozycja przy pracy);</li> <li>Wzrost świadomości pracowników na temat występujących zagrożeń naturalnych w górnictwie;</li> <li>Utrwalanie bezpiecznego sposobu wykonywania pracy – tożsamość wykonywanych ruchów w świecie realnym i wirtualnym;</li> <li>Możliwość wykorzystania gogli VR do innych celów – np. podczas rekrutacji.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Konieczność zatrudnienia pracownika do obsługi laboratorium szkoleniowego;</li> <li>Problematiczna obsługa okularów przez osoby z wadą wzroku – konieczność stosowania soczewek.</li> </ul>
Szanse - Opportunities	Zagrożenia - Threats
<ul style="list-style-type: none"> <li>Image innowacyjnej i nowoczesnej firmy – większa atrakcyjność na rynku pracy;</li> <li>Zmniejszenie się liczby wypadków – spowodowane lepszym poziomem i wyższą jakością prowadzonych szkoleń;</li> <li>Obniżenie kosztów związanych z odszkodowaniami;</li> <li>Mniejsze prawdopodobieństwo opóźnień produkcji wynikające z przestoi związanych z wypadkami przy pracy.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Choroba symulacyjna – zaburzenia błędnika, powodowane ruchem w wirtualnym świecie oraz jego brakiem w świecie rzeczywistym;</li> <li>Praca przed monitorem – wpatrywanie się w jeden punkt, męczenie się wzroku.</li> </ul>

w trudnych warunkach górniczych. Działanie to może wpłynąć na obniżenie wypadków w sektorze jakim jest górnictwo węgla kamiennego.

Warunkiem skutecznego i wartościowego szkolenia będzie oprócz wspomnianej wcześniej technologii:

- uczestnictwo pracowników w opracowywaniu programu szkolenia,
- analiza systemu zarządzania ryzykiem,
- ujawnienie pracownikom jednego z podstawowych praw pracowniczych, dotyczących możliwości powstrzymania się od wykonywania pracy w przypadku zagrożenia zdrowia lub życia.

## Literatura

GRABOWSKI A. 2018 - Sesje szkoleniowe górników w wirtualnej kopalni. Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy. [cejsh.icm.edu.pl](http://cejsh.icm.edu.pl) [dostęp 12.10.2018]

<https://whatis.techtarget.com/definition/virtual-reality> [dostęp 12.10.2018]

**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 2005 r. Nr 116, poz. 972, z 2007 r. Nr 196, poz. 1420) SQUELCHA.P. 2001 - Virtual reality for mine safety training in South Africa. The Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy, Johannesburg s. 209 – 216.

**Ustawa** z dnia 26 czerwca 1974 r. – Kodeks pracy (Dz. U. z 2018 r., poz. 917, z późn. zm.)

**Wypadki** przy pracy w 2017 r. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa, Gdańsk 2018.

Artykuł wpłynął do redakcji – grudzień 2018  
Artykuł akceptowano do druku – kwiecień 2019