

# Możliwość wykorzystania wirtualnej rzeczywistości w szkoleniach BHP jako element cyklu Kolba – aktualny stan wiedzy

Possibility of using virtual reality in health and safety training as part of the Kolb cycle – state-of-the-art

dr inż. Mariusz Szóstak (ORCID: 0000-0003-4439-6599), mgr inż. Mateusz Napiórkowski (ORCID: 0000-0002-6177-7767), Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Politechnika Wrocławska

DOI: 10.5604/01.3001.0053.9376

**Streszczenie:** Zastosowanie wirtualnej rzeczywistości (VR) do szkolenia pracowników z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy (BHP) pozytywnie wpływa na bezpieczeństwo w miejscu pracy. Technologia ta pozwala na wygenerowanie wirtualnego środowiska, w którym możliwe jest bezpieczne przeszkolenie pracowników i zapoznanie z różnymi procedurami postępowania w związku z potencjalnym zagrożeniem w środowisku pracy. Wykorzystanie technologii VR w szkoleniach BHP wpisuje się w model uczenia się przez doświadczenie – cykl Kolba, który bazuje na doświadczeniu, refleksji, teorii i praktyce. W artykule przedstawiono aktualny stan wiedzy dotyczący użyteczności wykorzystania technologii VR w kontekście cyklu Kolba.

**Słowa kluczowe:** bezpieczeństwo pracy, wirtualna rzeczywistość, cykl Kolba.

**Abstract:** The use of virtual reality (VR) to train employees in occupational safety and health (OSH) positively impacts safety in the workplace. The technology makes it possible to generate a virtual environment in which it is possible to safely train employees and familiarize them with various procedures for dealing with potential hazards in the work environment. The use of VR technology in occupational safety and health training fits the model of experiential learning – Kolb's cycle, which is based on experience, reflection, theory and practice. The article presents the current state of knowledge regarding the usefulness of using VR technology in the context of Kolb's cycle.

**Keywords:** occupational health and safety, virtual reality, kolb cycle.

## 1. Wprowadzenie

Pracownik jest najcenniejszym i mającym największy wpływ na procesy zachodzące w przedsiębiorstwie zasobem ludzkim, bez którego nie może funkcjonować żadne przedsiębiorstwo [1]. Pracodawca, który zamierza zatrudnić nowego pracownika lub stworzyć w przedsiębiorstwie nowe stanowisko pracy, musi liczyć się z kosztami utworzenia nowego miejsca pracy. Koszty te nie dotyczą tylko i wyłącznie kosztów związanych z zorganizowaniem i wyposażeniem stanowiska pracy, np. zakup sprzętu, narzędzi, oprogramowania, ale również, co ważniejsze, kosztów związanych bezpośrednio z przeszkoleniem i wdrożeniem nowego pracownika. Zgodnie z [2] pracodawca jest zobowiązany do zapewnienia pracownikom bezpiecznych i higienicznych warunków pracy i zorganizowania pracy w sposób zapewniający bezpieczne i higieniczne warunki, ale również jest zobowiązany zapewnić przeszkolenie pracownika w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy

przed dopuszczeniem go do pracy oraz przeprowadzać szkolenia okresowe.

Mimo że koszt przygotowania stanowiska pracy, zakupu niezbędnego sprzętu potrzebnego do wykonywania pracy, w tym środków ochrony indywidualnej oraz odzieży i obuwia ochronnego może stanowić duży koszt początkowy, to istotne jest również, aby uwzględnić koszty, jakie ponosi pracodawca w związku z zatrudnieniem nowego pracownika. Podstawowy koszt stanowi m.in. opłacenie badań wstępnych czy szkoleń w zakresie przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. Przy takich założeniach ochrona zdrowia jest nie tylko obowiązkiem pracodawcy wynikającym z obowiązujących przepisów prawa pracy, ale ma silne podłoże ekonomiczne. Z punktu widzenia pracodawcy może się wydawać, że są to niepotrzebne wydatki, jednak prawidłowo przeprowadzone szkolenie wstępne i okresowe zapewniają pracownikom znajomość zasad i przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy oraz zmniejszają liczbę wypadków przy pracy, które generują dodatkowe koszty dla

przedsiębiorstwa, takie jak: roszczenia cywilne poszkodowanego, koszty absencji, kary administracyjne oraz podwyższenie składki wypadkowej [3–5].

Brak wykwalifikowanego personelu wpływa na tempo prac prowadzonych przez przedsiębiorstwo. W skrajnych sytuacjach może wiązać się z niedotrzymaniem terminów umownych, a w sytuacji w której dany pracownik był jedynym specjalistą w danej dziedzinie i z uwagi na jego absencję, nie mogą być kontynuowane dalsze prace. Niezależnie od stanowiska pracy szkolenia z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy powinny minimalizować ryzyko zaistnienia wypadku przy pracy, powstania uszczerbku na zdrowiu oraz śmierci pracownika.

Tradycyjne formy szkoleń BHP prowadzone są za pomocą instruktażu, kursu, seminarium z uwzględnieniem takich form dydaktycznych jak wykład, prezentacja, udostępnianie materiałów edukacyjnych, takich jak podręczniki, ulotki oraz broszury informacyjne [6]. Część praktyczna szkoleń jest zdecydowanie dużo rzadziej spotykaną formą ze względu na czas- i pracochłonność oraz potrzebę zapewnienia odpowiedniego miejsca do przeprowadzenia szkoleń, w którym można przeprowadzić warsztaty, ćwiczenia. Tradycyjne formy szkoleń (wykłady) nie zawsze zapewniają zdobycie podstawowej wiedzy i umiejętności związanej z praktycznym wykorzystaniem zdobytej wiedzy. Podczas instruktażu stanowiskowego zależy nam najbardziej na przekazaniu praktycznej wiedzy i umiejętności. Instruktaż ma za zadanie przygotować pracownika do bezpiecznego wykonywania pracy [7]. Po prawidłowo odbytym szkoleniu pracownik powinien wiedzieć, co ma robić na stanowisku pracy, tzn. poznać metody bezpiecznego wykonywania pracy, ale również znać sposoby ochrony przez zagrożeniami wypadkowymi i zagrożeniami dla zdrowia w warunkach normalnej pracy i w warunkach awaryjnych [8]. Aby wspomniane obszary (wiedza i umiejętności) zostały objęte programem szkolenia, jego proces powinien zostać przygotowany i przeprowadzony z użyciem cyklu Kolba. Ponadto w pracy [9] stwierdzono, że konwencjonalna ocena osiągnięć uczniów dotychczas koncentrowała się na odtwarzaniu wiedzy faktograficznej i proceduralnej. W przeciwieństwie do tego koncepcja uczenia się na podstawie doświadczania pozwala na rozwijanie myślenia wyższego rzędu poprzez rozwiązywanie problemów, zamiast przyswajania faktów i odtwarzania instrukcji [9].

Celem artykułu jest przedstawienie aktualnego stanu wiedzy na temat użyteczności zastosowania technologii wirtualnej rzeczywistości do prowadzenia szkoleń z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy zgodnego z modelem uczenia się przez doświadczenie.

## 2. Model uczenia się przez doświadczenie – cykl Kolba

Mechanizm uczenia osób dorosłych i dzieci nie różni się. Polega on na przekazaniu wiedzy i praktycznym zaprezentowaniu

jej wykorzystania w rzeczywistości. Pomimo tego nauczenie osoby dorosłej i zdobycie przez nią nowej wiedzy i umiejętności jest zdecydowanie trudniejsze niż w przypadku dzieci, głównie ze względu na posiadany bagaż doświadczeń, który ta osoba zdobyła [10]. Trudnością w zdobywaniu nowych umiejętności jest przyjmowanie nowej wiedzy przez pryzmat dotychczasowej, co powoduje jej kwestionowanie i może prowadzić do jej odrzucenia. Osobie dorosłej należy udowodnić, że informacja, która jest przekazywana, jest prawdziwa i wartościowa, przez co prowadzenie szkoleń dla osób dorosłych jest wymagającym procesem. Osoby dorosłe wyznają zasadę, że: zdobywają sprawność i wiedzę, gdy usłyszą, zobaczą, porozmawiają i, co najważniejsze, zrobią.

Jednym z kluczowych założeń andragogiki (dziedzina zajmująca się nauczaniem dorosłych) jest to, że osoba dorosła rozwija swoją wiedzę i umiejętności poprzez autonomiczne działania, oparte na wcześniejszym doświadczeniu i dokładnej refleksji nad podejmowanymi aktywnościami. Według [11] do efektywnej nauki dorośli potrzebują:

- poczucia odpowiedzialności za obszar, którego się uczy – sam decyduje, że chce się tego uczyć;
  - wiedzieć, dlaczego potrzebuje się uczyć;
  - chcieć się uczyć przez doświadczenie;
  - podchodzić do nauki jak do rozwiązywania problemów;
  - widzieć w szkoleniu wartość bezpośrednią, co oznacza, że może od razu wykorzystać zdobytą wiedzę w praktyce.
- W pracy [12] przedstawiono model uczenia się przez doświadczenie, nazywany obecnie cyklem Kolba. Przedstawiony na rysunku 1 cykl Kolba składa się z 4 etapów i zakłada, że:
- wiedzę zdobywa się poprzez praktykę i doświadczenie: doznawanie, działanie, przeżywanie, oglądanie, słuchanie, działanie (etap: doświadczenie);
  - pewne konkretne doświadczenie skłania do rozumnej obserwacji: refleksja, odtwarzanie przeżyć, rozważanie za i przeciw, myślenie o działaniu (etap: refleksja);



Rys. 1. Cykl Kolba (opracowanie własne)

- refleksja powoduje tworzenie abstrakcyjnych reguł generalizujących, służących nie tyle do opisanego danego konkretnego zdarzenia, ale wszystkim jemu podobnych; teoria, wniosek, poznanie zasad, nadanie znaczenia refleksji (etap: teoria);
- powstała wiedza jest następnie weryfikowana przez aktywne eksperymenty, czyli sprawdzenie nowego pomysłu w praktyce, co prowadzi do powstania nowych doświadczeń: praktyka, testowanie nowego rozwiązania, zastosowanie, podejmowanie ryzyka (etap: praktyka);
- cykl zaczyna się od początku.

### 3. Wirtualna rzeczywistość – zdobywanie wiedzy przez doświadczenie

Wirtualna rzeczywistość pozwala na wygenerowanie trójwymiarowego, komputerowego środowiska, obrazu, w którym osoba szkolona wchodzi w interakcję z wykreowanym otoczeniem [13]. W opracowanym środowisku użytkownik ma możliwość poruszania, wchodzenia w takie same relacje z otoczeniem jak w świecie rzeczywistym, zmieniać jego elementy i oddziaływać za pomocą interaktywnych urządzeń, takich jak google wirtualnej rzeczywistości (VR goggles) lub kontrolery ruchu. Wirtualna rzeczywistość tworzy immersyjne doświadczenie, które angażuje zmysły użytkownika, umożliwiając mu poczucie bycia „wewnątrz” wirtualnego świata. Dzięki zaawansowanej grafice, dźwiękowi przestrzennemu i interakcji z otoczeniem użytkownik może odczuwać wrażenie obcowania z wirtualnym środowiskiem jako prawdziwe. VR znajduje zastosowanie w różnych dziedzinach, takich jak rozrywka, gry komputerowe, szkolenia, edukacja, projektowanie i symulacje [14–16]. Z uwagi na tradycyjne formy prowadzenia szkoleń BHP, głównie wykłady, zastosowanie cyklu Kolba staje się praktycznie niemożliwe. Zdobywanie wiedzy przez doświadczenie, np. przeżycie sytuacji niebezpiecznej jest niemożliwe (zabronione jest narażenie pracownika na bezpośredni kontakt z niebezpieczeństwem, upadek z wysokości i inne). Podczas tradycyjnego wykładu uczestnik szkolenia nie doświadczy danej sytuacji, przez co nie będzie mógł poddać jej refleksji (etap 2 cyklu), nie pozna zasad działania (etap 3 cyklu) i nie powstanie wiedza, która mogłaby zostać wykorzystana w przyszłości (etap 4 cyklu).

Dzięki zastosowaniu wirtualnej rzeczywistości do szkoleń pracownik ma możliwość realistycznego, chociaż wirtualnego, doświadczenia i zrozumienia konsekwencji związanych z nieprawidłowym zachowaniem się w miejscu pracy. Wirtualne środowisko pozwala mu na dokładne obserwowanie, odczuwanie i „przeżywanie” różnych scenariuszy oraz sytuacji wypadkowych, dając wgląd w potencjalne skutki takiego zachowania [17, 18]. Daje to możliwość refleksji i rozpoczęcia nauki przez doświadczenie, co podczas szkoleń w formie tradycyjnej nie było możliwe. Dodatkowo w wirtualnej rzeczywistości możliwe jest zdobywanie

nowych i trenowanie posiadanych już umiejętności i zachowań, a odpowiednie zaplanowanie scenariuszy pozwala również na przekazanie wiedzy. Przy takim podejściu do szkoleń wiedza ta jest samoistnie zdobywana przez uczestnika podczas „przeżywania” treningu.

Należy jednak pamiętać, że technologia VR powinna stanowić tylko jeden z elementów składowych szkoleń i nie powinna stanowić jego głównego elementu. Zagadnienia szkoleniowe wykorzystujące VR powinny być uzupełnieniem do tradycyjnych form szkoleń wspierać treści przekazywane podczas wykładów prowadzonych tradycyjną metodą. Wynika to chociażby z faktu, że długość trwania szkoleń w wirtualnym środowisku ma istotny wpływ na ich efektywność. Badania przeprowadzone wśród uczestników wykazały, że czas trwania szkolenia stanowi jeden z aspektów, który może wpływać na ich negatywny odbiór. W oparciu o przeprowadzone badania [19] ustalona została optymalna długość trwania szkolenia, która wynosi 5–7 minut. Trening przeprowadzony w takim przedziale czasu jest skuteczny dla uczestników i nie powoduje niekorzystnych skutków zdrowotnych, takich jak choroba lokomocyjna.

### 4. Cyfrowe uczenie się w cyklu Kolba w literaturze naukowej

Analiza prac indeksowanych w bazie danych *Web of Science* dla słów kluczowych: *Kolb*, *virtual reality* wykazała istnienie jedynie 25 artykułów naukowych, co oznacza, że tematyka ta nie jest powszechnie poruszana w badaniach naukowych. Co warto zauważyć, podczas przeszukiwania bazy danych z dodatkowym słowem kluczowym *civil engineering* nie otrzymano żadnego artykułu. Dużo więcej prac, bo 101 artykułów, otrzymano podczas przeszukania bazy danych dla słów kluczowych *Kolb*, *health and safety*, które poruszają tematykę wykorzystania cyklu Kolba w aspekcie bezpieczeństwa i higieny pracy. Poniżej omówiono wybrane artykuły naukowe dotyczące wykorzystania wirtualnej rzeczywistości w powiązaniu z cyklem Kolba.

I tak w artykule [20] przedstawiono praktyczne zastosowanie szkolenia, przeprowadzonego w systemie wirtualnej rzeczywistości, w zakresie ewakuacji z budynku. Do opracowania scenariusza szkolenia zastosowano podejście wykorzystujące cykl Kolba. Aby osoby szkolone miały możliwość, zgodnie z cyklem Kolba, przeprowadzenia refleksji i wyciągnięcia wniosków z odbytego szkolenia, w zaproponowanym systemie założono, że każdy uczestnik podczas pierwszej próby nie zdąży się ewakuować z budynku, m.in. z powodu braku zaangażowania innych, wirtualnych uczestników ewakuacji. Przez doznanie porażki podczas pierwszej próby osoba szkolona miała możliwość, na bazie własnych doświadczeń, przygotować się do kolejnego podejścia tak, aby ewakuacja zakończyła się sukcesem. Wyniki przeprowadzonego eksperymentu pokazały, że zastosowany

mechanizm uczenia się, bazujący na cyklu Kolba, wzmacnia efektywność odbytego treningu.

W pracy [21] dotyczącej prowadzenia zajęć z anatomii stwierdzono, że wirtualna rzeczywistość może być z powodzeniem stosowana jako zamiennik tradycyjnych zajęć. Z kolei w artykule [22] zaobserwowano, że etap doświadczenia z wykorzystaniem VR w cyklu Kolba ma pozytywny i znaczący wpływ na zachowania osób szkolonych. Zdaniem autorów obecnie oczekiwany jest rozwój tej technologii oraz liczby dostępnych systemów służących do prowadzenia treningu z wykorzystaniem wirtualnej rzeczywistości.

Cykl Kolba w aspekcie nauczania przez doświadczenie przedstawiono również w pracy Kee i Zhang [23]. Badania przeprowadzono wśród studentów ogrodnictwa i architektury krajobrazu podczas pandemii COVID-19 po przeprowadzaniu zajęć z wykorzystaniem VR. Otrzymane wyniki badań pokazały, że środowisko immersyjne wpływa pozytywnie na kształcenie studentów pod względem zagadnień merytorycznych, ale również umiejętności uczenia się innowacyjnych technologii. Samo wykorzystanie VR wzmocniło zainteresowanie nowymi technologiami i ich wykorzystaniem.

## 5. Podsumowanie

Mimo prowadzonych wielu działań prewencyjnych, szkoleń, kampanii, które przynoszą pozytywny rezultat, w postaci zmniejszenia się liczby wypadków i ofiar śmiertelnych w budownictwie, to niestety na polskich budowach wciąż dochodzi do dużej liczby wypadków. Dlatego warto rozważyć zmianę podejścia i stosowanych powszechnie metod do prowadzenia szkoleń. Odejście od tradycyjnych wykładów oraz zastosowanie angażującego pracownika w szkolenie według cyklu Kolba stanowi ogromne wyzwanie dla branży z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy, ale wydaje się być odpowiednim podejściem w zakresie przekazywania wiedzy dotyczącej bezpieczeństwa pracowników.

Dzięki zastosowaniu modelu uczenia się przez doświadczenie (cyklu Kolba) do prowadzenia szkoleń z zakresu bezpieczeństwa i higieny oraz zastosowaniu technologii wirtualnej rzeczywistości pracownik ma szansę doświadczyć efektu „zrozumienia” problemu bez jego faktycznego zaistnienia. W kontekście szkoleń BHP jest to cel nadrzędny: zmiana postawy uczestnika.

Zmiana formy prowadzenia szkoleń jest możliwa ze względu na rozwój nowych technologii, w tym wirtualnej rzeczywistości i to od jej dalszego rozwoju będzie zależał kierunek zmian. Konieczne jest zatem opracowanie odpowiednich scenariuszy szkoleniowych i przeprowadzenia badań w kierunku jej szerokiego zastosowania. Wśród pracowników widać zrozumienie potrzeby zmian i otwartość na nie, co może stanowić ważny element przy wdrażaniu zastosowania wirtualnej rzeczywistości do szkoleń z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Ciekawski Z., Kapitał ludzki najistotniejszym elementem w organizacji, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, Seria: Administracja i Zarządzanie 101, 2014, str. 136–148
- [2] Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks Pracy (Dz.U. 1974 nr 24, poz. 141 z późn. zm.)
- [3] Rzepecki J., „Społeczne koszty wypadków przy pracy, Bezpieczeństwo Pracy, BP 05/2012, str. 20–23
- [4] Buica G., Antonov A. E., Beiu C., Pasculescu D., Remus D., Occupational health and safety management in construction sector – the cost of work accidents, *Quality-Access to Success*, 18 (S1), 2017, str. 35–40
- [5] Hoła A., Hoła B., Sawicki M., Szóstak M., Analiza wypadkowości w polskim budownictwie w aspekcie wybranych czynników generujących koszty, *Materiały Budowlane* 11/2016., str. 152–154
- [6] Mamot A., Bezpieczeństwo pracy. Szkolenia BHP, Państwowa Inspekcja Pracy, wydanie 3/2022
- [7] Mamot A., Szkolenia BHP Państwowa Inspekcja Pracy, wydanie 1/2018
- [8] Program szkolenia okresowego w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy dla pracowników służby BHP, <https://www.ciop.pl/CIOPPortal-WAR/file/48588/Pracsluzbbhp-pr.pdf> (dostęp: 25.07.2023)
- [9] Borkowski A. S., Edukacja BIM – czego uczyć i jak uczyć studentów, *Przegląd Budowlany* 5–6/2023, str. 100–105
- [10] Holwek J., Prowadzenie warsztatów szkoleniowych. Podręcznik trenera biznesu, Wydawnictwo Helion, Gliwice, 2012
- [11] Knowles M., *Modern Practice of Adult education. Andragogy versus Pedagogy*, Associated Press, New York, 1972
- [12] Kolb D. A., *Experiential learning, experiences as the source of learning and development*, Prentice Hall, 1984
- [13] Guttentag D. A., *Virtual Reality: Applications and Implications for Tourism*. *Tourism Management* 31(5)2010, str. 637–651
- [14] Zhou W., Whyte J., Sacks R., *Construction safety and digital design: A review*, *Automation in Construction* 22, 2012, str. 102–111, <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2011.07.005>
- [15] Cannon W. D., Garrett Jr. W. E., Hunter R. E., Sweeney H. J., Eckhoff D. G., Nicandri G.T., Hill J. A., *Improving residency training in arthroscopic knee surgery with use of a virtual-reality simulator: a randomized blinded study*, *The Journal of Bone and Joint Surgery* 96(21)2014, str. 1798–1806, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.N.00058>
- [16] Dickinson J. K., Woodard P., Canas R., Ahamed S., Lockston D., *Game-based trench safety education: development and lessons learned*, *Journal of Information Technology in Construction* 16, 2011, str. 119–134, <http://www.itcon.org/2011/8>
- [17] Szóstak M., Napiórkowski M., *Wirtualna rzeczywistość w szkoleniach BHP w budownictwie – obawy i oczekiwania*, *Builder* 308(3)2023, str. 16–19, DOI: 10.5604/01.3001.0016.2680
- [18] Szóstak M., Napiórkowski M., *Analiza możliwości zastosowania wirtualnej rzeczywistości w szkoleniach BHP w budownictwie*, *Przegląd Budowlany* 9–10/2022, str. 138–140
- [19] Azhar S., Han D., Dastider S., *Immersive VR Modules for Construction Safety Education of Generation Z Students*, *Associated Schools of Construction Proceedings of the 56th Annual International Conference – EPIC Series in Built Environment* 1/2020, str. 482–490
- [20] Mitsuahara H., Tanimura C., Nemoto J., Shishiboir M., *Failure-enhanced evacuation training using a VR-based disaster simulator: A comparative experiment with simulated evacuees*, *Procedia Computer Science* 159, 2019, str. 1670–1679
- [21] Kurul R., Nur Ogun M., Neriman Narin A., Avci S., Yazgan B., *An Alternative Method for Anatomy Training: Immersive Virtual Reality*, *Anatomical Sciences Education* 13(5), 2020, str. 648–656
- [22] Shen C., Ho J., Kuo T., Ha Luong T., *Behavioral Intention of Using Virtual Reality in Learning*, *WWW '17 Companion: Proceedings of the 26th International Conference on World Wide Web Companion* 2017, str. 129–137
- [23] Kee T., Zhang H., *Digital Experiential Learning for Sustainable Horticulture and Landscape Management Education*, *Sustainability*, 14, 2022, str. 9116