

Analiza możliwości zastosowania wirtualnej rzeczywistości w szkoleniach BHP w budownictwie

dr inż. Mariusz Szóstak, mgr inż. Mateusz Napiórkowski, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Politechnika Wrocławska

1. Wprowadzenie

Żyjemy w czasach, w których postęp technologiczny przebiega znacznie szybciej niż kiedykolwiek. Postęp technologiczny zmienia sposób, w jaki ludzie obserwują otaczający świat i produkują rzeczy. Proces zmian technologicznych, gospodarczych, społecznych i kulturalnych nazywany jest rewolucją przemysłową. I tak pierwsza rewolucja przemysłowa (tzw. Przemysł 1.0 – mechanizacja) miała miejsce w XVIII wieku i związana była z mechanizacją produkcji. Nić, którą wytwarzano na prostych krosnach, dzięki mechanizacji, można było produkować za pomocą mechanicznego krosna tkackiego (1784 rok). Wtedy też poznano moc pary. Wykorzystanie jej do celów przemysłowych było największym przełomem w dziejach ludzkiej produkcji. Od tej pory zamiast siły ludzkich mięśni do napędzania przędzalni zaczęto wykorzystywać silniki parowe.

Druga rewolucja przemysłowa (tzw. Przemysł 2.0 – elektryfikacja) zaczęła się w XIX wieku wraz z wynalezieniem elektryczności i zaprojektowaniem pierwszej linii produkcyjnej (1870 rok). Henry Ford zaczerpnął pomysł masowej produkcji z rzeźni (na przenośniku zawieszono tusze świń i każdy pracownik rzeźni po kolei wykonywał tylko jedno ściśle określone zadanie) i zastosował podobną organizację pracy przy montażu samochodów. Podczas gdy wcześniej cały pojazd był składany na jednym stanowisku, teraz pojazdy produkowano etapami na przenośniku.

Trzecia rewolucja przemysłowa (tzw. Przemysł 3.0 – cyfryzacja) zaczęła się w latach 70. XX wieku wraz z wdrożeniem częściowej automatyzacji produkcji za pomocą programowalnych sterowników z pamięcią i komputerów. Dzięki cyfryzacji ludzkość zyskała możliwość automatyzacji całego procesu produkcji, dzięki czemu mógł on odbywać się bez udziału człowieka, np. jako wykorzystanie robotów wykonujących zaprogramowane sekwencje czynności bez ludzkiej interwencji.

Obecnie trwa czwarta rewolucja przemysłowa (tzw. Przemysł 4.0 – sieć/Internet). Charakteryzuje się ona wykorzystaniem technologii informacyjnych w przemyśle i procesów opartych na Internecie Rzeczy, uczeniu maszynowym, digitalizacji oraz intensywniejszym przenikaniu się cyfrowego i analogowego świata [1]. Jeszcze nie oswoiliśmy się z czwartą rewolucją, a już pojawiła się wizja kolejnego etapu zmian,

nazywana piątą rewolucją przemysłową (tzw. Przemysł 5.0). W 2021 roku powstała pierwsza kompleksowa wizja 5 rewolucji przemysłowej w postaci raportu Komisji Europejskiej pt. „Industry 5.0” [2]. W dokumencie czytamy, że piąta rewolucja przemysłowa stawia na 3 filary zorientowane na człowieka (ang. *human-centric*), zrównoważony rozwój (ang. *sustainable*) oraz odporność (ang. *resilient*). Autorzy raportu definiując nowe pojęcia, tłumaczą, że podejście zorientowane na człowieka oznacza usytuowanie ludzkich potrzeb i interesów w sercu procesu produkcji. Osiągnięcie postawionych celów możliwe będzie dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii, między innymi:

- w zakresie interakcji człowiek-maszyna (ang. *Individualised Human-machine-interaction*) poprzez zastosowanie rozszerzonej rzeczywistości (ang. *Augmented Reality – AR*), wirtualnej rzeczywistości (ang. *Virtual Reality – VR*) lub mieszanej rzeczywistości (*Mixed Reality – MR*) do szkoleń;
- w zakresie cyfrowego bliźniaka i symulacji (ang. *Digital twins and simulation*) poprzez zastosowanie symulacji i testowania produktów i procesów, np. pod kątem bezpieczeństwa pracy i działania.

Zaproponowane przez autorów artykułu zastosowanie wirtualnej rzeczywistości w szkoleniach w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy doskonale wpisuje się w jeden z trzech filarów piątej rewolucji przemysłowej, tj. zorientowanie na człowieka.

2. Wirtualna rzeczywistość

W ostatnich latach wirtualna rzeczywistość coraz częściej wykorzystywana jest w branży informatycznej, medycynie, przemyśle itd. Prowadzone badania na całym świecie potwierdzają znaczenie tej technologii dla współczesnego świata [3]. Wirtualna rzeczywistość to świat stworzony przy użyciu technik komputerowych, który pozwala na tworzenie symulacji zjawisk zachodzących w świecie rzeczywistym [4]. Współczesne systemy VR umożliwiają wygenerowanie wirtualnego środowiska pozwalającego bardzo dobrze symulować różne warunki pracy, w tym również takie panujące na placu budowy [5, 6]. Istotą bezpieczeństwa i higieny pracy (BHP) jest ochrona pracownika i jego zdrowia. Badania dotyczące zagadnień BHP w budownictwie wpisują się w ogólnopolski program, którego

celem jest „zero wypadków” w budownictwie, zainicjowany przez wiodące przedsiębiorstwa budowlane – sygnatariuszy „Porozumienia dla Bezpieczeństwa w Budownictwie”. Na podstawie prowadzonych badań wiadomo, że najczęściej występującymi przyczynami wypadków przy pracy w budownictwie jest: brak lub niewłaściwe przeszkolenie w zakresie BHP oraz nieznanostwo zagrożenia, przepisów i zasad BHP [7].

Jedną z możliwości podniesienia umiejętności i zwiększenia świadomości postrzegania zagrożeń przez pracowników budowlanych jest prowadzenie szkoleń pracowników w jak najbardziej przypominających rzeczywistych warunkach pracy. W przypadku występujących na placu budowy wielu niebezpiecznych prac budowlanych uczenie się oparte na doświadczeniu i narażanie pracowników na ryzyko wypadku jest kosztowne, zarówno pod względem materialnym, jak i utraty życia ludzkiego. Dzięki wykorzystaniu wirtualnego środowiska do prowadzenia szkoleń pracownik budowlany może dokładnie zobaczyć, poczuć i „przeżyć” określone scenariusze, sytuacje wypadkowe i poznać, jakie mogą nastąpić konsekwencje w przypadku nieprawidłowego zachowania się w środowisku pracy.

3. Badania ankietowe

W ramach prowadzonych badań wstępnych związanych z analizą możliwości zastosowania wirtualnej rzeczywistości w szkoleniach BHP w budownictwie przeprowadzono badania ankietowe. Badania ankietowe zostały przeprowadzone na przełomie czerwiec-sierpień 2022. Celem opracowanej ankiety pt. „Zastosowanie wirtualnej rzeczywistości w szkoleniach BHP w budownictwie” było zbadanie preferencji pracowników, inżynierów, specjalistów ds. BHP oraz pozostałych osób pracujących w branży budowlanej w zakresie szkoleń BHP. Badanie było w pełni anonimowe i dobrowolne. Ankieta została przygotowana w wersji elektronicznej i udostępniona w internecie. Struktura kwestionariuszy uwzględniała zarówno pytania zamknięte, jak i otwarte, przy czym zdecydowanie przeważały typ pytania zamkniętego. W wybranych pytaniach o charakterze zamkniętym uwzględniono odpowiedź „inne”, z możliwością wyszczególnienia odpowiedzi, która nie znalazła się w zaproponowanym przez autorów badaniu. W ankiecie respondenci pytani byli m.in.:

- czy przed rozpoczęciem zatrudnienia na obecnym stanowisku pracy odbyłeś/-łaś szkolenie wstępne BHP w formie instruktażu ogólnego i stanowiskowego?
- w jakiej formie (stacjonarnej, e-learningowej, zdalnej) zostało przeprowadzone twoje ostatnie szkolenie wstępne BHP (instruktaż ogólny)?
- ile czasu trwało twoje ostatnie szkolenie wstępne BHP (instruktaż ogólny)?
- po ostatnio odbytym szkoleniu wstępnym BHP jak oceniasz swój obecny poziom wiedzy na temat bezpieczeństwa i higieny pracy?

- czy podczas odbytego szkolenia zostałeś/-łaś zapoznany z zagrożeniami wypadkowymi i zagrożeniami dla zdrowia występującymi w twoim miejscu pracy?
- czy miałeś/-łaś kiedykolwiek styczność z wirtualną rzeczywistością (VR)?
- czy uważasz, że odbycie szkolenia wstępnego BHP (instruktaż ogólny) przy zastosowaniu wirtualnej rzeczywistości może zwiększyć poziom zdobytej wiedzy na temat bezpieczeństwa i higieny pracy w twoim miejscu pracy niż w przypadku tradycyjnej formy szkolenia?
- czy twoim zdaniem odbycie szkolenia wstępnego BHP (instruktaż ogólny) wykorzystującego wirtualną rzeczywistość, symulację rzeczywistych scenariuszy wypadkowych oraz zdarzeń potencjalnie wypadkowych mogłoby przygotować cię lepiej na takie sytuacje i twoją reakcję/zachowanie w niespodziewanej sytuacji?
- jakie twoim zdaniem potencjalne korzyści niesie za sobą zastosowanie wirtualnej rzeczywistości w szkoleniach wstępnych BHP (instruktaż ogólny)?
- czy chciałbyś odbyć szkolenie wstępne BHP (instruktaż ogólny) przy zastosowaniu wirtualnej rzeczywistości z zakresu bezpieczeństwa higieny pracy na twoim stanowisku pracy?

W wyniku realizacji badania uzyskano łącznie 61 ankiet, a dane z kwestionariuszy zostały poddane analizie statystycznej i merytorycznej.

3.1. Próba badawcza i jej charakterystyka

W badaniu wzięło udział 61 osób: 33 kobiety, 28 mężczyzn. Ankietowani zostali podzieleni na osiem grup wiekowych: 18–19 lat; 20–29 lat; 30–39 lat; 40–49 lat; 50–54 lat; 55–59 lat; 60–65 lat; 65 lat i więcej. W badaniu wzięły udział cztery grupy wiekowe z przedziału: 18–49 lat. Przeważająca liczba respondentów (59% badanych osób) to osoby z doświadczeniem i osoby związane z branżą budowlaną od kilkunastu lat (w wieku powyżej 30 lat).

W ankiecie wzięli udział zarówno pracownicy fizyczni, ogólnobudowlani (4 osoby), kadra zarządzająca (m.in. kierownicy budowy, kierownicy robót, kierownicy kontraktu, inżynierowie budowy, inspektorzy nadzoru inwestorskiego – 28 respondentów), projektanci (9 osób), inspektorzy ds. BHP (14 osób), BIM koordynatorzy (4 osoby) oraz inwestorzy (2 osoby).

3.2. Wnioski z badań

Poniżej przedstawiono wybrane, istotne z punktu widzenia niniejszej pracy, wnioski wynikające z przeprowadzonej analizy statystycznej i merytorycznej uzyskanych wyników badań:

- aż 30% badanych osób (tj. 18 respondentów) nie zostało prawidłowo dopuszczonych do pracy, tj. nie odbyło obowiązkowego szkolenia wstępnego w formie instruktażu ogólnego i stanowiskowego;
- tylko 50% badanych osób (tj. 31 respondentów) odbyło szkolenie wstępne (instruktaż ogólny) w wymaganym

przepisami czasie, tj. 3 godziny lekcyjne. Zdaniem autorów badań przeraża fakt, że aż 28% badanych (17 osób) wskazuje, że instruktaż trwał mniej niż 45 minut (1 godzina lekcyjna), a nawet „tyle ile trwa złożenie podpisu na potwierdzeniu odbycia szkolenia wstępnego” (7 odpowiedzi);

- po odbyciu szkolenia wstępnym respondenci oceniają swój poziom wiedzy na temat bezpieczeństwa i higieny pracy na poziomie nie wyższym niż przeciętny (35% respondentów);

- niski poziom wiedzy wynika z faktu, że respondenci uważają, że podczas odbytego szkolenia zostali zapoznani jedynie z niewielką liczbą zagrożeń dla zdrowia występującymi w ich miejscu pracy (uważa tak 28% respondentów);

- respondenci, mimo że dotychczas nie korzystali z wirtualnej rzeczywistości lub nie mieli styczności z tą technologią (tylko 10 osób odpowiedziało, że korzystało z technologii wirtualnej rzeczywistości, zarówno w ramach przerwy jak i edukacji), uważają, że odbycie szkolenia wstępnego BHP (instruktaż ogólny) przy zastosowaniu wirtualnej rzeczywistości może zdecydowanie zwiększyć poziom zdobytej wiedzy na temat bezpieczeństwa i higieny pracy w ich miejscu pracy w porównaniu do tradycyjnej formy szkolenia (takiej odpowiedzi udzieliło ponad 50% respondentów);

- respondenci najczęściej wskazywali takie potencjalne korzyści zastosowania wirtualnej rzeczywistości w szkoleniach wstępnych BHP (instruktaż ogólny) [pytanie wielokrotnego wyboru] jak:

- większe zaangażowanie uczestnika szkolenia – w porównaniu do tradycyjnych wykładów i/lub ćwiczeń (64% odpowiedzi);

- uczenie poznawcze i behawioralne w jednym – możliwość sprawdzenia wiedzy teoretycznej i umiejętności w praktyce, w realistycznych sytuacjach (59% odpowiedzi);

- bezpieczeństwo – możliwość symulowania niebezpiecznych środowisk i sytuacji bez zagrożenia dla życia i zdrowia uczestnika szkolenia (56% odpowiedzi);

- ponad 45 respondentów (74% osób) wyraża zainteresowanie i chęć odbycia szkolenia wstępnego BHP (instruktaż ogólny) przy zastosowaniu wirtualnej rzeczywistości z zakresu bezpieczeństwa higieny pracy na ich stanowisku pracy.

4. Podsumowanie

Przeprowadzone badanie ankietowe potwierdziło, że wśród pracowników branży budowlanej widoczne jest duże zainteresowanie nowymi technologiami i innowacyjnymi rozwiązaniami, w tym również w zakresie prowadzenia szkoleń z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy.

Wpisując się w wizję piątej rewolucji przemysłowej, w ramach prowadzonych badań planowane jest opracowanie bezpiecznego środowiska szkoleniowego wykorzystującego technologię BIM, w tym wirtualną rzeczywistość oraz symulację 3D. Zdaniem autorów interaktywne wirtualne środowisko będzie okazało się do symulacji warunków pracy i identyfikacji zagrożeń związanych z prowadzonymi pracami budowlanymi na placach budowy. Efektem planowanych prac badawczych będzie opracowanie innowacyjnego, bezpiecznego i w pełni wiarygodnego środowiska szkoleniowego, które przy zastosowaniu odpowiedniego oprogramowania i wyposażenia będzie mogło zostać zastosowane w praktyce przez przedsiębiorstwa budowlane zajmujące się realizacją robót budowlanych i ośrodki szkoleniowe.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Lis T., Małysa T., Zarządzanie bezpieczeństwem i higieną pracy w aspekcie wdrażanych rozwiązań Przemysłu 4.0, Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Humanitas, Zarządzanie 1/2021, str. 95–105
- [2] Müller J., Enabling Technologies for Industry 5.0. Results of a workshop with Europe's technology leaders, European Commission. 2020, ISBN 978-92-76-22048-0, doi: 10.2777/082634
- [3] Zahabi M., Razak A. M. A., Adaptive virtual reality-based training: a systematic literature review and framework, Virtual Reality, 24, 2020, str. 725–752
- [4] Shi Y., Du J., Ahn C., Ragan E., Impact assessment of reinforced learning methods on construction workers' fall risk behaviour using virtual reality, Automation in Construction, 103, 2019, str. 197–214
- [5] Goulding J., Nadim W., Petridis P., Alshawi M., Construction industry offsite production: A virtual reality interactive training environment prototype, Advanced Engineering Informatics 26(1)2012, str. 103–116
- [6] Joshi S., Hamilton M., Warren R., Faucett D., Tian W., Wang Y., Ma J., Implementing Virtual Reality technology for safety training in the precast/prestressed concrete industry, Applied Ergonomics, 90, 2021, 103286
- [7] Hoła B., Szóstak M., An occupational profile of people injured in accidents at work in the polish construction industry, Procedia Engineering 208, 2017, str. 43–51

