

Szymon Łagosz

<https://orcid.org/0000-0003-2006-6261>

DOI: 10.34866/97j3-5f84

Tworzenie pracowni szkoleniowej wykorzystującej technologię VR (na przykładzie Branżowego Centrum Umiejętności Górniczych w Rybniku)

Creating a training classroom using VR technology (based on the example of the Sectoral Skills Centre for Mining in Rybnik)

Key words: virtual reality, VR training, Sectoral Skills Centre, mining.

Abstract: The article presents the assumptions that were adopted in the creation of the Sectoral Skills Centre for Mining in Rybnik and relates them to the requirements of the programme of the Ministry of Education and Science entitled Establishment and support for the operation of 120 Sectoral Skills Centres (BCU), implementing the concept of centres of vocational excellence. The infrastructure created in Rybnik and the training equipment purchased were described, with particular reference to the architecture of the virtual reality workshop created. The structure and content scope of the first training application implemented in the VR studio is also presented. The approach used and the conclusions from the analysis of the material can be used in planning similar investment works and provide a starting point for discussions on the possibilities of using modern technologies in supporting the education process.

Słowa kluczowe: wirtualna rzeczywistość, szkolenia VR, Branżowe Centrum Umiejętności, górnictwo.

Streszczenie: W artykule przedstawiono założenia, jakie zostały przyjęte przy tworzeniu Branżowego Centrum Umiejętności Górniczych w Rybniku, oraz odniesiono je do wymagań programu Ministerstwa Edukacji i Nauki pt. *Utworzenie i wsparcie funkcjonowania 120 branżowych centrów umiejętności (BCU), realizujących koncepcję centrów doskonałości zawodowej*. Opisano powstałą w Rybniku infrastrukturę i zakupione wyposażenie szkoleniowe, ze szczególnym uwzględnieniem architektury stworzonej pracowni wirtualnej rzeczywistości. Zaprezentowano również strukturę i zakres merytoryczny pierwszej, wdrożonej w pracowni VR, aplikacji szkoleniowej. Zastosowane podejście oraz wnioski z analizy materiału mogą zostać wykorzystane przy planowaniu podobnych prac inwestycyjnych oraz stanowić punkt wyjścia do dyskusji na temat możliwości wykorzystania nowoczesnych technologii we wspomaganiu procesu kształcenia.

Wprowadzenie

Głównym przedmiotem niniejszej publikacji jest omówienie sposobu tworzenia pracowni wirtualnej rzeczywistości na przykładzie założeń przyjętych przy budowie Branżowego Centrum Umiejętności Górniczych w Rybniku (BCUG).

We wrześniu 2022 r. Fundacja Rozwoju Systemu Edukacji, na zlecenie Ministerstwa Edukacji i Nauki, ogłosiła konkurs pt. *Utworzenie i wsparcie funkcjonowania 120 branżowych centrów umiejętności (BCU), realizujących koncepcję centrów doskonałości zawodowej*. Zgodnie z zapisami regulaminu tworzone BCU miały pełnić rolę zaawansowanych technologicznie ośrodków kształcenia, szkolenia i egzaminowania w danej branży, a ich oferta powinna obejmować działalność szkoleniową, integracyjno-wspierającą, innowacyjno-rozwojową oraz doradczą-promocyjną i być skierowana do uczniów, studentów, nauczycieli oraz pracowników danej branży (*Branżowe Centra Umiejętności – Ministerstwo Edukacji Narodowej – Portal Gov.pl*, 2022).

Projekt programu (*Informacje o naborze (KPO-BCU)*, 2022) zakładał, że BCU będą nowoczesnymi placówkami edukacyjnymi, posiadającymi wsparcie i prowadzącymi szeroką współpracę z czołowymi podmiotami działającymi w danej branży. Ich infrastruktura powinna pozwalać na realizację takich zadań, jak: udostępnianie bazy dydaktyczno-lokalowej szkołom, uczelniom i pracodawcom na cele edukacyjno-szkoleniowe; pośrednictwo w nawiązywaniu współpracy biznesu i edukacji; upowszechnianie innowacyjnych rozwiązań stosowanych w danej branży oraz wspieranie innowacji w kształceniu zawodowym; podnoszenie kwalifikacji młodzieży i osób dorosłych oraz przekwalifikowanie kadr na potrzeby danej branży; szkolenia branżowe dla nauczycieli kształcenia zawodowego, wykładowców uczelni oraz szkolenia dla instruktorów praktycznej nauki zawodu; egzaminowanie, w tym walidacja umiejętności oraz egzaminy na uprawnienia branżowe; przygotowanie osób z niepełnosprawnościami do wejścia na rynek pracy w danej branży, wsparcie doradztwa zawodowego oraz promocja kształcenia w zawodach danej branży. Jedną z dziedzin, dla których zaplanowano utworzenie BCU, była dziedzina górnictwo podziemne i przeróbka węgla kamiennego, występująca w obszarze branży górniczo-wiertniczej.

W celu zintegrowania środowiska górniczego wokół przedsięwzięcia, obejmującego stworzenie nowoczesnego ośrodka szkoleniowego dla tej branży, zdecydowano o zawiązaniu konsorcjum, w skład którego weszła Jastrzębska Spółka Węglowa SA, Główny Instytut Górnictwa – Państwowy Instytut Badawczy (GIG-PIB), Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Górnictwa oraz wybrana szkoła branżowa – Zespół Szkół Technicznych im. Stanisława Staszica w Rybniku wraz z jej organem prowadzącym, Prezydentem Miasta Rybnika. W toku prac przygotowawczych nad wnioskiem oraz podczas remontu i doposażania BCUG w aparaturę i urządzenia aktywnie uczestniczyli również przedstawiciele Polskiej Grupy Górniczej SA, która jednak nie weszła w skład konsorcjum.

Łączenie potencjałów kadrowych i technicznych jednostek naukowych, podmiotów branżowych oraz pracodawców działających na rzecz kształcenia w danej branży pozwala na uzyskiwanie rezultatów, których placówki oświatowe samodzielnie nie byłyby w stanie zapewnić. Jak wskazano w pracy „Identyfikacja potrzeb w zakresie współpracy instytutów i ośrodków badawczych z Branżowym Centrum Umiejętności – automatyka przemysłowa” (Żurek & Tomczyńska, 2024), jednym z celów programu BCU było utworzenie w Polsce nowych placówek edukacyjnych, które skupiać będą między innymi organizatorów kształcenia i szkolenia zawodowego oraz pracodawców i ośrodki badawcze. Taka konfiguracja jednostek tworzących i współpracujących w ramach BCU powinna przyczynić się do wsparcia rozwoju regionalnego, gospodarczego i społecznego, a także wspierać realizację strategii rozwoju, innowacji i inteligentnych specjalizacji. Zdaniem autora podejście zastosowane w przypadku tworzenia Branżowego Centrum Umiejętności Górniczych (BCUG) realizuje powyższe założenia.

Nie mniej ważnym aspektem jest zapewnienie możliwości realizacji kształcenia w BCU w oparciu o najnowsze rozwiązania funkcjonujące w danej branży. Zgodnie z przyjętymi założeniami (*Informacje o naborze (KPO-BCU)*, 2022) BCU mają się również cechować innowacyjnością oraz aktualnością treści i stosowanych środków dydaktycznych. Projektując BCUG, zdecydowano o połączeniu tradycyjnych form przekazywania wiedzy z nowoczesnymi, wykorzystującymi technologię wirtualnej rzeczywistości (VR). Uczestnicy szkoleń mogą korzystać zarówno z możliwości doskonalenia manualnych umiejętności w tradycyjnych pracowniach warsztatowych, jak i zdobywać nowe kompetencje i poszerzać swoją wiedzę, w pracowniach automatyki, robotyki czy pracowni VR. Zdaniem autora podejście zastosowane w przypadku tworzenia Branżowego Centrum Umiejętności Górniczych (BCUG) w Rybniku oraz skład konsorcjum realizującego projekt spełniają powyższe założenia.

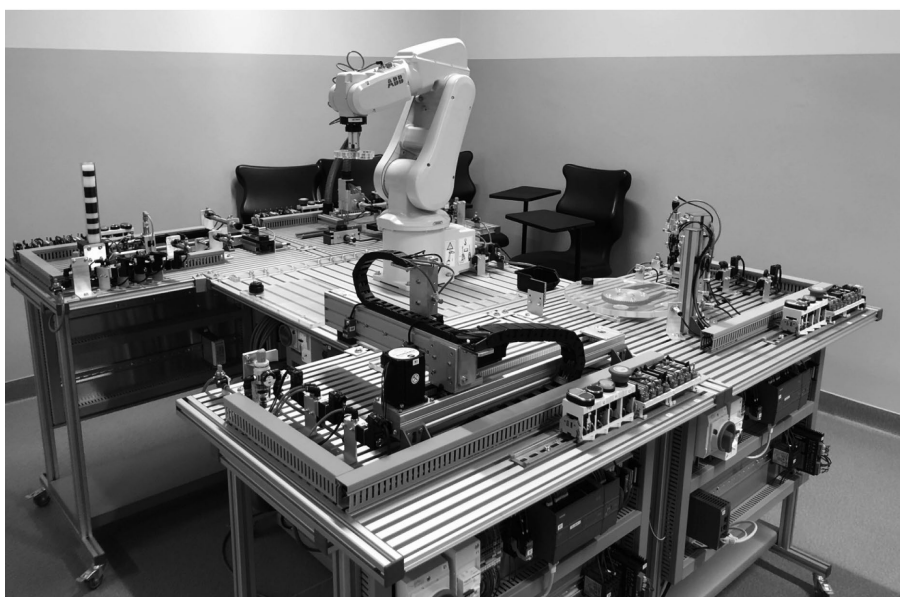
Metody i materiały

Branżowe Centrum Umiejętności Górniczych zostało zlokalizowane przy Zespole Szkół Technicznych im. Stanisława Staszica w Rybniku. Wchodząca w jego skład infrastruktura obejmuje sale wykładowe, pomieszczenia warsztatowe oraz znajdującą się pod boiskiem szkolnym, unikalną w skali kraju, sztolnię szkoleniową stworzoną na wzór podziemnych wyrobisk kopalń węgla kamiennego. Zakupione wyposażenie odpowiada rozwiązaniom aktualnie stosowanym w górnictwie. Zainstalowane zostały urządzenia i systemy monitorowania zagrożeń naturalnych, monitorowania procesu technologicznego oraz łączności telefonicznej, głośnomówiącej, dyspozytorskiej i alarmowo-rozgłoszeniowej. Dofinansowano utworzenie w pełni wyposażonych, nowoczesnych i funkcjonalnych pomieszczeń, w tym:

- pracowni systemów górniczych, obejmującej między innymi system metanometryczny, system DGT, centralne sterowanie wydobywaniem;
- pracowni mechanicznej, pozwalającej na praktyczną naukę obróbki materiałów z wykorzystaniem tradycyjnych, manualnych metod;

- pracowni Programowalnych Sterowników Logicznych (PLC) oraz pracowni robotyki, w ramach których uczestnicy szkoleń, poprzez implementowanie i testowanie swoich własnych programów, mogą sterować sekwencją zdarzeń skonfigurowanych urządzeń;
- pracowni hydrauliki siłowej oraz elektropneumatyki, w których na odpowiednio przygotowanych stanowiskach dydaktycznych istnieje możliwość uruchamiania, testowania i konfigurowania przykładowych układów sterowania;
- pracowni napędów elektrycznych prezentujących sposoby działania, charakterystykę i przekroje wybranych rodzajów napędów;
- pracowni rysunku technicznego wykorzystującą najnowocześniejsze oprogramowanie graficzne;
- pracowni wirtualnej rzeczywistości, składającej się z 25 samodzielnych stanowisk, za pośrednictwem których możliwe jest wyświetlanie trójwymiarowych modeli 3D oraz korzystanie z immersyjnych aplikacji szkoleniowych VR.

Projekt został dofinansowany z Krajowego Planu Odbudowy, jego budżet wyniósł 11 mln zł.



Fot. 1. Pracownia Programowalnych Sterowników Logicznych (PLC) Branżowego Centrum Umiejętności Górniczych w Rybniku (fot. GIG-PIB)

Projektowanie pracowni wirtualnej rzeczywistości – założenia

Wirtualna rzeczywistość to technologia umożliwiająca przygotowanie sztucznego, wygenerowanego cyfrowo świata, który może w sposób bardzo realistyczny odwzo-

rowywać rzeczywiste warunki panujące w danym środowisku pracy. Odpowiednio przygotowana aplikacja szkoleniowa VR pozwala na realistyczne interakcje pomiędzy człowiekiem a wirtualnym środowiskiem, w którym realizowane są scenariusze szkoleń.

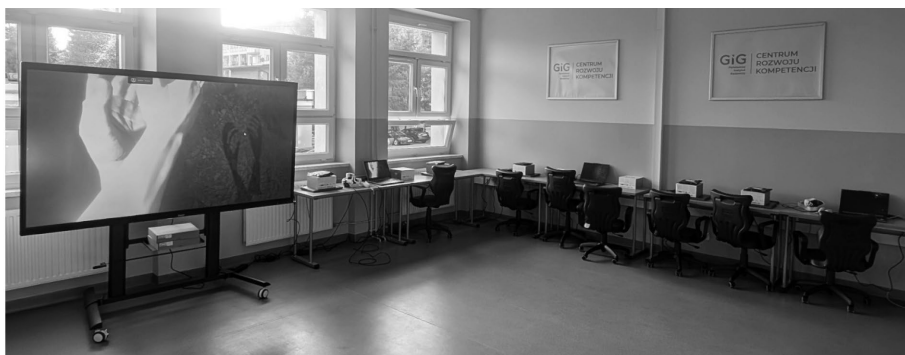
W trakcie prac wykorzystano doświadczenia wyniesione z wcześniej realizowanych przedsięwzięć, w tym w szczególności zdobytych w ramach projektu SENSE VR – Poprawa bezpieczeństwa pracy oraz komunikacji małych zespołów roboczych z wykorzystaniem sieciowego środowiska VR (Łagosz i in., 2022). Projekt obejmował stworzenie aplikacji szkoleniowych, wykorzystujących technologię wirtualnej rzeczywistości, których scenariusze oparte zostały na faktycznie zaistniałych w przeszłości zdarzeniach wypadkowych. W trakcie przeprowadzonych w ramach projektu testów sprawdzano między innymi, jaki odbiór wśród załóg górniczych będzie miało szkolenie wykorzystujące technologię VR. Jak wynika z analizy uzyskanych wyników (Urbanek i in., b.d.), zastosowana technologia jest bardzo dobrze oceniana przez środowisko górnicze i może być wykorzystywana do szkoleń. Przytoczone badania pokazują, że taka forma szkoleń jest bardzo atrakcyjna dla uczestników, a dzięki wykorzystaniu elementów interakcyjnych oraz grywalizacji wzbudza u odbiorców większe zaangażowanie w proces uczenia.

Pracownia wirtualnej rzeczywistości została oparta na systemach typu HMD (Head Mounted Display). Jest to rozwiązanie wykorzystujące indywidualne urządzenia VR, na które składają się zakładane na głowę gogle VR oraz kontrolery pozwalające na interakcję z wirtualnym otoczeniem. Dzięki zastosowaniu w goglach VR osobnych ekranów wyświetlających obraz o wysokiej rozdzielczości dla każdego oka osobno osoba korzystająca z systemu HMD może odnieść wrażenie przebywania w trójwymiarowym, realistycznym otoczeniu.

Alternatywą dla HMD mógłby być system oparty na zestawie wielkoformatowych wyświetlaczy, otaczających uczestnika szkolenia i wyświetlających przed nim obraz 3D. Tego typu rozwiązania określane są mianem systemu CAVE. Jak wykazano w pracy Comparing a VR ship simulator using an HMD with a commercial ship handling simulator in a CAVE setup (Rieke & Laudan, 2021), systemy typu CAVE potrafią dostarczyć bardziej realistycznych doznań, szczególnie w sytuacji, gdy szkolenie dotyczy obsługi maszyn, których elementy sterowania mogą być odwzorowane w postaci fizycznych, realnych urządzeń, które uczestnik szkolenia może obsługiwać manualnie. Jak zauważyli autorzy, systemy wykorzystujące HMD są jednak również bardzo dobrym wyborem, ponieważ pozwalają na większą immersję uczestników szkoleń. Dodatkowym argumentem za zastosowaniem w BCUG stanowisk opartych na HMD była możliwość jednoczesnego szkolenia wielu osób. Zastosowanie takiego rozwiązania pozwoliło na minimalizację kosztów związanych z nadzorem i obsługą szkolenia przy jednoczesnym szkoleniu nawet 25 osób.

Architektura pracowni VR znajdującej się w Branżowym Centrum Umiejętności Górniczych w Rybniku

Pracownia VR w BCUG składa się z 25 stanowisk szkoleniowych oraz wielkoformatowego monitora LCD. Zastosowane urządzenia VR posiadają możliwość niezależnego, bezprzewodowego działania zarówno w oparciu o aplikacje zainstalowane w całości lokalnie (w pamięci gogli), jak i za pośrednictwem sieci WiFi. Pierwsze wykorzystywane aplikacje działają jednak w oparciu o oprogramowanie zainstalowane na komputerach, a sygnał do gogli VR transmitowany jest przewodowo. Podejście takie zostało przyjęte głównie z uwagi na konieczność zapewnienia możliwości stałego podglądu przez osobę nadzorującą szkolenie tego, co dzieje się w wirtualnych przestrzeniach wyświetlanych w goglach VR, uruchomionych na każdym z 25 stanowisk. Ponadto pozwoliło to na uzyskanie stabilnego, niezawodnego połączenia, co przy tak dużej liczbie urządzeń pracujących w jednym pomieszczeniu byłoby bardzo trudne do uzyskania za pośrednictwem technologii WiFi.



Fot. 2. Pracownia wirtualnej rzeczywistości w Branżowym Centrum Umiejętności Górniczych w Rybniku (fot. GIG-PIB)

Wykorzystywana z BCUG aplikacja VR pozwala na szkolenie osób które pracują, lub planują podjąć zatrudnianie, w kopalniach węgla kamiennego. Tematyka szkoleń obejmuje zagadnienia związane z utrzymaniem i przebudową podziemnych wyrobisk korytarzowych. Uczestnicy szkoleń mogą podjąć próbę realizacji sześciu zadań na trzech różnych poziomach trudności. Wprowadzenie do szkolenia odbywa się w formie samouczka VR. Rozpoczyna się w wirtualnej szatni, która została wykorzystana do zaprezentowania uczestnikom sposobu poruszania się, manipulowania przedmiotami oraz pobierania narzędzi do podręcznego inwentarza. Po opanowaniu podstawowych umiejętności, niezbędnych do swobodnego korzystania ze szkolenia VR, uczestnicy są kierowani do wykonania jednego z sześciu zadań. Są to: montaż obudowy chodnikowej, przebudowa z pobierką spągu przy jednoczesnym zachowaniu obudowy wyrobiska, wzmacnianie górotworu poprzez iniekcję materiałów wiążących, stawianie kompletnych odrzwi między odrzwiami już istnie-

jącymi, przebudowa z przybierką skał stropowych i/lub ociosowych wyrobiska oraz kotwienie między odrzwiami.

Każde zadanie rozpoczyna się od wysłuchania krótkiej informacji na temat zaplanowanych do wykonania prac. W trakcie szkolenia uczestnik może wyświetlać podręczne kompendium wiedzy, w którym znajdują się podstawowe informacje na temat zakresu oraz kolejności poszczególnych działań. Przykładowa sekwencja zdarzeń obejmuje: sprawdzenie czy w rejonie przodka znajdują się narzędzia oraz elementy obudowy chodnikowej niezbędne do realizacji dalszego postępu robót; dokonanie kontroli stropu i ociosów oraz czoła przodka na okoliczność odspajania się brył skalnych; skontrolowanie stanu obudowy chodnika na odcinku 20 m od przodka, w tym sprawdzenie, czy za obudową znajdują się pustki do uzupełnienia, stan dokręcenia zamków obudowy, ilość rozpór międzyodrzwiowych i sposób zamontowania podciągu; połączenie łuków ociosowych ze stropnicowym; dokonanie opinki pola między ostatnimi odrzwiami przy pomocy siatek łańcuchowo węzłowych oraz zamontowanie rozpór; dokonanie kontroli stanu obudowy przed rozpoczęciem następnego cyklu urabiania.

Ciekawym aspektem, związanym ze szkoleniami w BCUG, jest możliwość doświadczenia pracy zarówno w wirtualnej kopalni węgla kamiennego, jak i w realnej sztolni szkoleniowej, znajdującej się pod, sąsiadującym z BCUG, boiskiem sportowym.



Fot. 3. Podziemna sztolnia szkoleniowa w Branżowym Centrum Umiejętności Górniczych w Rybniku (fot. GIG-PIB)

Wyniki i dyskusja

Wykorzystywanie technologii wirtualnej rzeczywistości w szkoleniach dla branży górniczej jest szczególnie uzasadnione z uwagi na bardzo trudne i niebezpieczne warunki pracy, jakie panują w podziemnych wyrobiskach górniczych. Szereg zagrożeń naturalnych i technicznych oraz zmęczenie i brak świadomości wśród załogi ryzyka związanego z nieprawidłowym postępowaniem i łamaniem obowiązujących procedur sprawiają, że branża górnicza jest od lat jedną z najniebezpieczniejszych branż przemysłu. Jak wynika z opublikowanych przez Wyższy Urząd Górniczy danych statystycznych (*Statystyki wypadków*, 2025), w 2024 r. miały miejsce łącznie 2284 wypadki, w tym 3 wypadki ciężkie i 6 wypadków śmiertelnych. W pierwszych dwóch miesiącach 2025 r. (stan na dzień 25 lutego 2025 r.) wypadków ciężkich było już 5, a śmiertelnych 6. W tej sytuacji każda, najmniejsza nawet poprawa jakości szkoleń, związanych z bezpieczeństwem pracy w podziemiach kopalń, jest bardzo potrzebna. Istnieje wiele wyników badań potwierdzających skuteczność szkoleń wykorzystujących technologię VR, ale przedmiotem niniejszej pracy nie była próba porównania i oceny takich form szkolenia, a jedynie zaprezentowanie podejścia, jakie zastosowano w trakcie projektowania i budowy pracowni VR BCUG w Rybniku. Warto jednak zauważyć, że uzyskiwanie oczekiwanych efektów uczenia się jest uzależnione od odpowiedniego zastosowania VR oraz wykorzystania zalet tej technologii. Dobrym przykładem mogą być badania przeprowadzone przez Orr i Mallett (*Enhanced Fire Escape Training for Mine Workers Using Virtual Reality Simulation*, 2024), w których autorzy wskazują, że testy obejmujące ewakuację załogi górniczej z zagrożonego pożarem obszaru kopalni potwierdziły zasadność wykorzystywania w takich szkoleniach technologii VR. Jak piszą autorzy, technologia VR ma bardzo duży potencjał, ale nadal wymaga dalszych prac rozwojowych i testów.

Branżowe Centrum Umiejętności Górniczych w Rybniku zostało uroczystie otwarte 5 grudnia 2024 r. W trakcie tego wydarzenia zaproszeni goście mieli możliwość zapoznania się z założeniami projektu oraz mogli zwiedzić nowoczesnie wyposażone sale warsztatowe. W trakcie uroczystości udostępniono również pracownię VR, przeprowadzono pokazowe szkolenia i umożliwiono skorzystanie z zainstalowanych aplikacji VR wszystkim zainteresowanym osobom. W najbliższej przyszłości planowane jest kontynuowanie współpracy BCUG ze środowiskiem górniczym, naukowym i akademickim. Jednym z przyjętych założeń jest realizacja działań edukacyjnych w taki sposób, aby skutkowały one nie tylko nabyciem przez młodych ludzi nowej wiedzy i praktycznych umiejętności, ale przede wszystkim przygotowywały ich do wyzwań, z jakimi będą się musieli zmierzyć w przyszłej pracy zawodowej (*Branżowe Centrum Umiejętności Górniczych*, 2024). Obecnie w BCUG prowadzone są również badania użyteczności zainstalowanych aplikacji VR oraz efektywności szkoleń realizowanych z ich wykorzystaniem, co w przyszłości powinno pozwolić na dalsze doskonalenie sposobów szkolenia przedstawicieli branży górniczej.

Podziękowania

Artykuł powstał w ramach pracy statutowej GIG-PIB nr 111250124-070 dzięki współpracy z Branżowym Centrum Umiejętności Górniczych w Rybniku. Szczególne podziękowania za udzielone wsparcie i pomoc należą się przedstawicielom dyrekcji Zespołu Szkół Technicznych w Rybniku, a także przedstawicielom instytucji zaangażowanych w prace związane z powstawaniem ośrodka, tj. JSW Szkolenie i Górnictwo oraz Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Górnictwa.

Literatura

1. *Branżowe Centra Umiejętności – Ministerstwo Edukacji Narodowej – Portal Gov.pl.* (2022). Ministerstwo Edukacji Narodowej, <https://www.gov.pl/web/edukacja/branzowe-centra-umiejtnosci>.
2. *Branżowe Centrum Umiejętności Górniczych.* (2024, grudzień 6). <https://www.rybnik.eu/dla-mieszkancow/aktualnosci/aktualnosc/branzowe-centrum-umiejtnosci-gornicznych-1>.
3. *Enhanced fire escape training for mine workers using virtual reality simulation* (2024, grudzień 12). ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/358246927_Enhanced_fire_escape_training_for_mine_workers_using_virtual_reality_simulation.
4. *Informacje o naborze (KPO-BCU).* (2022). <https://www.frse.org.pl/kpo-bcu-informacje-o-naborze>.
5. Łagosz, S., Kaźmierczak, K., Sobczak, D., Urbanek, A. (2022). Metoda tworzenia scenariuszy szkoleń górniczych w wirtualnej rzeczywistości, w oparciu o faktycznie zaistniałe zdarzenia wypadkowe. *Edukacja ustawiczna dorosłych*, 2.
6. Rieke, L., Laudan, M. (2021). Comparing a VR ship simulator using an HMD with a commercial ship handling simulator in a CAVE setup. *Proceedings of the 23rd International Conference on Harbor, Maritime and Multimodal Logistic Modeling & Simulation*, s. 1–8, <https://doi.org/10.46354/i3m.2021.hms.001>.
7. *Statystyki wypadków* (2025). WUG. https://www.wug.gov.pl/bhp/statystyki_wypadkow.
8. Urbanek, A., Stecuła, K., Kaźmierczak, K., Łagosz, S., Welenc, H., & Dyczko, A. (b.d.). VIRTUAL REALITY-BASED TRAINING FOR MINERS: AN ASSESSMENT FROM PARTICIPANTS' PERSPECTIVE. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i Zarządzanie*, 197. [https://doi.org/Przejdź do dokumentu po identyfikatorze cyfrowymDOI:10.29119/1641-3466.2024.197.33](https://doi.org/Przejdź%20do%20dokumentu%20po%20identyfikatorze%20cyfrowymDOI:10.29119/1641-3466.2024.197.33).
9. Żurek, M., Tomczyńska, J. (2024). Identyfikacja potrzeb w zakresie współpracy instytutów i ośrodków badawczych z Branżowym Centrum Umiejętności – automatyka przemysłowa. *Edukacja Ustawiczna Dorosłych*, <https://doi.org/10.34866/84EH-0016>.

Szymon Łagosz

Główny Instytut Górnictwa – Państwowy Instytut Badawczy