

Miedziowe Centrum Kształcenia Kadr Sp. z o.o. i Branżowe Centrum Umiejętności Górnictwa Rud 4.0 (Komunikat)

mgr inż. Dagmara SOLATYCKA
Okręgowy Urząd Górniczy we Wrocławiu
mgr inż. Maria PASZKOWSKA
Miedziowe Centrum Kształcenia Kadr,
Branżowe Centrum Umiejętności Górnictwa Rud 4.0, Lubin

TREŚĆ: Dynamiczne zmiany technologiczne w przemyśle wydobywczym, a także rosnące wymagania w zakresie bezpieczeństwa pracy stawiają przed sektorem górnictwa nowe wyzwania edukacyjne. W odpowiedzi na nie w Polsce rozwijają się specjalistyczne ośrodki szkoleniowe w formule centrów doskonałości zawodowej (CoVEs), w tym Branżowe Centrum Umiejętności Górnictwa Rud 4.0 w Lubinie. Komunikat prezentuje wybrane rozwiązania dydaktyczne i technologiczne wdrożone w tej placówce, ze szczególnym uwzględnieniem ich znaczenia dla doskonalenia kompetencji zawodowych oraz kształtowania bezpiecznych zachowań w środowisku pracy górniczej.

SŁOWA KLUCZOWE: szkolenia zawodowe, branżowe centrum umiejętności górnictwa rud, CoVEs, symulatory, bezpieczeństwo pracy

W ostatnich latach coraz większe znaczenie zdobywają modele kształcenia wykorzystujące rzeczywistość wirtualną (VR), rozszerzoną (AR) oraz realistyczne symulatory maszyn i środowiska pracy, które pozwalają na pełne odwzorowanie sytuacji, jakie mogą zaistnieć pod ziemią. W Polsce istotną rolę w rozwoju takich metod w odniesieniu do górnictwa podziemnego innego niż węgiel kamienny pełnią Miedziowe Centrum Kształcenia Kadr (dalej „MCKK”) oraz Branżowe Centrum Umiejętności Górnictwa Rud 4.0 w Lubinie (dalej „BCU Górnictwa Rud 4.0”).

Miedziowe Centrum Kształcenia Kadr Sp. z o.o. działa od 1993 r. Jest placówką organizującą szkolenia zawodowe, szczególnie z zakresu górnictwa, spawalnictwa, obsługi maszyn i urządzeń, a także bezpieczeństwa pracy, przeznaczone dla kadr zakładów górniczych należących do KGHM „Polska Miedź” S.A. oraz firm i mieszkańców regionu.

BCU Górnictwa Rud 4.0 rozpoczęło działalność w 2024 r. w ramach projektu pn. „Utworzenie i wsparcie funkcjonowania Branżowego Centrum Umiejętności realizującego koncepcję centrum doskonałości zawodowej (CoVEs) dla dziedziny górnictwa podziemnego, przeróbki rud metali i surowców mineralnych »BCU Górnictwa Rud 4.0«”, finansowanego ze środków Krajowego Planu Odbudowy.

Edukacja w warunkach zbliżonych do rzeczywistych – założenia metodyczne

Szkolenia realizowane w BCU Górnictwa Rud Miedzi 4.0 są projektowane z myślą o jak najwierniejszym odwzorowaniu warunków pracy pod ziemią. Dotyczy to zarówno odtworzenia infrastruktury, jak i symulacji zagrożeń typowych dla środowiska górniczego, m.in. hałasu, zadymienia, awarii technicznych, ograniczonej widoczności czy potrzeby ewakuacji.

W ramach dydaktyki stosowane są nowoczesne narzędzia edukacyjne: symulatory maszyn, środowiska rozszerzonej (dalej AR) i wirtualnej rzeczywistości (dalej VR), stanowiska automatyki górniczej, pracownie pierwszej pomocy oraz infrastruktura warsztatowa pozwalająca na ćwiczenia z zakresu obsługi urządzeń. Takie podejście umożliwia integrację wiedzy teoretycznej z praktyką, a także rozwijanie kompetencji miękkich, takich jak współpraca w zespole czy decyzyjność pod presją.

Współczesne technologie w służbie bezpieczeństwa pracy

Jednym z najważniejszych elementów edukacyjnych w kontekście bezpieczeństwa są symulatory maszyn



► Siedziba BCU w Lubinie
► BCU Headquarters in Lubin

i urządzeń górniczych. Umożliwiają one naukę bez ryzyka wystąpienia realnego wypadku, a także testowanie reakcji kursantów na nieprzewidziane sytuacje, np. utratę sterowności maszyny, awarię hydrauliki czy konieczność natychmiastowego zatrzymania urządzenia. Przykładami wykorzystywanych rozwiązań są:

– **Symulator ładowarki LKP-0903**

- To nowoczesne urządzenie szkoleniowe wykorzystywane w procesie przygotowania operatorów maszyn górniczych, stanowiące integralną część programu kształcenia. Powstało w ścisłej współpracy MCKK z producentami technologii.
- Symulator został wyposażony w trzy ekrany, dzięki którym widok odpowiada polu widzenia operatora pracującego pod ziemią. Konstrukcja składa się z fotela symulującego realne drgania i ruchy typowe dla jazdy w wyrobisku. Kabina symulatora stanowi dokładne od-

wzorowanie rzeczywistej kabiny ładowarki LKP-0903, zapewniając poczucie autentycznego stanowiska pracy.

- Szkolenie obejmuje obsługę załadunku i rozładunku urobku przy użyciu realistycznego odwzorowania ruchu łyżki oraz manewrowania maszyną w wyrobisku górniczym – zarówno w zakresie jazdy, jak i przestrzegania regulacji ruchu maszyn górniczych. Symulator pozwala na przeprowadzanie ćwiczeń w zakresie działania w warunkach awaryjnych. Instruktor, który ma wgląd w przebieg ćwiczeń na ekranie zewnętrznym, może generować różne usterki, symulator sygnalizuje te sytuacje w sposób identyczny do realnych, co pozwala na rozwijanie reakcji kryzysowych.

– **Symulatory wozów wierćco-kotwiących Face Master 1.7 K i Roof Master 1.7 K**

- Symulatory powstały w ramach MCKK w 2023 roku, a oparte są na kabinach oryginalnych maszyn Face



► Symulator LKP-0903
► LKP-0903 Simulator



► Kabina symulatora LKP-0903

► LKP-0903 simulator cabin

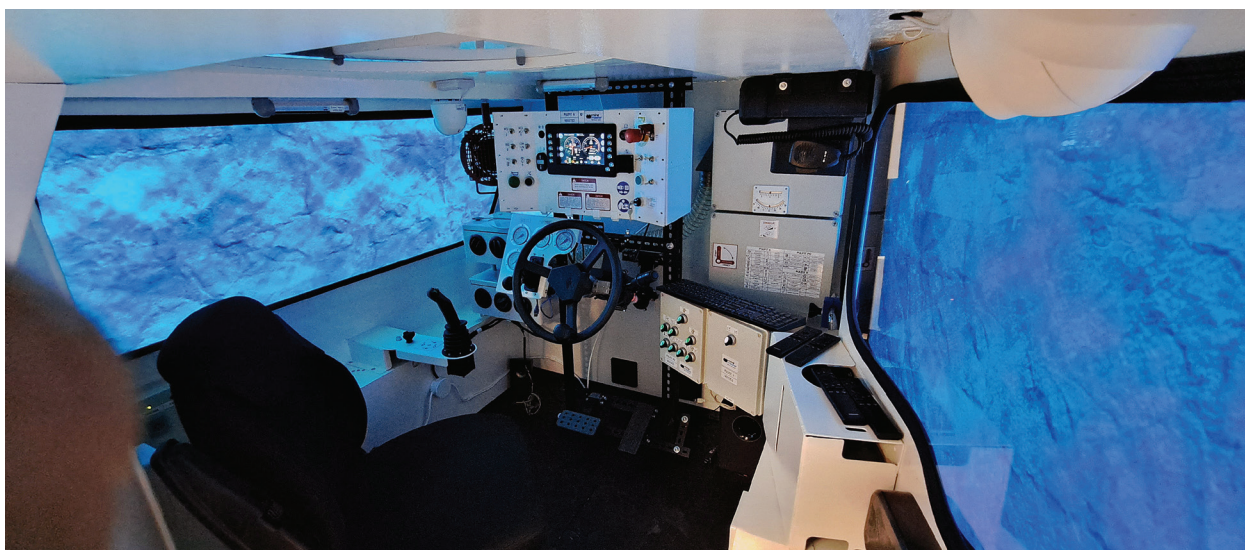
Master 1.7 K (wozów wierzących) i Roof Master 1.7 K (wozów kotwiących), odwzorowanych w skali 1:1. Umożliwiają trening w zakresie wiercenia otworów, kotwienia stropów, manewrowania maszyną zgodnie z regulacjami (np. omijanie uprzywilejowanych pojazdów czy górników) oraz pracy zgodnie z regulaminem ruchu maszyn górniczych kopalń należących do KGHM „Polska Miedź” S.A.

- Każdy symulator składa się z:
 - fizycznej makiety kabiny operatora,
 - oprogramowania symulacyjnego (SWW/SWK),
 - stanowiska instruktora z narzędziami nadzorczymi,
 - sieci lokalnej,
 - komunikacji audio,
 - monitoringu wideo,
 - zewnętrznej prezentacji sytuacji wewnątrz kabiny.
- Uczestnicy szkolenia odbierają bodźce bardzo zbliżone do rzeczywistych: słyszą charakterystyczne dźwięki pracy maszyn pod ziemią, odczuwają ruch kabiny/platformy oraz mają ograniczone pole widzenia, typowe dla pracy w podziemnych zakładach górniczych. Środowisko wizualne wiernie odtwarza układ wyrobisk kopalń rud miedzi, co umożliwia podejmowanie decyzji tak jak w realnych warunkach.

- Instruktor kontroluje przebieg ćwiczeń z zewnętrznego stanowiska, będąc w stałym kontakcie z kursantem poprzez kamery i mikrofony wewnątrz kabiny operatora. Dodatkowo możliwe jest generowanie awarii w dowolnym momencie. Dzięki temu uczestnicy uczą się kontrolować maszynę i reagować zgodnie z zasadami bezpieczeństwa w warunkach podziemnych.

– Stanowiska VR do obsługi maszyn

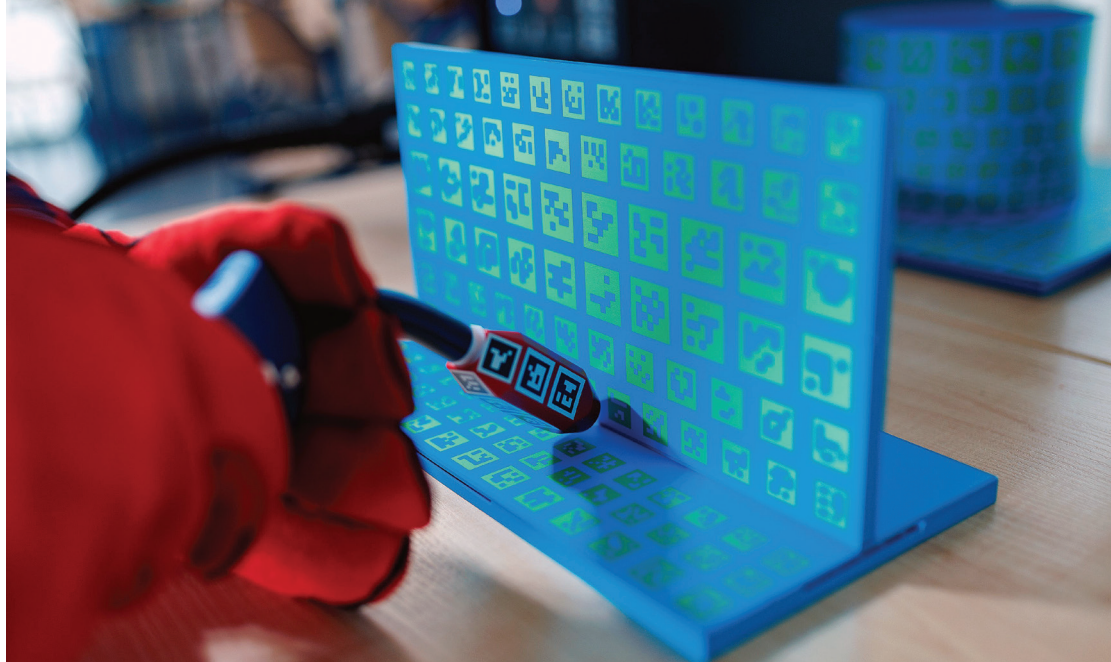
- Na poligonie maszyn górniczych MCKK znajdują się zarówno realne maszyny górnicze (co umożliwia praktykę w warunkach zbliżonych do rzeczywistych), jak i stanowiska VR, które pozwalają na odtwarzanie codziennych czynności eksploatacyjnych i kontrolnych bez ryzyka uszkodzenia urządzeń.
- Dzięki VR kursanci mogą praktykować realne scenariusze związane z obsługą maszyn górniczych i procedurami BHP w wirtualnym, całkowicie bezpiecznym, ale bardzo realistycznym środowisku. Takie rozwiązania skracają czas nauki, zwiększają efektywność i ograniczają koszty sprzętu szkoleniowego.
- VR pozwala nie tylko na opanowanie powtarzalnych standardowych czynności, ale także na symulację awaryjnych i nietypowych scenariuszy, zwiększając zaangażowanie i trwałość wiedzy.



► Kabina jazdy symulatora Roof Master 1.7 K

► Roof Master 1.7 K Simulator Driving Cabin

► Symulator spawania
► Welding simulator



- Wykorzystanie VR w kursach stanowi inteligentne uzupełnienie tradycyjnego treningu, stanowiąc kompleksowe podejście do nauki: teoretyczne i praktyczne.
- **Symulatory spawania z AR**
 - MCKK i BCU dysponują kilkoma najnowocześniejszymi symulatorami Soldamatic firmy Abicor Binzel, które łączą rzeczywisty świat z wirtualną przestrzenią dzięki technologii rozszerzonej rzeczywistości (AR).
 - Każde stanowisko wyposażone jest w:
 - komputer z panelem sterowania i dedykowanym oprogramowaniem,
 - interaktywną przyłbicę spawalniczą z ekranem i kamerą,
 - stojak z przykładami do spawania (w tym z kodami QR, ułatwiającymi wybór ćwiczeń),
 - autentyczne uchwyty spawalnicze do wszystkich technik (MIG/MAG, TIG, MMA),
 - rękawice, elektrody i inne opcjonalne wyposażenie.
 - Uczestnicy szkoleń ćwiczą z prawdziwymi elementami spawalniczymi, takimi jak uchwyty MIG/MAG, TIG, uchwyty elektrodowe, oraz przyłbica i panel sterowania, co wspiera rozwój pamięci mięśniowej i wierne odwzorowanie praktycznych warunków pracy.
 - System pozwala na analizę wykonywanych zadań oraz nagrywa przebieg ćwiczeń, co służy późniejszej ocenie postępów oraz doskonaleniu umiejętności.
 - AR eliminuje potrzebę użycia materiałów eksploatacyjnych, gazów technicznych, odzieży ochronnej, kosztownych odciągów spalin czy instalacji ppoż. Zajęcia nie generują pyłów ani zanieczyszczeń, co sprzyja zrównoważonemu rozwojowi i treningom dla nieletnich. Ponadto symulator eliminuje zagrożenia związane z poparzeniami lub uszkodzeniem sprzętu.

Nauczanie reakcji w sytuacjach zagrożenia

W programie szkoleniowym szczególną uwagę poświęca się doskonaleniu umiejętności reagowania w sytuacjach kryzysowych typowych dla pracy w zakładach górniczych, gdzie stres i zagrożenia mogą być wyjątkowo wysokie. Pracownia pierwszej pomocy została zaprojektowana z myślą o immersyjnym doświadczeniu, które zbliża maksymalnie do realnych warunków wypadków, awarii czy nagłych zdarzeń ratowniczych.

W sali można wygenerować symulowane warunki: zadymienie, hałas, ograniczenia w przestrzeni, co tworzy scenariusze zbliżone do rzeczywistych wypadków pod ziemią. To z kolei pozwala trenować reakcję na urazy mechaniczne, zatrucia, upadki wysokościowe czy zagrożenia pożarowe w kontrolowany, ale wymagający sposób. Dźwięk, oświetlenie, efekty wizualne (zadymienie) i inne bodźce immersyjne powodują u uczestników reakcję stresową zbliżoną do realnej. Dzięki temu można ocenić nie tylko prawidłowość reakcji, ale też odporność psychofizyczną kursantów.

Pracownia pierwszej pomocy została wyposażona w różnorodne narzędzia umożliwiające realistyczne ćwiczenia w zakresie pierwszej pomocy, w tym:

- fantomy z możliwością rejestracji działań oraz model TRAUMA CPR ze wskaźnikami świetlnymi, fantomy „rodzinka” (różne grupy wiekowe),
- AED treningowe, deskę ortopedyczną, szyny Kramera, worek ambu,
- apteczki z modułami: Zranienia, Oparzenia, Stany Nagłe, Złamania, Ochrona Osobista/RKO, Krwotoki, Nosze, Wypadek,
- CPR-meter (analiza techniki resuscytacji),



► Ćwiczenia z pierwszej pomocy z użyciem fantomu
► First aid exercises using a phantom



► Szkoleniowy przenośnik taśmowy
► Training conveyor belt

- kamizelkę ACT FAST (trening szybkiej oceny czynności oddechowej),
- stazy taktyczne CAT (treningowe),
- maty antypoślizgowe,
- symulatory krwotoków kończyn górnych i dolnych.

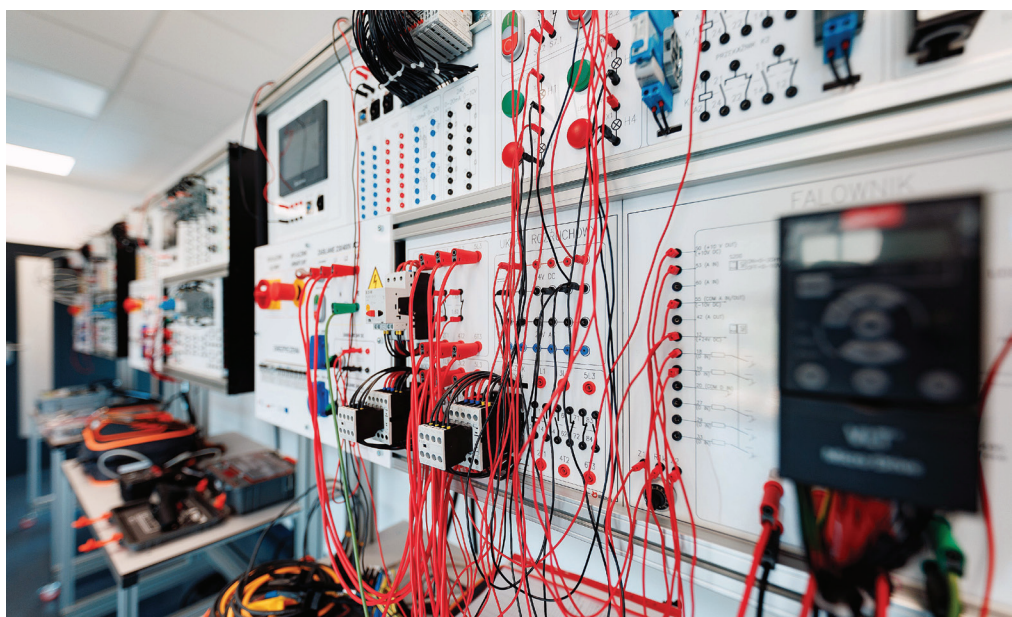
Hydraulika, automatyka i systemy sterowania – praktyczne aspekty BHP

Bezpieczna obsługa układów hydraulicznych i automatyki górniczej wymaga specjalistycznej wiedzy oraz umiejętności. W tym zakresie wykorzystuje się certyfikowane laboratorium hydrauliki siłowej (Bosch Rexroth Training Center), a także pracownie automatyki („Pracownia górnictwa 4.0”) w których kursanci uczą się obsługi systemów transformatorowych, rozdzielni nN i SN, czujników, przekaźników oraz technologii światłowodowych.

Laboratorium hydrauliki siłowej stanowi część kompleksu szkoleniowego BCU Górnictwa Rud 4.0, dedyko-

wanego zaawansowanej edukacji w zakresie systemów hydraulicznych stosowanych w górnictwie, w tym m.in. w maszynach samojezdnych, urządzeniach transportu bliskiego oraz hydraulicznych układach sterowania. Zestawy szkoleniowe Bosch Rexroth umożliwiają naukę zasad działania pomp hydraulicznych, rozdzielaczy, siłowników i układów zamkniętych. Kursanci mają możliwość wykonywania ćwiczeń z montażu, diagnostyki, regulacji ciśnienia oraz napraw hydraulicznych w warunkach warsztatowych (bez konieczności ingerencji w realnie działające maszyny lub instalacje).

Pracownia automatyki „Pracownia górnictwa 4.0” to wielofunkcyjne laboratorium wyposażone w sześć platform dydaktycznych (stołów), pozwalających na jednocześnie ćwiczenia 12 osób. Dzięki modułowej konstrukcji stanowisk możliwa jest ich rekonfiguracja, co pozwala na tworzenie różnorodnych scenariuszy ćwiczeń oraz nowych stanowisk z wykorzystaniem istniejącego sprzętu. Kursanci zaznajamiają się z: automatyką przekaźnikową, sterowaniem za pomocą sterowników PLC i paneli



► Pracownia górnictwa 4.0
► Mining workshop 4.0



- Szkoleniowe wyrobisko górnicze
- Mining training pit

operatorskich, zabezpieczeniami elektrycznymi (np. silnikowe, termiczne, upływowe sieci IT), sterowaniem silnikiem trójfazowym z falownikiem oraz układami teleinformatycznymi (tworzenie patchcordów, spawanie i pomiary światłowodów, konfiguracja sprzętu sieciowego). W kontekście górnictwa laboratorium umożliwia symulacje układów automatyki charakterystycznych dla podziemnych zakładów górniczych rud miedzi, tj.: systemów używanych w przenośnikach taśmowych, zabezpieczeń elektroenergetycznych nN/SN w stacjach transformatorowych, typowych czujników i elementów wykonawczych wykorzystywanych pod ziemią

Przykładem kompleksowego podejścia do edukacji jest również szkoleniowy przenośnik taśmowy wyposażony w sterownik PROTOS 4.1 i zintegrowane systemy bezpieczeństwa. Stanowi on realistyczne odwzorowanie poziomego systemu transportu rudy miedzi wykorzystywanego w kopalniach podziemnych. Składa się z ciągu przenośnika nadającego, przesypu oraz przenośnika odbierającego, które wzorowane są na rzeczywistych rozwiązaniach stosowanych na dole wyrobisk. Całość została wyposażona w modułowy, w pełni konfigurowalny system sterowania PROTOS 4.1, stworzony przez firmę INOVA Centrum Innowacji Technicznych Sp. z o.o. Ten nowoczesny układ realizuje nie tylko podstawowy algorytm sterowania, ale pełni także funkcje:

- nadzoru pracy,
- bezpieczeństwa, w tym mechanizm wyłączenia awaryjnego,
- komunikacji głosowej.

Dzięki rzeczywistemu odzwierciedleniu szkolenia z przedmiotowym przenośnikiem taśmowym odbywają się w warunkach zbliżonych do realnego środowiska pracy. Czujniki oraz układ automatyki zapewniają weryfikację

stanu i możliwość wykształcenia właściwych reakcji operatorów na sytuacje potencjalnie niebezpieczne.

Infrastruktura odwzorowująca środowisko pracy pod ziemią

Aby zapewnić pełny cykl edukacyjny w warunkach praktycznych, centrum dysponuje również wyrobiskiem szkoleniowym zrealizowanym w obudowie typu ŁP. Pozwala ono na naukę takich czynności jak: budowa tam, przebudowa lutniociągów i rurociągów, stawianie obudów oraz obsługa przodków wiertniczych i kotwiących. Dodatkowo kursanci mają dostęp do warsztatów z rzeczywistymi maszynami, umożliwiającymi ćwiczenia w zakresie jazdy, manewrowania i eksploatacji układów roboczych.

Wyrobisko, przygotowane zgodnie z wytycznymi Okręgowej Komisji Egzaminacyjnej we Wrocławiu, spełnia wymagania konieczne do prowadzenia praktycznych egzaminów w zawodach związanych z górnictwem podziemnym.

Wnioski

MCKK oraz BCU Górnictwa Rud 4.0 stanowią przykład nowoczesnego podejścia do edukacji zawodowej, w którym priorytetem jest bezpieczeństwo pracy i przygotowanie do pracy w warunkach zbliżonych do rzeczywistych. Innowacyjne technologie dydaktyczne, szerokie zaplecze symulacyjne oraz integracja teorii z praktyką umożliwiają skuteczne kształtowanie nawyków i kompetencji istotnych dla funkcjonowania w środowisku górniczym. Model ten może stanowić punkt odniesienia dla rozwoju podobnych placówek w innych sektorach przemysłu wysokiego ryzyka.

Literatura

1. Branżowe Centrum Umiejętności Górnictwa Rud 4.0 w Lubinie, materiały własne.
2. <https://bcu.mckk.pl/>; stan na 8.08.2025 r.
3. <https://mckk.com.pl/>; stan na 8.08.2025 r.
4. Ustawa z dnia 14 grudnia 2016 r. – Prawo oświatowe (Dz.U. z 2025 r. poz. 1043, z późn. zm.).
5. Rozporządzenie Ministra Edukacji i Nauki z dnia 28 września 2023 r. w sprawie ramowych statutów: publicznej placówki kształcenia ustawicznego, publicznego centrum kształcenia zawodowego i publicznego branżowego centrum umiejętności (Dz.U. z 2023 r. poz. 2066).