

# Transport załogi przenośnikami taśmowymi w podziemnej kopalni na przykładzie LW „Bogdanka” S.A.

Data wpłyńcia do Redakcji: 02/2026  
Data akceptacji przez Redakcję do publikacji: 03/2026

2026, volume 15, issue 1, pp. 12-22

**Paweł Kochaj**  
Lubelski Węgiel „Bogdanka” S.A., Poland

**Piotr Kulinowski**  
AGH w Krakowie, Poland



**Streszczenie:** W artykule przedstawiono zagadnienia dotyczące transportu poziomego ludzi w podziemnych kopalniach węgla kamiennego. Wskazano, że wpływ na skuteczność systemu transportowego mają przede wszystkim stopień integracji z infrastrukturą kopalni, droga transportowa, organizacja ruchu oraz poziom nadzoru techniczno-diagnostycznego, a nie wyłącznie nominalne parametry zastosowanego środka transportu. Na tle stosowanych rozwiązań scharakteryzowano układ transportowy LW „Bogdanka” S.A., oparty na współdziałaniu kolei szynowej, kolei podwieszanej i przenośników taśmowych. Szczególną uwagę poświęcono przenośnikom taśmowym przystosowanym do jazdy ludzi, wskazując kluczowe uwarunkowania ich bezpiecznej eksploatacji, obejmujące m.in. systemy zabezpieczeń, monitoring parametrów pracy, wymagania prawne i procedury dopuszczenia oraz program szkolenia załogi. Przedstawiono drogę wdrożenia jazdy ludzi przenośnikami taśmowymi w LW „Bogdanka” S.A., w ramach którego uruchomienie pierwszego przenośnika do jazdy ludzi przełożyło się na skrócenie czasu transportu brygad, wydłużenie efektywnego czasu pracy w rejonie ściany oraz ograniczenie wykorzystania kolei spalinowej. Wyniki wskazują również na istotne korzyści energetyczne oraz poprawę mikroklimatu wyrobisk wynikającą z redukcji emisji ciepła, hałasu i spalin. W podsumowaniu podkreślono, że dalszy rozwój transportu załogi powinien koncentrować się na szkoleniu załogi, automatyzacji nadzoru, wdrażaniu predykcyjnego utrzymania ruchu oraz integracji z cyfrowymi systemami zarządzania kopalnią.

**Słowa kluczowe:** transport podziemny; kopalnia podziemna; systemy transportowe; transport załogi; bezpieczeństwo pracy; szkolenia załogi

## WSTĘP

Transport poziomy ludzi w podziemnych kopalniach węgla kamiennego stanowi jeden z kluczowych elementów determinujących zarówno organizację procesu wydobywczego, jak i poziom bezpieczeństwa pracy załogi (Fuksa, 2015). W warunkach systematycznego oddalania się od rejonów eksploatacyjnych oraz koncentracji wydobywania, zagadnienie sprawnego i bezpiecznego przemieszczania pracowników nabiera znaczenia strategicznego. Czas dotarcia brygady do stanowiska pracy bezpośrednio wpływa na efektywny czas produkcyjny, natomiast warunki transportu oddziałują na obciążenie fizyczne pracowników, poziom zmęczenia oraz ekspozycję na czynniki szkodliwe środowiska kopalnianego.

Rozwój transportu poziomego ludzi w kopalniach węgla kamiennego przebiegał równolegle z ewolucją technologii wydobywczych. Początkowo przemieszczanie się załogi realizowano w formie ruchu pieszego wzdłuż wyrobisk korytarzowych, których infrastruktura była projektowana przede wszystkim z myślą o transporcie urobku. Wraz z rozbudową wyrobisk i wzrostem odległości transportowych wprowadzono kolej szynową, a następnie kolej podwieszaną, które umożliwiły zorganizowany i szybki przewóz większej liczby pracowników na znaczne odległości. Kolejnym etapem było wykorzystanie pojazdów kołowych oraz w wybranych warunkach – adaptacja przenośników taśmowych do jazdy ludzi. Każde z tych rozwiązań stanowiło odpowiedź na rosnące wymagania w zakresie wydajności transportu, elastyczności oraz bezpieczeństwa transportu.

Współczesne systemy poziomego transportu załogi w górnictwie podziemnym muszą spełniać złożone, wielokryterialne wymagania o charakterze technicznym, organizacyjnym oraz bezpieczeństwa pracy. Kluczowe znaczenie mają zagadnienia związane z minimalizacją ryzyka wypadkowego, redukcją emisji spalin, emisji ciepła do atmosfery wyrobisk, kształtowaniem korzystnych warunków mikroklimatycznych oraz racjonalizacją zużycia energii. W konsekwencji transport poziomy ludzi nie może być traktowany wyłącznie jako funkcja pomocnicza wobec procesu wydobywczego, lecz stanowi integralny element zintegrowanego systemu logistycznego kopalni, bezpośrednio wpływający na efektywność produkcji, organizację pracy oraz poziom bezpieczeństwa w wyrobiskach podziemnych.

LW „Bogdanka” S.A. jako jeden z najnowocześniejszych zakładów górnictwa węgla kamiennego w Polsce, charakteryzuje się rozległą i złożoną siecią wyrobisk udostępniających oraz transportowych. Skala eksploatacji, znaczne długości tras przenośnikowych oraz wielopoziomowa struktura wyrobisk generują istotne wyzwania logistyczne, związane zarówno z ciągłością odstawy urobku, jak i zapewnieniem transportu maszyn, urządzeń, materiałów technologicznych i załogi.

#### **TRANSPORT W KOPALNI LUBELSKI WĘGIEL „BOGDANKA” S.A.**

System transportu w kopalni LW „Bogdanka” S.A. oparty jest na kolei szynowej spągowej, kolei podwieszanej oraz przenośnikach taśmowych. Rozwiązania te tworzą zintegrowany układ logistyczny zapewniający realizację transportu ludzi, materiałów i urobku w warunkach podziemnych. Z punktu widzenia organizacji pracy szczególne znaczenie ma transport załogi, który bezpośrednio wpływa na czas efektywnej pracy w rejonach eksploatacyjnych.

Kopalniana kolej podziemna stanowi jedno z podstawowych rozwiązań w zakresie podziemnego transportu w kopalni, wykorzystywane zarówno do przewozu pracowników (rys. 1), jak i transportu materiałów technologicznych.

Zestawy osobowe przemieszczają się po torowisku zabudowanym na spągu wyrobiska, zapewniając sprawny i bezpieczny dowóz załogi na znaczne odległości w obrębie poziomów wydobywczych. Ruch odbywa się pomiędzy stacjami osobowymi i materiałowymi, które stanowią węzły logistyczne systemu transportowego – z tych punktów materiały oraz pracownicy kierowani są dalej do rejonów eksploatacyjnych z wykorzystaniem innych środków transportu.

Równolegle realizowany jest transport materiałowy, obejmujący dostawy wyposażenia do przodków ścianowych i chodnikowych, elementów obudowy przeznaczonych do montażu i demontażu, a także komponentów infrastruktury

pomocniczej, takich jak lutnie wentylacyjne, rurociągi, przewody energetyczne czy elementy tras kablowych.



**Rys. 1** Widok wagonów kolei szynowej do transportu załogi

Transport szynowy umożliwia przewóz ładunków o znacznej masie i gabarytach na głównych ciągach komunikacyjnych poziomego wydobywczego, zapewniając ich dystrybucję pomiędzy centralnymi punktami logistycznymi kopalni.

Uzupełnieniem systemu transportowego jest kolej podwieszana pod stropem wyrobisk. System ten realizuje transport materiałów oraz załogi, pomiędzy stacjami przeładunkowymi a bezpośrednimi rejonami eksploatacyjnymi (rys. 2).



**Rys. 2** Widok kolei podwieszanej do transportu załogi

Kolej podwieszana odgrywa kluczową rolę w dostarczaniu materiałów do rejonów ścian oraz przodków chodnikowych, szczególnie w wyrobiskach o ograniczonej przestrzeni lub w warunkach oddziaływania ciśnienia eksploatacyjnego na wyrobisko. Umożliwia ona transport elementów obudowy, maszyn i urządzeń górniczych, lutni, rurociągów oraz innych komponentów infrastruktury technologicznej bezpośrednio do miejsca ich zabudowy, a następnie odtransportowanie zużytych elementów lub urządzeń wycofanych z eksploatacji.

Kolejnym elementem systemu transportowego są przenośniki taśmowe, które w kopalni pełnią funkcję podstawowego środka transportu urobku (rys. 3).

Układ transportu przenośnikowego został zaprojektowany w konfiguracji odstawy przodkowej, ścianowej oraz głównej, tworząc wielostopniowy system przekazywania strumienia masy (Gładysiewicz, 2003). W rejonach przodkowych stosowane są przenośniki o szerokości taśmy 1000 mm. W miarę przemieszczania urobku w kierunku głównych ciągów transportowych materiałów

przekazywany jest na taśmy o większej szerokości, aż do odstawy głównej, gdzie wykorzystywane są przenośniki o szerokości 1400 mm oraz 1600 mm.



Rys. 3 Widok przenośnika taśmowego 1600 do transportu urobku i załogi

Tak zaprojektowana odstawa zapewnia wysoką wydajność systemu przy jednoczesnym ograniczeniu ryzyka przeciążeń dynamicznych i przestojów technologicznych.

Przenośniki taśmowe w kopalni charakteryzują się zróżnicowaną długością od kilkuset metrów do kilku kilometrów – oraz znaczną mocą zainstalowanych napędów. Projektowanie ich parametrów odbywa się z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania inżynierskiego (m.in. QNK-TT), uwzględniającego takie czynniki jak: moc napędów, rozkład sił w ciągu, kąt nachylenia trasy, szerokość i wytrzymałość taśmy oraz warunki eksploatacyjne (Kulinowski i in., 2020).

Udział czasu przeznaczonego na transport do miejsca pracy i z powrotem stanowi istotny element struktury organizacyjnej zmiany roboczej. W warunkach znacznych odległości od szybu całkowity czas dojazdu może istotnie ograniczać rzeczywistą dyspozycyjność pracowników w rejonach eksploatacyjnych. Z tego względu optymalizacja systemu transportowego stanowi ważny kierunek działań organizacyjnych i technicznych.

### **PRZENOŚNIK TAŚMOWY JAKO ŚRODEK TRANSPORTU ZAŁOGI**

Wśród poszukiwanych rozwiązań technicznych problemu efektywnego transportu załogi szczególne miejsce zajęły przenośniki taśmowe.

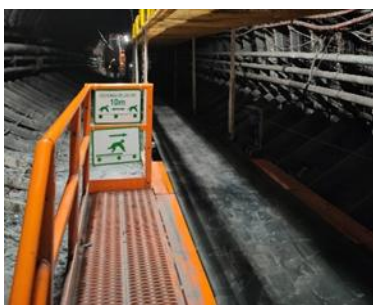
#### **Ogólne zasady jazdy ludzi przenośnikami taśmowymi**

Istotną barierą we wczesnym etapie wdrażania transportu ludzi przenośnikami taśmowymi była kwestia bezpieczeństwa eksploatacji. Systemy transportu szynowego, jak i kolejki podwieszane postrzegane były jako stabilne i łatwiejsze do kontrolowania w zakresie przewozu załogi. Transport taśmowy, ze względu na swój ciągły charakter, wymagał opracowania odrębnych standardów organizacyjnych, obejmujących zasady wsiadania i wysiadania, kontrolę prędkości, systemy sygnalizacji oraz procedury reagowania w sytuacjach awaryjnych.

W ostatnich dekadach rozwój technologii zabezpieczeń, automatyki przemysłowej oraz systemów monitorowania parametrów pracy przenośników przyczynił się do istotnego wzrostu poziomu bezpieczeństwa tego typu transportu. Wprowadzono m.in. systemy awaryjnego zatrzymania (wyłączniki linkowe), czujniki kontroli prędkości, systemy detekcji zbiegania taśmy, monitoring temperatury elementów obrotowych oraz rozwiązania sygnalizacyjne wspomagające organizację ruchu ludzi.

Eksploracja przenośników taśmowych przeznaczonych do przewozu ludzi podlega ścisłym regulacjom prawnym. W Polsce podstawowy akt normatywny stanowi Rozporządzenie Ministra Energii (Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych), które dopuszcza przewóz ludzi wyłącznie na przenośnikach specjalnie przystosowanych do tego celu. Uzupełnieniem regulacji są normy techniczne określające wymagania dotyczące konstrukcji taśm przenośnikowych, w tym rodzaju rdzenia (tekstylny lub stalowy), właściwości okładzin, odporności ogniowej, właściwości antyelektrostatycznych oraz zachowania parametrów mechanicznych w warunkach podziemnej eksploatacji (Polski Komitet Normalizacyjny, 2024).

Każdorazowo przed dopuszczeniem przenośnika do jazdy ludzi wyznaczony pracownik, wskazany przez osobę dozoru ruchu, zobowiązany jest do przeprowadzenia przeglądu technicznego urządzenia oraz jego uruchomienia w trybie próbnym. Czynności te obejmują weryfikację sprawności napędów, elementów nośnych, stanu technicznego pomostów do wsiadania i wysiadania (rys. 4), systemów zabezpieczeń, wyłączników awaryjnych oraz układów sygnalizacyjnych. Dopiero po potwierdzeniu prawidłowego działania wszystkich podzespołów bezpieczeństwa możliwe jest rozpoczęcie transportu załogi.



Rys. 4 Pomost do wsiadania na taśmę dolną

Organizacja jazdy ludzi regulowana jest wewnętrznymi instrukcjami ruchu zakładów górniczych. Wsiadanie i wysiadanie dopuszczalne jest wyłącznie w wyznaczonych punktach i odbywa się pojedynczo, z zachowaniem minimalnych odstępów pomiędzy pracownikami. Pracownicy zobowiązani są do stosowania środków ochrony indywidualnej, w tym hełmów ochronnych, lamp osobistych z nadajnikami lokalizacyjnymi oraz odzieży roboczej zabezpieczonej przed możliwością pochwycenia przez ruchome elementy taśmy.

Istotną rolę w systemie bezpieczeństwa odgrywają osoby dozoru ruchu, odpowiedzialne za formalne dopuszczenie urządzenia do eksploatacji w trybie jazdy ludzi oraz za stały nadzór nad przebiegiem transportu. Przenośniki taśmowe wykorzystywane do transportu załogi wyposażone są w systemy monitoringu wizyjnego, obejmujące kamery nadzorujące strefy wsiadania i wysiadania pracowników, co umożliwia bieżącą kontrolę przebiegu transportu (rys. 5). W przypadku zatrzymania przenośnika podczas transportu załogi jego ponowne uruchomienie dopuszczalne jest wyłącznie po ustaleniu przyczyny postoju i potwierdzeniu braku zagrożeń.

W konsekwencji przenośniki taśmowe do jazdy ludzi stanowią obecnie integralny element systemów transportowych, łącząc wysoką efektywność logistyczną z rygorystycznymi wymaganiami bezpieczeństwa oraz nadzoru technicznego.





Rys. 5 Monitoring wizyjny jazdy ludzi w LW „Bogdanka” S.A.

Przy zachowaniu wysokiej kultury technicznej oraz przestrzeganiu obowiązujących regulacji rozwiązanie to umożliwia istotne skrócenie czasu dojścia do rejonów pracy, poprawę organizacji procesu produkcyjnego oraz utrzymanie wysokiego poziomu bezpieczeństwa załogi.

### **Wdrożenie przenośników taśmowych do jazdy ludzi w LW „Bogdanka” S.A.**

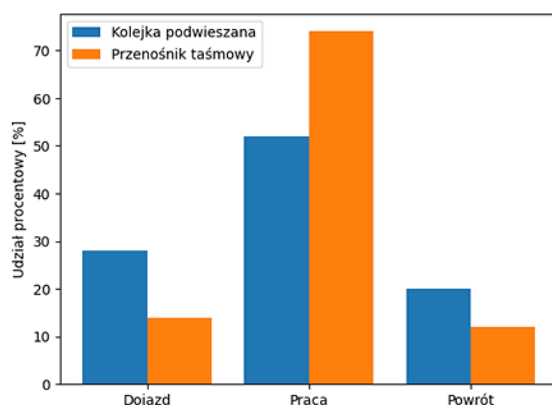
W kopalni LW „Bogdanka” S.A. od wielu lat realizowane są działania ukierunkowane na zwiększenie efektywności systemów transportowych oraz podniesienie poziomu bezpieczeństwa pracy. Rozwój frontów eksploatacyjnych oraz systematyczne wydłużanie tras dojścia do stanowisk pracy spowodowały, że optymalizacja transportu załogi stała się jednym z kluczowych zagadnień organizacyjnych. Problem ten obejmował nie tylko skrócenie czasu przemieszczania pracowników, lecz również poprawę komfortu, ograniczenie obciążenia fizycznego oraz zapewnienie właściwych warunków mikroklimatycznych. W okresie pandemii COVID-19 istotnym czynnikiem była także minimalizacja ryzyka epidemiologicznego poprzez ograniczenie bezpośrednich kontaktów osobistych.

W odpowiedzi na powyższe wyzwania zainicjowano projekt wdrożenia systemu jazdy ludzi przenośnikami taśmowymi. Głównym celem przedsięwzięcia było wydłużenie efektywnego czasu pracy brygad w rejonie ściany poprzez skrócenie czasu dojścia do stanowisk pracy oraz zmniejszenie obciążenia fizycznego pracowników. Dodatkowym efektem stała się poprawa organizacji transportu w całym układzie kopalnianym, w tym ograniczenie wykorzystania kolei podwieszanej z napędem spalinowym, co przełożyło się na redukcję emisji ciepła, hałasu oraz gazów spalinowych w wyrobiskach.

Przedsięwzięcie podzielono na etapy obejmujące: studium wykonalności, analizy techniczne i ryzyka, przebudowę infrastruktury, fazę wdrożenia i testów oraz etap monitorowania efektów. Szczególny nacisk położono na identyfikację zagrożeń, zarządzanie ryzykiem oraz ścisłą współpracę z organami nadzoru górniczego. Takie podejście umożliwiło reagowanie na pojawiające się problemy techniczne i organizacyjne oraz zapewniło spełnienie zakładanych wymagań jakościowych i bezpieczeństwa.

Pierwszy przenośnik przystosowany do transportu załogi uruchomiono w 2021r. Był to przenośnik o długości 2350 m i szerokości taśmy 1000 mm, który przeszedł gruntowną modernizację obejmującą dostosowanie systemów zabezpieczeń, pomostów do wsiadania i wysiadania oraz układów sterowania.

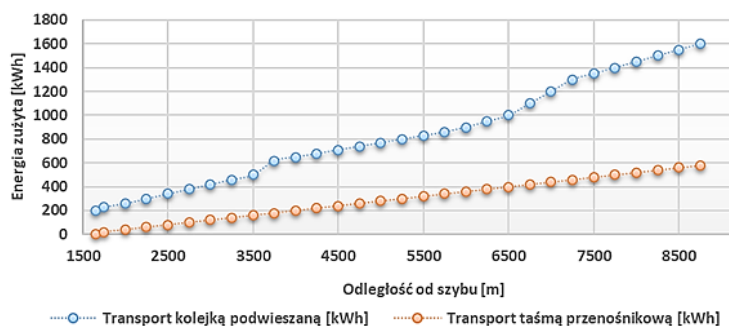
Przeprowadzone analizy wykazały skrócenie czasu transportu załogi w porównaniu z dotychczasowym sposobem transportu. W efekcie czego brygady szybciej docierały do rejonów wydobywczych, co przełożyło się na wydłużenie efektywnego czasu pracy (rys. 6).



Rys. 6 Wpływ środka transportu na strukturę czasu pracy załogi

Transport przenośnikami taśmowymi został pozytywnie oceniony przez Wyższy Urząd Górniczy jako rozwiązanie spełniające wysokie standardy bezpieczeństwa w warunkach eksploatacyjnych, co miało szczególne znaczenie w okresie pandemii COVID-19, umożliwiając zachowanie dystansu pomiędzy pracownikami.

Badania wykazały, że transport załogi przenośnikami taśmowymi charakteryzuje się istotnie niższym zużyciem energii – około 1,13 kWh na pracownika – w porównaniu z transportem koleją podwieszaną, gdzie wskaźnik ten wynosił około 3,04 kWh na pracownika (Bogacz et al. 2022) (rys. 7). Ograniczenie liczby kolejek spalinowych przyczyniło się ponadto do redukcji emisji CO<sub>2</sub> oraz poprawy parametrów mikroklimatu w wyrobiskach, w tym zmniejszenia obciążenia systemów wentylacyjnych.



Rys. 7 Porównanie zużycia energii w zależności od systemu transportowego: kolej podwieszana vs. przenośnik taśmowy

Pozytywne wyniki pierwszego wdrożenia przesądziły o kontynuacji projektu. Obecnie w kopalni eksploatowane są również przenośniki taśmowe o szerokości 1600 mm, przystosowane zarówno do transportu urobku, jak i przewozu załogi. Rozwiązania te uwzględniają doświadczenia zdobyte podczas pierwszego etapu wdrożenia oraz specyfikę kolejnych rejonów eksploatacyjnych.

Wdrożenie jazdy ludzi przenośnikami taśmowymi w LW „Bogdanka” S.A. stanowi przykład kompleksowego podejścia do modernizacji transportu podziemnego, łączącego aspekty techniczne, organizacyjne i środowiskowe. Osiągnięte rezultaty obejmują skrócenie czasu transportu, redukcję kosztów energetycznych oraz ograniczenie negatywnego oddziaływania transportu na mikroklimat wyrobisk (Bąk et al. 2024). Realizacja projektu w oparciu o ustrukturyzowaną metodykę zarządzania wykazała, że skuteczne wdrażanie innowacji w górnictwie wymaga

nie tylko zastosowania nowoczesnych technologii, lecz także profesjonalnego zarządzania procesem zmiany technicznej i organizacyjnej (Sobestiańczyk, 2009).

### **Szkolenie załogi**

Szkolenie dopuszczające do jazdy przenośnikami taśmowymi stanowi fundament bezpieczeństwa pracowników i kluczowy element procesu doskonalenia systemów transportu załogi w podziemnych kopalniach węgla kamiennego. Dzięki połączeniu teorii, analizy zagrożeń i ćwiczeń praktycznych umożliwia ono rozwój kompetencji niezbędnych do bezpiecznego i efektywnego korzystania z przenośników.

Opracowane przez kadrę naukową AGH szkolenie dopuszczające do jazdy przenośnikami taśmowymi jest odpowiedzią na rosnącą potrzebę standaryzacji i podnoszenia kompetencji pracowników korzystających z tych środków transportu. Celem szkolenia jest przygotowanie pracowników do bezpiecznej jazdy przenośnikiem, ma więc charakter nie tylko formalny, ale przede wszystkim prewencyjny. Korzystanie z przenośników taśmowych przeznaczonych do przewozu ludzi wiąże się z szeregiem zagrożeń wynikających z kontaktu z elementami ruchomymi urządzenia, konieczności poprawnych zachowań podczas wsiadania i wysiadania, a także właściwego zachowania podczas jazdy. Plan szkolenia, obejmujący część teoretyczną i intensywny moduł praktyczny, odzwierciedla zarówno wymagania bezpieczeństwa, jak i doświadczenia eksploatacyjne wynikające z użytkowania przenośników taśmowych w realnych warunkach dołowych.

Pierwsza część szkolenia buduje fundament teoretyczny, niezbędny przed rozpoczęciem ćwiczeń praktycznych, i pełni funkcję przygotowawczą, zmniejszającą ryzyko nieprawidłowego zachowania uczestników podczas treningu. Podczas tej części szkolenia przekazywane są kluczowe informacje dotyczące:

- zasad działania przenośnika taśmowego i jego stref niebezpiecznych,
- analizy zagrożeń związanych z jazdą ludzi, wykonywanej m.in. z wykorzystaniem Kart Oceny Ryzyka,
- typowych błędów występujących podczas wsiadania i wysiadania, analizowanych przy użyciu materiałów wideo,
- wzorcowych technik bezpiecznego wchodzenia na taśmę i schodzenia z niej.

Moduł praktyczny szkolenia realizowany jest na specjalnie przygotowanym stanowisku treningowym wyposażonym w przenośnik z regulowaną prędkością taśmy od 1,0 do 2,5 m/s oraz system pomostów do wsiadania i wysiadania na taśmę górną i dolną (rys. 8). Przenośnik szkoleniowy i program treningu umożliwia stopniową adaptację uczestników szkolenia do warunków zbliżonych do rzeczywistych.

Uczestnicy wykonują serię treningów obejmujących:

- wsiadanie z osi przenośnika lub z pomostu bocznego (rys. 8 – A, C),
- przyjęcie prawidłowej pozycji podczas jazdy (rys. 8 – odcinki A-B oraz C-D),
- bezpieczne wysiadanie na pomost boczny (rys. 8 – B, D).

Kolejne cykle ABCD (rys. 8) są powtarzane przy coraz to większych prędkościach taśmy.

Systematyczne zwiększanie złożoności ćwiczeń oraz ich wielokrotne powtarzanie umożliwia wykształcenie stabilnych i bezpiecznych nawyków ruchowych, które w warunkach kopalnianych mogą decydować o bezpieczeństwie pracy.





**Rys. 8 Stanowisko dydaktyczno-treningowe do szkolenia z zakresu transportu ludzi przenośnikiem taśmowym**

Szkolenie, prowadzone przez specjalistów AGH we współpracy z nadzorem technicznym kopalni, wzmacnia świadomość zagrożeń i odpowiedzialność pracowników za bezpieczeństwo własne i współpracowników (rys. 9). Jest elementem długofalowej strategii modernizacji transportu żałogi i całej logistyki kopalnianiej.



**Rys. 9 Szkolenie żałogi w strefie C – wejście na taśmę dolną**

## PODSUMOWANIE

W artykule wskazano, że rozwój rozwiązań logistycznych w kopalniach węgla kamiennego pozostaje ściśle powiązany z postępem technologicznym, koncentracją wydobycia oraz rosnącymi wymaganiami w zakresie bezpieczeństwa pracy. Od transportu ręcznego i konnego, poprzez kolej spągową i podwieszaną, aż po systemy ciągłe oparte na przenośnikach taśmowych, kolejne etapy rozwoju stanowiły odpowiedź na wydłużanie dróg transportowych oraz konieczność zwiększania efektywności procesu produkcyjnego.

Szczególne znaczenie w warunkach współczesnego górnictwa podziemnego zyskały przenośniki taśmowe przystosowane do transportu żałogi. Rozwiązanie to, początkowo budzące wątpliwości w kontekście bezpieczeństwa, zostało stopniowo udoskonalone poprzez wdrożenie zaawansowanych systemów zabezpieczeń technicznych, automatyki monitorującej oraz szczegółowych procedur szkoleniowych i organizacyjnych. Uregulowanie zasad eksploatacji w aktach prawnych i normach technicznych umożliwiło formalne i bezpieczne włączenie jazdy ludzi do systemów transportowych kopalń.

Przedstawiony przykład wdrożenia systemu jazdy ludzi przenośnikami taśmowymi w LW „Bogdanka” S.A. potwierdza, że rozwiązanie to może stanowić efektywną alternatywę dla tradycyjnych systemów transportu kolejowego. Uzyskane rezultaty – obejmujące skrócenie czasu dojścia żałogi do rejonów eksploatacyjnych, wydłużenie efektywnego czasu pracy brygad, redukcję zużycia

energii oraz poprawę parametrów mikroklimatu – wskazują na wymierne korzyści zarówno w aspekcie technicznym, jak i organizacyjnym. Dodatkowym efektem jest ograniczenie emisji ciepła i spalin, co ma istotne znaczenie w warunkach głębokiej eksploatacji.

Wprowadzenie jednolitego, standaryzowanego szkolenia ma istotny wpływ na dwa kluczowe obszary funkcjonowania nowoczesnych systemów transportu w kopalniach: bezpieczeństwo i efektywność. Podniesienie poziomu bezpieczeństwa załogi poprzez wdrożenie programu szkoleniowego minimalizuje ryzyko zdarzeń związanych z błędami ludzkimi – najczęstszą przyczyną incydentów podczas jazdy przenośnikami. Wpływa tym samym na ograniczenie kosztów wypadkowości, przestojów i zakłóceń pracy przenośników, co przyczynia się do zwiększenia efektywności transportu ludzi. Ponadto dobrze przeszkolona załoga korzysta z przenośników w sposób płynny i przewidywalny, co zwiększa przepustowość systemu oraz skraca czas przemieszczeń załogi na duże odległości, co ma szczególne znaczenie w kopalniach o długich drogach transportowych.

W świetle przedstawionych wyników można stwierdzić, że przenośniki taśmowe do jazdy ludzi stanowią istotny element nowoczesnych systemów transportu podziemnego, łącząc wysoką efektywność logistyczną z rygorystycznymi wymaganiami bezpieczeństwa. Ich dalszy rozwój powinien koncentrować się na doskonaleniu systemów monitorowania stanu technicznego trasy, automatyzacji nadzoru oraz integracji z cyfrowymi systemami zarządzania kopalnią, co wpisuje się w koncepcję zrównoważonego i inteligentnego górnictwa.

## LITERATURA

- Antoniak, J. (1990). Urządzenia i systemy transportu podziemnego w kopalniach (Wyd. 2, całkowicie zmienione). Śląsk.
- Bąk, P., Turek, M. C., Bednarczyk, Ł., & Jonek-Kowalska, I. (2024). The optimal transportation option in an underground hard coal mine: A multi-criteria cost analysis. *Resources*, 13(1), 14. <https://doi.org/10.3390/resources13010014>
- Bogacz, P., Cieślík, Ł., Osowski, D., & Kochaj, P. (2022). Analysis of the scope for reducing the level of energy consumption of crew transport in an underground mining plant using a conveyor belt system. *Energies*, 15(20), 7691. <https://doi.org/10.3390/en15207691>
- Fuksa, D. (2015). Organizacja transportu poziomego w systemie logistycznym kopalni węgla kamiennego. *Logistyka*, (4).
- Gładysiewicz, L. (2003). Przenośniki taśmowe: Teoria i obliczenia. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
- Kulinowski, P., & Kawalec, W. (2020). Program komputerowy QNK-TT do wspomagania projektowania przenośników taśmowych. EnterTECH. <http://www.entertech.com.pl/QNK>
- Polski Komitet Normalizacyjny. (2024). PN-EN ISO 22721:2024. Taśmy przenośnikowe – wymagania dotyczące taśm przenośnikowych z rdzeniem tekstylnym i okładkami gumowymi lub okładkami z tworzyw sztucznych, stosowanych w górnictwie podziemnym. <https://sklep.pkn.pl/>
- Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych. (2017). *Dziennik Ustaw*, poz. 1118. <https://isap.sejm.gov.pl/>
- Sobestianczyk, T. (2009). Metodyka zarządzania projektami – PRINCE2.
- Wójcicki, W., Kulinowski, P., & Kawencki, J. (2018). Jazda ludzi przenośnikami taśmowymi z prędkością powyżej 2,5 m/s. In A. Tytko & M. Wójcik (Eds.),

Bezpieczeństwo pracy urządzeń transportowych w górnictwie (pp. 57–64).  
Centrum Badań i Dozoru Górnictwa Podziemnego Sp. z o.o.

### **Crew transportation by conveyors belt in an Underground mine on the example of LW Bogdanka S.A.**

**Abstract:** This article presents horizontal transportation of personnel in underground hard coal mines. It is indicated that the effectiveness of a transport system depends primarily on the degree of its integration with the mine infrastructure, the condition and characteristics of the transport route, traffic organization, and the level of technical and diagnostic supervision, rather than solely on the nominal parameters of the applied means of transport. Against the background of the solutions currently in use, the transport system of LW „Bogdanka” S.A. is characterized, based on the cooperation of rail-bound transport, suspended monorails, and belt conveyors. Particular attention is devoted to belt conveyors adapted for personnel transport, identifying the key determinants of their safe operation, including safety systems, operational parameter monitoring, legal requirements and approval procedures, as well as personnel training programs. The process of implementing personnel transport by belt conveyors at LW „Bogdanka” S.A. is presented. The commissioning of the first belt conveyor for personnel transport resulted in a reduction of crew travel time, an extension of effective working time in the longwall district, and a decreased use of diesel-powered rail transport. The results also indicate significant energy-related benefits and an improvement in the mine microclimate due to the reduction of heat emission, noise, and exhaust gases. In conclusion, it is emphasized that further development of personnel transport systems should focus on crew training, automation of supervision, implementation of predictive maintenance strategies, and integration with digital mine management systems.

**Keywords:** underground transport; underground mine; transport systems; personnel transport; occupational safety

#### **Paweł Kochaj**

ORCID ID: 0009-0005-6349-1702

Lubelski Węgiel „Bogdanka” S.A., Poland

e-mail: pkochaj@lw.com.pl

#### **Piotr Kulinowski**

ORCID ID: 0000-0002-7524-3651

AGH University of Krakow

Faculty of Mechanical Engineering and Robotics

Department of Machinery Engineering and Transport

A. Mickiewicza Av. 30, 30-059 Krakow, Poland

e-mail: piotr.kulinowski@agh.edu.pl