

# 14

## ZASTOSOWANIE ELEMENTÓW INŻYNIERII BEZPIECZEŃSTWA NA PRZYKŁADZIE TRANSPORTU PODZIEMNEGO

### 14.1 WPROWADZENIE

Postęp technologiczny, a także rozwój nauk o bezpieczeństwie i higienie pracy, zwiększył bezpieczeństwo i polepszył warunki pracy w przedsiębiorstwach, nawet tych najbardziej uciążliwych branż, takich jak górnictwo. Mimo to, wypadki oraz choroby zawodowe są nieuniknione, gdy stanowiska pracy znajdują się w obrębie występowania zagrożeń naturalnych. Transport podziemny jest takim przykładem, gdzie zwiększona ilość wypadków transportu realizowanego w mocno ograniczonej przestrzeni przy jedno czesnym ruchu maszyn i ludzi. Organizacja transportu podziemnego wymaga, więc zastosowania specjalnych zabezpieczeń technicznych oraz specyficznej organizacji ruchu w wyrobiskach korytarzowych.

Celem artykułu jest analiza: zagrożeń obecnych w transporcie podziemnym, zakresu wymogów bezpieczeństwa dla pracy w obszarze transportu podziemnego, rozwiązań technicznych zwiększających bezpieczeństwo pracy oraz rozwiązań organizacyjnych dla bezpiecznej pracy podczas transportu. Analizy zostały przeprowadzone na przykładzie transportu podziemnego w wybranych zakładach górniczych należących do Węgłowej Kompani S.A.

### 14.2 CHARAKTERYSTYKA KOPALNIANEGO TRANSPORTU PODZIEMNEGO

Transport kopalniany jest bardzo ważnym ogniwem procesu wydobywczego, zapewniającym jego ciągłość. Do najważniejszych zadań realizowanych przez kopalniany transport podziemny zalicza się: transport wydobywczy kopaliny, transport ludzi oraz transport narzędzi, maszyn i urządzeń. Wyrobiska związane z urabianiem i transportem skał mają duży wpływ na sposób organizacji transportu podziemnego. Wyrobiska takie dzielą się na pionowe, poziome i pochyłe, a co za tym idzie, wiążą się z podziałem transportu kopalnianego na: odstawę, przewóz i ciągnięcie [1, 4].

Odstawa urobku obejmuje swoim zakresem transport urobku w oddziałach produkcyjnych, czyli od przodka do przewozu głównego. W zależności od zastosowanych maszyn, odstawę dzieli się na bezprzenośnikową i przenośnikową. Odstawa bezprzenośnikowa wykorzystuje ciężar własny zsuwanego urobku i jest wykorzystywana zarówno w wyrobiskach pochyłych od 170 do 300 oraz w pionowych. Zaletami tej formy od-

stawy są: łatwość konstrukcji, brak zużycia energii do napędzania, łatwość montażu. Niestety, powoduje ona nadmierne kruszenie urobku, zwiększa zapylenie oraz ściera podłoże. Odstawę bezprzewodnikową można zastąpić odstawą przewodnikową, w której wykorzystywany jest przewoźnik, umożliwiający przemieszczanie materiału po trasie przewoźnika ustawionego pod odpowiednim kątem nachylenia. Odstawa przewodnikowa jest bardzo wydajna oraz można ją stosować w trudnych warunkach górniczych. W tej odmianie odstawy wykorzystywane są przewoźniki zgrzebłowe oraz, coraz częściej, taśmowe [4]. Przewoźniki zgrzebłowe wykorzystuje się do transportu kopalin w wyrobiskach ścianowych oraz w chodnikach podścianowych, a także w wyrobiskach przygotowawczych i udostępniających. Coraz popularniejsze przewoźniki taśmowe mają wiele zalet takich jak: niezawodność, wydajność, automatyzacja, długie trasy przewozu oraz możliwość dostosowania do miejscowych warunków [8].

Innym sposobem transportowania jest przewóz wykorzystujący specjalne naczynia. Naczynia te mogą być wykorzystane na pochylonej lub poziomej trasie zaopatrzonej w tory. Przewóz pełni rolę łącznika między odstawą a ciągnięciem. Infrastrukturę niezbędną do realizacja przewozu stanowią [4]:

- urządzenia stałe, czyli tory, stacje, dworce;
- naczynia, czyli wozy służące do przewozu urobku, ludzi, maszyn i urządzeń, które w całości nazywane są taborem wozowym;
- lokomotywy, których zadaniem jest ciągnięcie wszelkiego rodzaju naczyń,
- specjalny tabor, taki jak: dźwigi na wozach itp.;
- urządzenia niezbędne do funkcjonowania przewozu: kolejki łańcuchowe, hamulce, popychaki, urządzenia spinające i rozpinające naczynia;
- urządzenia techniczne oraz aparatura automatyzacji lokomotyw.

Obecnie mówi się o całych zespołach transportowych takich jak: szynowe kolejki spągowe z napędem liniowym, jednoszynowe kolejki podwieszane, linowe kolejki krzesłkowe. Ogólnie kolej podziemna jest koleją dwuszynową o szerokości toru 600, 750 i 900 mm. Kryteria klasyfikacji klasycznych środków transportowych zależy od rodzaju trakcji (elektryczna, spalinowa, pneumatyczna, mieszana), nachylenia toru do poziomu (pozioma do  $4^\circ$ , średnio nachylona do  $30^\circ$ , dużym nachyleniu do  $45^\circ$ ). Zupełnie odmiennym sposobem transportowania jest ciągnięcie, czyli transport pionowy w szybach i szybikach z wykorzystaniem szybów kopalnianych. Ogół maszyn i urządzeń służących do realizacji ciągnięcia określany jest nazwą wyciągu szybowego. Składa się on z urządzeń takich jak [4]:

- stałe budowle i maszyny, czyli wieże szybowe, rzapie, nadszybia i podszybie oraz komory specjalne;
- urządzenia mechaniczne realizujące właściwy proces ciągnięcia;
- maszyny zasilające, kontrolne, sterujące, zabezpieczające.

### 14.3 IDENTYFIKACJA ZAGROŻEŃ W TRANSPORCIE PODZIEMNYM

W transporcie podziemnym w górniczych warunkach pracy najbardziej niebezpiecznymi zagrożeniami są zagrożenia naturalne, takie jak tąpnięcia skutkujące opadem

skął oraz zagrożenie metanowe. Natomiast zagrożenia związane bezpośrednio z procesem transportu podziemnego to zagrożenia techniczne, powiązane z maszynami, których skutki również potrafią być katastrofalne. Ze względu na ograniczoną przestrzeń w wyrobiskach górniczych oraz jednoczesną obecność ruchu urządzeń transportowych z ruchem pieszym ludzi, praca maszyn i urządzeń może stanowić duże zagrożenie dla pracowników. Sprzęt samojezdny może zmiążdżyć pracowników, jeżeli zostaną uwięzieni pomiędzy sprzętem, a innymi przedmiotami. Urządzenia nieposiadające właściwych systemów hamowania, sterowania lub, które nie zostały zaprojektowane we właściwy sposób lub/i są używane niezgodnie ze swym przeznaczeniem mogą również stanowić zagrożenia. Zagrożenie takie jest zwiększone przez fakt, iż prace wykonywane są w przestrzeniach zamkniętych. Brak właściwych środków sygnalizujących zagrożenie oraz ogrodzeń tras transportu może prowadzić do wypadków powodowanych wciągnięciem, wpadnięciem, zmiążdżeniem, uwięzieniem lub innym uszkodzeniem ciała [5].

Przeprowadzone analizy w badanym chodniku wybranego zakładu górniczego, pokazują, że głównymi przyczynami wypadków przy odstawie są: źle zabezpieczone elementy maszyny oraz jazda ludzi na urobku. Nieprawidłowo obudowane elementy taśmociągu mogą spowodować wypadnięcie urobku z taśmy oraz kontakt ludzi z częściami ruchomymi przenośników. Natomiast w obszarze transportu lokomotywowego niebezpieczne zdarzenia to np.:

- wykolejenie wozów;
- pozostawienie wozów na rozjazdach;
- wskakiwanie lub wyskakiwanie z jadącego pociągu;
- jazda wozach z w urobkiem;
- zbyt szybka jazda kolejki;
- ruch między wagonami podczas wykonywania manewrów, wychylanie części ciała lub różnych przedmiotów podczas jazdy;
- brak lub niewystarczająca ilość wnek w chodniku przewozowym;
- brak odpowiedniego oznakowania trasy przewozu (tablice, znaki ostrzegawcze).

Podobnie jak przewóz i odstawa, również źle prowadzony transport pionowy (ciągnięcie) generuje wiele sytuacji wypadkowych. Do najczęściej występujących przyczyn należą [9, 13]:

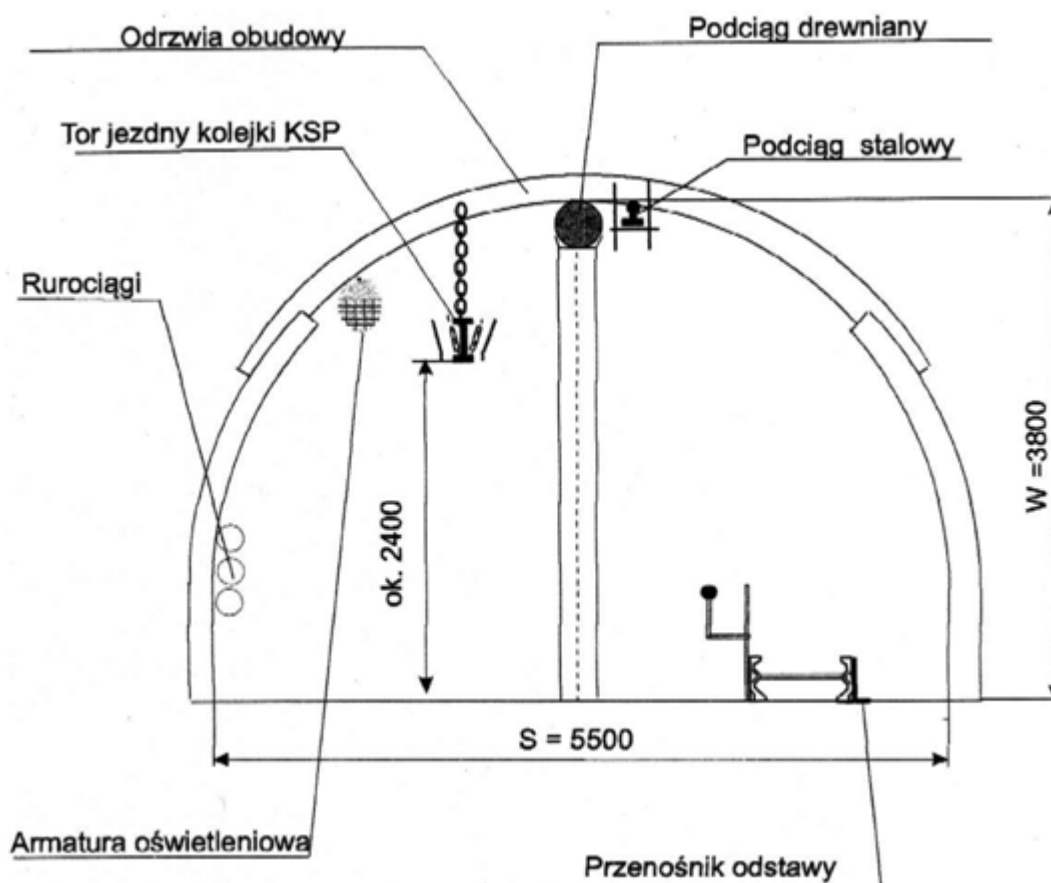
- jednoczesny przewóz ludzi i maszyn, załadowanych wozów w klatce;
- pozostawienie otwartych drzwi na czas przewozu;
- uszkodzenia obudowy, uzbrojenia szybu;
- przekroczenie dopuszczalnej liczby osób w klatce;
- brak dyscypliny wśród pracowników oczekujących na przewóz.

#### **14.4 ELEMENTY TECHNICZNE W BEZPIECZEŃSTWIE TRANSPORTU PODZIEMNEGO**

Transport podziemny generuje wiele różnorodnych zagrożeń głównie ze względu na ograniczoną przestrzeń, w której poruszają się środki transportu materiałów, maszyn

i ludzi w połączeniu z ruchem pieszym pracowników. Wymaga to stosowania ściśle określonych konstrukcji urządzeń transportowych oraz sposobów zagospodarowania wyrobiska korytarzowego dla ruchu środków transportu. Przykładowy sposób zagospodarowania wyrobiska korytarzowego w przekroju poprzecznym dla kolejek podwieszanych przedstawia rys.14.1.

Strukturę transportu podziemnego tworzą takie elementy techniczne jak: tory jezdne, rozjazdy, ciągniki kolejki, wózki hamulcowe i wózki jezdne. Trasa jezdna kolejki składa się z szyn prostych, przyłączeniowych, łukowych i rozjazdów. Elementy klasycznej trasy kolejki wykonane są z dwuteownika, a końce trasy zabezpieczone są odbojnicami. Rozjazdy sterowane są ręcznie, a położenie rozjazdów sygnalizowane jest znakami odblaskowymi o białym i czerwonym kolorze. Brak przejazdu przez rozjazd jest ponadto blokowany blokadą mechaniczną. Ciągniki kolejki, wózki hamulcowe i wózki jezdne stanowią zespoły transportowe [15, 17].



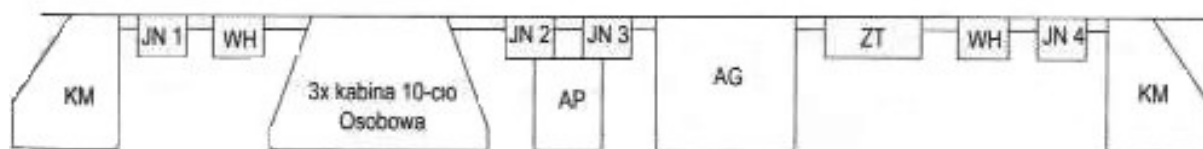
**Rys.14.1** Przykładowy sposób zagospodarowania wyrobiska korytarzowego w przekroju poprzecznym z torom jezdny dla kolejki podwieszanej

Źródło: opracowanie własne

Obecnie powszechnie stosowane zespoły transportowe to:

- kolejki podwieszane z czterema lub sześcioma jednostkami napędowymi do transportu materiałów oraz sekcji obudowy zmechanizowanej (różne typy),
- kolejki podwieszane z czterema jednostkami napędowymi do transportu materiałów oraz jazdy ludzi kabinami osobowymi (różne typy).

Na rys. 14.2 przedstawiono schemat zespołu transportowego do jazdy ludzi z czterema jednostkami napędowymi. Zespół ten został skonfigurowany w taki sposób, aby pierwsza jednostka napędowa pchała kabinę maszynisty oraz ciągnęła wózek hamulcowy i cztery wagoniki jezdne, druga i trzecia jednostka napędowa będzie ciągnęła agregat główny i pomocniczy oraz częściowo kabiny osobowe. Natomiast czwarta jednostka napędowa będzie pchała częściowo kabiny osobowe, wózek hamulcowy oraz ciągnęła kabinę maszynisty. Taka konfiguracja zapewnia równe rozłożenie sił ciągnąco-pchających w poszczególnych elementach całego zespołu transportowego. W ten sposób wyklucza się niekorzystne zjawiska deformacji i szybkiego zużycia turów jezdnych oraz elementów połączeniowych w zespole transportowym. Wszystkie te czynniki wpływają znacznie na bezawaryjność na trasach podczas prowadzenia transportu i bezpieczeństwo wykonywanych prac [6].



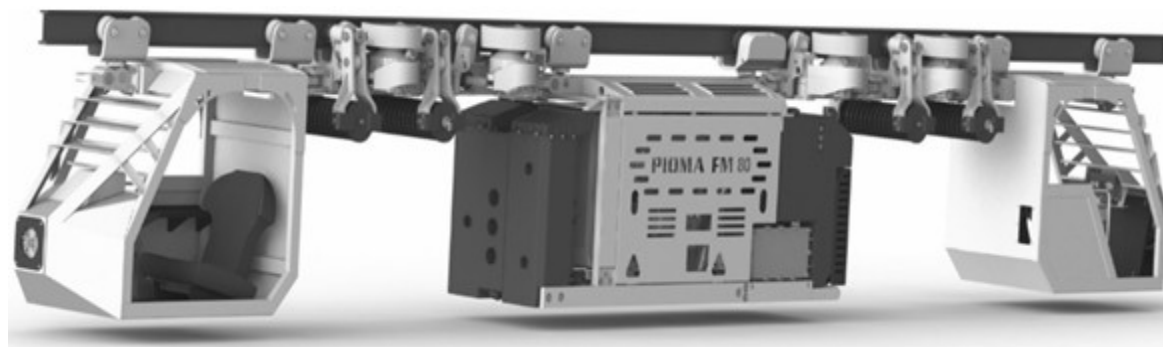
**Rys.14.2 Schemat blokowy zespołu transportowego do jazdy ludzi z czterema jednostkami napędowymi**

KM – kabina maszynisty  
WH – wózek hamulcowy  
AG – agregat główny

JN – jednostka napędowa  
AP – agregat pomocniczy  
ZT – zespół transportowy

Źródło: [6]

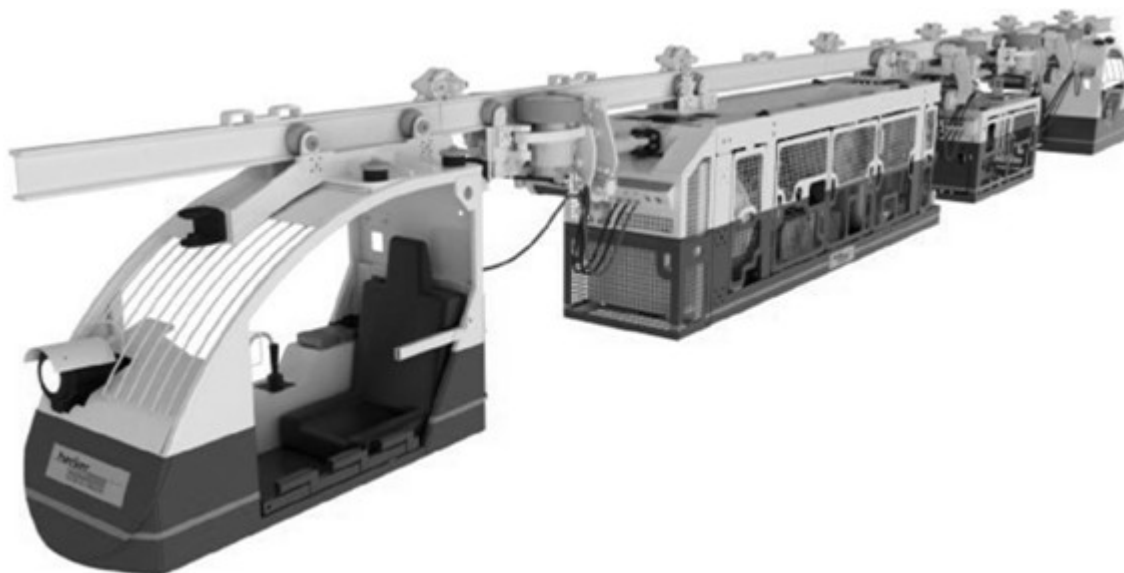
Na rys. 14.3 przedstawiono przykładowy zespół napędowy PIOMA FM 80. Jest to najnowszy ciągnik spalinowy do górniczych jednoszynowych kolejek podwieszanych produkcji FMG PIOMA. Maksymalna ilość wózków napędowych umieszczonych w zespole transportowym wynosi 6, co odpowiada maksymalnej sile ciągu wynoszącej 120 kN. Maksymalne nachylenie trasy dla tej kolejki wynosi  $\pm 30^\circ$ , minimalny promień krzywizny toru w płaszczyźnie poziomej 4m, a w płaszczyźnie pionowej 8m. Zespół ten charakteryzuje się konstrukcją zoptymalizowaną pod kątem niezawodności. Innowacyjne rozwiązania układu hamulcowego oraz sprzęgów podnoszą bezpieczeństwo pracy [7]. Inny przykład przedstawia rys.14.4, na którym uwidoczniono kolejkę podwieszaną cierną spalinową.



**Rys.14.3 Zespół napędowy spalinowy jednoszynowy PIOMA FM 80**

Źródło: [7]

Obecnie ze względu na wydajność pracy oraz bezpieczeństwo, konstrukcje zespołów transportowych przekształcane są w taki sposób, aby przy jednoczesnym zwiększeniu prędkości przewozu maszyn i ludzi do 2,5 m/s, zapewnić maksymalne bezpieczeństwo podczas transportu. Jest to możliwe dzięki zastosowaniu wózków hamulcowych o zmienionych nastawach oraz zastosowanie mechanizmu odśrodkowego w zespole transportowym [16].



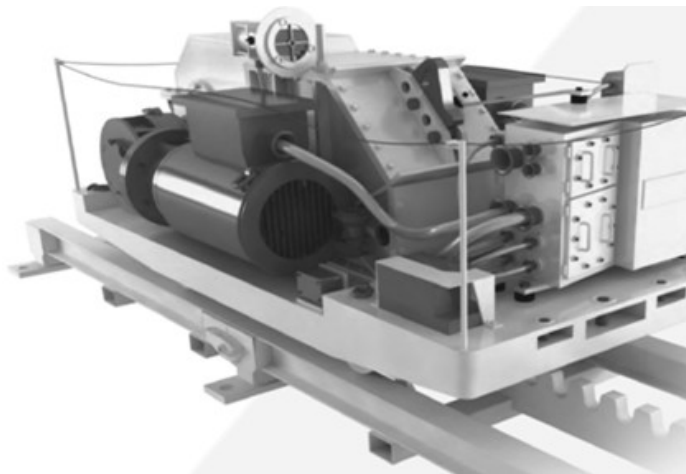
**Rys. 14.4 Kolejka podwieszana cierna spalinowa firmy Becker Mining**

Źródło: [3]

W scharakteryzowanych powyżej konfiguracjach transportu podziemnego z własnym napędem, ze względu na powszechne stosowanie napędów spalinowych, ważnym i koniecznym elementem bezpieczeństwa jest zapewnienie dobrego przewietrzania wyrobisk korytarzowych. Alternatywą dla kolejek spalinowych są kolejki elektryczne. Poniżej na rys. 14.5 przedstawiono nowoczesną kolejkę elektryczną, której zasadniczymi podzespołami są:

- tor jezdny o szerokości 650 lub 900 mm;
- ciągnik służący do przemieszczania zestawu transportowego po torowisku; napęd przenosi moment obrotowy z silnika elektrycznego poprzez sprzęgło, przekładnię kątowno-obiegową na koła zębate, a te na koło napędowe palcowe;
- zestaw transportowy składający się z platformy wraz z ciągnem łączącym oraz dwoma linami zabezpieczającymi.

Silnik elektryczny indukcyjny trójfazowy samohamowny wyposażony jest w hamulec cierny dociskany sprężynami, a luzowany elektromagnesem. Sterowanie silnikami odbywa się zdalnie za pomocą systemu sterowania radiowego. Na ciągniku oprócz silników elektrycznych i skrzyni sterującej są zabudowane reflektory oraz czujniki i wyłączniki. Zasilanie wyposażenia elektrycznego odbywa się kablem oponowym wleczonym po spągu [2].



Rys. 14.5 Kolejka spągowa zębata elektryczna KSZ-650/900/0/60-A

Źródło: [2]

#### 14.5 ELEMENTY ORGANIZACYJNE W BEZPIECZEŃSTWIE STREF PRACY W OBRĘBIE TRANSPORTU PODZIEMNEGO

Na podstawie raportu Wyższego Urzędu Górniczego za rok 2013, można wyróżnić następujące nieprawidłowości w organizacji procesu wydobywczego: nieprawidłowa organizacja pracy, niewłaściwe z ich przeznaczeniem użytkowanie maszyn i urządzeń, niewłaściwa obsługa maszyn i urządzeń, brak zabezpieczenia wyłączonej maszyny podczas remontu lub konserwacji, jazda ludzi przenośnikami taśmowymi nieprzystosowanymi do tego celu, niewystarczający nadzór osób dozoru [12]. Z kolei biorąc pod uwagę wszystkie zaistniałe w ostatnich latach wypadki, jako najczęstsze przyczyny ich powstawania wymienia się m.in.: nieprzestrzeganie procedur przy wykonywaniu prac w szybach, w transporcie, w tym jazda ludzi na taśmach, wykonywanie prac obsługowo-naprawczych przy włączonych lub niezabezpieczonych maszynach oraz złe techniki prac strzałowych i inne [17]. Przestrzeganie właściwej organizacji pracy w przypadku transportu podziemnego ma ogromne znaczenie. Dla każdego stanowiska pracy w obszarze transportu podziemnego powinny zostać wydzielone bezpieczne strefy pracy na podstawie [11]:

- określenia warunków, w jakich może odbywać się transport;
- zapewnienia bezpiecznego funkcjonowania środków transportu;
- określenia minimalnej szerokości i wysokości każdego odcinka chodnika przewozowego, którym odbywa się transport;
- określenia środków zapobiegawczych, jakie należy przedsięwziąć, aby utrzymać chodniki przewozowe wolne od skał płonnych lub innych materiałów utrudniających transport;
- określenie maksymalnych obciążeń (w odniesieniu do wagi, wymiarów, ilości i innych kryteriów), jakie mogą wystąpić podczas przewozu lub ciągnięcia w procesie transportu;
- określenia obszarów, w których obowiązuje ograniczenie prędkości;
- określenia chodników, w których przewożone mogą być osoby i odcinków, po których transportowane są ładunki z określeniem rodzaju transportu;

- określenia warunków, po spełnieniu których można pracować w chodniku transportowym lub w jego pobliżu;
- określenia procedur dotyczących parkowania;
- określenia warunków bezpiecznego uzupełniania paliwa.

Przepisy BHP dokładnie regulują kwestie bezpieczeństwa oraz warunki, jakie powinny panować w strefie transportu określanej jako odstawa [10]:

- maszyny i urządzenia powinny być sprawne, posiadać dokumentację DTR, posiadać sprawny system kontroli oraz na miejscu powinny być gaśnice ratunkowe;
- zatrzymanie przonośnika powinno być dozwolone z każdego miejsca trasy;
- urządzenie przonośnikowe nie może być zainstalowane o nachyleniu powodującym zsuwanie urobku;
- należy zagwarantować odpowiednie odstępy: od ociosu i obudowy wyrobiska do konstrukcji trasy przonośnika; od ociosu i obudowy wyrobiska do konstrukcji przonośnika dla ruchu pieszego; od stropu do taśmy; od napędu przonośnika do obudowy wyrobiska.

Jazda ludzi z wykorzystaniem taśmociągu nie jest w pełni bezpieczna. Niestety, zapewnienie odpowiednich odległości nie jest wystarczające, by przeprowadzić bezpieczny transport ludzi taśmą. Duża wypadkowość spowodowana tą formą przemieszczania powoduje, że jest ona coraz częściej zakazywana. Podczas wykonywania transportu podziemnego poziomego oraz pochyłego ważną kwestią jest ustalenie czynności zakazanych w prowadzeniu transportu kolejką szynową. Ustala się bezwzględny zakaz [10, 11]:

- wchodzenia na trasę transportu w czasie przejazdu kolejki bez uprzedniego uzyskania zgody maszynisty;
- prowadzenia napraw lokomotywy, tankowanie oraz wymiana wody z załączonym silnikiem;
- prowadzenia załadunku i rozładunku materiałów w czasie ruchu kolejki;
- przeciążania zestawu transportowego, uruchamianie kolejki w razie stwierdzenia nieprawidłowości w działaniu silnika, sygnalizacji, oświetlenia oraz złego stanu wyrobiska lub toru jezdnego;
- używania urządzeń kolejki do innych celów niż te, które są ujęte w regulaminie,
- przebywania pracowników w zasięgu pracy wciągników.

W takiej sytuacji wyznacza się obowiązki maszynisty, jak i osób przebywających w wyrobiskach przewozowych podczas prowadzenia transportu. Obowiązki maszynisty lokomotywy [10, 11]:

- zasygnalizować jazdę kolejki zmianą świateł i sygnałem akustycznym zmniejszając prędkość jazdy do 1 m/s, aby osoby te mogły schować się do wnęki lub przyległego wyrobiska;
- zatrzymać lokomotywę wraz z zestawem transportowym do czasu przejścia osób na koniec zestawu transportowego w przypadku, gdy osoby te nie mają możliwości schronienia się do wnęki, komory lub przyległego wyrobiska.



Obowiązki osób przebywających w wyrobisku to: usunąć się na bezpieczną odległość z drogi transportu kolejki szynowej oraz po zatrzymaniu kolejki szynowej przejść poza zestaw transportowy. W transporcie podziemnym poziomym pracownicy zobowiązani są do wydawania ostrzeżeń z wykorzystaniem sygnałów optycznych oraz akustycznych podczas ruchu po drogach transportowych. W tab. 14.1 zostały przedstawione umowne sygnały oraz ich znaczenie.

**Tab. 14.1 Sygnały świetlne oraz akustyczne nadawane za pomocą lampy górniczej**

Nazwa	Znaczenie	Opis sygnału świetlnego	Opis sygnału akustycznego
„Stój”	Nakaz natychmiastowego zatrzymania się	Zataczanie okręgów włączoną lampą	Jeden długi dźwięk
„Jedź do mnie”	Nakaz jazdy w kierunku nadawanego sygnału	Poziomy ruch lampą	Trzy krótkie dźwięki
„Jedź ode mnie”	Nakaz jazdy w kierunku przeciwnym niż nadawany sygnał	Pionowy ruch lampą	Dwa krótkie dźwięki

Źródło: [14]

Natomiast w transporcie pionowym panują następujące zasady: nie wolno przekraczać prędkości 12 m/s podczas przewozu ludzi w klatkach, należy każdorazowo zabezpieczać drzwi klatki oraz stosować odpowiednią sygnalizację, należy stosować oświetlenie klatek, chociaż minimalne pochodzące z lamp górniczych, obszar pracy należy oznaczyć piktogramami, tablicami informującymi. Ponadto w sygnalizacji szybowej obowiązują sygnały akustyczne: 1 uderzenie – „stój”, 2 uderzenia – „do góry”, 3 uderzenia – „w dół”. W obrębie szybu powinna również znaleźć się informacja o dopuszczalnej liczbie osób na każde piętro windy [13].

## PODSUMOWANIE

Po przeprowadzeniu analizy warunków pracy w transporcie podziemnym w wybranych zakładach górniczych węgla kamiennego można stwierdzić, że do najczęściej spotykanych zagrożeń w obrębie transportu podziemnego należą: w obrębie realizowania odstawy - źle zabezpieczone elementy maszyny oraz jazda ludzi na taśmociągach z urobkiem. Natomiast w obrębie przewodu do najczęstszych zagrożeń należą np.: pozostawienie wozów na rozjazdach, wskakiwanie lub wyskakiwanie z jadącego pociągu, jazda w wozach z urobkiem, ruch po torach podczas jazdy kolejki, ruch między wagonami podczas wykonywania manewrów, wychylanie części ciała lub różnych przedmiotów podczas jazdy, brak lub niewystarczająca ilość wnek w chodniku przewozowym. Większość tych zagrożeń związana jest bezpośrednio z zachowaniem się załogi podczas prowadzenia odstawy lub przewozu, co wskazuje na duże znaczenie przestrzegania wyznaczonych procedur organizacyjnych w zachowaniu bezpieczeństwa.

Środki techniczne mają ogromny wpływ na poziom bezpieczeństwa w procesie realizowania transportu podziemnego. Zmiany, jakie można zauważyć w zakresie konstrukcji zespołów transportowych dla przewozu ludzi i materiałów oraz sekcji obudowy zmechanizowanej z zastosowaniem kolejek podwieszanych, dotyczą doboru takiej kom-

binacji umiejscowienia jednostek napędowych w zespole transportowym, by zapewnić najwyższą niezawodność sprzętu również w warunkach zmiennego pochylenia chodnika korytarzowego. Odpowiednio dobrana konfiguracja zespołu transportowego wpływa na bezawaryjność na trasach i zwiększa stopień bezpieczeństwa wykonywanych prac w obrębie transportu podziemnego. W obliczu nowych potrzeb środki transportowe w procesie przewozu w postaci kolejek podwieszanych mają coraz szersze zastosowanie. Z uwagi na potrzebę, m.in. skrócenia czasu potrzebnego na dostarczenie materiałów, zmniejszenia zagrożeń związanych z ich transportowaniem i przeładunkiem oraz zachwianie systemu wentylacji wyrobisk korytarzowych, zastosowanie kolejek podwieszanych w znacznym stopniu spełnia te oczekiwania. Ze względu na zachodzące zmiany techniczne w transporcie podziemnym, należałoby również podnieść poziom szkolenia operatorów kolejek poprzez wykorzystanie nowoczesnych środków szkoleniowych w postaci symulatora oraz środków audio video.

## LITERATURA

- 1 J. Antoniak. *Przenośniki taśmowe w górnictwie podziemnym i odkrywkowym*. Gliwice: Politechnika Śląska, 2007.
- 2 Becker-Warkop. Pobrano z: [www.becker-mining.com.pl](http://www.becker-mining.com.pl) [Dostęp: 27.04.2016].
- 3 Becker-Warkop. *Kolejka podwieszona cierna spalinowa KPCS-148*. Pobrano z: [www.becker-mining.com.pl/cierna.html](http://www.becker-mining.com.pl/cierna.html) [Dostęp: 27.04.2016].
- 4 W. Bradecki. *Ruch zakładu górniczego. Bezpieczeństwo pracy i ochrona środowiska w górnictwie*. Katowice: Wyższy Urząd Górniczy, 1994.
- 5 E. Cichowski. *Identyfikacja zagrożenia w górnictwie węgla kamiennego*. Gliwice: Wyd. Politechniki Śląskiej, 1999.
- 6 Ł. Doleżych, J. Cichecki. „Sposoby konfiguracji zespołów transportowych kolejek szynowych podwieszanych spalinowych dla kilkakrotnej zmiany nachyleń po wznosie i upadzie na podstawie doświadczeń KWK „Chwałowice”. W. Biały, J. Brodny, S. Czerwiński (red.) *Górnictwo perspektywy, zagrożenia. Mechanizacja prac górniczych*, Monografia, Gliwice: Wyd. PA NOVA, 2014.
- 7 FAMUR, PIOMA FM 80, Pobrano z: [www.famur.com/oferta/systemy-transportu/systemy-transportu-podziemnego/lokomotywy-kolejki-podwieszane/pioma-fm-80-935.html](http://www.famur.com/oferta/systemy-transportu/systemy-transportu-podziemnego/lokomotywy-kolejki-podwieszane/pioma-fm-80-935.html) [Dostęp: 27.04.2016].
- 8 J. Honysz. *Górnictwo, cz. 1*. Katowice: Wyd. Naukowe Śląsk, 2011.
- 9 J. Ignac-Nowicka. „Analiza łańcucha zdarzeń w identyfikacji zagrożeń górniczych dla opartego na wiedzy zarządzania bezpieczeństwem” K. Midor, K. Michalski (red.) *Górnictwo węgla kamiennego. Inteligentne rozwiązania*. Monografia, Gliwice: P.A. NOVA, 2015.
- 10 W. Konopko. *Bezpieczeństwo pracy w kopalniach węgla kamiennego*. Katowice: Główny Instytut Górnictwa, 2013.
- 11 D. Macek. *Przepisy prawne i zagrożenia w górnictwie*. Katowice: Wyd. Naukowe Śląsk, 2011.

- 12 Ocena stanu bezpieczeństwa pracy, ratownictwa górniczego oraz bezpieczeństwa powszechnego w związku z działalnością górniczo-geologiczną w 2013 roku, Katowice: Wyższy Urząd Górniczy, 2014.
- 13 W. Roszczynialski. *Bezpieczna kopalnia*. Kraków: Oficyna Wydawnicza TEXT, 1999.
- 14 *Vademecum osoby dozoru ruchu podziemnych zakładów górniczych*. Katowice: Wyd. Karbon, 2013.
- 15 S. Wyciszczok. *Maszyny i urządzenia górnicze*. Warszawa: REA, 2011.
- 16 W. Zasadni, L. Żurek, J. Rusinek. „Innowacyjność rozwiązań w systemach transportu firmy Becker-Warkop Sp. Z o. o.”. *XXI Szkoła Eksploatacji Podziemnej*, Kraków 2012,.
- 17 T. Zmysłowski. *Górnice maszyny wyciągowe – część mechaniczna*. Katowice: Wyd. Naukowe Śląsk, 2004.

### ZASTOSOWANIE ELEMENTÓW INŻYNIERII BEZPIECZEŃSTWA NA PRZYKŁADZIE TRANSPORTU PODZIEMNEGO

**Streszczenie:** W rozdziale przedstawiono analizę warunków pracy w obszarze transportu podziemnego oraz dokonano identyfikacji zagrożeń związanych z transportem ludzi, materiałów i maszyn. Dokonano przeglądu rozwiązań technicznych i organizacyjnych, które zwiększają bezpieczeństwo pracy podczas prowadzenia transportu podziemnego. Analizy dotyczyły w szczególności nowoczesnych zespołów transportowych w postaci podwieszanych kolejek z napędem własnym.

**Słowa kluczowe:** inżynieria bezpieczeństwa, identyfikacja zagrożeń, transport podziemny, podwieszane kolejki z napędem własnym

### USE OF COMPONENTS OF ENGINEERING SAFETY IN CASE OF TRANSPORT UNDERGROUND

**Abstract:** The chapter presents an analysis of working conditions in the area of underground transport and the identification of hazards associated with the transport of people, materials and machines. A review of technical and organizational solutions that enhance safety while driving underground transport. Analysis focused in modern transport systems in the form of suspended monorails with drive self.

**Key words:** safety engineering, identification of hazards, transport underground, suspended monorails with drive self

Dr inż. Jolanta IGNAC-NOWICKA  
Politechnika Śląska  
Wydział Organizacji i Zarządzania  
Instytut Inżynierii Produkcji  
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze  
e-mail: Jolanta.Ignac-Nowicka@polsl.pl

Data przesłania artykułu do Redakcji: 28.04.2016  
Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 08.05.2016