

# Koncepcja zintegrowanego systemu transportu poziomego w kopalniach węgla kamiennego

## Concept of an integrated horizontal transport system in underground coal mines



*Dr hab.inż. Dariusz Fuksa\**



*Dr hab.inż. Marek Kęsek\**



*Dr inż. Mieczysław Ślósarz\**



*Dr inż. Artur Bator\**

**Treść:** W publikacji scharakteryzowano system transportu stosowany w podziemnych kopalniach węgla kamiennego. Omówiono transport załogi, urządzeń i materiałów oraz urobku. Zasygnalizowano konieczność optymalizacji całego przebiegu procesu transportowego, co przekłada się na wydajny i efektywny system logistyczny, będący zarazem warunkiem koniecznym sprawnego i bezpiecznego prowadzenia wydobycia węgla. Przedstawiono koncepcję zintegrowanego systemu transportu poziomego nowoczesnej kopalni. Scharakteryzowano istotny element zintegrowanego systemu transportowego, jakim powinna być podwieszana kolej o napędzie własnym.

**Abstract:** This publication describes the transport system used in coal mines. Elements of transport such as transport of personnel, equipment and materials and output were presented. The need to optimize the entire transport process influencing the efficient and effective logistics system was signalled, which is a prerequisite for the efficient and safe administration of coal mining. There is also a concept of the integrated horizontal transport system in a modern mine proposed. An important element of the integrated transport system, which should be a self-propelled monorail was characterized.

### **Słowa kluczowe:**

*transport kopalniany, zintegrowany system transportu poziomego, koleje podwieszane*

### **Key words:**

*mining transportation, integrated horizontal transport system, monorail locomotives*

\* ) AGH w Krakowie

## 1. Wprowadzenie

Transport kopalniany stanowi nieodłączne ogniwo, a zarazem część składową procesu eksploatacyjnego każdego przedsiębiorstwa górniczego. Obejmuje on transport załogi, materiałów, urządzeń oraz urobku. Kierunek tego transportu, odbywa się z powierzchni (oprócz odstawy urobku i skały płonnej) do przodka i odwrotnie. Ze względu na rozmieszczenie i strukturę wyrobisk górniczych w kopalniach podziemnych, konieczność pokonywania znacznych odległości, zarówno w poziomie, jak i w pionie, stosowanie odmiennych środków transportowych, dostosowanych do wyrobisk i warunków geologiczno-górniczych, transport kopalniany dzieli się na odstawę, przewóz i ciągnięcie [3]. Stąd też wynika konieczność optymalizacji całego procesu transportu w czasie i przestrzeni, między innymi pod względem efektywnego czasu wykorzystania maszyn oraz urządzeń transportowych, wydajności, niezawodności, minimalizacji kosztów, zdolności przepustowych w odniesieniu do zdolności wydobywczych itp.

Ze względu na obszerność powyższych zagadnień w niniejszej publikacji ograniczono się jedynie do przedstawienia istoty i charakterystyki transportu kopalnianego oraz koncepcji zintegrowanego systemu transportu poziomego nowoczesnej kopalni.

## 2. Istota transportu kopalnianego

Całością działań mających na celu przemieszczenie urobku, materiałów i ludzi po podziemnych drogach transportowych, realizowany za pomocą odpowiedniego układu środków technicznych nazywamy transportem kopalnianym, w którego skład należy zaliczyć [6]:

- 1) Odstawę urobku z przodków eksploatacyjnych na powierzchnię.
- 2) Transport materiałów z powierzchni do przodków i z przodków na powierzchnię (odzysk materiałów). Realizowany dzięki wykorzystaniu:
  - kopalnianej kolei podziemnej (KPP) – na poziomych drogach transportowych,
  - wozów ciągnionych kołowrotami – na pochyłych drogach transportowych,
  - kolei szynowych podwieszanych (KSP) oraz kolei szynowych spągowych (KSS) – na drogach transportowych poziomych oraz nachylonych do 30°,
  - lokomotyw spalinowych na torach KSP i KSS umożliwiające dowóz materiału do ściany,
  - kolei szynowo-zębatych na torach KSP i KSS, z dodatkową listwą zębatą przy nachyleniach do 30°.
- 3) Transport ludzi z powierzchni do przodków i z przodków na powierzchnię. Ze względów ekonomicznych, przy odległości przodka od szybu powyżej 1 km stosuje się:
  - pociągi KKP – na poziomych drogach transportowych,
  - odpowiednio przystosowane KSP i KSS – na drogach transportowych poziomych i nachylonych do 25°,
  - koleje linowe krzeselkowe (KLK),
  - przenośnik taśmowy o prędkości przystosowanej do jazdy ludzi (2 m/s).

Właściwy dobór wymienionych środków transportu stanowi istotny czynnik wpływający na efektywność funkcjonowania działalności przedsiębiorstwa górniczego, a w konsekwencji wpływa na rentowność branży górniczej.

Mechanizacja i automatyzacja procesu odstawy węgla ma na celu zwiększenie wydajności transportu przy utrzymaniu płynności pracy. Natomiast wydajność transportu kopalnianego zależy przede wszystkim od [7]:

- posiadanych środków technicznych (urządzeń transportowych i przeładunkowych oraz wyposażenia towarzyszącego),
- parametrów i stanu dróg transportowych,
- organizacji pracy w transporcie (właściwego rozłożenia w czasie poszczególnych czynności i operacji, doboru sprzętu oraz obłożenia zespołów roboczych).

## 3. Charakterystyka kolejek szynowych podwieszanych

Wśród kolejek szynowych podwieszanych można wyróżnić kolejki do przetaczania ręcznego, z liną otwartą lub z liną zamkniętą oraz z wózkiem samojezdnym. W zintegrowanych systemach transportowych największe znaczenie zyskują koleje podwieszane z napędem własnym, bowiem takie rozwiązanie pozwala na eliminację niedogodności transportu linowego w wyrobiskach nachylonych, czyniąc go bardziej mobilnym, w którym długość drogi transportowej nie jest ograniczona długością liny ciągnącej [4]. Do głównych zalet kolejek podwieszanych należy zaliczyć przede wszystkim:

- bezprzeładunkowy transport,
- zwiększenie efektywności transportu (przewożenie maszyn i urządzeń górniczych w całości) dzięki dużej sile uciagu,
- nowe rozwiązania jezdni podwieszonych, będące efektem stosowania nowego typu zawiesi i systemów zawieszania z wykorzystaniem niezależnego kotwienia – tradycyjne jezdnie są mocowane do obudowy chodnikowej,
- niewielkie gabaryty lokomotyw (ciągników) i całego systemu zajmujące niewiele miejsca w przekroju poprzecznym wyrobiska,
- możliwość dojazdu bezpośrednio do przodka (w tym załogi),
- łatwe i szybkie wydłużanie lub skracanie trasy,
- łatwy załadunek i wyładunek,
- łatwość podwieszania różnych nośników,
- możliwość transportu po nieograniczonej długości i rozgałęzionej trasie,
- możliwość ciągłej obserwacji trasy przez maszynistę,
- niskotokowe silniki budowy przeciwwybuchowej np. CSZ 120, FM 80 [9],
- bezstopniowa zmiana prędkości jazdy lokomotywy,
- poprawa bezpieczeństwa pracy dzięki zastosowaniu elektronicznego systemu kontroli i blokad oraz przeciwwybuchowej instalacji elektrycznej,
- możliwość pracy w pomieszczeniach o stopniu „b” i „c” niebezpieczeństwa wybuchu metanu np. lokomotywa LPS-90 [2], DZ 2200 [8],
- możliwość pracy przy maksymalnym nachyleniu trasy wynoszącym 30°,
- ciągły pomiar stężenia metanu, KPZS, KPCS-148, DZK [10]
- dostosowanie jednostek transportowych do wielkości klatek szybowych, rozstawu torowiska, urządzeń przyszybowych oraz przekrojów wyrobisk.

## 4. Koncepcja zintegrowanego systemu transportu poziomego

Można stwierdzić, że znaczna część procesu wydobywczego kopalń węgla kamiennego wpisuje się w dziedzinę szeroko rozumianej logistyki [1, 2]. Można do niej zaliczyć cały system, począwszy od zamawiania i składowania materiałów, poprzez monitorowanie ilości i sposobu transportu [3]:

- urządzeń i materiałów, tworzących infrastrukturę, która umożliwia efektywne oraz bezpieczne wydobycie węgla,
- załogi do miejsc pracy, niejednokrotnie odległych od szybu o kilkanaście kilometrów,
- skały płonnej i węgla z przodka do zakładu przerobczego na powierzchni, gdzie następuje jego wzbogacanie w celu dostosowania do wymagań jakościowych odbiorców.

Podstawę zintegrowanego systemu transportu kopalnianego stanowi możliwość transportowania ciężkich wielkogabarytowych jednostek transportowych w całości, bez przeładunków. Realizacja takiego założenia jest możliwa dzięki zastosowaniu kolejek podwieszanych z napędem własnym.

Zastosowanie kolejek podwieszanych spowodowało, że transport kopalniany stał się transportem efektywnym i wydajnym. Dzięki takiemu rozwiązaniu można znacznie ograniczyć liczbę pracowników zatrudnionych przy przewożeniu materiałów. Ponadto, przewóz materiałów wielkogabarytowych oraz/lub ciężkich wiąże się z ryzykiem wystąpienia bądź wypadków, bądź jego uszkodzeń, na skutek przeładunku. Takie rozwiązanie dodatkowo komplikuje konieczność stosowania urządzeń umożliwiających przeładunek przewożonych materiałów i komponentów. Przeładunek wiąże się również z wydłużeniem czasu dostawy. Niedogodności te przemawiają na korzyść transportu wykorzystującego kolejkę podwieszoną. Od strony technicznej transport kolejką podwieszoną sprowadza się do załadunku konkretnego materiału do odpowiedniego kontenera, który może być opuszczony na dół kopalni, doczepiony do ciągnika KKP i dowieziony do miejsca przeznaczenia (nawet do odległego rejonu kopalni) bez zbędnego i niebezpiecznego przeładunku na inne środki transportu. Na rynku dostępnych jest różnorodna gama kontenerów (większość zunifikowanych), którymi można przewozić wszelkiego rodzaju materiały i komponenty [5]. Obsługa takiego środka transportu prowadzona jest przez wykwalifikowaną załogę, której praca jest koordynowana przez dysponenta. Dzięki zastosowaniu łączności bezprzewodowej oraz telewizji przemysłowej (podgląd miejsc przeładunków), dysponent nie tylko ma kontakt z każdym maszynistą, ale może również natychmiast reagować w sytuacji zaistnienia wypadku lub konieczności wykonania transportu awaryjnego.

Ze względu na konieczność zapewnienia efektywnego, bezpiecznego i ciągłego transportu od miejsca załadunku do miejsca rozładunku, należy całą pokonywaną trasę wyposażyć w tory, ułożone na głównych i oddziałowych drogach transportu. Pokonywanie tras znacznie nachylonych (do  $\pm 30^\circ$ ), z uwagi na powyższe przesłanki, wymaga stosowania lokomotyw (ciągników) z układem napędowym cierno-zębatkowym. Najkorzystniejszym rozwiązaniem byłoby opracowanie ciągnika z napędem hybrydowym, elektryczno-spalinowym, lub lokomotyw wyłącznie z napędem elektrycznym.

W pierwszym przypadku taki rodzaj napędu pozwoli na wykorzystywanie pracy silnika spalinowego w optymalnym zakresie jego prędkości obrotowej (tj. minimum emisji przy maksymalnej sprawności) w większym zakresie niż w napędzie konwencjonalnym. Dodatkowy napęd elektryczny, w połączeniu z baterią akumulatorów stwarza możliwość odzysku energii w procesie hamowania, podczas zjazdu po upadzie, z jednoczesną jej akumulacją. Energia ta może być wykorzystywana w przypadku zwiększonych oporów ruchu napędzanej jednostki transportowej. Doskonalenie nowej generacji akumulatorów i silników elektrycznych, może spo-

wodować w przyszłości ograniczenie napędów spalinowych do tras długich i energochłonnych, lub całkowitą eliminację silników spalinowych na rzecz elektrycznych [5].

Nieodłącznym elementem nowoczesnego, efektywnego transportu jest jego monitoring połączony z systemem informatycznym. Dlatego też wszystkie materiały, komponenty, urządzenia oraz kontenery należy opatrzyć kodami kreskowymi w celu monitorowania ich ruchu. Pozwoli to na uzyskiwanie w ten sposób informacji na temat kontenerów, ich ładunku, położenia i miejsce przeznaczenia [5]. Można to zrealizować poprzez wyposażenie pracowników w czytniki kodów kreskowych. Czytniki kodów kreskowych byłyby programowane przed każdą zmianą wraz z zadaniami dla każdego pracownika. Możliwa byłaby również bieżąca korekta danych, np. w przypadku awaryjnego zamówienia materiału. Przewożone ładunki byłyby skanowane w rozmieszczonych na trasie punktach (węzłach) w celu potwierdzenia przejazdu. W ten sposób informacje przekazywane w czasie rzeczywistym do stanowiska sterowniczego zapewniłyby dyspozytorom bieżącą kontrolę i orientację w ruchach materiałowych w całej kopalni.

Idea zintegrowanego transportu nie wyklucza oczywiście transportu załogi. Przewóz pracowników kolejkami podwieszanymi od podszybia do miejsc pracy i z powrotem, pozwoliłoby na wzrost wskaźnika efektywnego wykorzystania czasu pracy.

## 5. Podsumowanie

Jak wynika z przedstawionych w publikacji zagadnień, transport kopalniany jest procesem bardzo złożonym, zdefiniowanym przede wszystkim warunkami górnico-geologicznymi. Optymalizacja tego transportu jest warunkiem koniecznym jego efektywności, co przekłada się na efektywność funkcjonowania zakładu górniczego. Wykorzystanie kolejek podwieszanych z napędem własnym stanowi warunek konieczny budowy nowoczesnego zintegrowanego systemu transportu poziomego, którego koncepcję nakreślono w niniejszej publikacji.

*Publikację wykonano w 2015 roku w ramach badań statutowych, umowa nr: 11.11.100.693, zadanie 5*

## Literatura

- 1 *Beier F. J., Rutkowski K.*: Logistyka, wydanie X, SGH w Warszawie – Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2004.
- 2 *Czerska J.*: Doskonalenie strumienia wartości, Difin, Warszawa 2009.
- 3 *Fuksa D., Wilkosz A.*: Istota i sposoby modyfikacji transportu kopalnianego. Logistyka, ISSN 1231-5478, 2014, nr 4, s. 4237–4244.
- 4 *Maśka W.*: Konteneryzacja w nowoczesnych systemach transportu dółowego w warunkach JSW S.A. KWK „Budryk”. Górnictwo i Geologia, 2012, tom 7, z. 3.
- 5 *Pieczora E.*: Prognoza rozwoju szynowych systemów transportowych stosowanych w podziemiach kopalń węgla kamiennego. Gospodarka Surowcami Mineralnymi, Tom 24, 2008, z. 1/2.
- 6 *Wyciszczok S.*: Maszyny i urządzenia górnicze cz. I i II, Wydawnictwo REA, Warszawa 2011.
- 7 *Zajac E.*: Organizacja produkcji w kopalni węgla kamiennego, Śląskie Wydawnictwo Techniczne, Katowice, 1994.
- 8 <http://smtscharf.com> DZ 2200
- 9 <http://famur.com.pl> CSZ 120, FM 80
- 10 <http://www.becker-mining.com.pl> KPZS, KPCS-148, DZK