ZYGMUNT ZUSKI
 RAFAŁ PASEK
 ZENON ROŻENEK

Equipping the Schwind shaft with a vertical transport device

The article presents the construction of an inter-level shaft between levels II lower and level III and equipping it with a transport system. The purpose of the project was to provide transport of loose materials and long items from level III to level II lower, which was necessary to secure the mining excavations. Before the investment, only a limited amount of materials could be transported manually by means of ramps.

Key words: shaft, construction, vertical transport, composites

1. INTRODUCTION

The Schwind shaft was made between level II lower and level III of the Wieliczka Salt Mine. The pit at level II lower of the shaft is parallel to the Schwind transverse, and the pit at level III is located on the Karol transverse extension (Fig. 1).

The Schwind shaft cross-section is rectangular with dimensions of approx. 4.4 m × 2.8 m (in the gap)

and approx. 3.78 m × 2.24 m (clear opening). The total depth of the shaft reaches ca 32 m.

Level III in the Schwind shaft is ventilated with a streamlined air current. The upper part of the shaft at level II lower together with the passage leading to the Schwind transverse is separated with air locks. The area of the level II lower and level III in the Schwind shaft is categorized as class “A” methane explosion hazard in the 1st category methane field.

The shaft cover is a wooden frame (crown) made of solid pine beams. Wreath beams corners are connected by a carpentry joint – simple lap joint – notched joint at an angle, and fastened with carpentry clamps from the outside of the beams. The shaft has three compartments (Fig. 2):

- ladder: equipped with wooden ladders and resting platforms, which facilitate the inspections, repairs and maintenance of the transport system;
- rope (eastern): for guiding the transport rope;
- transport (western): for materials transportation.

The purpose of the investment was to enable transportation of materials from the Kinga shaft through the existing Schwind shaft between level III and level II

lower. In the future it is supposed to connect levels II upper and II lower in the eastern part of the mine, where the Crystal Cave is located. The purpose was to provide a route for transporting materials necessary to protect the Crystal Cave area (the complex of the Baum, Schmidt and Ferro, Ksawer, Leopold, Schwind chambers). The basic materials to be transported are: lumber, including lumber up to 6m long, and loose materials in bags [1]. Previously, a limited amount of material was transported manually by means of ramps. The possibility of further usage of the historic Schwind shaft for material transport was analyzed. The excavation was subjected to expert analysis and its facilities examined in terms of their adaptation for the needs of vertical transport in the shaft.

Fig. 2. Shaft shield

Based on the conducted analysis, it was concluded that the shaft and the remains of its equipment could be used to install a new mechanized vertical transport.

For this purpose, the shaft was equipped with a transport system and associated infrastructure in accordance with applicable law.

2. SCHWIND SHAFT FACILITIES

2.1. Low speed winch type KAZ-WWB 30

The system was based on the KAZ WWB 30 slow-speed winch. It is intended to be used in underground excavations with class “A” methane explosion

hazard and class “A” coal dust explosion hazard or in non-hazardous areas [2]. The device was built in a way that the rope coming out of the winch drum was guided in the rope compartment of the shaft within the help of two directional wheels introduced into the transport compartment. The rope finishes with a hook that allows. For connecting the platform for transporting long materials or bags with loose materials.

The slow-speed drum winch type KAZ-WWB 30 consists of the following components (Fig. 3):

- Frame: rigid welded structure where parts of the mechanical winch are installed; the only part that is located outside the frame is the electrical equipment for steering the winch.

- Winding drum: drum of the welded structure that is attached to the same roller as the gear. The roller is secured to two self-aligning rolling bearings, which are in brackets (housings) and are bolted to the winch support frame. From the inside, a two-piece ratchet wheel is screwed to one of the drum rims, and from the outside, a parking brake has been mounted.
- Parking brake: a steel housing with a hydraulic cylinder and a friction cover. The brake is released (opened) hydraulically.
- Ratchet mechanism: a system of two pawls connected by a tie, activated by a hydraulic cylinder. During the unwinding and winding of the rope the hydraulic cylinder is extended, which causes the pawl teeth to be pulled back from the ratchet wheel. The retraction of the ratchet teeth from the ratchet wheel is controlled by an inductive proximity sensor of the ratchet position.
- Drive unit: an electric motor with an electromagnetic brake, gear, clutch.
- Hydraulic unit: is designed to control the hydraulic components of the parking brake and pawl. It consists of a tank with accessories, electrically controlled valve blocks, control and measuring instruments and emergency valves (manual stop of the winch/ transport system).
- Fifth coil control system: implemented by an encoder which is mounted on the winch motor shaft and cooperates with the controller.

2.2. Power supply and control system

The KAZ-WWB type 30 slow-speed winch is supplied with a voltage of 500 V AC (IT). The power

supply network is equipped with central leakage protection and a system of protective earth conductors (PEC). The main electrical equipment of the winch consists of: Rs2-z switchgear (with an inverter), motor control elements and an industrial controller for monitoring the winch operation. The presence of 24 V AC auxiliary voltage and 24 V DC control voltage (separately for solenoid valve and controller power supplies) as well as the state of overcurrent protection and insulation monitoring relays are signaled. Also, the activation of outlets for the winch drive motors and the hydraulic pump is signaled on the switchgear façade. The basic functions of the Rs2-z switchgear include: control and protection of electric motors for the winch drive and hydraulic unit,

- cooperation with the control panel,
- control of winch operation by built-in sensors.

The winch control system consists of an industrial controller with an input and output unit, which works with an inverter via an Ethernet connection, controlling the winch motor operation, electromagnetic brake and fan.

The winch operation is controlled from the control panel (Fig. 4), where special elements have been installed for that purpose. The winch desktop is equipped with a key switch for desktop authorization, a two-position analog keypad with a self-return joystick, a button for starting the winch and an emergency stop button. The control panel has been additionally equipped with an operator panel cooperating with the controller. The operator panel displays information about the winch operating parameters and emergency conditions. The panel is operated with dedicated screen selection and deleting buttons.

Fig. 3. Type KAZ-WWB 30 winch: 1 – frame, 2 – cylinder, 3 – transmission, 4 – hydraulic unit, 5 – parking brake

Fig. 4. Control panel view

The winch has a built-in warning, communication and loudspeaker signaling set. For this purpose, a loudspeaker signaling device that can communicate with other signaling devices has been installed next to the control panel. Additionally, the signaling devices are equipped with an emergency switch. Their additional function is advance warning signaling.

2.3. Transport platform

The transport platform (Fig. 5) is a construction that needs to be bolted and welded. Its upper part will be equipped with special slings enabling connection with the winch rope hook. The platform is guided by a system of

rollers in slides located in the transport compartment of the shaft. To protect the staff during the loading / unloading of loose materials, the platform has been equipped with the so-called roof cover. The cover is half disassembled, which enables the transport of long materials.

2.4. Infrastructure

To enable transport works using devices furnished in the Schwind shaft, the excavation was equipped with a shaft gate (Fig. 6) in all its parts, in both the top and pit of the shaft. The metal structure of the gate was encased in wooden timber and, next, fitted on hinges to the wooden structure of the shaft.

Fig. 5. Transport platform: 1 – sling, 2 – guide roller system, 3 – so-called cover peak, 4 – platform construction

Fig. 6. Shaft gate (historical look – picture on the right)

Other works related to this investment, such as renovation of the ladder compartment or recessing in the rock mass, were also carried out in order to install the winch, power supply and the control switchgear. As there is no method for controlling and indicating the wear of the ladder compartment components made of composites, the ladder compartment has been made of a traditional material – wood.

3. SYSTEM OPERATION

The system does not provide possibility to transport people as it was designed to carry materials with a weight of no more than 1 ton (the system is equipped with weight control). Transport can be handled in two basic systems:

- **Automatic:** adapted to the transport of loose materials in bags by means of a transport platform. When the platform is moving up, the gate is blocked and cannot be opened. After it reaches the upper final point (the limit sensor turns on), the two platform supports, the location of which is identified by appropriate sensors, should be extended. Once all these actions have been taken, the gate is unblocked for 10 seconds. During that time it should be opened by members of the crew – otherwise it will be blocked again. The person who operates the platform is able to unlock the gate for another 10 seconds by pressing the “shaft gate unlock” button, which is located on the upper control panel. The open gate and extended platforms block any possibility of movement.
- **Semi-automatic system:** used to transport very long materials without a transport platform (the long material is attached to the rope winch hook). In this case, the opening of the bottom gate does not initiate any movement, which means that no action can be taken when the top gate is opened using the lower control panel.

4. SUMMARY

The system for transporting loose materials (in bags) or lumber (long materials) between level III and level II lower at the Wieliczka Salt Mine has been improved in many ways. The key improvement was facilitating the transport route for materials used to secure the mining excavations, in particular the area of the Crystal Grottoes Cave (sets of Baum, Schmidt and Ferro, Ksawer, Leopold, Schwind chambers). Currently, there is no transport connection between level II lower and level II upper of the mine. However, plans have already been made to implement

a fully mechanized transport system. The facilities (ladder compartment) of the new transport fore-shaft will be made of composite materials. In the future they could become primary materials for the construction of reinforcement components and furniture of shafts and fore-shafts. Unfortunately, we have little experience in using such materials for constructing these elements of excavation furniture. In particular, there is no method for controlling the performance of reinforcements and shaft facilities made of composites.

All these actions and investments have increased the safety of mining works performed in the excavations and adjacent areas.

It was achieved by:

- eliminating the manual transport of materials through corridors and stairs from level III to level II lower,
- mechanization of works,
- steering the process of transport device (winch) automation,
- implementation of multi-level safety components and locks for transport works in the shaft.

In addition, the process of securing the Crystal Cave area will be significantly accelerated, which will help to protect this unique nature reserve on a global scale. What is more, the cost of materials transport between levels III and II lower will be reduced.

The improvements involved in the launching of an inter-level vertical transport system in the Wieliczka Salt Mine must be based on modern solutions that can be adapted to mine conditions, mostly in terms of

materials and machines used. Due to the emergence of a market of composite materials, which fulfil the key criteria for mining excavations (flame retardancy, anti-static properties, non-toxicity), it is recommended that analyses be carried out so as to confirm the suitability of these materials in excavations. In comparison with traditional materials [4], composites demonstrate numerous advantages. The widespread use of composite materials can contribute to the improvement of effectiveness in the Wieliczka Salt Mine and many other mining plants in Poland.

References

- [1] Project no. KDT 16/KAZ-05: *Starting material transport in the Schwind shaft from level III to level II lower* [unpublished].
- [2] Operation and maintenance documentation no. KDT 14/KAZ-13/2: *Low-speed drum winch KAZ-WWB 30*, 2015 [unpublished].
- [3] *Technical design of the shaft and facilities from level II upper to level II lower*. Project no. 31022, 2018 [unpublished].
- [4] Zuski Z., Gregorek K.: *Advantages of composites shaft reinforcement*, School of Underground Exploitation, Krakow 2020.

ZYGMUNT ZUSKI, M.Sc., Eng.

RAFAŁ PASEK, M.Sc., Eng.

Kopalnia Soli "Wieliczka" S.A.

ul. Daniłowicza 10, 32-020 Wieliczka, Poland

{zygmunt.zuski, rafal.pasek}@kopalnia.pl

ZENON ROŻENEK, Ph.D., Eng.

KAZ Serwis sp. z o.o.

ul. Jasna 31B, 44-122 Gliwice, Poland

z.rozenek@kaz-serwis.pl

ZYGMUNT ZUSKI
 RAFAŁ PASEK
 ZENON ROŻENEK

Wyposażenie szybiku Schwind w urządzenie transportu pionowego

*W artykule przedstawiono budowę szybiku międzypoziomowego, materiałowego pomiędzy poziomem II*n* i poziomem III oraz wyposażenie go w układ do transportu materiałów. Celem przedsięwzięcia było zapewnienie możliwości transportu materiałów sypkich oraz długich z poziomu III na poziom II*n*, niezbędnych do zabezpieczenia wyrobisk górniczych. Przed inwestycją transport materiałów w ograniczonym zakresie odbywał się ręcznie pochylniami.*

Słowa kluczowe: szybiki, budowa, transport pionowy, kompozyty

1. WPROWADZENIE

Szybik Schwind wykonany został pomiędzy poziomem II*n* i poziomem III Kopalni Soli „Wieliczka”. Podszybie na poziomie II*n* szybiku położone jest równoległe do poprzeczni Schwind, a podszybie na poziomie III znajduje się na przedłużeniu poprzeczni Karol (rys. 1).

Szybik Schwind ma przekrój prostokątny o wymiarach $\sim 4,4 \text{ m} \times 2,8 \text{ m}$ (w wyłomie) oraz $\sim 3,78 \text{ m} \times 2,24 \text{ m}$

w świetle obudowy, całkowita głębokość szybiku wynosi $\sim 32 \text{ m}$.

Poziom III w rejonie szybiku Schwind przewietrzany jest opływowym prądem powietrza. Górna część szybiku na poziomie II*n* wraz z chodnikiem prowadzącym do poprzeczni Schwind jest wygrodzona tamami śluzowymi. Poziom II*n* oraz III w rejonie szybiku Schwind jest zaliczany do pomieszczeń stopnia „a” zagrożenia wybuchu metanu w polu metanowym I kategorii.

Obudowę szybiku stanowi obudowa drewniana ramowa (wieńcowa), z belek z drewna litego sosnowego. Wieńce wykonane z belek o przekroju prostokątnym i wymiarach $0,2 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}$ (wysokość $\times$ szerokość). W narożach belki wieńca łączone są złączem ciesielskim na nakładkę prostą – na wręb czołowy pod kątem i dla usztywnienia spięte klamrami ciesielskimi zabijanymi od strony zewnętrznej belek. Szybik posiada trzy przedziały (rys. 2):

- drabinowy: wyposażony w drabiny drewniane wraz z podestami spoczynkowymi ułatwiającymi wykonanie kontroli, napraw, konserwacji układu transportu;
- linowy (wschodni): przeznaczony do prowadzenia liny transportowej;
- transportowy (zachodni): przeznaczony do transportu materiałów.

Celem inwestycji było umożliwienie prowadzenia transportu materiałów z szybu materiałowego Kinga

poprzez istniejący szybik Schwind z poziomu III na poziom II_n, a w przyszłości połączenie poziomów II_w i II_n we wschodniej części kopalni w rejonie grot kryształowych, aby zapewnić drogę transportową dla materiałów koniecznych do wykonania zabezpieczenia szeroko rozumianego rejonu Grot Kryształowych (zespołów komór Baum, Schmidt i Ferro, Ksawer, Leopold, Schwind). Podstawowymi materiałami przewidzianymi do transportu jest tarcica, w tym tarcica o długości do 6 m biejących oraz materiały sypkie workowane [1]. Transport materiałów w ograniczonym zakresie odbywał się wcześniej ręcznie pochylniami. Przeanalizowano możliwość wykorzystania historycznego szybiku Schwind dla transportu materiałów. Wyrobisko zostało poddane ekspertyzie, a jego wyposażenie – ocenie możliwości jego wykorzystania pod kątem zaadaptowania dla potrzeb transportu pionowego w szybiku. Dokonano oceny wyników przeprowadzonej ekspertyzy obudowy oraz wyposażenia.

Rys. 2. Tarcza szybiku

W wyniku analizy uznano przydatność szybiku oraz pozostałości jego wyposażenia pod kątem uruchomienia w nim zmechanizowanego transportu pionowego.

W tym celu wyposażono szybik w układ transportowy oraz infrastrukturę towarzyszącą zgodnie z obowiązującymi przepisami prawnymi.

2. WYPOSAŻENIE SZYBIKU SCHWIND

2.1. Wciągarka wolnobieżna typu KAZ-WWB 30

Jako podstawę układu transportowego zastosowano wciągarkę wolnobieżną, bębnową typu KAZ-WWB 30.

Przeznaczona jest do stosowania w podziemnych zakładach górniczych w wyrobiskach ze stopniem „a” zagrożenia wybuchem metanu oraz klasy „A” zagrożenia wybuchem pyłu węglowego lub w pomieszczeniach niezagrożonych wybuchem [2]. Urządzenie zabudowano w taki sposób, aby lina wychodząca z bębna wciągarki prowadzona była w przedziale linowym szybiku następnie za pomocą dwóch kół kierunkowych wprowadzana jest do przedziału transportowego. Lina zakończona jest hakiem, który umożliwia podłączenie podestu transportowego celem transportu worków z materiałem sypkim lub transportu materiałów długich z wykorzystaniem tylko samego haka.

Wciągarka wolnobieżna bębnowa KAZ-WWB 30 składa się z następujących podzespołów (rys. 3):

- Ramy: sztywna konstrukcja spawana, na której zamontowane zostały zespoły części mechanicznej wciągarki, jedynie część aparatury elektrycznej do sterowania wciągarką jest umieszczona poza ramą.
- Bębna nawojowego: bęben konstrukcji spawanej, zamocowany jest na wspólnym wale z przekładnią zębatą. Wał osadzony jest w dwóch łożyskach tocznych wahlowych zamocowanych we wspornikach (oprawach), które są przykręcone do ramy nośnej wciągarki. Do jednego z obrzeży bębna od strony wewnętrznej przykręcone zostało dwuczęściowe koło zapadki. Od strony zewnętrznej zamontowano tarczę hamulcową hamulca postojowego.
- Hamulec postojowy: obudowa stalowa z cylindrem hydraulicznym i okładziną cierną. Luzowanie (otwieranie) hamulca odbywa się hydraulicznie.
- Mechanizm zapadkowy: układ dwóch zapadek połączonych cięgnem, uruchamiany przez siłownik hydrauliczny. Podczas odwijania i nawijania liny siłownik hydrauliczny jest wysunięty, co powoduje, że zęby zapadki są odwiedzione od koła zapadkowego. Odwiedzenie zębów zapadek od koła zapadkowego kontroluje zbliżeniowy czujnik indukcyjny położenia zęba zapadki.
- Zespół napędowy: silnik elektryczny z hamulcem elektromagnetycznym, przekładnia zębata, sprzęgło.
- Agregat hydrauliczny: ma za zadanie sterowanie elementami hydraulicznymi hamulca postojowego i zapadki. Składa się ze zbiornika wraz z osprzętem, bloków zaworów sterowanych elektrycznie, przyrządów kontrolno-pomiarowych oraz zaworów awaryjnych (ręczne zatrzymanie pracy wciągarki/ układu transportowego).

- Układ kontroli piątego zwoju: realizowany przez enkoder zabudowany na wale silnika wciągarki współpracujący ze sterownikiem.

2.2. Układ zasilania i sterowania

Wciągarka wolnobieżna typu KAZ-WWB 30 zasilana jest napięciem 500 V AC (IT), sieć zasilająca jest wyposażona w centralne zabezpieczenie upływu oraz system SUPO. Głównym urządzeniem wyposażenia elektrycznego wciągarki jest rozdzielnica Rs2-z, w której znajduje się falownik, elementy sterowania silnikami oraz sterownik przemysłowy kontrolujący pracę wciągarki. Załączenie napięcia zasilania odbywa się rozłącznikiem z elewacji rozdzielnicy. Sygnalizowana jest obecność napięcia pomocniczego 24 V AC oraz sterowniczego 24 V DC (oddzielnie dla zasilaczy elektrozaworów i sterownika), stan zabezpieczeń nadprądowych i przekładników kontroli stanu izolacji. Na elewacji rozdzielnicy sygnalizowane jest również załączenie odpływów do silników napędu wciągarki i pompy hydraulicznej. Do podstawowych funkcji rozdzielnicy Rs2-z należy:

- sterowanie i zabezpieczenie silników elektrycznych napędu wciągarki oraz agregatu hydraulicznego,
- współpraca z pulpitem sterowniczym,
- kontrola pracy wciągarki za pomocą zabudowanych na niej czujników.

Układ sterowania wciągarką jest złożony ze sterownika przemysłowego z odpowiednimi modułami wejść i wyjść, który przez łącze Ethernet współpracuje z falownikiem, sterując pracą silnika wciągarki, hamulcem elektromagnetycznym oraz wentylatorem.

Rys. 3. Wciągarka typu KAZ-WWB 30: 1 – rama, 2 – bęben, 3 – przekładnia, 4 – agregat hydrauliczny, 5 – hamulec postojowy

Rys. 4. Widok pulpitu sterowniczego

Pracą wciągarki steruje się z pulpitu sterowniczego (rys. 4), wykorzystując do tego celu umieszczone na nim elementy manipulacyjne. Na pulpicie wciągarki znajduje się wyłącznik kluczykowy służący do uprawnień pulpitu, dwupozycyjny analogowy manipulator z samopowrotem (joystick) i przyciskiem przeznaczonym do uruchomienia wciągarki oraz grzybkowy przycisk awaryjnego zatrzymania. Pulpit sterowniczy został dodatkowo wyposażony w panel operatorski współpracujący ze sterownikiem. Na panelu operatorskim wyświetlane są informacje na temat parametrów pracy wciągarki oraz stanów awaryjnych. Obsługę panelu dokonuje się za pomocą przeznaczonych do tego celu przycisków: wybór ekranu oraz kasowanie. Wciągarka ma zabudowany zestaw sygnalizacji ostrzegawczej, porozumiewawczej i głośnomówiącej. W tym celu obok pulpitu sterowniczego jest zabudowany sygnalizator głośnomówiący, mający możliwość komunikacji

z pozostałymi sygnalizatorami. Dodatkowo sygnalizatory zostały wyposażone w wyłącznik awaryjny. Dodatkową funkcją, jaką pełnią sygnalizatory, jest ostrzegawcza sygnalizacja wyprzedzająca.

2.3. Podest transportowy

Podest transportowy (rys. 5) jest konstrukcją skręcaną i spawaną, w jego górnej części znajduje się zawieszienie umożliwiające połączenia z hakiem liny wciągarki. Podest prowadzony jest za pomocą układu rolek tocznych w prowadnikach przedziału transportowego szybiku. W celu ochrony obsługi podczas prac załadunkowych/wyładunkowych materiałów sypkich na podeście zamontowana jest osłona, tzw. daszek. Osłona ta jest w połowie demontowana, co umożliwia transport materiałów długich.

Rys. 5. Podest transportowy: 1 – zawiesie, 2 – układ rolek prowadzących, 3 – osłona tzw. daszek, 4 – konstrukcja podestu

Rys. 6. Wrota szybowe na nadszybiu (z prawej wygląd historyczny)

2.4. Infrastruktura towarzysząca

W celu umożliwienia prowadzenia prac transportowych za pomocą urządzeń zabudowanych w szybiku Schwind należało wyposażać wyrobisko we wrota szybowe na nadszybiu i podszybiu (rys. 6). Metalowa konstrukcja wrót została obudowana tarcicą drewnianą i zamontowana na zawiasach do konstrukcji drewnianej szybiku.

Wykonano także inne prace związane z tą inwestycją, np. remont przedziału drabinowego czy wykonanie wnęki w caliznie górotworu w celu zabudowy wciągarki oraz rozdzielnicy zasilająco-sterowniczej. Ze względu na brak metody kontroli eksploatacyjnej elementów przedziału drabinowego wykonanych z kompozytów przedział drabinowy zbudowano z tradycyjnego materiału – z drewna.

3. PRACA UKŁADU

Układ transportu nie przewiduje jazdy ludzi, a tylko materiałów o ciężarze nieprzekraczającym tony (układ ma kontrolkę wagi transportowanego materiału). Transport jest możliwy w dwóch podstawowych systemach:

- **Automatycznym:** przystosowanym do transportu materiałów sypkich w workach z wykorzystaniem podestu transportowego: podczas jazdy podestu w górę wrota są zablokowane i nie jest możliwe ich otwarcie. W momencie dojechania podestu do punktu końcowego górnego (zadziałanie czujnika końcowego) należy wysunąć dwie podpory podestu, których położenie identyfikują odpowiednie czujniki. Po wykonaniu tych czynności następuje odblokowanie wrót na 10 s – jeżeli w tym czasie

wrota nie zostaną otwarte przez obsługę, nastąpi ich ponowna blokada. Obsługa podestu ma możliwość ponownego odblokowania wrót na czas 10 s przez naciśnięcie przycisku „Otwarcie wrót szybowych” zabudowanego na pulpicie sterowniczym górnym. Otwarte wrota szybowe oraz wysunięte podpory podestu blokują możliwość jazdy. Podczas jazdy podestu w dół wrota są zablokowane i nie jest możliwe ich otwarcie. W momencie dojechania podestu do punktu końcowego dolnego (zadziałanie czujnika końcowego) następuje odblokowanie wrót przez okres 10 s, jeżeli w tym czasie wrota nie zostaną otwarte przez obsługę, nastąpi ich ponowna blokada. Obsługa podestu ma możliwość ponownego odblokowania wrót na czas 10 s przez naciśnięcie przycisku „Otwarcie wrót szybowych” zabudowanego na pulpicie sterowniczym dolnym. Otwarte wrota szybowe blokują możliwość jazdy.

- **Półautomatycznym:** stosowanym do transportu materiałów długich bez użycia podestu transportowego (materiał długi mocowany jest do haka liny wciągarki). W sytuacji gdy otwarte są wrota szybowe dolne, nie jest możliwe rozpoczęcie jazdy za pomocą sterowania z pulpitu górnego. Analogicznie gdy są otwarte wrota szybowe górne, nie jest możliwe rozpoczęcie jazdy za pomocą sterowania z pulpitu dolnego.

4. PODSUMOWANIE

Dzięki wykonaniu układu transportu materiałów sypkich (worków) czy tarcicy (materiałów długich) z poziomu III na poziom II w Kopalni Soli „Wieliczka” S.A. usprawniona została droga transportowa

materiałów koniecznych do wykonania zabezpieczenia wyrobisk górniczych, a w szczególności rejonu Grot Kryształowych (zespołów komór Baum, Schmidt i Ferro, Ksawer, Leopold, Schwind). Aktualnie nie istnieje jeszcze połączenie transportowe pomiędzy poziomami II_n i II_w, jednak jest już planowana [3] realizacja takiego układu transportu, która w pełni zmechanizuje transport materiałów. Do budowy wyposażenia (przedziału drabinowego) tego nowego szybiku transportowego planowane jest wykorzystanie materiałów kompozytowych, które w przyszłości mogłyby stać się głównym materiałem do budowy elementów zbrojenia i wyposażenia szybów i szybków. Brak jest jednak doświadczenia w wykorzystaniu tego typu materiałów do budowy tych elementów wyposażenia wyrobisk. W szczególności nie opracowano do tej pory metody kontroli eksploatacyjnej zbrojenia i wyposażenia szybowego z kompozytów.

Dzięki inwestycji został podniesiony poziom bezpieczeństwa w wyrobiskach kopalni oraz prac górniczych wykonywanych w omawianym rejonie między innymi przez:

- wyeliminowanie transportu ręcznego materiałów pochylnikami i schodami z poziomu III na poziom II_n,
- mechanizację robót,
- automatyzację procesów sterowania urządzeniem transportowym (wciągarką),
- zastosowanie wielopoziomowych elementów bezpieczeństwa oraz blokad dla prac transportowych w szybiku.

Ponadto znacznie zostanie przyspieszony proces zabezpieczania rejonu grot kryształowych, co przyczyni się do ochrony tego unikatowego na skalę światową rezerwatu przyrody. Dodatkowo zredukowane zostaną koszty transportu materiałów z poziomu III na II_n.

W kolejnych pracach związanych z uruchomieniem międzypoziomowego transportu pionowego w Kopal-

ni Soli „Wieliczka” zachodzi potrzeba zastosowania nowoczesnych rozwiązań adaptowanych do warunków kopalni zarówno w zakresie stosowanych urządzeń, jak i materiałów. W związku z pojawieniem się na rynku materiałów kompozytowych spełniających kryteria stosowania w wyrobiskach górniczych (trudnopalność, antyelektrostatyczność, nietoksyczność) zaleca się w planowanych działaniach przeprowadzenie analiz w zakresie przydatności tych materiałów do stosowania na dole. Posiadają one wiele zalet w porównaniu z materiałami tradycyjnymi [4]. Rozpowszechnienie się ich stosowania może przynieść poprawę efektywności działania nie tylko w kopalni w Wieliczce, ale i w innych zakładach górniczych w Polsce.

Literatura

- [1] Projekt nr KDT 16/KAZ-05: *Uruchomienie transportu materiałów w szybiku Schwind z poz. II na poz. II_n* [praca niepublikowana].
- [2] Dokumentacja techniczno-ruchowa nr KDT 14/KAZ-13/2: *Wciągarka wolnobieżna bębnowa KAZ-WWB 30*, 2015 [praca niepublikowana].
- [3] *Projekt techniczny wykonania szybiku wraz z jego wyposażeniem z poz. II_w na poz. II_n*. Nr projektu 31022, 2018 [praca niepublikowana].
- [4] Zuski Z., Gregorek K.: *Zalety kompozytowego zbrojenia szybowego*, Szkoła Eksploatacji Podziemnej, Kraków 2020.

mgr inż. ZYGMUNT ZUSKI

mgr inż. RAFAŁ PASEK

Kopalnia Soli „Wieliczka” S.A.

ul. Daniłowicza 10, 32-020 Wieliczka

{zygmunt.zuski, rafal.pasek}@kopalnia.pl

dr inż. ZENON ROŻENEK

KAZ Serwis sp. z o.o.

ul. Jasna 31B, 44-122 Gliwice

z.rozenek@kaz-serwis.pl