

ZYGMUNT ZUSKI
 RAFAŁ PASEK
 ZENON ROŻENEK

Wyposażenie szybiku Schwind w urządzenie transportu pionowego

W artykule przedstawiono budowę szybiku między poziomów, 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

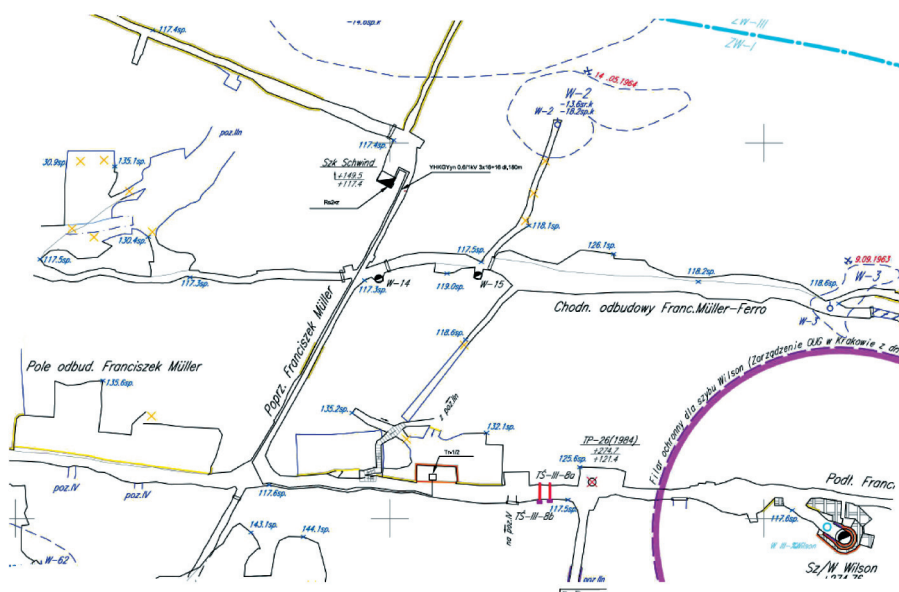
1. WPROWADZENIE

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 wylomie) 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 wygradzona tamami słuzowymi. Poziom II*n* oraz III w rejonie szybiku Schwind jest zaliczany do pomieszczeń stopnia „a” zagrożenia wybuchu metanu w polu metanowym I kategorii.



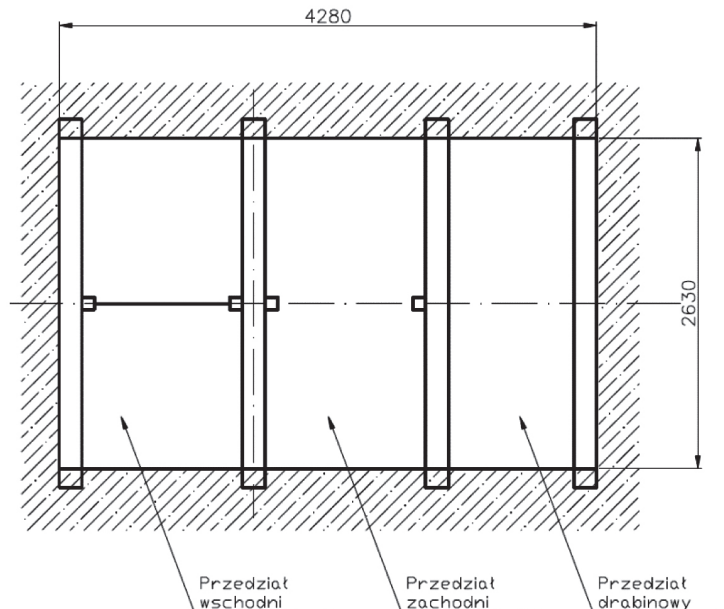
Rys. 1. Położenie szybiku Schwind [1]

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 szybika 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 niezagrażonych 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 wahliwych 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).

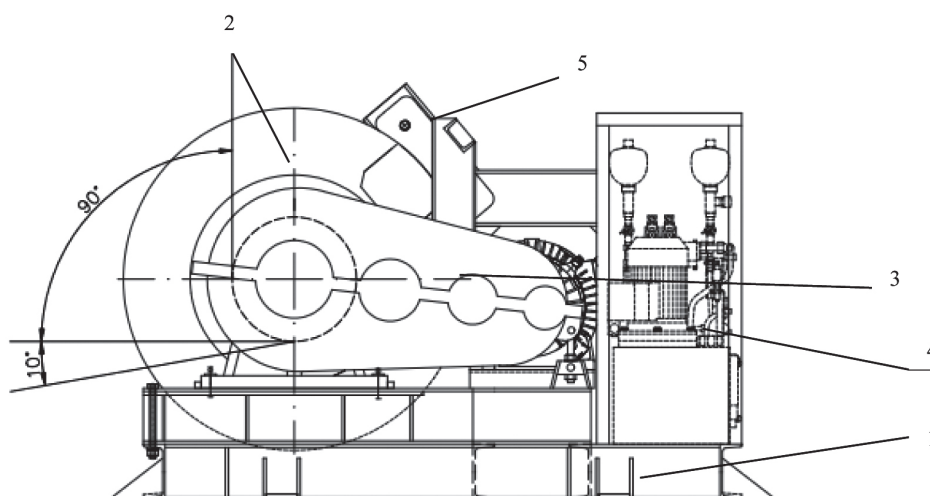
- Układ kontroli piątego zwoju: realizowany przez enkoder zabudowany na wale silnika wciągarki współpracujący ze sterownikiem.

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 przekaźników 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



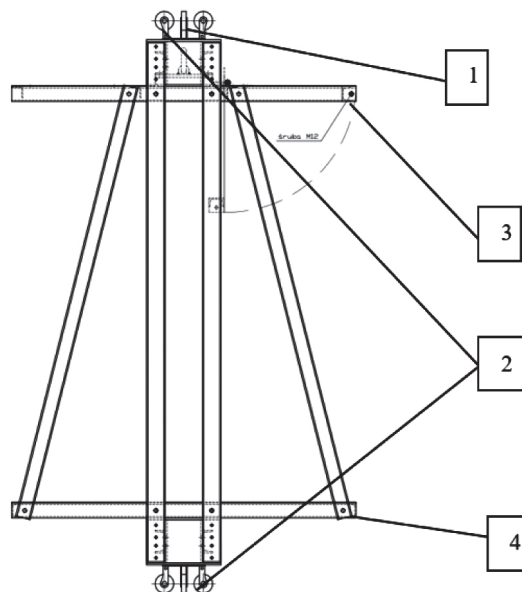
Rys. 4. Widok pulpitu sterowniczego

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 zawieszanie 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 – zawieszanie, 2 – układ rolek prowadzących, 3 – osłona tzw. daszek, 4 – konstrukcja podestu



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

2.4. Infrastruktura towarzysząca

W celu umożliwienia prowadzenia prac transportowych za pomocą urządzeń zabudowanych w szybiku Schwind należało wyposażyć wyrobisko we wrota szybowe na nadszymbiu i podszymbiu (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 szybików. 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