

ZYGMENT ZUSKI

# The creation of a new transportation route near the Crystal Grotto in the “Wieliczka” Salt Mine through the construction of a fore-shaft equipped with a transportation device

*This article presents the planned fore-shaft construction between the 2nd upper and 2nd lower levels equipped with a hoisting device for materials transportation. The main aim of this venture was to create a means of transporting materials used in the process of protecting and maintaining the Crystal Grotto. There is currently no vertical connection between the 2nd upper and 2nd lower level. As a result, all material transportation is performed manually over the incline paths.*

Key words: *fore-shaft, construction, pit, vertical transport*

## 1. HISTORICAL BACKGROUND

---

The area covered by the construction plan was excavated for the first time in the 17th and 18th centuries. When the “Wieliczka” Saltworks company was taken over by the Austrian occupying powers, intensive exploration and exploitation was focused in the northeast region of the mine and a shaft type deposit of salt. Classical longitudinal based drilling with a levelled corridor and simple techniques was initiated at the turn of the first and second decade of the 19th century in what became known as the Baum part of the mine. After 1824, the traditional excavations were stopped for several years and the focus was placed on the recognition and exploitation of the shaft salt deposit which was located in the top part of the Crystal Grotto dome.

Until 1856, when the connection of the Baum Chamber with the Leopold-Munch Canal was created, the Baum longitudinal was the only communication and transportation route leading to exploitation works in the top part of the Crystal Grotto dome. The importance of the gallery decreased in the 1870s, when salt exploitation from this part of the deposit was ended [1]. After World War II, communication with this area was only possible from the 3rd level via the Leopold-Munch Canal or from the 2nd level through the Schwind traverse.

## 2. TECHNICAL CHARACTERISTICS OF THE FORE-SHAFT AND AIM AND SCOPE OF PLANNED WORKS

---

The fore-shaft that will be created near the Crystal Grotto is supposed to connect the 2nd upper level with the 2nd lower level. This will also serve as the way for maintenance materials to be transported to these excavations (the group of chambers is as follows: Baum, Schmidt and Ferro, Ksawer, Leopold, Schwind).

Currently, the only existing connection between the material shaft and the Crystal Grotto is via the infrastructure on the 3rd level which means that all materials once transported to the 3rd level are moved from this region of the mine through the Schwind fore-shaft to the 2nd lower level. Further information about equipping the Schwind shaft with a transportation device was presented in the journal *Mining Informatics Automation and Electrical Engineering nr 2(538) 2019* [2]. As there is no further connection between 2nd lower level and 2nd upper level, the transport of materials is taking place manually and in a limited way, with miners using existing incline corridors for that purpose.

The designed fore-shaft, with a depth of approx. 22.4 m, will connect the 2nd upper level and 2nd lower level with a transportation device enabling the mechanical transport of maintenance materials to described area of the Salt Mine – from the Schwind shaft

and crossbar Schwind through the planned fore-shaft at the 2nd upper level to the longitudinal Baum and then to direction where all mining jobs based on the reinforcement of the Crystal Grotto are taking place.

This is the next stage of the process aiming at mechanizing the transportation of materials between the 2nd upper level and the 3rd level in the region of the mine that covers the Crystal Grotto. The main materials to be transported are: sawn timber, including sawn timber with a length of up to 6 running meters, and bagged loose materials.

#### Technical data of the fore-shaft:

- Location: eastern part of “Wieliczka” Salt Mine.
- Function: transportation fore-shaft.
- Size: depth of 22.4 m.
- Cross-section: rectangular with size of 3.05 m × 1.8 m.
- Equipment: transportation compartment, ladder compartment.

### 3. CHARACTERISTICS OF THE GEOLOGICAL, NATURAL, AND MINING CONDITIONS

#### 3.1. Geological structure of the orogen surrounding the shaft

The deposit in the analysed part of the rock mass takes the form of a structure known as the dome of

the Crystal Grotto (Fig. 1). It is an anticlinal elevation, on the northern slope of which there is situated a natural object from which the name of the Crystal Grotto derives. On top of the formation of sub-salt which has formed an anticline (known as the Skawina Formations), the salt has created a bedded deposit, with a block deposit of salt on top of this.

The salt rocks are separated from the aquifers by secondary clay-gypsum cover. The overburden consists of the Chodenickie Formation lying over the northern slope of the dome. They are important due to the water hazard in the analysed excavations of the salt mine.

The entire complex is covered with Quaternary formations formed of post-glacial clays with inserts of water-logged dust, sand and gravel.

The analysed excavations of the 2nd upper and 2nd lower-level cut through the bedded deposit formations. Bronze salts, shaft salt and seam green salts are exposed in them, with one of the seams creating rubble containing lumps of the oldest salts. Under the seams of green salts there is so-called sub-salt sandstone, which is a conglomerate of sandstone, mudstone and claystone with a WT3 tephite insert.

Water deposits from the Skawina Formation, which is part of the residual formations, are in the process of leaching in the area under the Crystal Grotto [3].

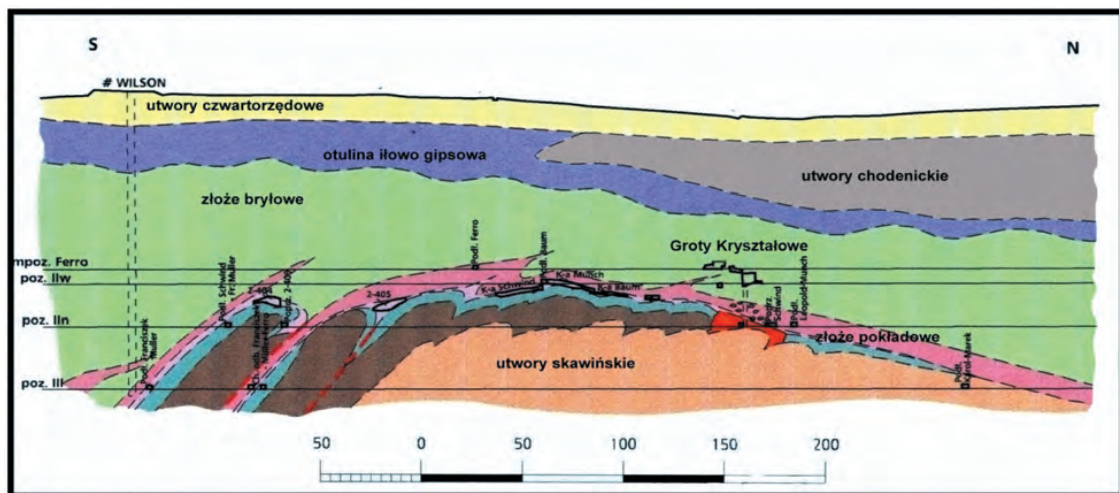


Fig. 1. Cross-section through the dome of the Crystal Grotto [3]

#### 3.2. Projected shaft profile

The bottom of the Baum longitudinal in the analysed area is situated at a depth of about 172.5 m above sea level, and the bottom of the Schwind transverse at a depth of about 150.1 m above sea level. Therefore, the designed shaft will be approximately 22.4 m deep,

and formations of the bed deposit should be expected from the height of the Baum longitudinal to the height of the Schwind transverse.

In the Baum longitudinal, bronze salts with intergrowths of gangue anhydrite-claystone with a thickness between several and dozen centimetres have been exposed.

Below the Baum longitudinal (about 1 m), there is a shaft salt seam which was mined by the Baum Chamber. This seam is approximately 1–1.2 m thick.

Shaft salt is situated on bedded green salts. They form a complex with a thickness of about 5–7 m. The last, lowest layer of green salt in the profile is formed in the form of rubble and residual formations created as a result of the leaching of the deposit with waters from sub-salt formations.

### 3.3. Hydrogeological conditions in the analysed region

The Baum longitudinal and the Schwind transverse in the area of the planned shaft are classified as the 1st degree of water hazard. The final, eastern section of the Baum longitudinal, about 30 m long, has been classified as the 3rd degree of water hazard, as is the final, northern section of the Schwind transverse. These excavations were made in bedded deposit formations – seabed green salts, shaft salts and bronze salts.

The Baum longitudinal and the Schwind transverse are located within a structure called the dome of the Crystal Grotto. Due to the presence of water in the Skawina Formation found in the vicinity of the analysed area, there is a probability of water appearing under pressure during the execution of the works.

The planned shaft with a depth of 22.4 m will intersect the formations of the bedded deposit – bronze salts, shaft salts and green bedded salts. The brine migrates along the intergrowths of the gangue within the salt, so there is a possibility that there will be small inflows of water during the construction of the shaft. This will be related to leaks recorded in the immediate vicinity and other observed water phenomena.

### 3.4. Natural values of the analysed region.

The area of the planned shaft is protected in the form of:

- buffer zones of the Crystal Grotto nature reserve,
- documentation stations.

The nature reserve was established by Regulation No. 84/2000 of the Lesser Poland Voivode of September 11, 2000 (announcement in the Official Journal of the Lesser Poland Province No. 77, item 711, September 29, 2000). According to the regulation, the

reserve includes Lower Crystal Grotto (706 m<sup>3</sup>) and Upper Crystal Grotto (1000.17 m<sup>3</sup>) together with their surroundings in a block with a base of 10,400 m<sup>2</sup> and a height of 44 m, reaching from the second lower level of the mine to 20 m above its second upper level.

In addition, the ordinance established the underground and above-ground buffer zone of the reserve.

The network of documentation sites of inanimate nature was established by the *Ordinance of the Krakow Voivode No. 10 of June 6, 1997 on the legal protection in the form of documentation sites of geological objects in the Wieliczka Salt Mine* (announcement in the Official Journal of the Krakow Voivodeship No. 21, item 119, of July 1, 1997).

The Baum longitudinal at the second upper level is included in the documentation site No. 35.B/19.

The Schmidt crossbar at the second lower level is included in the documentation site No. 35.B/22.

The content of the above ordinances shows that all mining works designed and carried out in the analysed excavations require the approval and permission of the relevant services of the voivode as the planned works not only relate to the protection of monuments, but also to the protection of the environment.

Due to the natural and geological values of the area where the works will be carried out, the contractor should bear in mind that if any signs of secondary crystallization of halite are encountered during the drilling of the shaft, the works must be immediately stopped and the geological service of the mine notified.

### 3.5. Existing area of planned works

In the area of the planned works at the second upper level, the longitudinal Baum is made in a rectangular section in a wooden casing, consisting of single arches and a lining of floorboards, the width of the longitudinal is approximately 1.3 m, and the spacing of the arches is approximately 0.5 m (Figs. 2 and 3).

At the second upper level, the projected ventilation shaft will pass through the void of the Baum Chamber (Fig. 4), piercing the chamber's ceiling and floor at the southern abutment of the pillar. In the area of penetration through the chamber floor, there is a layer of loose debris estimated to be approximately 1 to 1.3 meters thick. Local disintegration of limestone and evident squeezing of the chamber are present in the chamber ceiling. Due to the poor technical condition of the chamber, protective works are being conducted, including the construction of wooden casings.



*Fig. 2. Baum longitudinal. The area of the planned shaft. Exposure of bronze salts with intergrowths of anhydrite claystones. As of July 2017 [4]*



*Fig. 3. Baum longitudinal. The area of the planned shaft. Exposure of spizium salts. As of July 2017 [4]*



*Fig. 4. Baum Chamber. State as of November 2018 [4]*

At the planned work area on second lower level, the cross-section of the Schwind traverse is rectangular and enclosed in a wooden casing. The casing consists of individual doorframes and linings made

of boards from the ceiling fields and partially from the abutments. The transverse width is approximately 1.5 meters, and the spacing between doorframes is about 1.0 meter (Fig. 5).



Fig. 5. Schwind Transverse. Area of the planned ventilation shaft. State as of July 2017 [4]

#### 4. TECHNICAL CHARACTERISTICS OF THE PROJECTED FORE-SHAFT

##### 4.1. Location of the projected fore-shaft and connecting excavations

The planned shaft, with a depth of 22.4 meters, vertically connects the second higher level to the second lower level. It is located in the eastern part of the mine, at the intersection of the Baum longitudinal trace at second upper level and the Schwind transverse trace at second lower level, situated between levels 2nd upper and 2nd lower of the Baum and Ferro chambers. The shaft is situated outside the boundaries of the Crystal Grotto nature reserve within the buffer zone of the reserve.

At 2nd upper level, the shaft's headframe and the connecting drift to the Baum longitudinal drift, running north south direction with a length of approximately 10.7 meters, are located above the Baum Chamber's pillar.

Also, below the Baum Chamber at 2nd lower level, the shaft's bottom frame and the connecting drift to the Schwind transverse drift were located, running north by northwest and south by southeast with a length of about 20.3 meters. A ventilation airlock with board doors and a temporary storage area for materials is planned in the drift connecting the bottom frame with the Schwind transverse drift. The location of the fore-shaft and connecting drifts to the existing workings is shown in Figure 6.



Fig. 6. Layout of the planned excavations

## 4.2. Shaft headframe

The projected shaft headframe has a rectangular cross-section with dimensions of 3.05 meters by 1.80 meters.

The shaft headframe includes a transport compartment and a ladder compartment for monitoring the shaft casing. The ladder compartment elements will be made of composites and stainless steel, with installed cables and power, control, and signaling lines. The shaft casing will be wooden and crown-shaped. The shaft headframe is shown in Figure 7.

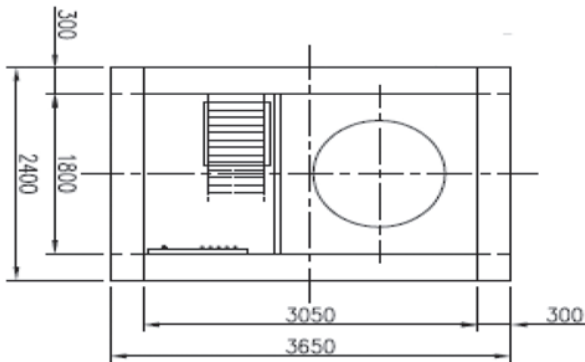


Fig. 7. Shaft headframe

## 4.3. Shaft casing

The shaft casing is designed as a wooden frame (crown-shaped) made of solid pine beams. The crown elements will be made of rectangular beams with dimensions of 0.2 m × 0.3 m (height × width). The beams will be joined in the corners using carpentry joints with overlapping straight joints and reinforced with carpentry clamps driven from the outside of the beams to add stability. The void space between the wooden casing and the shaft will be filled with debris to stabilize the crown elements.

At the section where the shaft passes through the Baum Chamber, the chamber's ceiling and abutment will be secured with a full wooden casing made of spruce beams with a square cross-section of 0.2 m × 0.2 m. The casing will be placed on a levelled and cleaned limestone bed. It is estimated that approximately 1.0–1.3 m of loose debris will be present on the chamber's floor in the area of the planned works.

The shaft openings will be designed as closed truss frames made of wooden beams with a cross-section of 0.3 m × 0.3 m. To stabilize the shaft casing, three feet with extended crown beams are planned. The ends of the feet beams should be placed on a levelled concrete bed made of C20/25 concrete. Approximately

15 centimetres of space should be left between the front of the beams and the shaft void. The top foot should be built on the levelled and cleaned floor of the Baum Chamber.

The shaft casing structure and elements with the openings are presented in Figure 8.

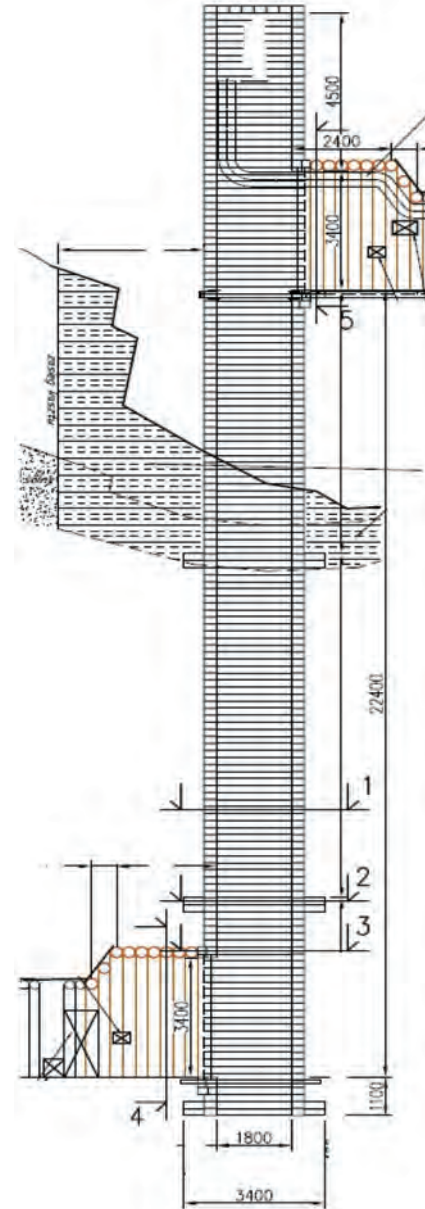


Fig. 8. Vertical cross-section of the shaft

## 5. EQUIPMENT OF THE FORE-SHAFT

### 5.1. Ladder compartment

The fore-shaft is equipped with a ladder compartment allowing for technical inspections and passage between the 2nd lower and 2nd upper levels. The components of the ladder compartment will be made of composite materials [5], such as EVER P and

EVER K. All steel elements of the ladder compartment will be made of stainless steel (grade A4 according to norm 1.4401) [6], including small connecting elements such as screws, fixing anchors, and guide brackets. This ensures that the ladder compartment will be entirely resistant to corrosion. The ladder compartment consists of a resting platform for relaxation during passage and allows individuals to transfer from one ladder to another. The platform has drain holes to prevent water accumulation, and its surface is non-slip. The resting platform is fixed to the shaft casing using channels attached to the casing with stainless steel elements. This frame also serves as a support for the ladder and the installation of a partition that separates the ladder compartment from other parts of the shaft, protecting individuals passing through the ladder compartment from falling into the shaft. The partition netting is attached to the end frames using specially prepared stainless-steel brackets to prevent it from deviating beyond the outline of the ladder compartment structure. The fixed ladder is immobilized at both ends by screw connections through suitable stainless-steel brackets, ensuring its stability during movement. Ladder rungs are welded to the stringers on both sides, providing a secure connection. The selected elements used in the ladder compartment's construction allow for quick replacement without the need for welding techniques. The ladder compartment elements meet the requirements of the *Minister of Energy's Regulation of November 23, 2016, regarding specific requirements for underground mining plant operation* [7] and strength requirements according to norm PN-G-46222 [8].

## 5.2. Transport compartment

The transport compartment is designed for material transportation, primarily lumber, including boards with lengths of up to 6 meters, and bagged bulk materials. The load capacity of the transport device is 10 kN.

Materials can be transported in a chain-driven transport basket without guiding. A wire hoist is provided for moving the basket. In the case of long materials with dimensions exceeding the basket's size, they can be directly transported using a suspension on the hoist hook.

At the bottom and top of the bottom frame and top frame, access to the transport compartment will be secured with gates on each level.

During the transportation of long materials, it is prohibited for the operators to be in the shaft at the

2nd lower level. Workers at the 2nd upper level must always use fall protection equipment, such as safety harnesses attached to fixed structural elements, with safety lines and shock absorbers.

### 5.2.1. Transport basket

The basic elements of the transport basket shown in Figure 9 include: the transport platform (1), four sets of chain pull rods (5), securing chains (7), the frame traverse with a protective roof (2), and four-rope chain suspension (6). The basket is suspended on a swivel bearing (8) on the hoist hook (4).

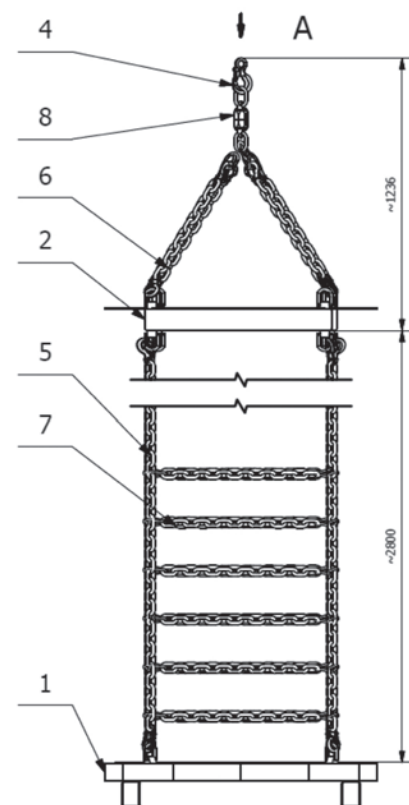


Fig. 9. Transport basket

### 5.2.2. Transport hoist

The main operational element of the system is the wire hoist equipped with a 9 kW maximum power motor powered by 500VAC voltage through a frequency converter. The hoist will also be equipped with the following additional elements:

- electromagnetic brake (HM1),
- external cooling (WM1),
- encoder (CEN),
- overload sensor (CPR),
- maximum rope extension sensor (CMR),
- minimum rope retraction sensor (CMZ).

Other elements of the system include:

- power and control distribution board (RZS1),
- operating control panel (PSOD),
- operating control panel (PSOG),
- junction box (SKP),
- audible warning signal (SOS1, SOS2),
- visual signal (SOP1, SOP2),
- shaft gate opening sensor (COWD, COWG),
- basket support extension sensor (COP),
- shaft gate latch (EZD, EZG).

The entire system is managed by PLC controllers placed in a RZS1 distribution board and SKP switching box. The input and output modules of the controller are primarily used to operate manipulators, buttons, switches, sensors, and indicator lamps, as well as to control the operation of the frequency converter powering the hoist motor through Ethernet communication.

The devices included in the designed system are controlled using the PSOD and PSOG operating control panels. The PSOD panel will be located at the 2nd lower level, while the PSOG panel will be at the 2nd upper level. Additionally, LCD displays are mounted on the facades of the PSOD and PSOG panels, showing information about the hoist operation, sensor status, and any system malfunctions. The LCD display communicates with the PLC controller via the RS-485 standard [9].

## 6. TRANSPORT SAFETY ELEMENTS IN THE FORE-SHAFT

To ensure the highest level of safety for transportation work in the ventilation shaft, the following safety elements have been implemented:

- fixed support for the transport platform at the 2nd lower level and extendable support at the 2nd upper level,
- roof above the transport platform,
- lockable shaft gates to the transport and ladder compartments,
- transport control system managed by a PLC controller,
- safety system lockouts for the hoist operation,
- it ensures the safety of the hoist operation through appropriate sensors,
- stationary lighting in the bottom and top frames of the shaft.

### 6.1. Lockouts

The hoist operation has been secured using specific sensors. The individual sensors and their functions are described in Table 1.

**Table 1**  
Overview of hoist safety sensors

Sensor name	Sensor function	Remarks
Lower shaft gate opening sensor	Activating the sensor results in an immediate stoppage of the basket movement. Basket movement in any direction is not possible	Stopping the movement only in “with basket” mode
Upper shaft gate opening sensor	Activating the sensor results in an immediate stoppage of the basket movement. Basket movement in any direction is not possible	Stopping the movement only in “with basket” mode
Basket support extension sensor	Activating the sensor results in a stoppage of the upward basket movement	Stopping the upward movement in any operating mode
Overload sensor	Activating the sensor results in a stoppage of the upward basket movement	Stopping the upward movement in any operating mode
Maximum rope extension sensor	Activating the sensor results in a stoppage of rope extension	Stopping rope extension in any operating mode
Maximum rope retraction sensor	Activating the sensor results in a stoppage of rope retraction	Stopping rope retraction in any operating mode
Encoder sensor	The primary function of the encoder is to control the rotational speed of the hoist motor, ensuring it matches the desired speed. The secondary function is to control the direction of the hoist motor, ensuring it aligns with the desired direction. If the speed exceeds allowable values (e.g., motor overrun) or the direction does not match the intended direction (e.g., unintentional downward movement of the basket), the basket will stop. The encoder also continuously monitors the length of the rope extension	The sensor operates in any operating mode



## 7. CONCLUSION

With the construction of the transport shaft from the 2nd lower level to the 2nd upper level in the “Wieliczka” Salt Mine, a connection will be established between the 2nd upper and 2nd lower levels in the eastern part of the mine near the Crystal Grotto. This will provide a transportation route for materials required for securing the broader Crystal Grotto area (including the Baum, Schmidt, and Ferro chambers, Ksawer, Leopold, Schwind areas). Currently, the Kinga material shaft is the only connection to the Crystal Grotto area, and it is only accessible from level three. There is currently no direct connection between the 2nd upper and 2nd lower levels. The planned transport shaft, approximately 22.4 meters long, will link the 2nd lower level to the 2nd upper level, providing a transportation route from the Schwind shaft to the Schwind transverse, then through the proposed shaft to the 2nd upper level and the Baum longitudinal section for mining operations aimed at securing the Crystal Grotto.

This project includes powering and controlling the hoist for material transportation in the Baum shaft. The implementation of this project will significantly improve safety in the mine workings and mining operations in the mentioned area. This will be achieved by:

- eliminating manual material transportation using inclined planes and stairs from the 2nd lower to 2nd upper level,
- mechanizing work processes,
- automating the control processes of the transportation device (hoist),
- implementing multi-level safety elements and lockouts for transportation work in the shaft.

Furthermore, the process of securing the Crystal Grotto area will be considerably expedited, contributing to the preservation of this unique natural reserve on a global scale. Additionally, the transportation costs from the 2nd lower and 2nd upper level will be reduced.

### References

- [1] harkot J., Skubisz M.: *Studium historyczno-konserwatorskie dla rejonu planowanego wykonania szybiku łączącego podłużnię Baum na poziomie IIw z poprzeczną Schwind na poziomie IIn w Kopalni Soli Wieliczka*. MŻK Wieliczka, sierpień 2018.
- [2] Zuski Z., Pasek R., Rożenek Z.: *Equipping the Schwind shaft with transport device*. Mining Informatics Automation and Electrical Engineering 2019, 2(538): 33–38.
- [3] Brudnik K. *Przekrój przez kopulę Grot Krystalowych*. Archiwum działu Mierniczo-Geologicznego K.S. „Wieliczka” S.A., 2000.
- [4] Przybyło J.: *Dokumentacja fotograficzna wyrobisk podłużnia Baum, komora Baum, poprzecznia Schwind*. Archiwum działu Mierniczo-Geologicznego K.S. „Wieliczka” S.A., 2017–2018.
- [5] Zuski Z.: *Kompozyty – innowacyjne materiały dla górnictwa*. Szkoła Eksploatacji Podziemnej Międzynarodowa Konferencja Naukowa, Kraków 2021.
- [6] Fundacja Nauka i Tradycje Górnicze z siedzibą: Wydział Inżynierii Ładowej i Gospodarki Zasobami, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie: *Aktualizacja dokumentacji projektowej wykonania szybiku transportowego (wraz z dobudowaniami do szybiku górny i dolny) z podłużni Baum na poziomie IIw do poprzeczni Schwind na poziomie IIn kopalni wraz z jego wyposażeniem*. Kraków 2021 [unpublished].
- [7] *Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych*. Dz.U. z 2017 r., poz. 1118 z późn. zm.
- [8] Polska Norma PN-G-46222: *Szyby górnicze – Przedziały drabinowe. – Wymagania i badania*.
- [9] Biuro Studiów i Projektów Górniczych w Katowicach: *Projekt techniczny wykonania szybiku wraz z jego wyposażeniem z poz. IIw na poz. IIn; z podłużni Baum do poprzeczni Schwind w podziemnej części zakładu Kopalni Soli „Wieliczka”, nr proj. 31022*. Katowice 2018 [unpublished].

ZYGMUNT ZUSKI, M.Sc., Eng.  
 “Wieliczka” Salt Mine  
 Park Kingi 1, 32-020 Wieliczka, Poland  
 zygunt.zuski@kopalnia.pl

ZYG MUNT ZUSKI

# Wytyczenie nowej drogi transportowej w rejonie Grot Krysztalowych Kopalni Soli „Wieliczka” w postaci szybiku z urządzeniem transportowym

*W artykule przedstawiono koncepcję budowy szybiku materiałowego pomiędzy poziomem II niższym i II wyższym oraz wyposażenie go we wciągnik do transportu materiałów. Celem przedsięwzięcia jest zapewnienie drogi transportowej dla materiałów koniecznych do wykonania zabezpieczenia szeroko rozumianego rejonu Grot Krysztalowych. Aktualnie nie ma połączenia pomiędzy poziomami II n i II w wyrobiskiem transportowym pionowym. Transport materiałów w ograniczonym zakresie odbywa się ręcznie pochylniami.*

Słowa kluczowe: szybiki, budowa, podszybia, transport pionowy

## 1. RYS HISTORYCZNY

---

Pierwsze wyrobiska w rejonie planowanych robót powstały w XVII i XVIII stuleciu. Po przejęciu żupy wielickiej przez zaborcę austriackiego jednym z kierunków intensywnych prac poszukiwawczych i eksploatacyjnych był północno-wschodni rejon kopalni. Udostępniono pokład soli szybikowej. Drażnienie klasycznej podłużni w postaci prostoliniowego i wypoziomowanego wyrobiska korytarzowego, nazwanego Baum, zainicjowano na przełomie pierwszego i drugiego dziesięciolecia XIX w. Po 1824 r. na kilka lat wstrzymano klasyczne prace rozcinające i skoncentrowano się na rozpoznaniu oraz eksploatacji pokładu soli szybikowej w szczytowej części kopuły Grot Krysztalowych.

Do 1856 r., tj. do czasu połączenia komory Baum z kanałem Leopold-Munch, podłużnia Baum była jedynym szlakiem komunikacyjnym i transportowym dla intensywnie prowadzonej eksploatacji w szczytowej części kopuły Grot Krysztalowych. Znaczenie chodnika zmalało w latach 70. XIX w., kiedy produkcję soli w tej części złoża zakończono [1]. Po II wojnie światowej łączność z tym rejonem możliwa była tylko z poziomem III za pośrednictwem kanału Leopold-Munch lub z poziomem II n przez poprzeczną Schwind.

## 2. CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNA SZYBIKU, CEL I ZAKRES PRZEWIDYWANYCH ROBÓT

---

Utworzony szybik łączy poziomy II w z II n we wschodniej części kopalni w rejonie Grot Krysztalowych i stanowi drogę transportową dla materiałów koniecznych do wykonania zabezpieczenia szeroko rozumianego rejonu Grot Krysztalowych (zespołów komór Baum, Schmidt i Ferro, Ksawer, Leopold, Schwind). Aktualnie istnieje połączenie szybu materiałowego Kinga z rejonem Grot Krysztalowych tylko przez poziom III. Z poziomu III szybikiem Schwind odbywa się transport materiałów na poziom II n. Wyposażenie szybiku Schwind w urządzenie transportowe zostało zaprezentowane w czasopiśmie *Mining Informatics Automation and Electrical Engineering* nr 2(538) 2019 [2]. Nie ma natomiast połączenia pomiędzy poziomami II n i II w. Transport materiałów w ograniczonym zakresie odbywa się ręcznie pochylniami.

Projektowany szybik o głębokości 22,4 m łączy technologicznie poziom II n z II w, zapewniając tym samym drogę transportu materiałów do omawianego rejonu, tj. z szybiku Schwind do poprzeczni Schwind, następnie przez projektowany szybik na poziom II w do podłużni Baum w kierunku rejonów, gdzie prowa-

dzone są roboty górnicze w celu zabezpieczenia Grot Krysztalowych. Będzie to kontynuacja procesu zmierzającego do zmechanizowania transportu materiałów z poziomu III na poziom IIw w rejonie Grot Krysztalowych. Podstawowe materiały przewidziane do transportu to tarcica, w tym tarcica o długości do 6 mb, oraz materiały sypkie workowane.

#### Dane techniczne szybiku:

- Lokalizacja: wschodnia część Kopalni Soli „Wieliczka”.
- Funkcja: szybik transportowy.
- Gabaryty szybiku: głębokość 22,4 m.
- Przekrój poprzeczny: prostokątny o wymiarach  $3,05 \times 1,80$  m.
- Wyposażenie: przedział transportowy, przedział drabinowy.

### 3. CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW GEOLOGICZNO-PRZYRODNICZYCH I GÓRNICZYCH

#### 3.1. Budowa geologiczna górotworu otaczającego szybik

Złoże w analizowanej partii górotworu wykształcone jest w postaci struktury zwanej kopułą Grot Krysztalowych

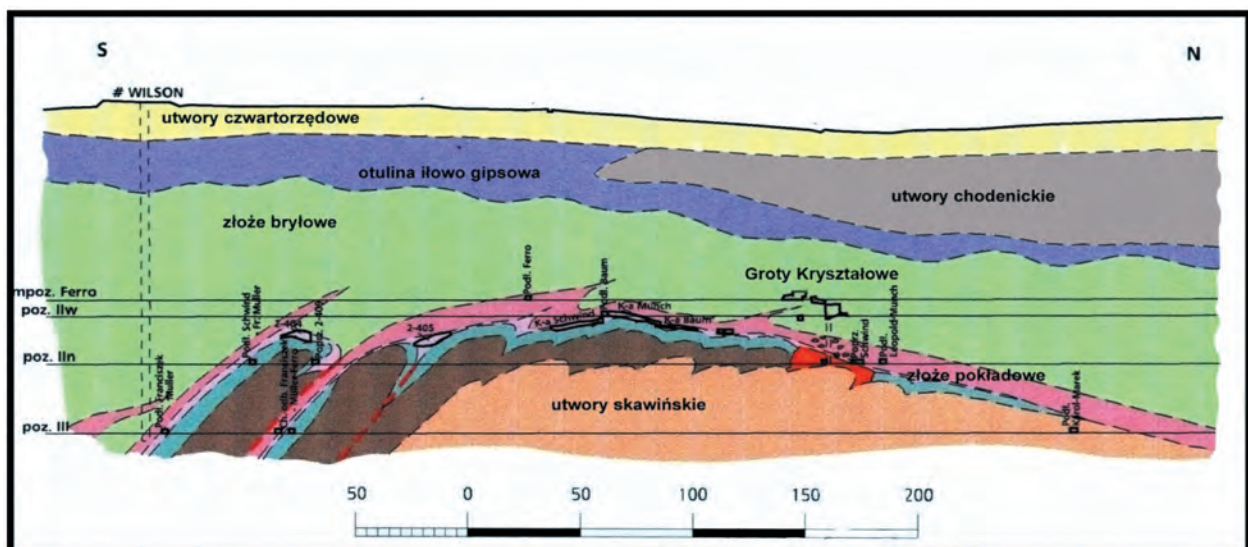
(rys. 1). Jest to antyklinalne wyniesienie, na którego północnym skłonie znajduje się przyrodniczy obiekt. To od niego pochodzi nazwa Groty Krysztalowej. Na uformowanych w antyklinę utworach podsolnych – skawińskich spoczywają utwory złoże pokładowego, a na nich – utwory złoże bryłowego.

Skąły solne oddzielone są od utworów wodonośnych wtórnie wykształconą otuliną ilowo-gipsową. Na nadkład składają się utwory chodenickie, zalegające nad północnym skłonem kopuły. Są one istotne ze względu na zagrożenie wodne wyrobisk kopalni w analizowanym obszarze.

Całość kompleksu przykrywają utwory czwartorzędowe wykształcone w postaci glin polodowcowych z wkładkami zawodnionych pyłów, piasków i żwirów.

Analizowane wyrobiska poziomów IIw oraz IIin rozcinają utwory złoże pokładowego. Odsłaniają się w nich sole spizowe, sól szybikowa oraz sole zielone pokładowe, wśród których jeden ma postać druzgotu z bryłami soli najstarszych. Pod pokładami soli zielonych występuje tzw. piaskowiec podsolny, będący konglomeratem piaskowców, mułowców i ilowców z wkładką tufitową WT3.

W rejonie pod Grotami Krysztalowymi stwierdzono występowanie strefy utworów residualnych powstałych w wyniku ługowania złoże wodami z utworów skawińskich.



Rys. 1. Przekrój przez kopułę Grot Krysztalowych [3]

#### 3.2. Przewidywany profil szybiku

Spąg podłużni Baum w analizowanym rejonie leży na głębokości około 172,5 m n.p.m., zaś spąg poprzeczni Schwind na głębokości około 150,1 m n.p.m.

Projektowany szybik ma mieć zatem głębokość około 22,4 m. W jego profilu należy spodziewać się od wysokości podłużni Baum do wysokości poprzeczni Schwind utworów złoże pokładowego. W podłużni Baum odsłaniają się sole spizowe z przerostami skał

płonnych – iłowców anhydrytowych o miąższości od kilku do kilkunastu centymetrów. Poniżej podłużni Baum (około 1 m) występuje pokład soli szybikowej, który był eksploatowany komorą Baum. Pokład ten ma miąższość około 1–1,2 m.

Sól szybikowa spoczywa na solach zielonych pokładowych. Tworzą one kompleks o miąższości około 5–7 m. Ostatni, leżący najniżej w profilu pokład soli zielonej jest wykształcony w postaci druzgotu, a także utworów residualnych powstałych w efekcie ługowania złoża wodami z utworów podsolnych.

### 3.3. Warunki hydrogeologiczne w analizowanym rejonie

Podłużnia Baum i poprzeczna Schwind w rejonie projektowanego szybiku zaliczone są do I stopnia zagrożenia wodnego. Końcowy, wschodni odcinek podłużni Baum o długości około 30 m zaliczony został do III stopnia zagrożenia wodnego. Także końcowy, północny odcinek poprzeczni Schwind ma III stopień zagrożenia wodnego. Wyrobiska te zostały wykonane w utworach złoża pokładowego – solach zielonych pokładowych, soli szybikowej oraz solach spizowych.

Podłużnia Baum i poprzeczna Schwind zlokalizowane są w obrębie struktury zwanej kopułą Grot Krysztalowych. Ze względu na obecność wód w utworach skałkowych, stwierdzonych w sąsiedztwie analizowanego rejonu, w trakcie wykonywania robót istnieje prawdopodobieństwo pojawienia się wody pod ciśnieniem.

Projektowany szybik o głębokości 22,4 m będzie przecinał utwory złoża pokładowego – sole spizowe, sole szybikowe oraz sole zielone pokładowe. Solanka migruje wzdłuż przerostów skał płonnych w obrębie soli, istnieje zatem możliwość, że w trakcie wykonywania szybiku pojawią się niewielkie dopływy wód, związane z wyciekami rejestrowanymi w najbliższym otoczeniu oraz innymi obserwowanymi zjawiskami wodnymi.

### 3.4. Walory przyrodnicze analizowanego rejonu

Rejon lokalizacji projektowanego szybiku podlega ochronie w postaci:

- otuliny rezerwatu przyrody Groty Krysztalowe,
- stanowisk dokumentacyjnych.

Rezerwat przyrody został ustanowiony rozporządzeniem nr 84/2000 Wojewody Małopolskiego z dnia 11 września 2000 r. (ogłoszenie w Dzienniku Urzędowym Województwa Małopolskiego nr 77, poz. 711,

z dnia 29 września 2000 r.). Według rozporządzenia w skład rezerwatu wchodzi Grota Krysztalowa Dolna (706 m<sup>3</sup>) i Grota Krysztalowa Górna (1000,17 m<sup>3</sup>) wraz z ich otoczeniem w bloku o podstawie 10 400 m<sup>2</sup> i wysokości 44 m sięgającym od poziomu II niższego kopalni do 20 m ponad jej poziom II wyższy. Ponadto rozporządzeniem ustanowiono otulinę podziemną i naziemną rezerwatu.

Sieć stanowisk dokumentacyjnych przyrody nieożywionej została ustanowiona *Rozporządzeniem nr 10 Wojewody Krakowskiego z dnia 6 czerwca 1997 r. w sprawie objęcia ochroną prawną, w formie stanowisk dokumentacyjnych, obiektów geologicznych w Kopalni Soli „Wieliczka”* (ogłoszenie w Dzienniku Urzędowym Województwa Krakowskiego nr 21, poz. 119, z dnia 1 lipca 1997 r.).

Podłużnia Baum na poziomie II wyższym objęta jest stanowiskiem dokumentacyjnym nr 35.B/19. Poprzeczna Schmidt na poziomie II niższym objęta jest stanowiskiem dokumentacyjnym nr 35.B/22.

Z treści powyższych rozporządzeń wynika, że wszelkie prace górnicze projektowane i wykonywane w analizowanych wyrobiskach kopalni wymagają uzgodnienia i zezwolenia stosownych służb wojewody związanych nie tylko z ochroną zabytków, ale także z ochroną środowiska.

Z uwagi na walory przyrodniczo-geologiczne rejonu, w którym będą wykonywane prace, należy zwrócić uwagę wykonawcy, że w przypadku napotkania podczas drążenia szybiku przejawów wtórnej krystalizacji halitu trzeba natychmiast wstrzymać roboty oraz powiadomić służbę geologiczną kopalni.

### 3.5. Istniejący rejon wykonywania planowanych robót

W rejonie planowanych robót na poziomie IIw podłużnia Baum wykonana jest w przekroju prostokątnym w obudowie drewnianej, składającej się z pojedynczych odrzwi i wykładki z desek pól stropowych, szerokość podłużni wynosi około 1,3 m, a rozstaw odrzwi wynosi około 0,5 m (rys. 2 i 3).

Na poziomie IIw rura szybowa projektowanego szybiku przechodzić będzie przez pustkę komory Baum (rys. 4), przebijając strop i spąg komory przy południowym ociosie filara. W rejonie przebicia spągu komory zalega warstwa luźnego urobku o szacowanej grubości około 1,0–1,3 m. W jej stropie występują lokalne odspojenia calizny i widoczne jest zaciskanie komory. Ze względu na zły stan techniczny komory prowadzone są w niej prace zabezpieczające, tj. budowane są kaszty drewniane.



Rys. 2. Podłużnia Baum. Rejon planowanego szybiku. Odslonięcie soli spizowych z przerostami iłowców anhydrytowych. Stan na lipiec 2017 r. [4]



Rys. 3. Podłużnia Baum. Rejon planowanego szybiku. Odslonięcie soli spizowych. Stan na lipiec 2017 r. [4]



Rys. 4. Komora Baum. Stan na listopad 2018 r. [4]

W rejonie planowanych robót na poziomie II n poprzecznia Schwind ma przekrój prostokątny, jest w obudowie drewnianej, składającej się z pojedynczych odrzwi

i wykładki z desek pół stropowych i częściowo ociosowych, szerokość poprzeczni wynosi około 1,5 m, a rozstaw odrzwi około 1,0 m (rys. 5).



Rys. 5. Poprzecznia Schwind. Rejon planowanego szybiku. Stan na lipiec 2017 r. [4]

#### 4. CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNA PROJEKTOWANEGO SZYBIKU

##### 4.1. Lokalizacja projektowanego szybiku i wyrobisk łączących

Projektowany szybik o głębokości 22,4 m łączący pionowo poziom II wyższy z poziomem II niższym znajduje się we wschodniej części kopalni w rejonie przecięcia śladu podłużni Baum na poziomie IIw z poprzeczną Schwind na poziomie IIn i zlokalizowanych pomiędzy poziomami IIw a IIn komór Baum i Ferro. Szybik mieści się poza terenem rezerwatu przyrody „Groty Kryształowe” w granicach otuliny rezerwatu.

Na poziomie IIw nadszybie szybiku i chodnik łączący z podłużnią Baum o przebiegu N – S i długości około 10,7 m znajdują się w caliznie nad filarem komory Baum.

Także w caliznie pod komorą Baum na poziomie IIn ulokowano podszybie szybiku i chodnik łączący z poprzeczną Schwind, o przebiegu NNW – SSE i długości około 20,3 m. W chodniku łączącym podszybie z poprzeczną Schwind przewidziano służbę wentylacyjną z tam deskowych oraz poszerzenie chodnika na tymczasowy skład materiałów. Lokalizację szybiku i chodników łączących szybik z istniejącymi wyrobiskami przedstawiono na rysunku 6.

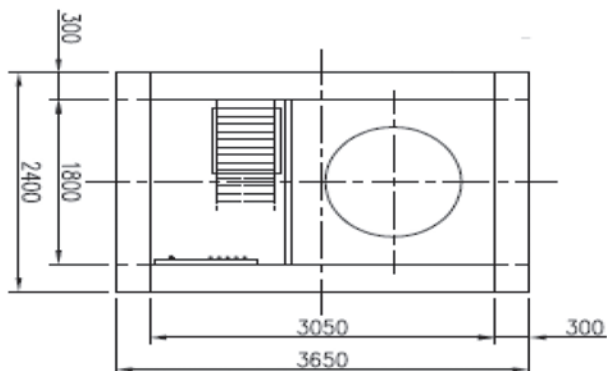


Rys. 6. Usytuowanie planowanych do wykonania wyrobisk

## 4.2. Tarcza szybiku

Tarcza projektowanego szybiku ma przekrój prostokątny o wymiarach w świetle 3,05 m na 1,80 m.

Tarcza projektowanego szybiku zawiera przedział transportowy i przedział drabinowy dla kontroli obudowy szybiku. Elementy przedziału drabinowego zostaną wykonane z kompozytów i stali nierdzewnej, w przedziale drabinowym zamontowane zostaną kabłe i przewody zasilania, sterowania i sygnalizacji. Projektowana obudowa szybiku będzie wieńcowa, drewniana. Tarczę szybiku przedstawiono na rysunku 7.



Rys. 7. Tarcza szybiku

## 4.3. Obudowa szybiku

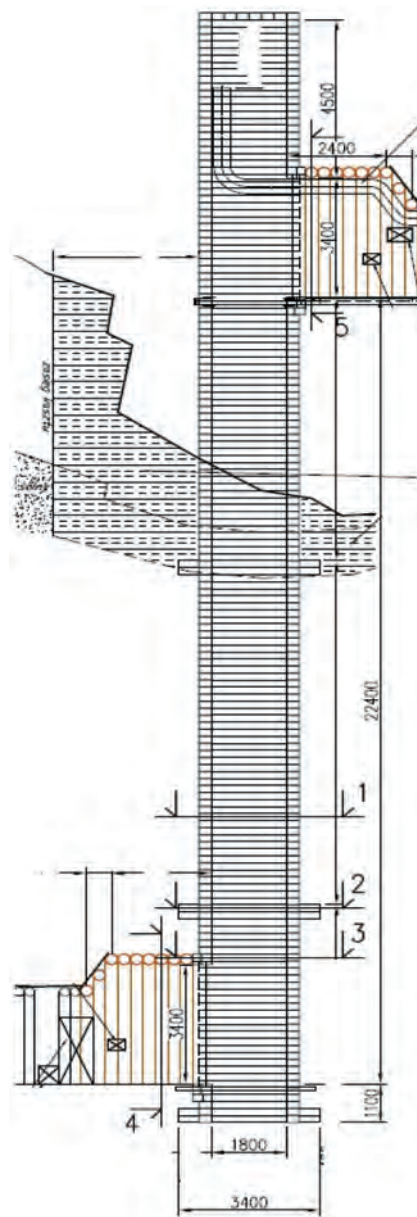
Obudowę rury szybiku projektuje się jako drewnianą ramową (wieńcowa) z belek z litego drewna sosnowego. Wieńce wykonane będą z belek o przekroju prostokątnym i wymiarach 0,2 m × 0,3 m (wysokość × szerokość). W narożach belki łączone będą złączem ciesielskim na nakładkę prostą – na wrąb czołowy pod kątem i dla usztywnienia spięte klamrami ciesielskimi zabijanymi od strony zewnętrznej belek. Przestrzeń pomiędzy obudową drewnianą a wyłomem w celu wypełnienia pustki i stabilizacji wieńców obudowy drewnianej należy wypełnić urobkiem.

Na odcinku przechodzenia rury szybowej przez komorę Baum należy zabezpieczyć strop i ocios komory przez zabudowę kasztu pełnego z belek drewna iglastego o przekroju kwadratowym 0,2 m × 0,2 m. Kaszt należy posadzić na wypoziomowanej i oczyszczonej caliźnie solnej. Szacunkowo przyjęto, że na spągu komory w rejonie planowanych robót zalega około 1,0–1,3 m luźnego urobku.

Włoty szybowe projektuje się jako zamknięte ramy trój-słupowe z belek drewnianych o przekroju 0,3 m × 0,3 m. Do stabilizacji obudowy szybiku przewidziano trzy stopy z wieńców o wydłużonych belkach wieńcowych. Końce belek stopy należy posadzić na caliźnie wyrównanej podlewką z betonu C20/25. Pomiędzy czo-

łem belek a wyłomem należy pozostawić około 15 cm przestrzeni. Górną stopę należy wykonać na wypoziomowanym i oczyszczonym spągu komory Baum.

Konstrukcję oraz elementy obudowy szybiku z włotami przedstawiono na rysunku 8.



Rys. 8. Przekrój pionowy szybiku

## 5. WYPOSAŻENIE SZYBIKU

### 5.1. Przedział drabinowy

Szybik został wyposażony w przedział drabinowy, który umożliwi kontrolę stanu technicznego, jak również przejście pomiędzy poziomami II n i II w. Elementy przedziału drabinowego będą wykonane z materiałów kompozytowych [5], np. EVER P i EVER K.

Wszystkie elementy stalowe przedziału drabinowego będą wykonane ze stali nierdzewnej (stal gat. A4 wg normy 1.4401) [6], w tym głównie drobne elementy łączące, takie jak połączenia śrubowe, kotwy mocujące, wsporniki szybowe. Tym samym przedział drabinowy będzie całkowicie odporny na korozję. Przedział drabinowy składa się z pomostu spoczynkowego, przeznaczonego do odpoczynku w czasie przechodzenia przedziałem drabinowym oraz umożliwiającego przejście z jednej drabiny na drugą osób poruszających się. W pomoście wykonane są otwory zapobiegające zbieraniu się wody, a jego powierzchnia jest antypoślizgowa. Pomost spoczynkowy umocowany jest do ramy wykonanej z ceowników przytwierdzonych do obudowy szybu. Rama ta stanowi również element nośny dla drabiny oraz do zawieszenia przepierzenia, które będzie odgradzało przedział drabinowy od innych części szybu, chroniąc osoby przechodzące przedziałem drabinowym przed upadkiem do szybu. Siatka przepierzenia mocowana jest do ramy skrajnych pomostów za pomocą odpowiednio przygotowanych uchwytów (wykonanych ze stali nierdzewnej), aby uniemożliwić jej odchylenie poza obrys konstrukcji przedziału drabinowego. Zabudowana drabina unieruchomiona jest na obu końcach za pomocą połączenia śrubowego poprzez odpowiednie uchwyty ze stali nierdzewnej. Zabezpiecza to przed możliwością poruszenia się drabiny w trakcie przemieszczania się po niej osób. Szczeble drabiny mocowane są do wzdłużnic przez zgrzewanie w obu ściankach wzdłużnicy, zapewniając pewniejsze mocowanie. Zastosowane elementy w konstrukcji przedziału drabinowego zapewniają możliwość szybkiej wymiany elementów bez stosowania technik spawalniczych. Elementy przedziału drabinowego zapewniają spełnienie wymagań *Rozporządzenia Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych* [7], a także wymogów wytrzymałościowych w zakresie normy PN-G-46222 [8].

## 5.2. Przedział transportowy

Przedział transportowy służy do transportu materiałów. Podstawowymi materiałami przewidzianymi do transportu jest tarcica, w tym deski o długości do 6 mb, oraz materiały sypkie workowane. Nośność urządzenia transportowego wynosi 10 kN.

Materiały będą mogły być transportowane w łańcuchowym koszu transportowym bez prowadzenia. Do przemieszczania kosza przewidziano wciągnik liny. W przypadku materiałów długich, których gaba-

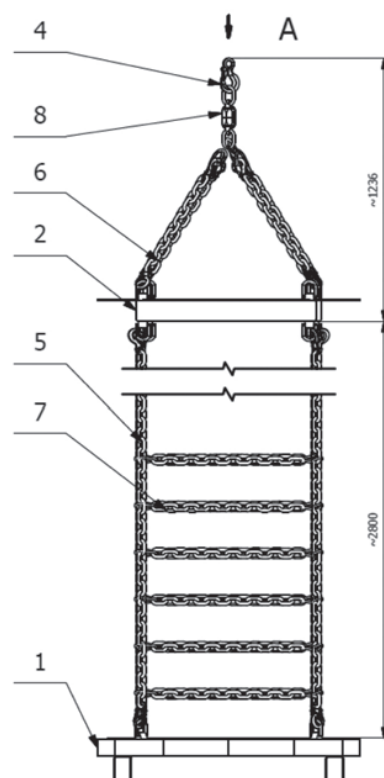
ryty przekraczają rozmiary kosza, istnieje możliwość ich transportu bezpośrednio przez zawiesie na haku wciągnika.

Na poziomie podszybia i nadszybia wejście do przedziału transportowego będzie na każdym poziomie zabezpieczone wrotami dolnymi i górnymi.

W trakcie transportowania materiałów długich zabronione jest przebywanie obsługi w szybiku na poziomie II<sub>n</sub>, pracownicy poziomu II<sub>w</sub> bezwzględnie muszą stosować sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości, czyli przymocowane do stałych elementów konstrukcji szelki bezpieczeństwa z linką bezpieczeństwa i amortyzatorem.

### 5.2.1. Kosz transportowy

Podstawowe elementy kosza transportowego przedstawionego na rysunku 9 to: platforma transportowa (1), cztery sztuki cięgieł łańcuchowych (5), łańcuchy zabezpieczające (7), trawersa ramowa z daszkiem zabezpieczającym (2), zawiesie łańcuchowe czterościenne (6). Kosz zawieszony jest poprzez krętnik łożyskowy (8) na haku wciągnika (4).



Rys. 9. Kosz transportowy

### 5.2.2. Wciągnik transportowy

Głównym elementem wykonawczym układu jest wciągnik liny wyposażony w silnik o mocy maks. 9 kW zasilany napięciem 500 VAC przez przemiennik



częstotliwości. Wciągnik zostanie wyposażony dodatkowo w następujące elementy:

- hamulec elektromagnetyczny (HM1),
- obce chłodzenie (WM1),
- enkoder (CEN),
- czujnik przeciążenia (CPR),
- czujnik maksymalnego rozwinięcia liny (CMR),
- czujnik minimalnego zwinięcia liny (CMZ).

Pozostałymi elementami układu są:

- rozdzielnica zasilająco-sterownicza (RZS1),
- pulpit sterowniczy (PSOD),
- pulpit sterowniczy (PSOG),
- skrzynka pośrednicząca (SKP),
- sygnalizator ostrzegawczy dźwiękowy (SOS1, SOS2),
- sygnalizator optyczny (SOP1, SOP2),
- czujnik otwarcia wrót szybiku (COWD, COWG),
- czujnik wysunięcia podpór kosza (COP),
- rygiel wrót szybiku (EZD, EZG).

Pracą całego układu zarządzają sterowniki PLC umieszczone w rozdzielnicy RZS1 oraz w skrzynce przełączeniowej SKP. Moduły wejściowe i wyjściowe sterownika służą przede wszystkim do obsługi manipulatorów, przycisków, przełączników, czujników i lampek sygnalizacyjnych, a także przez sieć Ethernet sterują pracą falownika zasilającego silnik wciągnika.

Sterowanie urządzeniami wchodzącymi w skład zaprojektowanego układu odbywa się za pomocą pulpitu sterowniczego PSOD oraz PSOG. Pulpit PSOD zostanie umieszczony na poziomie II<sub>n</sub>, natomiast pulpit sterowniczy PSOG na poziomie II<sub>w</sub>. Dodatkowo

na elewacji pulpitów PSOD oraz PSOG znajdują się wyświetlacze LCD, na których wyświetlane są m.in. informacje o pracy wciągnika, stanie czujników oraz ewentualnej awarii układu. Wyświetlacz LCD komunikuje się z sterownikiem PLC za pomocą standardu RS-485 [9].

## 6. ELEMENTY BEZPIECZEŃSTWA TRANSPORTU W SZYBIKU

W celu zapewnienia maksymalnego poziomu bezpieczeństwa dla prac transportowych w szybiku zastosowano następujące elementy bezpieczeństwa:

- podparcia platformy transportowej: stałe na poziomie II<sub>n</sub>, wysuwne na poziomie II<sub>w</sub>,
- daszek nad platformą transportową,
- wrota szybowe ryglowane do przedziału transportowego i drabinowego,
- system sterowania transportem zarządzany sterownikiem PLC,
- system blokad układu bezpieczeństwa pracy wciągarki,
- zabezpieczenie pracy wciągarki za pomocą odpowiednich czujników,
- oświetlenie stacjonarne podszybia i nadszybia.

### 6.1. Blokady

Praca wciągarki została zabezpieczona za pomocą odpowiednich czujników. Poszczególne czujniki oraz ich funkcja zostały opisane w tabeli 1.

**Tabela 1**  
Zestawienie czujników zabezpieczających pracę wciągarki

Nazwa czujnika	Funkcja czujnika	Uwagi
Czujnik otwarcia wrót szybiku dolnych	Zadziałanie czujnika powoduje natychmiastowe zatrzymanie jazdy kosza. Nie jest możliwa jazda kosza w żadnym kierunku	Zatrzymanie jazdy tylko w trybie pracy „z koszem”
Czujnik otwarcia wrót szybiku górnych	Zadziałanie czujnika powoduje natychmiastowe zatrzymanie jazdy kosza. Nie jest możliwa jazda kosza w żadnym kierunku	Zatrzymanie jazdy tylko w trybie pracy „z koszem”
Czujnik wysunięcia podpory kosza	Zadziałanie czujnika powoduje zatrzymanie jazdy kosza w górę	Zatrzymanie jazdy w górę w każdym trybie pracy
Czujnik przeciążenia	Zadziałanie czujnika powoduje zatrzymanie jazdy kosza w górę	Zatrzymanie jazdy w górę w każdym trybie pracy układu
Czujnik maksymalnego rozwinięcia liny	Zadziałanie czujnika powoduje zatrzymanie rozwijania liny	Zatrzymanie rozwijania liny w każdym trybie pracy
Czujnik maksymalnego zwinięcia liny	Zadziałanie czujnika powoduje zatrzymanie zwijania liny	Zatrzymanie zwijania liny w każdym trybie pracy
Czujnik enkodera	Podstawową funkcją enkodera jest kontrola prędkości obrotowej silnika wciągnika – czy jest zgodna z prędkościąadaną. Drugą główną funkcją jest kontrola kierunku obrotów silnika wciągnika, czy są zgodne z kierunkiem zadanym. W przypadku gdy prędkość jazdy przekracza dopuszczalne wartości (np. rozbieg silnika) lub kierunek jazdy jest niezgodny z zadanym (np. mimowolna jazda kosza w dół) następuje zatrzymanie kosza. Dodatkową funkcją enkodera jest możliwość ciągłej kontroli długości rozwinięcia liny	Zadziałanie czujnika jest aktywne w każdym trybie pracy

## 7. PODSUMOWANIE

Dzięki wykonaniu szybiku transportowego z poziomu II<sub>n</sub> na poziom II<sub>w</sub> kopalnia Wieliczka uzyska połączenie poziomów II<sub>w</sub> z II<sub>n</sub> we wschodniej części kopalni w rejonie grot kryształowych. Dzięki temu zapewniona zostanie droga transportowa dla materiałów koniecznych do wykonania zabezpieczenia szeroko rozumianego rejonu Grot Kryształowych (zespołów komór Baum, Schmidt i Ferro, Ksawer, Leopold, Schwind). Aktualnie istnieje połączenie szybu materiałowego Kinga z rejonem grot kryształowych tylko poprzez poziom III. Z poziomu III szybikiem Schwind odbywa się transport materiałów na poziom II<sub>n</sub>. Brak jest połączenia pomiędzy poziomami II<sub>n</sub> i II<sub>w</sub>. Planowany do wykonania szybik o długości około 22,4 m połączy poziom II<sub>n</sub> z II<sub>w</sub>, zapewniając tym samym drogę transportu materiałów do omawianego rejonu, tj. z szybiku Schwind do poprzeczni Schwind, następnie przez projektowany szybik na poziom II<sub>w</sub> do podłużni Baum w kierunku rejonów robót górniczych w celu zabezpieczenia Grot Kryształowych.

Poniższe przedsięwzięcie obejmuje zasilanie oraz sterowanie wciągnikiem do transportu materiałów w szybiku Baum.

Dzięki przedsięwzięciu zostanie podniesiony poziom bezpieczeństwa w wyrobiskach kopalni oraz prac górniczych wykonywanych w omawianym rejonie. Stanie się to dzięki:

- wyeliminowaniu transportu ręcznego materiałów pochylniami i schodami z poziomu II<sub>n</sub> na II<sub>w</sub>,
- mechanizacji robót,
- automatyzacji procesów sterowania urządzeniem transportowym (wciągarką),
- zastosowaniu wielopoziomowych elementów bezpieczeństwa oraz blokad dla prac transportowych w szybiku.

Ponadto znacznie przyspieszy proces zabezpieczania rejonu Grot Kryształowych, co przyczyni się do ochrony tego unikatowego na skalę światową rezerwatu przyrody, a także zredukowane zostaną koszty transportu materiałów z poziomu II<sub>n</sub> na II<sub>w</sub>.

### Literatura

- [1] Charkot J., Skubisz M.: *Studium historyczno-konserwatorskie dla rejonu planowanego wykonania szybiku łączącego podłużnię Baum na poziomie II<sub>w</sub> z poprzeczną Schwind na poziomie II<sub>n</sub> w Kopalni Soli Wieliczka*. MŻK Wieliczka, sierpień 2018.
- [2] Zuski Z., Pasek R., Rożenek Z.: *Equipping the Schwind shaft with transport device*. Mining Informatics Automation and Electrical Engineering 2019, 2(538): 33–38.
- [3] Brudnik K. *Przekrój przez kopulę Grot Kryształowych*. Archiwum działu Mierniczo-Geologicznego K.S. „Wieliczka” S.A., 2000.
- [4] Przybyło J.: *Dokumentacja fotograficzna wyrobisk podłużni Baum, komora Baum, poprzeczni Schwind*. Archiwum działu Mierniczo-Geologicznego K.S. „Wieliczka” S.A., 2017–2018.
- [5] Zuski Z.: *Kompozyty – innowacyjne materiały dla górnictwa*. Szkoła Eksploatacji Podziemnej Międzynarodowa Konferencja Naukowa, Kraków 2021.
- [6] Fundacja Nauka i Tradycje Górnicze z siedzibą: Wydział Inżynierii Łądowej i Gospodarki Zasobami, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie: *Aktualizacja dokumentacji projektowej wykonania szybiku transportowego (wraz z dobudowaniami do szybiku górna i dolna) z podłużni Baum na poziomie II<sub>w</sub> do poprzeczni Schwind na poziomie II<sub>n</sub> kopalni wraz z jego wyposażeniem*. Kraków 2021 [niepublikowane].
- [7] *Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych*. Dz.U. z 2017 r., poz. 1118 z późn. zm.
- [8] Polska Norma PN-G-46222: *Szyby górnicze – Przedziały drabinowe. – Wymagania i badania*.
- [9] Biuro Studiów i Projektów Górniczych w Katowicach: *Projekt techniczny wykonania szybiku wraz z jego wyposażeniem z poz. II<sub>w</sub> na poz. II<sub>n</sub>; z podłużni Baum do poprzeczni Schwind w podziemnej części zakładu Kopalni Soli „Wieliczka”, nr proj. 31022*. Katowice 2018 [niepublikowane].

mgr inż. ZYGMUNT ZUSKI  
Kopalnia Soli „Wieliczka” S.A.  
Park Kingi 1, 32-020 Wieliczka  
zygmunt.zuski@kopalnia.pl