https://doi.org/10.7494/miag.2022.1.549.49

PIOTR URBAŃSKI ARTUR GAWLIK

Rock salt production in O/ZG "Polkowice-Sieroszowice" – a case study

The first works related to the exploration of the salt deposit in O/ZG "Polkowice-Sieroszowice" took place in 1991. At that time, a number of opening-out headings to the salt deposit from the level of the copper ore level were begun. Currently, the total length of the excavations in the salt deposit is approximately 40 km. It should be noted that, depending on the function, the volume of drifts is different, which results from the dimensions of individual excavations. The total volume of drifts in the salt deposit is estimated to be approximately 2.5 million m³. In the Sieroszowice mining area, salt occurs at a depth of 950 m above sea level. In November 2013, the mine obtained a license to extract rock salt from the "Bądzów" deposit (50 years).

Part of the mining activities in the salt deposit are performed mechanically in a chamber system with the use of roadheaders. The applied technology for deposit extraction requires the methodology of headings mining. These headings (chambers) are made in layers, from top to bottom. The target transverse dimensions of the chambers are 15 m × 15 m (width × height) in a variety of lengths. Chambers are separated by inter-chamber pillars 20 m wide. which should ensure the stability of the chambers and the pillars themselves. The remaining works consist of drifts driving with dimensions 7 m × 5 m (width × height).

The mining works carried out so far take place more or less in the middle part of the deposit (understood in terms of thickness), and the excavations created as a result of these works are located in salts with various geomechanical parameters.

Key words: KGHM Polska Miedź S.A., deposit, rock salt, roadheader, exploitation

1. CURRENT STATUS OF SALT EXPLOITATION – BASIC INFORMATION

KGHM Polska Miedź S.A., O/ZG "Polkowice--Sieroszowice" is a mining facility where the main activity is copper ore extraction. Since 1991, under the terms of the deposit exploration concession, the mine has been carrying out mining works within the salt deposit, which is located several dozen meters above the ore deposit. In the Sieroszowice mining area, salt occurs at a depth of 950 m above sea level. In November 2013, the mine obtained a license to extract rock salt from the "Bądzów" deposit (50 years).

At present, the advancement of mining works is about 2.5 million m^3 of voids obtained as a result of about 40 km of access, development and exploitation excavations (Fig. 1).

Currently, single-level rock salt mining takes place in the lower level of the "Bądzów" mining area.

2. DEPOSIT GEOLOGY

The rock salt bed in the "Bądzów" Area is located above the Zechstein base from 20 to 100 m. Directly below it, there is the lower anhydrite with a thickness of 20 to 90 m, and above it, the upper anhydrite with a thickness of 40 to 100 m within the Werra cyclothem (PZ1). The rock salt bed is irregular, with a variable thickness from 21.6 m in the S part of the mining area to 180.1 m in the NE part of the mining area [1]. A characteristic phenomenon of the internal structure of the "Bądzów" rock salt deposit are discontinuous layers of intra salt anhydrite.



Fig. 1. The current state of salt excavations

In the vertical profile, the deposit consists of a series of petrologically diverse salt layers (Figs. 2 and 3). There are three separations of stratigraphic units in the profile of the oldest rock salt in the area of the "Bądzów" deposit. A characteristic feature of the internal structure of the "Bądzów" rock salt deposit is the variable quality of the mineral which is dependent on the mineral composition of the admixtures. There are various types of salt in the rock salt seam (8 petrological types) distinguished in terms of the presence and amount of contaminants in it (Tab. 1). The average NaCl content in the recoverable reserves is 96.26%, the maximum is about 99.5%, and the minimum is 31.10% in the undesirable excesses included in the balance intervals.

A characteristic feature of the oldest rock salt (Na1) bed is its lithological variability depending on the mineral composition of admixtures, the degree of granularity and texture. They are usually mixed, medium and coarse-crystalline salts (with a predominance of medium-crystalline ones), occurring in the form of alternating layers with a thickness of several to several dozen centimeters. The fine crystalline salt is subordinate and overgrowths of brittle – medium crystalline salts are common. Clear salt overgrowths occur sporadically. The different crystalline varieties

are mostly light gray or off-white salts with admixtures of anhydrite-clay substance or fine anhydrite crumbs, locally with predominance or admixtures of medium or coarse-crystalline salt. Coarse-crystalline varieties are generally pure whitish or transparent salts, in which there is lamination (light and darker salt layers) and admixtures of pollutants (anhydrite crumbs and clay substance) and medium and fine crystalline salt.

Generally, the oldest rock salt forms a seam with an extension close to the latitudinal direction (WNW-ESE), with a gentle collapse of the layers at an angle of 3-8 degrees. The seam thickness is highly diversified – from 10.0 m (in the area of its wedging in the south – area S-345a) to about 190.0 m (in the area of the BG-39 well).

Due to the amount and size of the contamination, there are eight petrological types of rock salt.

Additionally, it is necessary to mention the values of the average strength parameters of Zechstein salts occurring in the "Polkowice-Sieroszowice" mine. Namely, the average density is 2.10 Mg/m³, compressive strength: 36 MPa, tensile strength: 1.7 MPa, bending strength: 2.2 MPa. The above data was determined on the basis of archival data from one of the exploratory wells.



Fig. 2. Geological cross-section according to A. Szybist



Fig. 3. Geological transverse section: 1 – Rotliegend; 2 – Zechstein formation; 3 – oldest rock salt (Na1); 4 – Triassic; 5 – Tertiary; 6 – Quaternary; 7 – presumed fault dislocations

Table 1Rock salt petrological types

No	Salt type	Characteristic
1		Pure rock salt (transparent), has a medium-crystalline structure, coarse and large-crystalline, crystals (idiomorphic) are properly formed, have an isometric habit. Disordered texture – disorderly, dense. Occasionally, medium-grained dispersed anhydrite sand occurs between the crystals
	Pure rock salt	
2	Striped rock selt	Striped rock salt is made of gray, light gray, white and pure (transparent) salts, individual salts lie parallel, one above the other. The structure of the striped salt changes continuously from medium-crystalline to coarse-crystalline. Crystals (idiomorphic) are formed correctly, have an isometric habit. The texture is dense, disorderly (non-directional)
	Striped rock salt	
3		Pure rock salt (transparent) has a medium-crystalline structure, coarse and large-crystalline, crystals (idiomorphic) are properly formed, have an isometric habit. Disordered texture – disorderly, dense. Occasionally, medium-grained dispersed anhydrite sand occurs between the crystals
	Light gray rock salt	
4	Dark gray rock salt	Dark gray, gray rock salt, has a medium-crystalline, coarse-crystalline structure, crystals (idiomorphic) are properly formed, have an isometric habit. Disordered texture – disorderly, dense. Occasionally, medium- grained dispersed anhydrite sand occurs between the crystals



3. SALT EXTRACTION METHOD

The "Bądzów" deposit is exploited by underground methods, consisting dry, mechanical and selective mining of salt rock mass. All headings are driven into the rock salt seam.

The model of salt deposit mining assumes:

- minimum thickness of roof safety shelf 15 m,
- minimum thickness of floor safety shelf 10 m,
- minimum thickness of inter-chamber pillar 20 m,
- minimum thickness of inter-level shelf 15 m.

The basic method for the deposit exploitation is a chamber system with chambers transverse dimensions up to $15 \text{ m} \times 15 \text{ m}$, while the headings which are cutting the production block are adapted to the technological needs and are taking into account the technical capabilities of used roadheaders.

The exploitation of the salt deposit is planned to be driven at three levels of chambers, and the size of levels is directly related to the thickness of the deposit and the quality of the salt (Fig. 4).

Sequencing of individual levels within a production block is not imposed.

During development and exploitation in salt deposit, environmental risks may occur, such as: water, heat, gas as well as rock bursts.

Two Zechstein aquifers are located in the vicinity of the rock salt deposit. Above the salt roof there is the water-bearing level of the main dolomite Ca2, below its bottom – the level of limestones and Ca1 dolomites. Both levels are separated from the salt by, respectively, thick and continuous insulating layers – a series of A1g and A1d anhydrites. These levels do not directly threaten mining excavations in salt.

The criterion for assessing heat risk is the presence of a temperature at the workplace, measured with a dry thermometer, not exceeding 43° C and a temperature measured with a wet thermometer, not exceeding 27° C.

Due to the elastic properties of salt, there is no immediate risk of a roof collapse.

Workings unnecessary for the proper functioning of the department should be excluded, fenced off and marked.

The area of the mining activity is not prone to featuring methane, however, in order to detect possible flammable and explosive gases in the salt deposit and to ensure the safety of the staff, preventive measures should be carried out in accordance with the O/ZG "Polkowice-Sieroszowice" Directors directive on: working in conditions of possible occurrence of geodynamic gas phenomena or exceedances of acceptable gas concentrations in headings. Due to possibility of increased concentrations of hydrogen sulfide in the excavations, employees of the salt department are obliged to absolutely have personal protective equipment, i.e. gas masks and half-masks and protective glasses.

The main point of the mining method at a given level consists in the fact that from drifts made in the roof layer of a given level (under the safety shelf – roof or inter-level) chamber with separate ventilation to breaking with main heading and previously made chamber or ventilation drift providing circulating ventilation is made.

Subsequently, the chamber pavement along with the main heading is widened to the dimensions of the chamber width, ie approx. 15 m.

In the second phase, the second and third layers are made (Fig. 4). The target maximum dimension of the excavation is 15 m high and 15 m wide. The length of the chamber depends on the work progress in a given area, mining and geological conditions. Work performance, according to such technology, allows for the full utilization of resources from the chamber and ensures appropriate safe dips on communication routes and proper ventilation.

Salt dust generated during the mechanical processing of muck in the underground processing plant is stocked in previously excavated chambers. Quality salt – anhydrite layers and impurities found in the salt bed, as well as waste from developments, is stored in the chambers or drifts intended for liquidation (Fig. 5). It is assumed that practical tests will continue, filling the operating chambers to the temporary level of 35% of the volume. As further tests are carried out, it is assumed that these chambers will then be filled to the target level.

4. CURRENT MINE OPERATIONS

Today, the exploitation of the rock salt deposit takes place in the central part of the "Bądzów" mining area, while the mining of the copper ore deposit below is currently carried out in the immediate vicinity of the G-53 and G-54 mining fields (Fig. 6). Due to the operation of the above-mentioned divisions under the mining chambers in the salt deposit and the lack of experience in the interaction of these two operations, the extraction of rock salt from the chambers should be limited for technical and organizational reasons.







Fig. 5. Scheme of exploited chamber filling technology



Fig. 6. Salt mining in the background of extracting copper ore divisions

5. USAGE OF SALT GALLERIES FOR AIR DISCHARGE FROM THE COPPER LEVEL DIVISION

The conducted mining works led to the connection of the SW-1 shaft area with the SG-2 shaft area by means of a double-threaded drifts (Ps-0 and Ps-1 galleries). Drifts connection (2017) was an element of the project of discharging used and hot air through the salt deposit to the SG-2 shaft. The workings Ps-1 and Ps-0 from Przecinka 42 to Przecinka 56 were excavated in rock salt. The last stage of mining works was the execution of the Ps-1a ventilation drift from Nn-1 to the SG-2 shaft in anhydrite. The length was 79 m. The ventilation drifts were made with the use of the ATM-105 road header. Previously, a raise was made connecting the copper ore deposit with the salt seam above it – Ps-10 and Ps-11 ventilation drifts (Fig. 7). Through the galleries of the T-359 and W-359, intake air is transported from the SW-4 shaft, which, after passing through the mining field of the G-51 division, and then through the salt workings, goes to the SG-2 exhaust shaft.



Fig. 7. Scheme of the exhaust air flow

Another element of the ventilation network was the construction of a corrugated sheet culvert within the intersecting workings (Fig. 8). The task of the culvert was to separate the used air current from the copper deposit from the air stream used in the workings in the rock salt deposit. The arch span of the culvert is 9.31 m, and its structure is made of corrugated sheet with a 200 mm \times 55 mm corrugation. This type of structure is well known in surface construction, mainly in road and hydraulic engineering, but such structures have never been used in mining construction solutions.

The arch profile was designed according to the Swedish design method (Tab. 2). The structure was heaped with crushed rock salt and this material has a specific weight of 2.1 kN/m³ and an internal friction angle of 39 degrees to 45 degrees.

The steel sheet used for the production of the structure complies with the PN-EN 10025-2:2019-11

and PN-EN 10149-2:2014-02 EN 10025-2: 2007 and EN 10149-2: 2000 standards [3, 4]. The anti-corrosion protection complies with the PN-EN ISO 1461:2011 standard [5]. The salt environment in the chamber does not cause corrosion because the atmosphere is relatively dry (humidity approx. 20%).

Based on the static analyzes, the necessary verification of all strength calculations was made. The following checks were made:

- compressive strength,
- buckling,
- bending resistance,
- load capacity of bolted connections.

One of the basic problems of the design process that had to be taken into account was the process of clamping the workings in the rock salt bed and the impact of the interaction of copper ore mining with the rock salt deposit.



Fig. 8. Corrugated sheet culvert

	Table 2		
Basic geometrical	parameters	of the	structure

Structural solution structure: ground-steel sheet arched structure made of corrugated steel sheets	
Final processing vertical front walls made of EPS blocks (expanded polystyrene)	
Fundament foundation made of flexible, shallow corrugated sheets	
Foundations [m]	9,31
Internal height [m]	5,36
Total length [m]	20
Corrugated profile [mm]	200×55

6. SALT PRODUCTION 1991-2021

At present, the extraction of rock salt amounts to slightly more than 200,000 Mg/year (Fig. 9). In previous years, even more than 500,000 Mg/year were pro-

duced (2012/2013). The mining activity in the salt deposit, carried out for over 20 years, resulted in a measurable effect in the form of extraction in the years 1991–2021 at the level of over 6 million Mg. The weather conditions undoubtedly have an impact on the production volume (warm winters).



Fig. 9. Salt production 1991–2021

7. ROCK SALT PRODUCTION SCHEME

The workings are bored with the use of a mechanical method, through milling, with the use of roadhead--type shearers MB 770 (Fig. 11), ATM 105 (Fig. 12), AM 85 (Fig. 13) by Sandvik. The roadheaders used in salt mining differ in terms of technical parameters. Basic data on this equipment are presented in Table 3. In salt headings which require maintenance due to difficult geological and mining conditions and the reduced cross-section of the workings, a machine with a cutting- milling head (Fig. 14) is used for roof scaling. The excavated material is loaded on Dosan moxy MT-41 and Bell B40D articulated haul trucks (Fig. 15), then transported to a dump box of a retention tank with a capacity of 100 Mg, and from there to an underground processing plant (Fig. 16). In the processing plant, commercial fractions with a grain size above 0.16 mm are separated from the dust fraction and are transported to the surface via a shaft (Fig. 10), in trolleys with a capacity of 9 Mg (Fig. 18). On the other hand, the fraction with particle size below 0.16 mm is a waste in the form of salt dust located in the spaces to be liquidated. On the surface, salt is transported to a storage facility by means of conveyors (Fig. 18) which have a capacity of 70,000 Mg (Fig. 11). KGHM METRACO S.A. is responsible for the sale of salt.



Fig. 10. Salt production scheme (underground)



Fig. 11. Salt production scheme (surface)



Fig. 12. Continuous miner MB 770



Fig. 13. Roadheader ATM 105 IC



Fig. 14. Roadheader AM85



Fig. 15. SWBF-3230-AD scaling truck



Fig. 16. Haul truck



Fig. 17. Salt processing plant



Fig. 18. Salt extraction trolleys



Fig. 19. Rock salt and copper ore conveyor belt

8. MACHINE PARK

The opening, development and exploitation operations in the salt deposit are carried out on the basis of a modern and efficient machine system, which consists of: roadheaders, LHDs, haul trucks. Roadheaders are used for driving drift and chamber workings, as well as for their reconstruction (restoration of the original state) [2]. The list and number of machines currently used for salt mining at the O/ZG "Polkowice-Sieroszowice" is presented in Table 3.

Table 3

List of machines used for salt mining in O/ZG "Polkowice-Sieroszowice"

Machine type	Machine model	Quantity
Roadheader	AM 85P	1
Roadheader	ATM 105IC-P	1
Continuous miner	MB 770	1
Articulated haul truck	DOOSAN DA-30 WIG	1
Articulated haul truck	BELL B40D	3
Articulated haul truck	BELL B40E	1
LHD	LKP-0805C	1
LHD	LKP-0403C	1
LHD	LKP-1601B	1
Fuel and Lubrication Truck	SWPS-4A	1
Scaler	SWBF-3230-AD	1
Crew truck	SWT-Team 14/1,9	1
Crew truck	SWT-Team 10/1,9	1
Crew truck	SWT-Team 20/1,9	1
Utility truck	SWT-Team 20/1.9/PTMK-18	1

Table 4

Basic technical data of roadheaders

Poromotor	Unit	Roadheader model			
i ai anicici		AM 85	ATM 105	MB 770	
Length in transport position	[mm]	14050	20115	13800	
Height	[mm]	3940	4800	4530	
Width	[mm]	5510	6500	7200	
Weight	[t]	90	145	130	
Max. cutting width	[mm]	8000	9100	7200	
Max. cutting height	[mm]	5000	6600	5300	
Average cutting cross-section	[m ²]	40	48	38	
Electric voltage	[W/Hz]	1000/50	1000/50	6000/50	
Power	[kW]	474	542	702	
Cutting picks	[piece]	108	2.72/2.57	2.70	
Transportation system efficiency	[Mg/min]	12	15	36	
travel speed	[m/min]	13,0	15,0	0,15	
Cutting profile	[-]	arched	arched	rectangular	
Excavations basic parameters					
Min. height	[mm]	4140	5000	4900	
Min. width	[mm]	6510	7500	7200	
Max. longitudinal slope	[°]	18	18	15	
Max. transverse slope	[°]	8	5	_	

9. SUMMARY

The current level of rock salt production is a result of the implementation of the deposit exploration project and the capacity/efficiency of the technological line: mining – haulage – processing – shaft output, which do not allow the growing market needs to be fully met. The increasing demand for road salt, better sales logistics, large rock salt resources and the potential use of already existing mining infrastructure facilities justified the need to increase the mining capacity. In the current situation, the salt production plan for 2021–2025 results from the technical and organizational capabilities of the salt division is at the level of 200,000 Mg/year with about 95% NaCl content.

The rock salt resources in the area of the "Polkowice--Sieroszowice" mine are estimated at 2 billion tons, which, given the current level of domestic demand, is sufficient for approximately one thousand years.

References

- Bieniasz J., Pietras J., Sadowski A., Wrzosek J.: Dziesięciolecie pomiarów zaciskania wyrobisk w złożu solnym O/ZG Połkowice-Sieroszowice. Przegląd Solny 2019/2020, 15: 62–67.
- [2] Dymitrowski A., Małys Ł. (red.): Koncepcje biznesowe i strategie rozwoju w branży wydobywczej – studium KGHM Polska Miedź S.A. Wydawnictwo Advertiva, Poznań 2017.
- [3] PN-EN 10025-2:2019-11. Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych – Część 2: Warunki techniczne dostawy stali konstrukcyjnych niestopowych.
- [4] PN-EN 10149-2:2014-02. Wyroby płaskie walcowane na gorąco ze stali o podwyższonej granicy plastyczności do obróbki plastycznej na zimno – Część 2: Warunki techniczne dostawy wyrobów walcowanych termomechanicznie.
- [5] PN-EN ISO 1461:2011. Powłoki cynkowe nanoszone na wyroby stalowe i żeliwne metodą zanurzeniową – Wymagania i metody badań.

PIOTR URBAŃSKI, M.Sc., Eng. ARTUR GAWLIK, M.Sc., Eng. KGHM Polska Miedź S.A. Oddział Zakłady Górnicze "Polkowice-Sieroszowice" Kaźmierzów 100, 59-101 Polkowice, Poland piotr.urbanski@kghm.com

© 2022 Authors. This is an open access publication, which can be used, distributed and reproduced in any medium according to the Creative Commons CC-BY 4.0 License.

PIOTR URBAŃSKI ARTUR GAWLIK

Produkcja soli kamiennej w O/ZG "Polkowice-Sieroszowice" – studium przypadku

Pierwsze prace związane z rozpoznaniem złoża solnego w O/ZG "Połkowice-Sieroszowice" miały miejsce w 1991 r. Rozpoczęto wówczas drążenie szeregu wyrobisk udostępniających złoże solne z poziomu złoża rud miedzi. W chwili obecnej łączna długość wyrobisk górniczych w złożu soli wynosi około 40 km. Należy zaznaczyć, że w zależności od rodzaju wyrobiska ich kubatura jest różna, co wynika z gabarytów poszczególnych wyrobisk. Łączną kubaturę wyrobisk wykonanych w złożu solnym szacuje się na około 2,5 mln m³. W obszarze górniczym Sieroszowice sól występuje na głębokości 950 m p.p.t. W listopadzie 2013 r. kopalnia uzyskała koncesję na wydobywanie soli kamiennej ze złoża "Bądzów" (50 lat). Część robót górniczych w złożu solnym prowadzona jest systemem komorowym, mechanicznie, z wykorzystaniem kombajnów górniczych. Stosowana technologia urabiania złoża narzuca sposób wykonywania wyrobisk. Wyrobiska te (komory) wykonywane są warstwami z góry na dół. Docelowe wymiary poprzeczne komór to 15 m × 15 m

(szer. × wys.) przy zróżnicowanej długości tych wyrobisk. Komory rozdzielone są filarami międzykomorowymi o szerokości 20 m, które powinny zapewnić zachowanie stateczności komór i samych filarów. Pozostałe roboty górnicze polegają na drążeniu wyrobisk korytarzowych o wymiarach 7 m × 5 m (szer. × wys.).

Dotychczas prowadzone roboty górnicze mają miejsce mniej więcej w środkowej partii złoża (rozumiejąc ją jako miąższość), powstałe w wyniku tych robót wyrobiska zlokalizowane są w solach o zróżnicowanych parametrach geomechanicznych.

Słowa kluczowe: KGHM Polska Miedź S.A., złoże, sól kamienna, kombajny chodnikowe, eksploatacja

1. AKTUALNY STAN URABIANIA SOLI – INFORMACJE PODSTAWOWE

KGHM Polska Miedź S.A., O/ZG "Polkowice--Sieroszowice" jest zakładem górniczym, którego zasadniczą działalnością jest eksploatacja rud miedzi. Od 1991 r. w ramach koncesji na rozpoznanie złoża, kopalnia prowadzi roboty górnicze w obrębie złoża solnego, które zalega kilkadziesiąt metrów powyżej złoża rudnego. W obszarze górniczym "Sieroszowice" sól występuje na głębokości około 950 m p.p.t. W listopadzie 2013 r. kopalnia uzyskała koncesję na wydobywanie soli kamiennej ze złoża "Bądzów" (na 50 lat).

W chwili obecnej zaawansowanie robót górniczych to około 2,5 mln m³ pustek uzyskanych na skutek wydrążenia około 40 km wyrobisk udostępniających, przygotowawczych i eksploatacyjnych (rys. 1).

Aktualnie w obrębie obszaru górniczego "Bądzów" prowadzona jest jednopoziomowa eksploatacja złoża soli kamiennej w dolnym poziomie.

2. GEOLOGIA ZŁOŻA

Pokład soli kamiennej w rejonie O/G "Bądzów" zalega nad spągiem cechsztynu od 20 m do 100 m. Bezpośrednio pod nim występuje anhydryt dolny o miąższości od 20 m do 90 m, a nad nim anhydryt górny miąższości od 40 m do 100 m w obrębie cyklotemu Werra (PZ1). Pokład soli kamiennej jest nieregularny o zmiennej miąższości od 21,6 m w części S obszaru górniczego do 180,1 m w części NE obszaru górniczego [1]. Charakterystycznym zjawiskiem budowy wewnętrznej złoża soli kamiennej "Bądzów" są nieciągłe warstwy anhydrytu śródsolnego.



Rys. 1. Aktualny stan wyrobisk solnych

W profilu pionowym złoże składa się z szeregu warstw soli zróżnicowanych petrologicznie (rys. 2 i 3). W obszarze złoża "Bądzów" występują trzy jednostki stratygraficzne w profilu najstarszej soli kamiennej. Charakterystyczną cechą budowy wewnętrznej złoża soli kamiennej "Bądzów" jest zmienna jakość kopaliny. Jest ona uzależniona od składu mineralnego domieszek. W pokładzie soli kamiennej występują różnorodne odmiany soli (osiem typów petrologicznych), wydzielonych pod względem obecności i ilości znajdujących się w niej zanieczyszczeń (tab. 1). Średnia zawartość NaCl w złożu bilansowym wynosi 96,26%, maksymalna około 99,5%, a minimalna 31,10% w płonnych przerostach zaliczonych do interwałów bilansowych.

Cechą charakterystyczną pokładu najstarszej soli kamiennej (Na₁) jest jej zmienność litologiczna w zależności od składu mineralnego domieszek, stopnia ziarnistości i tekstury. Są to przeważnie sole różno-, średnio- oraz grubokrystaliczne (z przewagą średniokrystalicznych), występujące w postaci naprzemianległych warstw o grubości od kilku do kilkudziesięciu centymetrów. Sól drobnokrystaliczna występuje podrzędnie. Powszechne są przerosty soli kruchych – średniokrystalicznych. Sporadycznie występują przerosty soli przeźroczystej. Odmiany różnokrystaliczne to sole przeważnie jasnoszare lub białawe z domieszkami substancji anhydrytowo-ilastej lub drobnymi okruchami anhydrytów, lokalnie z przewagą lub domieszkami soli średnio- lub grubokrystalicznej. Odmiany grubokrystaliczne to sole zazwyczaj czyste – białawe lub przeźroczyste, w których spotykana jest laminacja (przewarstwienia soli jasnej i ciemniejszej) oraz domieszki substancji zanieczyszczających (okruchów anhydrytów i substancji ilastej) oraz soli średnio- i drobnokrystalicznej.

Generalnie najstarsza sól kamienna tworzy pokład o rozciągłości zbliżonej do kierunku równoleżnikowego (WNW-ESE) przy łagodnym zapadaniu warstw pod kątem 3–8 stopni. Miąższość pokładu odznacza się dużym zróżnicowaniem – od 10,0 m (w rejonie jej wyklinowania na południu – rejon S-345a) do około 190,0 m (w rejonie otworu BG-39).

Ze względu na ilość i wielkość występujących zanieczyszczeń wyróżnia się osiem typów petrologicznych soli kamiennej.



Rys. 2. Przekrój geologiczny wg A. Szybista



Rys. 3. Przekrój geologiczny poprzeczny: 1 – czerwony spągowiec; 2 – formacja cechsztyńska; 3 – pokład soli kamiennej najstarszej (Na₁); 4 – trias; 5 – trzeciorzęd; 6 – czwartorzęd; 7 – przypuszczalne dyslokacje uskokowe

Tabela 1

Typy petrologiczne soli kamiennej

Lp.	Rodzaj soli	Charakterystyka
1		Sól kamienna czysta (przeźroczysta) ma strukturę średniokrystaliczną, grubo- i wielkokrystaliczną, kryształy (idiomiorficzne) są wykształcone prawidłowo, mają pokrój izometryczny. Tekstura nieuporządkowana – bezładna, zbita. Sporadycznie między kryształami występuje średnioziarnisty rozproszony piasek anhydrytowy
	Sól kamienna czysta	
2	Sól kamienna pasiasta	Sól kamienną pasiastą tworzą sole szare, jasnoszare, białe oraz czyste (przeźroczyste), poszczególne sole zalegają równolegle jedna nad drugą. Struktura soli pasiastej w sposób ciągły przechodzi od średniokrystalicznej do grubokrystalicznej. Kryształy (idiomorficzne) są wykształcone prawidłowo, mają pokrój izometryczny. Tekstura zbita, bezładna (bezkierunkowa)
		Sól kamienna jasnoszara, harwy jasnoszarej, ma strukture
3		średniokrystaliczną, grubokrystaliczną, kryształy (idiomorficzne) są wykształcone prawidłowo, mają pokrój izometryczny. Tekstura nieuporządkowana – bezładna, zbita. Sporadycznie między kryształami występuje średnioziarnisty rozproszony piasek anhydrytowy
	Sól kamienna jasnoszara	
4	Sél hamiana ajamanan	Sól kamienna ciemnoszara, barwy szarej, ma strukturę średniokrystaliczną, grubokrystaliczną, kryształy (idiomorficzne) są wykształcone prawidłowo, mają pokrój izometryczny. Tekstura nieuporządkowana – bezładna, zbita. Sporadycznie między kryształami występuje średnioziarnisty rozproszony piasek anhydrytowy
	Soi kamienna ciemnoszara	

	Tabela 1 cont.				
Lp.	Rodzaj soli	Charakterystyka			
5	Sól kamienna zanieczyszczona substancją ilastą	Sól kamienną, zanieczyszczoną substancją ilastą i sporadycznie skupieniami lub smużkami anhydrytu, cechuje barwa jasnoszara i szara, miejscami zmętniona, o strukturze średniokrystalicznej. Kryształy (idiomorficzne) są wykształcone prawidłowo, mają pokrój izometryczny. Tekstura nieuporządkowana – bezładna, zbita. Zanieczyszczenia występują w formie pojedynczych okruchów anhydrytu do 3 cm wielkości i rozproszonego średnioziarnistego piasku oraz substancji ilastej w formie smużek, kłaczków i rozproszonej. Piasek i substancja ilasta znajdują się wewnątrz kryształów i w przestrzeniach między nimi			
6	Sól kamienna z laminami lub drobnymi skupieniami i okruchami anhydrytu	Sól kamienna z laminami lub drobnymi skupieniami i okruchami anhydrytu składa się z soli czystej, białej i szarej, które cechują się strukturą średniokrystaliczną, kryształami (idiomorficznymi) wykształconymi prawidłowo o pokroju izometrycznym, teksturze nieuporządkowanej. Warstwy soli są miąższości do 80 mm. Między nimi występują anhydryty oraz substancja ilasta w formie: – lamin o miąższości od 1 mm do 5 mm, tworząc tekstury laminowe proste i faliste; – wstęg anhydrytowych oraz ilastych (zespoły lamin od 10 mm do 30 mm), tworząc teksturę wstęgową. Pojedyncze laminy zbudowane są z samego anhydrytu z niewielkim udziałem substancji ilastej i anhydrytowo-solnej			
7	Sól kamienna zanieczyszczona substancją ilastą z warstewkami lub licznymi okruchami anhydrytu	Sól kamienną zanieczyszczoną substancją ilastą z warstewkami lub licznymi okruchami anhydrytu tworzą sole jasnoszare, szare, miejscami przeźroczyste, które mają strukturę średnio-, grubo- i wielkokrystaliczną, z kryształami (idiomorficznymi) wykształconymi prawidłowo o pokroju izometrycznym, teksturze nieuporządkowanej – bezładnej, zbitej. W solach występują anhydryty w formie lamin (2–3 mm), powyginanych skór, ostrokrawędzistych okruchów (do 10 mm), średnio- i gruboziarnistego piasku, substancja ilasta w formie wysepek, kłaczków oraz rozproszonej (piasek i substancja ilasta występuje w przestrzeniach między kryształami). Często laminy łączą się w zespoły i wtedy miąższość ich może dochodzić do 60 mm. Miąższość soli pomiędzy laminami anhydrytów wynosi od 50 mm do 150 mm. Na granicach lamin sól ulega odspojeniu. Ułożenie okruchów anhydrytu jest zazwyczaj bezładne, ale zdarza się ułożenie kierunkowe			
8	Sól kamienna z grubymi przerostami anhydrytu	Sól kamienna z grubymi przerostami anhydrytu, szara i ciemnoszara, cechuje się strukturą średniokrystaliczną, kryształami (idiomorficznymi) wykształconymi prawidłowo o pokroju izometrycznym, teksturze nieuporządkowanej – bezładnej, zbitej. W solach występują anhydryty w formie okruchów (od 30 mm do 200 mm), powyginanych "skór" (do 40 mm), rozproszonego piasku drobnoziarnistego oraz sporadycznie rozproszona substancja ilasta (piasek i substancja ilasta występują w przestrzeniach między kryształami). Okruchy anhydrytu występują w postaci okrągłych, elipsoidalnych, a czasem również ostrokrawędzistych fragmentów. Niektóre fragmenty anhydrytu są spękane, szczeliny są wypełnione solą. Ułożenie okruchów anhydrytowych jest zazwyczaj bezładne, ale zdarza się ułożenie kierunkowe			

Dodatkowo należy wspomnieć o wartościach średnich parametrów wytrzymałościowych soli cechsztyńskich występujących w O/ZG "Polkowice-Sieroszowice". Mianowicie średnia gęstość wynosi 2,10 Mg/m³, wytrzymałość na ściskanie: 36 MPa, na rozciąganie: 1,7 MPa, na zginanie: 2,2 MPa. Powyższe dane zostały określone na podstawie archiwalnych pomiarów z jednego z otworów rozpoznawczych.

3. SYSTEM WYBIERANIA ZŁOŻA

Złoże "Bądzów" eksploatowane jest metodą podziemną polegającą na suchym, mechanicznym, selektywnym urabianiu calizny solnej. Wszystkie wyrobiska prowadzone są w pokładzie soli kamiennej.

Model rozcięcia złoża solnego zakłada:

- minimalną miąższość stropowej półki bezpieczeństwa – 15 m,
- minimalną miąższość spągowej półki bezpieczeństwa – 10 m,
- minimalną szerokość filarów międzykomorowych 20 m,
- minimalną grubość półki międzypoziomowej 15 m.

Podstawowym systemem eksploatacji złoża jest system komorowo-filarowy o wymiarach poprzecznych komór do 15 m \times 15 m, natomiast wyrobiska korytarzowe rozcinające blok eksploatacyjny dostosowane będą do potrzeb technologicznych i uwzględniać będą możliwości techniczne użytkowanych kombajnów.

Eksploatację złoża soli przewiduje się prowadzić na trzech poziomach komór, przy czym wielkość poziomów będzie związana bezpośrednio z miąższością złoża oraz jakością soli (rys. 4).

Nie narzuca się kolejności wybierania poszczególnych poziomów w obrębie bloku eksploatacyjnego. Straty systemu komorowo-filarowego sięgają około 83%.

Podczas drążenia i eksploatacji złoża soli kamiennej mogą wystąpić naturalne zagrożenia: wodne, klimatyczne, gazowe oraz wyrzutami gazu i skał.

W otoczeniu złoża soli kamiennej znajdują się dwa poziomy wodonośne cechsztynu. Powyżej stropu soli zalega poziom wodonośny dolomitu głównego Ca₂, poniżej jego spągu – poziom wapieni i dolomitów Ca₁. Obydwa poziomy oddzielone są od soli odpowiednio miąższymi i ciągłymi warstwami izolującymi – seriami anhydrytów A1g i A1d. Poziomy te nie zagrażają bezpośrednio wyrobiskom górniczym prowadzonym w soli kamiennej.

Kryterium oceny zagrożenia klimatycznego jest występowanie na stanowisku pracy temperatury mierzonej termometrem suchym nie większej niż 43°C i temperatury mierzonej termometrem wilgotnym nieprzekraczającej 27°C.

Ze względu na plastyczne właściwości soli nie występuje bezpośrednie zagrożenie zawałowe. Wyrobiska zbędne do prawidłowego funkcjonowania oddziału należy wyłączyć z ruchu, wygrodzić i oznakować.

Rejon prowadzonych robót nie jest metanowy, niemniej w celu wykrycia ewentualnego zagrożenia gazami palnymi i wybuchowymi w złożu soli i zapewnienia bezpieczeństwa załogi należy prowadzić profilaktykę zgodnie z "Zarządzeniem Kierownika Ruchu Zakładu Górniczego O/ZG Polkowice-Sieroszowice w sprawie: prowadzenia robót górniczych w warunkach możliwości wystąpienia zjawisk gazogeodynamicznych lub przekroczeń wartości dopuszczalnych stężeń gazów w wyrobiskach". Ze względu na możliwość wystąpienia w przekrojach wyrobisk zwiększonych stężeń siarkowodoru, pracowników oddziału solnego zobowiązuje się do bezwzględnego noszenia przy sobie środków ochrony indywidualnej, tj. masek i półmasek przeciwgazowych oraz okularów ochronnych.

Istota sposobu wybierania w danym poziomie polega na tym, że z przekopów zostaje wykonany w warstwie przystropowej danego poziomu (pod półką bezpieczeństwa – stropową lub międzypoziomową) chodnik komorowy z wentylacją odrębną do zbicia pomiędzy chodnikiem zbiorczym a komorami wcześniej wykonanymi lub chodnikiem wentylacyjnym w celu zapewnienia wentylacji obiegowej. Następnie wykonany chodnik komorowy wraz z chodnikiem zbiorczym jest poszerzony do wymiaru szerokości komory, tj. około 15 m.

W drugiej fazie zostaje wykonana II i III warstwa (rys. 4). Docelowy maksymalny wymiar wyrobisk to 15 m wysokości i 15 m szerokości. Długość komory zależy od rozcinki w danym rejonie i warunków górniczogeologicznych. Wykonanie robót wg takiej technologii pozwala na pełne wyeksploatowanie zasobów z komory oraz zapewnia odpowiednie bezpieczne upady na drogach komunikacyjnych i właściwą wentylację.

Pył solny powstały podczas przeróbki mechanicznej urobku w podziemnym zakładzie przeróbczym jest umieszczony we wcześniej wykonanych wyrobiskach. Urobiona sól pozagatunkowa – przewarstwienia anhydrytu i zanieczyszczenia napotkane w pokładzie soli, a także skała płonna z robót udostępniającoprzygotowawczych jest lokowana w wykonanych wyrobiskach komorowych lub przeznaczonych do likwidacji chodnikach (rys. 5). Zakłada się kontunuowanie prób praktycznego wypełniania komór eksploatacyjnych do tymczasowego poziomu 35% objętości. W miarę prowadzenia dalszych prób zakłada się późniejsze wypełnienie tych komór do poziomu docelowego.



Rys. 4. Schemat technologii wykonania komory eksploatacyjnej



4. OBECNE ROBOTY GÓRNICZE

Eksploatacja złoża soli kamiennej odbywa się dzisiaj w centralnej części obszaru górniczego "Bądzów", natomiast eksploatacja złoża rud miedzi zlegającego poniżej jest aktualnie prowadzona w bezpośrednim sąsiedztwie oddziału wydobywczego G-53 i G-54 (rys. 6). Z uwagi na prowadzenie robót eksploatacyjnych wyżej wymienionych oddziałów pod komorami eksploatacyjnymi w złożu soli i brak doświadczeń we wzajemnym oddziaływaniu tych dwóch eksploatacji należy ze względów techniczno-organizacyjnych ograniczyć pozyskiwanie soli kamiennej z komór.



Rys. 6. Wyrobiska solne na tle oddziałów wydobywających rudę miedzi

5. WYKORZYSTANIE WYROBISK SOLNYCH DO ODPROWADZENIA POWIETRZA Z ODDZIAŁU Z POZIOMU RUDY MIEDZI

Prowadzone prace górnicze doprowadziły do połączenia wyrobiskami chodnikowymi w układzie dwunitkowym (chodnik Ps-0 i Ps-1) rejonu szybu SW-1 z rejonem szybu SG-2. Zbicie wyrobisk (2017 r.) stanowiło element realizacji projektu odprowadzania zużytego i gorącego powietrza przez złoże soli do szybu SG-2. Wyrobiska Ps-1 i Ps-0 od Przecinki 42 do Przecinki 56 drążone były w soli kamiennej. Ostatnim etapem robót górniczych było wykonanie Przekopu wentylacyjnego Ps-1a od wn-1 do szybu SG-2 w anhydrycie. Długość wynosiła 79 m. Przekopy wentylacyjne były wykonane przy użyciu kombajnu chodnikowego ATM-105. Wcześniej wykonano szybik łączący złoże rudy miedzi ze znajdującym się nad nim pokładem soli – przekopy wentylacyjne Ps-10 i Ps-11 (rys. 7).



Rys. 7. Schemat wylotowego prądu powietrza

Poprzez wyrobiska T-359 i W-359 uzyskano dopływ świeżego powietrza z szybu SW-4, które po przejściu przez pole eksploatacyjne oddziału G-51, a następnie wyrobiskami w soli trafia do szybu wydechowego SG-2.

Kolejnym krokiem w tworzeniu sieci wentylacyjnej było wykonanie przepustu z blachy falistej w obrębie krzyżujących się wyrobisk (rys. 8). Zadaniem przepustu było odseparowanie prowadzonego ze złoża miedzi prądu zużytego powietrza od prądu powietrza przewietrzającego wyrobiska w złożu soli kamiennej. Rozpiętość łuku przepustu wynosi 9,31 m, a jego konstrukcja jest wykonana z blachy falistej o karbowaniu 200 mm × 55 mm. Konstrukcja tego typu jest doskonale znana w budownictwie powierzchniowym, głównie w budownictwie drogowym oraz hydrotechnicznym, jednak nigdy dotąd nie wykorzystywano tego typu konstrukcji w rozwiązaniach z zakresu budownictwa górniczego.

Profil łuku został zaprojektowany według szwedzkiej metody projektowania (tab. 2). Konstrukcja została podsypana skruszoną solą kamienną. Materiał ten ma

VBH11

ciężar właściwy 2,1 kN/m³ i kąt tarcia wewnętrznego od 39 stopni do 45 stopni.

Blacha stalowa użyta do produkcji konstrukcji odpowiada normom PN-EN 10025-2:2019-11 i PN-EN 10149-2:2014-02 [3, 4]. Zabezpieczenie antykorozyjne jest zgodne z normą PN-EN ISO 1461:2011 [5]. Środowisko solne w komorze nie powoduje korozji, ponieważ panuje tam względnie sucha atmosfera (wilgotność ok. 20%).

Na podstawie analizy statycznej dokonano koniecznej weryfikacji wszystkich obliczeń wytrzymałościowych. Wykonano następujące sprawdzenia:

- nośność na ściskanie,
- wyboczenie,
- nośność na zginanie,
- nośność połączeń śrubowych.

Jednym z podstawowych problemów procesu projektowego, który musiał być uwzględniony, był proces zaciskania wyrobisk w pokładzie soli kamiennej oraz wpływ wzajemnego odziaływania eksploatacji złoża rudy miedzi i złoża soli kamiennej.



Rys. 8. Przepust z blachy falistej

Tabela 2 Podstawowe parametry geometryczne konstrukcji		
Rozwiązanie strukturalne	grunt – blacha stalowa konstrukcja łukowa ze stalowych blach falistych	
Obróbka końcowa	pionowe ściany czołowe z bloczków EPS (ekspandowany polistyren)	
Fundament	fundament z elastycznych, płytkich blach falistych	
Rozpiętość wewnętrzna [m]	9,31	
Wysokość wewnętrzna [m]	5,36	

6. WYDOBYCIE SOLI W LATACH 1991–2021

Całkowita długość [m]

Profil falisty [mm]

W chwili obecnej wydobycie soli kamiennej sięga nieco ponad 200 tys. Mg/rok (rys. 9). W latach poprzednich (2012 i 2013 r.) produkowano nawet ponad 500 tys. Mg/rok. Prowadzone od ponad 20 lat roboty górnicze w złożu soli dały w latach 1991–2021 wymierny efekt w postaci wydobycia na poziomie ponad 6 mln Mg. Niewątpliwie wpływ na wielkość wydobycia mają warunki atmosferyczne (ciepła zima).

 $\frac{20}{200 \times 55}$



Rys. 9. Wydobycie soli kamiennej w latach 1991-2021

7. SCHEMAT PRODUKCJI SOLI KAMIENNEJ

Wyrobiska są drążone metodą mechaniczną – frezowania z zastosowaniem chodnikowych kombajnów ramionowych MB 770 (rys. 11), ATM 105 (rys. 12), AM 85 (rys. 13) firmy Sandvik. Kombajny wykorzystywane podczas urabiania soli różnią się pod względem parametrów technicznych. Podstawowe dane dotyczące kombajnów przedstawiono w tabeli 3. W wyrobiskach solnych, które wymagają odtworzenia ze względu na trudne warunki geologiczno-górnicze i zmniejszony przekrój poprzeczny wyrobisk, wykorzystywana jest maszyna do obrywki stropu z głowicą urabiająco-frezującą (rys. 14). Urobek ładowany jest na transportowe wywrotkowe wozy przegubowe typu DOOSAN MOXY MT-41 oraz BELL B40D (rys. 15), skąd dalej jest odstawiany na kratę zasypową do zbiornika retencyjnego o pojemności 100 Mg, a stamtąd do podziemnego zakładu przeróbczego (rys. 16). W zakładzie przeróbczym frakcje handlowe o uziarnieniu powyżej 0,16 mm są oddzielane od frakcji pylistej i transportowane szybem na powierzchnię (rys. 10) wozami o pojemności 9 Mg (rys. 18). Natomiast frakcja o uziarnieniu poniżej 0,16 mm to odpad w postaci pyłu solnego składowanego w przestrzeniach przeznaczonych do likwidacji. Na powierzchni przenośnikami (rys. 18) sól transportowana jest do magazynu o pojemności 70 tys. Mg (rys. 11). Za sprzedaż soli odpowiada KGHM METRACO S.A.



Rys. 10. Schemat produkcji soli kamiennej (pod ziemią)



Rys. 11. Schemat produkcji soli kamiennej (na powierzchni)



Rys. 12. Kombajn MB 770



Rys. 13. Kombajn ATM 105 IC



Rys. 14. Kombajn AM85



Rys. 15. Maszyna SWBF-3230-AD samojezdny wóz do obrywki



Rys. 16. Wóz odstawczy



Rys. 17. Zakład przeróbki soli



Rys. 18. Wozy do wydobywania soli



Rys. 19. Przenośniki do transportu rudy miedzi i soli kamiennej

8. PARK MASZYNOWY

Prowadzenie robót udostępniających, przygotowawczych i eksploatacyjnych w złożu solnym odbywa się z wykorzystaniem nowoczesnego i wydajnego mechanicznego systemu urabiania złoża, na co składają się: kombajny chodnikowe, ładowarki łyżkowe, wozy odstawcze. Kombajny chodnikowe wykorzystywane są do drążenia wyrobisk chodnikowych oraz komorowych, a także ich przebudowy (odtworzenia stanu pierwotnego) [2]. Wykaz i liczbę maszyn wykorzystywanych obecnie do urabiania soli w O/ZG "Polkowice-Sieroszowice" zamieszczono w tabeli 3.

Tabela 3	
Zestawienie maszyn wykorzystywanych do urabiania s	soli w O/ZG "Polkowice-Sieroszowice"

Rodzaj maszyny	Typ maszyny	Liczba maszyn
Kombajn do soli	AM 85P	1
Kombajn do soli	ATM 105IC-P	1
Kombajn do soli	MB 770	1
Wóz transportowy wywrotkowy oponowy przegubowy (wozidło)	DOOSAN DA-30 WIG	1
Wóz transportowy wywrotkowy oponowy przegubowy (wozidło)	BELL B40D	3
Wóz transportowy wywrotkowy oponowy przegubowy (wozidło)	BELL B40E	1
Ładowarka łyżkowa kołowa przegubowa	LKP-0805C	1
Ładowarka łyżkowa kołowa przegubowa	LKP-0403C	1
Ładowarka łyżkowa kołowa przegubowa	LKP-1601B	1
Wóz paliwowo-smarowniczy	SWPS-4A	1
Obrywak	SWBF-3230-AD	1
Wóz do transportu załogi	SWT-Team 14/1,9	1
Wóz do transportu załogi	SWT-Team 10/1,9	1
Wóz do transportu załogi	SWT-Team 20/1,9	1
Wóz techniczny	SWT-Team 20/1.9/PTMK-18	1

W/ allac <i>44</i>	Indu ortho	Typ kombajnu			
wielkość	Jeunostka	AM 85	ATM 105	MB 770	
Długość w położeniu transportowym	[mm]	14 050	20 115	13 800	
Wysokość	[mm]	3940	4800	4530	
Szerokość	[mm]	5510	6500	7200	
Ciężar	[t]	90	145	130	
Maks. szerokość urabiania	[mm]	8000	9100	7200	
Maks. wysokość urabiania	[mm]	5000	6600	5300	
Średni przekrój urabiania	[m ²]	40	48	38	
Napięcie elektryczne	[W/Hz]	1000/50	1000/50	6000/50	
Moc zainstalowana	[kW]	474	542	702	
Liczba noży skrawających	[szt.]	108	2.72/2.57	2.70	
Wydajność systemu transportowego	[Mg/min]	12	15	36	
Prędkość jazdy	[m/min]	13,0	15,0	0,15	
Profil urabiania	[-]	łukowy	łukowy	prostokątny	
Podstawowe parametry wyrobisk					
Min. wysokość	[mm]	4140	5000	4900	
Min. szerokość	[mm]	6510	7500	7200	
Maks. nachylenie wzdłużne	[°]	18	18	15	
Maks. nachylenie poprzeczne	[°]	8	5	-	

 Tabela 4

 Podstawowe dane techniczne kombajnów

9. PODSUMOWANIE

Dotychczasowy poziom produkcji soli kamiennej był wynikiem realizacji projektu rozpoznania złoża i zdolności/wydolności ciągu technologicznego: urabianie – odstawa – przeróbka – wydobycie szybem, co nie pozwalało w pełni zaspokoić rosnących potrzeb rynkowych. Wzrastające zapotrzebowanie na sól drogową, coraz lepsza logistyka sprzedaży, dysponowanie dużymi zasobami soli kamiennej i możliwość wykorzystania już istniejących urządzeń infrastruktury kopalnianej uzasadniało potrzebę zwiększenia zdolności wydobywczych. W obecnej sytuacji plan produkcji soli na lata 2021–2025 wynika z możliwości techniczno-organizacyjnych oddziału solnego i kształtuje się na poziomie 200 tys. Mg/rok przy zawartości około 95% NaCl.

Zasoby soli kamiennej w obszarze kopalni "Polkowice-Sieroszowice" szacuje się na 2 mld Mg, co przy obecnym poziomie krajowego zapotrzebowania wystarczy na około tysiąc lat.

Literatura

- Bieniasz J., Pietras J., Sadowski A., Wrzosek J.: Dziesięciolecie pomiarów zaciskania wyrobisk w złożu solnym O/ZG Polkowice-Sieroszowice. Przegląd Solny 2019/2020, 15: 62–67.
- [2] Dymitrowski A., Małys Ł. (red.): Koncepcje biznesowe i strategie rozwoju w branży wydobywczej – studium KGHM Polska Miedź S.A. Wydawnictwo Advertiva, Poznań 2017.
- [3] PN-EN 10025-2:2019-11. Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych – Część 2: Warunki techniczne dostawy stali konstrukcyjnych niestopowych.
- [4] PN-EN 10149-2:2014-02. Wyroby płaskie walcowane na gorąco ze stali o podwyższonej granicy plastyczności do obróbki plastycznej na zimno – Część 2: Warunki techniczne dostawy wyrobów walcowanych termomechanicznie.
- [5] PN-EN ISO 1461:2011. Powłoki cynkowe nanoszone na wyroby stalowe i żeliwne metodą zanurzeniową – Wymagania i metody badań.

mgr inż. PIOTR URBAŃSKI mgr inż. ARTUR GAWLIK KGHM Polska Miedź S.A. Oddział Zakłady Górnicze "Polkowice-Sieroszowice" Kaźmierzów 100, 59-101 Polkowice piotr.urbanski@kghm.com