

RAJMUND HORST
JAN ZDZIEBKO

Mechanization and automation in the production processes of Polska Grupa Górnicza S.A.

In Polska Grupa Górnicza S.A., actions are still being taken to mechanize and automate work, striving to increase production efficiency and reduce the physical burden on miners. Mechanization of works covers further areas which enable the process of automation of underground mining processes. The article presents the leading solutions in the field of mechanization and automation in mine transport, the mechanization of sharing and auxiliary works, and the remote control of belt conveyors and main switchboards.

The article also contains a description of the work carried out which support automation processes: activities in the standardization of the equipment of longwall systems, pressure monitoring of powered supports, wireless communication, electronic identification of production assets, and the visualization of the operating parameters of machines and devices.

Key words: *hard coal production, mining machines, mechanization, automation*

1. INTRODUCTION

Due to the increasing challenges faced by economic entities in the hard coal mining industry, technical support is required to achieve such solutions that guarantee the achievement of the assumed technical and economic indicators by the user. The optimization of production costs is one of the key tasks faced by managing and supervising hard coal mine operations. The constant search for the best solution to achieve the set goal requires the management of each level to use effective methods and means of operation. Mechanization, automation, and computerization of the production process ensure the effective implementation of activities that will enable the planned organizational and economic effects to be achieved at the mining operation stage [1]. The control and monitoring systems, adapted and learned, are increasingly widely used in industrial practice. The techniques of the Internet of Things (IoT) and

direct communication machine to machine (M2M) increasingly affect the structure and functionality of control systems used, shaping the idea of Industry 4.0. IoT-compatible control systems use intelligent communication networks, often with a high degree of complexity, connecting individual components, modules, actuators and sensors [2].

Polska Grupa Górnicza S.A. operates in increasingly difficult mining and geological conditions which require the use of new technical solutions to ensure the safety of employees while increasing the efficiency of the coal mining process.

Observing the modern industry, one can see yet another factor determining the orientation of enterprises to increase the degree of automation and mechanization, namely the growing personnel costs of employees. This encourages the effective use of their working time by relieving the workload in hazardous, monotonous and repetitive works as well as in simpler ones.

This all encourages investing in learning how to use modern machines and devices and adding staff equipped with knowledge and skills which are not only related to mining, electrical engineering and machine construction. Currently, the required competencies relate to fields such as: electronics, information technology, automation, telecommunications, robotics or mechatronics [3].

The activities of PGG S.A. aimed at improving the production process through mechanization and automation focus on the following areas:

- mechanization:
 - mine transport,
 - release and preparation works;
- building an environment conducive to process automation:
 - standardization of longwall equipment,
 - monitored pressures in powered support sections,
 - Energomechanical Supervision Center,
 - visualization and control of production processes,
 - wireless connectivity;
- automation:
 - central haulage control,
 - visualization and control of switchgear.

2. THE AREAS OF MECHANIZATION AT PGG

2.1. Mine transport

In general, transport is a set of activities consisting of moving goods in time and space using appropriate means of transport. Transport optimization is an important factor in the mine's production process; therefore, the tasks of managers include finding solutions to such problems as:

- optimization of transport routes,
- minimization of transport costs,
- selection of the appropriate type of transport,
- ensuring the continuity of the production process, minimizing disruptions in the supply process, timely and reliable material deliveries.

Mining transport is inextricably linked with the exploitation process. Moreover, we deal with the transport of materials, machines, devices, output and,

above all, people. This can be divided into three chains:

- horizontal transport on the surface, including loading of necessary materials and equipment in warehouses and their transport to the pit,
- vertical transport (pulling) through a mining shaft,
- horizontal transport from the pit at the bottom of the mine to the mining face and to other regions participating in the deposit exploitation [4].

2.1.1. Transport of machines, devices and materials

In Polska Grupa Górnicza S.A., underground transport along the main transport roads and to face-walls with built-up routes is carried out by means of suspended railways. Moreover, shaft and departmental transport are supported with shunting tractors, with Polska Grupa Górnicza S.A. using 54 manoeuvring tractors in comparison to 28 in 2017.

2.1.2. Crew transport

Work optimization is closely related to the implementation of numerous logistical advancements in its various aspects affecting improvement of the production process efficiency. Many of them allow the saving of time and energy expended by employees having to reach remote areas. Therefore, efforts are being made to modernize belt conveyors in the rapid transport of workers to and from distant workplaces. Currently, there are 28 conveyors adapted for the transport of people in the mines of PGG S.A., compared with 18 in 2019.

2.2. Release and preparation works

The size of the preparatory and access works has a significant impact on the mining capacity of individual hard coal mines. Ensuring adequate advance in face works is an important factor in the entire production process. Of particular importance from the economic and technical point of view is the performance of the release works without excessive advance and yet with great daily progress. For this it is necessary to carry out works with the use of roadheaders at optimal power for the given cross-sections of the excavation and the parameters of the excavated rocks.

Currently, gallery drilling at PGG S.A. is carried out in 85% with the use of roadheaders, while the remaining 15% of the work is carried out with the use of blasting agents. In 2017, this ratio was 78% and 22%, respectively. Depending on the size of the roadway support in which the excavation is to be drilled and the geological structure of the road in which the roadheader will be processed, the Company uses four classes of roadheaders as presented in Table 1.

Floor loaders are used when drilling the corridor workings with the shooting technique, where removing fragments of gangue and coal from the sidewalls and the ceilings required. These are self-propelled machines based on a tracked chassis with an electro-hydraulic drive, in which all control functions are performed hydraulically. Currently, PGG S.A. uses 49 floor loaders in access and support works.

Table 1
Percentage of individual classes of roadheaders working at PGG S.A.

Roadheaders class by PGG	Engine power in the cutting head [kW]	Percentage [%]
A	min. 100	41
B	min. 130	33
C	min. 150	16
D	min. 200	10

An essential element in ensuring the continuity of the mine's production process is maintaining the already existing corridor workings in a technical condition, guaranteeing the required dimensions which will maintain appropriate airflow and communication for the transport of ore and materials. These works are performed using the kinds of floor loaders commonly used in Polish coal mining. They are used for floor collection, loading works in pavements, and pulling up materials in various places of the mining infrastructure [5].

Along with the progress, manufacturers provide more advanced solutions in face works using wheel drives. PGG S.A. uses two mining machines on a wheeled chassis with a combustion engine under the trade name ROBO-KOP. The mobile multi-purpose truck is used in corridor faces that are not equipped with electrical or pneumatic installations and used, among others, for transporting material and output.

3. BUILDING AN ENVIRONMENT CONDUCTIVE TO PROCESS AUTOMATION

3.1. Standardization of the equipment of longwall systems

Polska Grupa Górnicza SA, on the basis of through its Zakład Remontowo-Produkcyjny, is implementing the standardization process of mechanized longwall supports, as well as for longwall face scraper conveyors and under-wall scraper conveyors.

3.1.1. Standardization of mechanized longwall supports

The standardization process of mechanized longwall supports is being carried out with regard to the structure of the support components and power hydraulics.

Zakład Remontowo-Produkcyjny PGG S.A. (Repair and Production Plant), based on the analysis of the needs of the mines for mechanized longwall supports, has developed three main geometric ranges of the supports' operation:

- 1.2–2.4 m,
- 1.5–3.5 m,
- 1.9–4.1 m.

The above division of the range covers 90% of the Company's needs.

3.1.2. Standardization of longwall and under-wall scraper conveyors

The standardization process of the longwall and under-wall scraper conveyors is carried out in relation to the structure of the gutters of the scraper conveyors.

Based on the property status analysis and the available technical solutions, two standards for longwall and under-wall scraper conveyors were defined, and the geometry parameters of the gutter were used in them.

Longwall and under-wall scraper conveyors:

- class 800,
- class 1000.

3.2. Monitored pressures in powered support sections

The deteriorating operating conditions make it difficult to use machines and devices in longwall systems

in a fully automated system. This forces the search for solutions that will guarantee the achievement of the assumed production rates while maintaining the maximum safety of the crew and the effective use of the machines during operation. In order to ensure the required safety in the operation process, it is necessary to secure the newly selected spaces and to ensure the proper support of the ceiling in the longwall workings. These requirements are fulfilled at PGG S.A. by using powered supports with a pressure monitoring system.

At the PGG S.A. mines, 22 pressure monitoring systems are used for monitoring the pressure in the piston cavities of the powered supports in both passive and active versions.

The passive system enables the visualization of pressure in the supports of the powered support, and a graphic and tabular form of the pressure changes in individual sections is presented based on these data. Meanwhile, an active system, like the passive one, allows one to fully visualize the pressure in the section stands and to automatically increase the pressure to the assumed value.

3.3. Ergomechanical Supervision Centers. Visualization and control of production processes

The proper operation of machines and devices requires central supervision, which is carried out at PGG S.A. through the Ergomechanical Dispatching Centers on monitors and large-format synoptic boards on which information is presented graphically in the form of conventional pictograms, unit symbols, and using mostly backlit and digital displays.

Monitoring the course of the production process in a mine is one of the most important ways of obtaining information about events occurring in this process. This issue is significant concerning machines and devices operating in a given or automated mode, for which monitoring, registration, and subsequent reproduction of the actual parameters of the production process are vital. These data can be obtained directly from measuring devices, control devices, steering devices, or measurements performed by specialized mining services. Information from the monitoring of production processes is processed and archived directly at the collection point. Some of them are also archived in the domain programs of the SZYK 2 system and in the data, warehouse supervised

by Zakład Informatyki i Telekomunikacji PGG S.A. (Department of Information Technology and Telecommunications).

3.4. Wireless connectivity

The mining of individual coal seams is increasingly deeper, with mining areas located at greater distances from the shafts. Such conditions make it necessary to look for and apply modern solutions in connection and communication in mines. The types of connection used so far, including in the mine underground railway – trolafeon connection using an electric traction slide wire, shaft connection using a hoist line or wired systems used in mine rescue are being systematically replaced by more modern wireless systems.

In underground transport systems, ensuring the connection between the operators of means of transport and the keeper is crucial to ensuring effective transport and the safety of people on the routes of transport. When conducting a rescue operation, it is necessary to ensure the people managing the operation at various levels and the rescue teams. In such situations, a reliable connection system guarantees effectiveness and safety.

New available solutions in the field of wireless connection increase the level of safety and facilitate and accelerate the work of mining crews, thus increasing their efficiency. PGG S.A. mines have underground and shaft wireless connection systems of nearly 113 km length based on radiating cables or antennas with access points (only 89 km in 2019). Due to the considerable pressure on the high degree of reliability of the designed devices, the currently manufactured devices are characterized by high durability and resistance to external conditions.

4. AUTOMATION AREAS AT PGG S.A.

4.1. Central haulage control

In recent years, the departure from dispersed control systems of belt conveyors in favour of systems for central haulage management has continued. Modern monitoring and control systems for mine operation in the vast number of cases take into account the operation of conveyors in terms of fluidity of the haulage, as well as their start-up and braking. Currently, the

Company's mines use over 100 belt conveyors using remote or central control (66 conveyors in 2019).

4.2. Visualization and control of switchgears

At PGG S.A. the remote control of switchgear is still being implemented in order to ensure the desired results are attained. The only limitation in this aspect are related to implementation cost. Currently, there are over 49 switching stations with remote control in use.

5. CONCLUSIONS

Thanks to the mechanization and automation of production processes, combined with data processing, exchange and archiving, Polska Grupa Górnicza S.A. has become an enterprise using proven modern solutions.

It should be stated that increasing the level of automation and mechanization in hard coal production is necessary for maintaining the competitiveness of underground mining.

The key factors determining automation include ensuring an increase in production efficiency and the environment for underground mining – environmental conditions of natural hazards, legal restrictions on the adaptation of devices from other industries. The current personnel changes are of great importance. The declining human potential, primarily related to mining and knowing its specific nature, and a significant increase of the labour costs, generate greater emphasis on the implementation of new solutions, but at the same time, causes difficulties related to recruiting appropriately qualified employees.

In addition, the unique nature of mines and their threats determines the purposeful and individual approach to solutions that may be used in mining, a factor which may hinder and certainly slow down the modernization process of the broadly understood machinery park in hard coal mines.

According to one of the leading consulting companies, the market of automated technologies is growing at a rate of over 40% annually, and by 2027 it is expected to reach a value of over USD 25 billion. PGG S.A. aims to exploit the potential of automation but it is clearly discernible that the pace of the creation of proven modern mining industrial solutions is insufficient. This is undoubtedly a huge challenge for scientific-research units and managers responsible for the improvement of production and logistics processes in the mining industry.

References

- [1] Kicki J., Jarosz J., Sobczyk E., Saługa P., Dyczko A. (red. nauk.): *Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej 2005*. Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków 2005 (Sympozja i Konferencje nr 64).
- [2] Stankiewicz K., Jasiulek D., Jagoda J., Jura J.: *Rozproszone systemy sterowania maszyn i urządzeń górniczych*. *Maszyny Górnicze* 2016, 3: 54–66.
- [3] Gierlotka S.: *Rozwój elektryfikacji kopalń węgla kamiennego*. *Hereditas Minariorum* 2016, 3: 225–236.
- [4] Fuksa D., Wilkosz A.: *Organizacja transportu poziomego w systemie logistycznym kopalni węgla kamiennego*. *Logistyka* 2015, 4: 8850–8855.
- [5] Konsek R., Deja P.: *Nowe rozwiązanie układu zasilająco-sterującego górniczej maszyny mobilnej*. *Maszyny Górnicze* 2018, 4: 67–77.

RAJMUND HORST, M.Sc., Eng.

JAN ZDZIEBKO, M.Sc., Eng.

Polska Grupa Górnicza S.A.

ul. Powstańców 30, 40-039 Katowice, Poland

j.zdziebko@pgg.pl

RAJMUND HORST
JAN ZDZIEBKO

Mechanizacja oraz automatyzacja w procesach produkcyjnych Polskiej Grupy Górniczej S.A.

W Polskiej Grupie Górniczej S.A. w dalszym ciągu podejmowane są działania na rzecz mechanizacji i automatyzacji prac dążące do wzrostu efektywności produkcji oraz zmniejszenia obciążenia fizycznego górników. Mechanizacja prac obejmuje kolejne obszary, umożliwiając proces automatyzacji procesów eksploatacji podziemnej. W artykule przedstawiono wiodące obszary rozwiązań w zakresie mechanizacji i automatyzacji w obszarze transportu kopalnianego, mechanizacji robót udostępniających i pomocniczych, zdalnego sterowania przenośnikami taśmowymi oraz rozdzielniami głównymi. Artykuł zawiera również opis realizowanych prac sprzyjających procesom automatyzacji: działania w obszarze standaryzacji wyposażenia kompleksów ścianowych, monitoring ciśnienia sekcji obudów zmechanizowanych, łączność bezprzewodową, elektroniczną identyfikację majątku produkcyjnego, wizualizacje parametrów pracy maszyn i urządzeń.

Słowa kluczowe: *produkcja węgla kamiennego, maszyny górnicze, mechanizacja, automatyzacja*

1. WSTĘP

Coraz większe wyzwania, przed jakimi stają podmioty gospodarcze w górnictwie węgla kamiennego, spowodowały, że wymagane jest wsparcie techniczne pozwalające osiągnąć takie rozwiązania, które dają użytkownikowi gwarancję uzyskania założonych wskaźników techniczno-ekonomicznych. Optymalizacja kosztów produkcji jest jednym z kluczowych zadań stawianych przed osobami kierownictwa oraz dozoru ruchu kopalni węgla kamiennego. Ciągłe poszukiwanie najkorzystniejszego rozwiązania do osiągnięcia założonego celu wymaga od kierownictwa każdego szczebla stosowania skutecznych metod i środków działania. Mechanizacja, automatyzacja oraz informatyzacja procesu produkcyjnego pozwala zapewnić skuteczną realizację działań, które umożliwią uzyskanie zaplanowanych efektów organizacyjnych i ekonomicznych na etapie prowadzenia eksploatacji górniczej [1].

Systemy sterowania i monitoringu, zdolne do adaptacji i uczenia się, są coraz szerzej stosowane w praktyce przemysłowej. Techniki internetu rzeczy (IoT – *Internet of Things*) oraz komunikacji bezpośredniej maszyna do maszyny (M2M – *Machine to Machine*) coraz mocniej wpływają na strukturę i funkcjonalność systemów sterowania stosowanych w maszynach, kształtując przy tym ideę Przemysłu 4.0 (Industry 4.0). Systemy sterowania zgodne z IoT wykorzystują inteligentne sieci komunikacyjne, często o dużym stopniu komplikacji, łącząc poszczególne podzespoły, moduły, elementy wykonawcze i sensory [2].

Polska Grupa Górnicza S.A. prowadzi eksploatację w coraz trudniejszych warunkach górniczo-geologicznych, które wymagają stosowania nowych rozwiązań technicznych pozwalających zapewnić bezpieczeństwo pracowników przy jednoczesnym zwiększeniu efektywności procesu wydobywania węgla.

Obserwując współczesny przemysł, można dostrzec jeszcze inny czynnik determinujący ukierunkowanie

przedsiębiorstw na zwiększenie stopnia automatyzacji i mechanizacji. Jest to wzrost kosztów osobowych pracowników, co wymusza efektywne wykorzystanie ich czasu pracy przez odciążanie w pracach niebezpiecznych, monotonnych i powtarzających się oraz w pracach prostych.

Wymusza to inwestowanie w naukę obsługi nowoczesnych maszyn i urządzeń oraz rozszerzenie kadr o pracowników posiadających wiedzę i umiejętności związane nie tylko z górnictwem, elektrotechniką i budową maszyn. Aktualnie pożądane kompetencje dotyczą takich dziedzin nauki, jak: elektronika, informatyka, automatyka, telekomunikacja, robotyka czy mechatronika [3].

Działania PGG S.A. mające na celu usprawnienie procesu produkcji poprzez mechanizację i automatyzację koncentrują się w następujących obszarach:

- mechanizacja:
 - transport kopalniany,
 - roboty udostępniające i przygotowawcze;
- budowa środowiska sprzyjającego automatyzacji procesów:
 - standaryzacja wyposażenia ścianowego,
 - monitorowane ciśnienie w sekcjach obudowy zmechanizowanej,
- Centrum Nadzoru Energomechanicznego:
 - wizualizacja i sterowanie procesami produkcyjnymi,
 - łączność bezprzewodowa;
- automatyzacja:
 - centralne sterowanie odstawa,
 - wizualizacja i sterowanie rozdzielniami.

2. OBSZARY MECHANIZACJI W PGG

2.1. Transport kopalniany

W ujęciu ogólnym transport to zespół czynności polegających na przemieszczaniu w czasie i przestrzeni dóbr z wykorzystaniem odpowiednich środków transportu. Optymalizacja transportu jest istotnym czynnikiem w procesie produkcyjnym kopalni, dlatego też do zadań menadżerów należy rozwiązanie takich problemów jak:

- optymalizacja tras przewozowych,
- minimalizacja kosztów transportu,
- dobór odpowiedniego rodzaju transportu,
- zapewnienie ciągłości procesu produkcyjnego, minimalizacja zakłóceń w procesie zaopatrzenia, terminowość i niezawodność dostaw materiałowych.

Transport kopalniany jest nierozzerwalnie związany z procesem eksploatacyjnym, mamy do czynienia ponadto z transportem materiałów, maszyn, urządzeń, urobku i przede wszystkim ludzi. Można go podzielić na trzy ogniwa:

- transport poziomy na powierzchni obejmujący załadunek niezbędnych materiałów oraz urządzeń w magazynach i ich przewóz do podszybia,
- transport pionowy (ciągnięcie) szybem wydobywczym,
- transport poziomy od podszybia na dole w kopalni do przodka eksploatacyjnego i w inne rejony współuczestniczące w eksploatacji złoże [4].

2.1.1. Transport maszyn, urządzeń i materiałów

W Polskiej Grupie Górniczej S.A. transport dołowy po głównych drogach przewozowych oraz do przodków, które mają zabudowane trasy realizowany jest za pośrednictwem kolejek podwieszanych, ponadto transport przyszybowy i oddziałowy wspierany jest przy wykorzystaniu ciągników manewrowych. Aktualnie Polska Grupa Górnicza S.A. użytkuje 54 ciągniki manewrowe przy 28 w roku 2017.

2.1.2. Transport załogi

Optymalizacja pracy ma ścisły związek z wdrożeniem szeregu usprawnień logistycznych w jego różnych aspektach wpływających na polepszenie efektywności procesu produkcji. Wiele z nich pozwala na zaoszczędzenie czasu oraz energii, którą niejednokrotnie pracownicy muszą wydatkować na dojście w odległe rejony. Dlatego też dokłada się starań, by modernizować przonośniki taśmowe w zakresie szybkiego transportu pracowników do odległych miejsc pracy i z powrotem.

Aktualnie w kopalniach PGG S.A. użytkowanych jest 28 przonośników przystosowanych do jazdy ludzi w porównaniu z 18 w roku 2019.

2.2. Roboty udostępniające i przygotowawcze

Wielkość robót przygotowawczo-udostępniających ma zasadniczy wpływ na zdolności wydobywcze poszczególnych kopalń węgla kamiennego. Zapewnienie odpowiedniego wyprzedzenia w prowadzonych robotach przodkowych jest istotnym czynnikiem w całym procesie produkcyjnym. Szczególne znaczenie

z punktu widzenia ekonomicznego, ale i techniczne- go ma prowadzenie robót udostępniających bez nad- miernego wyprzedzenia z dużym postępowaniem do- bowym, do czego niezbędne jest prowadzenie robót z wyko- rzystaniem kombajnów chodnikowych o optymalnej mocy dla danych przekrojów wyrobiska oraz parame- trów urabianych skał.

Obecnie w PGG S.A. drążenie wyrobisk korytarzo- wych realizowane jest w 85% przy wykorzystaniu kombajnów chodnikowych, a 15% – robót prowadzo- nych z użyciem środków strzałowych. Odpowiednio w 2017 roku było to 78% i 22%.

W zależności od wielkości obudowy chodnikowej, w jakiej ma być drążone wyrobisko, oraz od struktury geologicznej calizny, w jakiej będzie urabiał kombajn chodnikowy, w spółce wykorzystywane są cztery klasy kombajnów przedstawione w tabeli 1.

Tabela 1

Udział procentowy poszczególnych klas kombajnów chodnikowych pracujących w PGG S.A.

Klasa kombajnu wg PGG	Moc silnika w głowicy urabiającej [kW]	Udział procentowy [%]
A	min. 100	41
B	min. 130	33
C	min. 150	16
D	min. 200	10

Podczas drążenia wyrobisk korytarzowych techni- ką strzelniczą, gdzie wymagane jest usunięcie frag- mentów skały płonnej i węgla z ociosów oraz stropu, stosowane są spągoładowarki. Są maszynami samo- bieżnymi opartymi na podwoziu gąsienicowym o na- pędzie elektrohydraulicznym, w którym wszystkie funkcje sterownicze realizowane są na drodze hydrau- licznej. Obecnie PGG S.A. użytkuje 49 spągoładowa- rek w robotach udostępniających i pomocniczych.

Istotnym elementem zapewniającym ciągłość pro- cesu produkcyjnego kopalni jest utrzymanie już ist- niejących wyrobisk korytarzowych w stanie technicz- nym zapewniającym wymagane gabaryty, które zagwarantują odpowiedni przepływ powietrza oraz komunikację dla transportu urobku i materiałów. Prace te wykonywane są przez spągoładowarkipow- szechnie stosowanaw polskim górnictwie węglowym. Służą do pobierki spągu, prac załadowniczych w chod- nikach i do podciągania materiałów w różnych miej- scach infrastruktury kopalnianej [5].

Wraz z postępowaniem producenci dostarczają bardziej zaawansowanych rozwiązań w zakresie prowadzenia robót przodkowych, stosując w nich napędy kołowe. PGG S.A. użytkuje dwie maszyny górniczena podwo- ziu kołowym z napędem spalinowym pod nazwą handlową ROBOKOP. Mobilny wóz wielofunkcyj- ny wykorzystywany jest w przodkach korytarzowych niewyposażonych w instalacje elektryczne lub pneu- matyczne między innymi do transportu materiału i urobku.

3. BUDOWA ŚRODOWISKA SPRZYJAJĄCEGO AUTOMATYZACJI PROCESÓW

3.1. Standaryzacja wyposażenia kompleksów ścianowych

Polska Grupa Górnicza S.A. za pośrednictwem Zakładu Remontowo-Produkcyjnego, należącego do spółki, wdraża proces standaryzacji obudów zmecha- nizowanych oraz przenośników ścianowych i podścia- nowych.

3.1.1. Standaryzacja obudów zmechanizowanych

Proces standaryzacji obudów ścianowych realizo- wany jest w szczególności w odniesieniu do konstruk- cji podzespołów obudowy oraz hydrauliki siłowej.

Zakład Remontowo-Produkcyjny PGG S.A. na podstawie analizy zapotrzebowania kopalni na obudo- wy ścianowe opracował trzy główne zakresy geome- tryczne ich pracy:

- 1,2–2,4 m,
- 1,5–3,5 m,
- 1,9–4,1 m.

Powyższy podział zakresu obudów zabezpiecza w 90% potrzeby spółki.

3.1.2. Standaryzacja obudów zmechanizowanych

Proces standaryzacji przenośników ścianowych i podścianowych realizowany jest w odniesieniu do konstrukcji rynien przenośników zgrzeblowych.

Na podstawie analizy stanu majątkowego oraz do- stępne rozwiązania techniczne określono po dwa standardy przenośników zgrzeblowych ścianowych i podścianowych oraz parametry geometryczne rynny w nich stosowanej.

Przenośniki zgrzeblowe ścianowe:

- klasa 800,
- klasa 1000.

3.2. Monitorowanie ciśnień w sekcjach obudowy zmechanizowanej

Pogarszające się warunki eksploatacyjne są czynnikiem utrudniającym wykorzystanie maszyn i urządzeń w kompleksach ścianowych w układzie pełnej automatyzacji. Wymusza to poszukiwania rozwiązań, które zagwarantują uzyskanie założonych wskaźników wydobycia przy utrzymaniu maksymalnego bezpieczeństwa załogi i efektywnego wykorzystania maszyn podczas eksploatacji. Dla zapewnienia wymaganego bezpieczeństwa w procesie eksploatacji niezbędne jest zabezpieczenie nowo wybranych przestrzeni oraz zapewnienie prawidłowego podparcia stropu w wyrobiskach ścianowych. Spełnienie tych wymagań realizowane jest w PGG S.A. dzięki zastosowaniu obudowy zmechanizowanej z systemem monitorowania ciśnienia.

W kopalniach PGG S.A. użytkowane są 22 systemy monitorowania ciśnienia w przestrzeniach podtłokowych stojaków obudowy zmechanizowanej w wersji pasywnej i aktywnej.

System pasywny umożliwia wizualizację ciśnienia w stojakach obudowy zmechanizowanej i na podstawie tych danych prezentowana jest forma graficzna i tabelaryczna zmiany ciśnienia w pojedynczych sekcjach.

System aktywny umożliwia podobnie jak pasywny pełną wizualizację ciśnienia w stojakach sekcji oraz pozwala na automatyczne dobijanie ciśnienia do założonej wartości.

3.3. Centra nadzoru energomechanicznego. Wizualizacja i sterowanie procesami produkcyjnymi

Prawidłowa praca maszyn i urządzeń wymaga centralnego nadzoru, co realizowane jest w PGG S.A. przez dyspozytornie energomechaniczne na monitorach oraz wielkoformatowych tablicach synoptycznych, na których informacje są przedstawiane w sposób graficzny w postaci umownych piktogramów, jednostkowych symboli w większości podświetlanych oraz wyświetlaczy cyfrowych.

Monitorowanie przebiegu procesu produkcyjnego w kopalni jest jednym z ważniejszych sposobów uzyskiwania informacji o zdarzeniach występujących w tym procesie. Zagadnienie to jest szczególnie istotne w odniesieniu do maszyn i urządzeń pracujących w trybie zadanym lub zautomatyzowanym, dla których bardzo ważne jest monitorowanie, rejestracja i późniejsze odtwarzanie rzeczywistych parametrów procesu produkcyjnego. Dane te mogą być uzyskiwane bezpośrednio z urządzeń pomiarowych, aparatury kontrolnej, urządzeń sterujących lub z pomiarów wykonywanych przez wyspecjalizowane służby kopalniane. Informacje z monitorowania procesów produkcyjnych przetwarzane są i archiwizowane bezpośrednio w miejscu ich pozyskania. Część z nich jest też archiwizowana w programach dziedzicznych systemu SZYK 2 oraz w hurtowni danych nadzorowanej przez Zakład Informatyki i Telekomunikacji PGG S.A.

3.4. Łączność bezprzewodowa

Eksploatacja poszczególnych pokładów węgla sięga coraz głębiej, a obszary wydobywcze zlokalizowane są w coraz większej odległości od szybów. Tak zaistniałe warunki powodują konieczność szukania i stosowania w kopalniach nowoczesnych rozwiązań w dziedzinie łączności i komunikacji. Stosowane do tej pory rodzaje łączności, w tym między innymi w kopalnianej kolei podziemnej – łączność trolejfonowa, wykorzystująca przewód ślizgowy trakcji elektrycznej, łączność w szybie wykorzystująca linię wyciągową lub też przewodowe systemy stosowane w ratownictwie górniczym są systematycznie zastępowane nowocześniejszymi systemami bezprzewodowymi.

W systemach transportu podziemnego łączność pomiędzy operatorami środków transportu a dysponentem jest kluczowa do zapewniania efektywnego transportu oraz bezpieczeństwa ludzi znajdujących się na drogach. Podczas prowadzenia akcji ratowniczej konieczne jest zapewnienie świadomości sytuacyjnej osób kierujących akcją na poszczególnych szczeblach, a zastępami ratowniczymi – tu również niezawodny system łączności jest gwarantem skuteczności i bezpieczeństwa.

Dostępne na świecie nowe rozwiązania w zakresie łączności bezprzewodowej zwiększają poziom bezpieczeństwa, a dodatkowo ułatwiają i przyspieszają pracę załóg górniczych, zwiększając tym samym ich

efektywność. Kopalnie PGG S.A. posiadają łącznie blisko 113 km długości/zasięgu dołowych oraz szybowych systemów łączności bezprzewodowej opartych na kablu promieniującym lub antenach wraz z punktami dostępowymi (89 km w roku 2019). Duży nacisk na wysoki stopień niezawodności projektowanych urządzeń spowodował, że obecnie produkowane urządzenia charakteryzują się dużą trwałością i odpornością na działanie warunków zewnętrznych.

4. OBSZARY AUTOMATYZACJI W PGG S.A.

4.1. Centralne sterowanie odstawą

W ostatnich latach kontynuowane jest odchodzenie od układów sterowania rozproszonego przenośników taśmowych na rzecz systemów do centralnego zarządzania odstawą urobku. Nowoczesne układy monitorowania i sterowania pracą kopalni w zdecydowanej liczbie przypadków uwzględniają pracę przenośników pod względem płynności odstawy urobku oraz ich rozruchu i hamowania. Aktualnie kopalnie spółki użytkują ponad 100 przenośników taśmowych wykorzystujących zdalne/centralne sterowanie (66 przenośników w 2019 roku).

4.2. Wizualizacja i sterowanie rozdzielniami

W PGG S.A. w dalszym ciągu wdrażane jest zdalne sterowanie rozdzielniami, które przynosi pożądane efekty. Jedynym ograniczeniem w tym zakresie są koszty realizacji.

Aktualnie użytkowanych jest ponad 49 rozdzielni ze zdalnym sterowaniem.

5. WNIOSKI

Polska Grupa Górnicza S.A. dzięki mechanizacji i automatyzacji procesów produkcyjnych w połączeniu z przetwarzaniem, wymianą i archiwizacją danych staje się przedsiębiorstwem wykorzystującym sprawdzone nowoczesne rozwiązania.

Należy stwierdzić, że zwiększanie poziomu automatyzacji i mechanizacji w produkcji węgla kamiennego jest warunkiem koniecznym do zachowania konkurencyjności eksploatacji podziemnej.

Za kluczowe czynniki determinujące automatyzację można uznać zapewnianie wzrostu efektywności produkcji oraz otoczenie prowadzenia eksploatacji podziemnej – uwarunkowania środowiskowe zagrożeń naturalnych, ograniczenia prawne adaptacji urządzeń z innych branż. Duże znaczenie mają zachodzące współcześnie zmiany kadrowe. Zmniejszający się zasób potencjału ludzkiego, szczególnie związanego z górnictwem i znającym jego specyfikę oraz znaczny wzrost udziału kosztów pracy, generuje większy nacisk na implementację nowych rozwiązań, ale zarazem nastęrcza trudności związanych z zatrudnianiem odpowiednio wykwalifikowanych pracowników.

Dodatkowo specyfika kopalń i zagrożeń warunkuje celowe i indywidualne podejście do rozwiązań mogących mieć zastosowanie w górnictwie, co może utrudniać, a z pewnością również spowalniać proces modernizacji szeroko pojętego parku maszynowego w kopalniach węgla kamiennego.

Według jednej z wiodących firm konsultingowych rynek zautomatyzowanych technologii rośnie w tempie ponad 40% rocznie i do 2027 roku ma osiągnąć wartość ponad 25 miliardów dolarów. PGG S.A. dąży do wykorzystywania potencjału automatyzacji. Zauważalne jest jednak, że tempo powstawania sprawdzonych nowoczesnych górniczych rozwiązań przemysłowych jest niewystarczające. To niewątpliwie ogromne wyzwanie dla jednostek naukowo-badawczych oraz menadżerów odpowiedzialnych za usprawnianie procesów produkcyjnych i logistycznych w branży górniczej.

Literatura

- [1] Kicki J., Jarosz J., Sobczyk E., Saługa P., Dyczko A. (red. nauk.): *Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej 2005*. Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków 2005 (Sympozja i Konferencje nr 64).
- [2] Stankiewicz K., Jasiulek D., Jagoda J., Jura J.: *Rozproszone systemy sterowania maszyn i urządzeń górniczych*. *Maszyny Górnicze* 2016, 3: 54–66.
- [3] Gierlotka S.: *Rozwój elektryfikacji kopalń węgla kamiennego*. *Hereditas Minariorum* 2016, 3: 225–236.
- [4] Fuksa D., Wilkosz A.: *Organizacja transportu poziomego w systemie logistycznym kopalni węgla kamiennego*. *Logistyka* 2015, 4: 8850–8855.
- [5] Konsek R., Deja P.: *Nowe rozwiązanie układu zasilającego sterującego górniczej maszyny mobilnej*. *Maszyny Górnicze* 2018, 4: 67–77.

mgr inż. RAJMUND HORST

mgr inż. JAN ZDZIEBKO

Polska Grupa Górnicza S.A.

ul. Powstańców 30, 40-039 Katowice

j.zdziebko@pgg.pl