

TOMASZ CICHY
ARTUR SEKTA

Monitorowanie ciśnienia w stojakach obudowy zmechanizowanej w wybranych ścianach w Jastrzębskiej Spółce Węglowej S.A.

Artykuł przedstawia rolę systemów monitorowania podporności sekcji obudowy zmechanizowanej, wchodzącej w skład kompleksów wydobywczych. Zaprezentowano systemy jej monitorowania podczas eksploatacji złoża węgla oraz sposób przesyłania pomiarów ciśnień w stojakach hydraulicznych do systemu analitycznego wykorzystywanego w Jastrzębskiej Spółce Węglowej S.A. Przedstawiono wyniki oceny współpracy obudowy zmechanizowanej z górotworem oraz sposób ich prezentacji.

Słowa kluczowe: górnictwo, obudowa zmechanizowana, podporność

1. WSTĘP

W skład Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A. (JSW S.A.) wchodzi pięć kopalń węgla kamiennego, w których eksploatację pokładów węgla prowadzi się za pomocą nowoczesnych kompleksów wydobywczych. Obudowa zmechanizowana jest jednym z podstawowych elementów tych kompleksów, decydującym o bezpieczeństwie pracowników i stateczności wyrobiska ścianowego i tym samym zapewniającym odpowiedni poziom wydobywania [1]. Istota działania obudowy zmechanizowanej sprowadza się do kontrolowanego obniżania obudowy, w przypadku gdy jest ona obciążana ze strony stropu siłą wynikającą z podporności roboczej samej obudowy. Podporność robocza to parametr określający graniczną zdolność obudowy zmechanizowanej do przenoszenia nacisków pochodzących od stropu otwartego eksploatacją górniczą. Mierzona jest ona jako nacisk skał stropowych na pojedynczą sekcję obudowy, wywołujący w stojakach hydraulicznych ciśnienie równe nastawie na blokach zaworowych chroniących te stojaki [2, 3]. Oczywiście jest więc, że właśnie kontrola tego ciśnienia jest bardzo istotna w procesie eksploatacji pokładu węgla. Opisane systemy pomagają w prowadzeniu sekcji, umożliwiając wizualizację takich parametrów jak ciśnienie w stojakach hydraulicznych sekcji, czas wykonywania pomiarów, czas przebiegu operacji technologicznych, momentów wystąpienia nieprawidłowości czy awarii. Aktualnie w JSW S.A. systemy monitoringu pracują na kilku ścianach, a docelowo mają być zastosowane na wszystkich. Pamiętajmy, że są one kosztowne i z tego względu w pierwszej kolejności wyposaża się obudowy zmechanizowane pracujące w najtrudniejszych warunkach geologicznych [4].

2. ANALIZA DANYCH

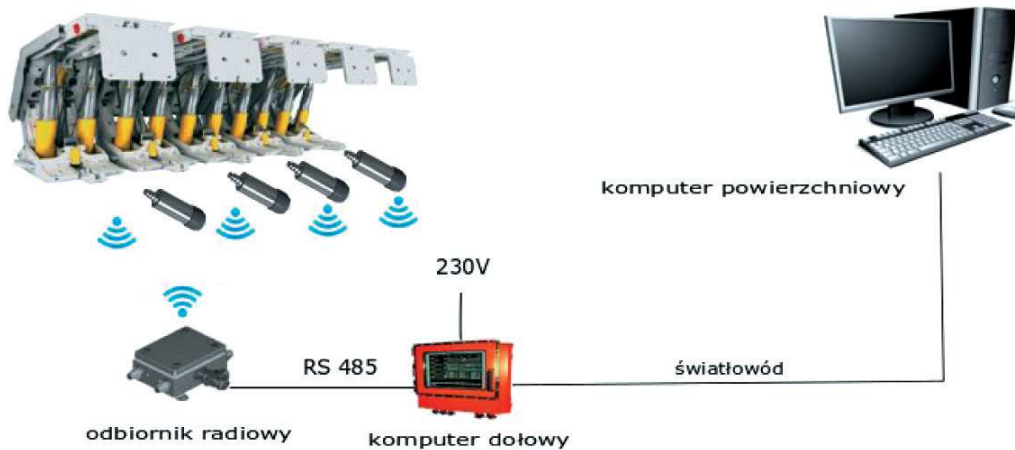
W JSW S.A. od kilku lat funkcjonuje Centrum Zaawansowanej Analityki Danych, którego zadaniem jest m.in. analizowanie danych z procesów technologicznych z wykorzystaniem zintegrowanego systemu informatycznego do zarządzania danymi pochodzącymi z procesów produkcji, w skład którego wchodzi centralny serwer danych technologicznych (CSDT). System opiera się na platformie umożliwiającej przetwarzanie dużych zbiorów informacji w czasie rzeczywistym, pozwalającej na łatwą integrację z systemami biznesowymi i zapewniającej równocześnie bezpieczeństwo teleinformatyczne systemów technicznych. Dane ze wszystkich kompleksów ścianowych objętych systemami monitorowania sekcji obudowy zmechanizowanej są przesyłane do CSDT i przetwarzane w celu uzyskania szerokiej oceny współpracy obudowy zmechanizowanej z górotworem. Informacje te są określane na podstawie ciśnienia panującego w stojakach sekcji obudowy zmechanizowanej. Uzyskane wyniki są przedstawiane i raportowane odpowiednim służbom kopalni.

3. EKSPLOATACJA ZŁOŻA

Do eksploatacji podziemnych złóż węgla systemem ścianowym stosuje się zmechanizowany kompleks wydobywczy, w skład którego wchodzi m.in. obudowa zmechanizowana. Jej głównym zadaniem jest zapewnienie stateczności wyrobiska ścianowego, jak również bezpieczeństwa załogi. Jednym z kluczowych działań poprawiających bezpieczeństwo pracy oraz pozwalających na zwiększenie efektywności produkcyjnej jest ocena pracy przedmiotowej obudowy

zmechanizowanej. Analizując współpracę obudowy zmechanizowanej z górotworem, możemy określić pewne aspekty mające istotny wpływ na stateczność wyrobiska ścianowego. Utrata stateczności wyrobiska powoduje powstanie obwałów lub zawału stropu w ścianie, co może być związane z następującymi nieprawidłowościami w pracy obudów zmechanizowanych, tj. nieprawidłowym doбором sekcji do określonych warunków geologiczno-górnictwowych, awariami (uszkodzeniem) poszczególnych elementów sekcji, niewłaściwą obsługą (użytkowa-

niem) sekcji i nieprawidłową postacią geometryczną konstrukcji sekcji [5, 6]. Dzięki monitoringowi cyklu pracy sekcji [7, 8] możemy pozyskać m.in. informacje zarówno na temat uszkodzeń w układzie podpornościowym sekcji lub niewłaściwej wartości podporności wstępnej [9], jak i dotyczące zawisania skał za sekcjami obudów zmechanizowanych powodujących znaczny wzrost obciążenia sekcji ze strony górotworu [10–12]. Widok sekcji wraz ze schematem systemu transmisji danych przedstawia rysunek 1.



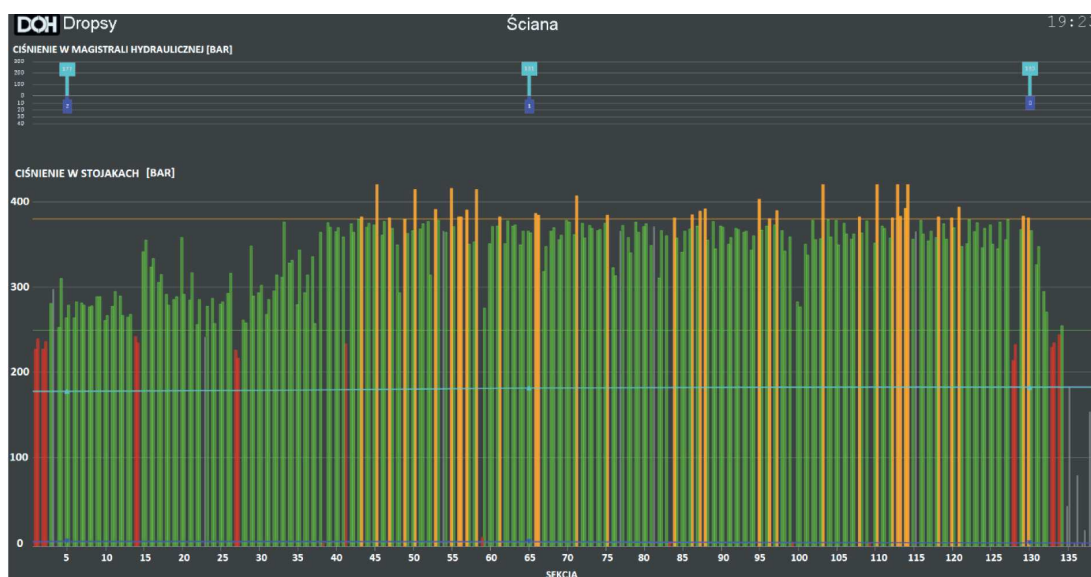
Rys. 1. System monitoringu podporności obudowy zmechanizowanej

4. SYSTEMY POMIAROWE

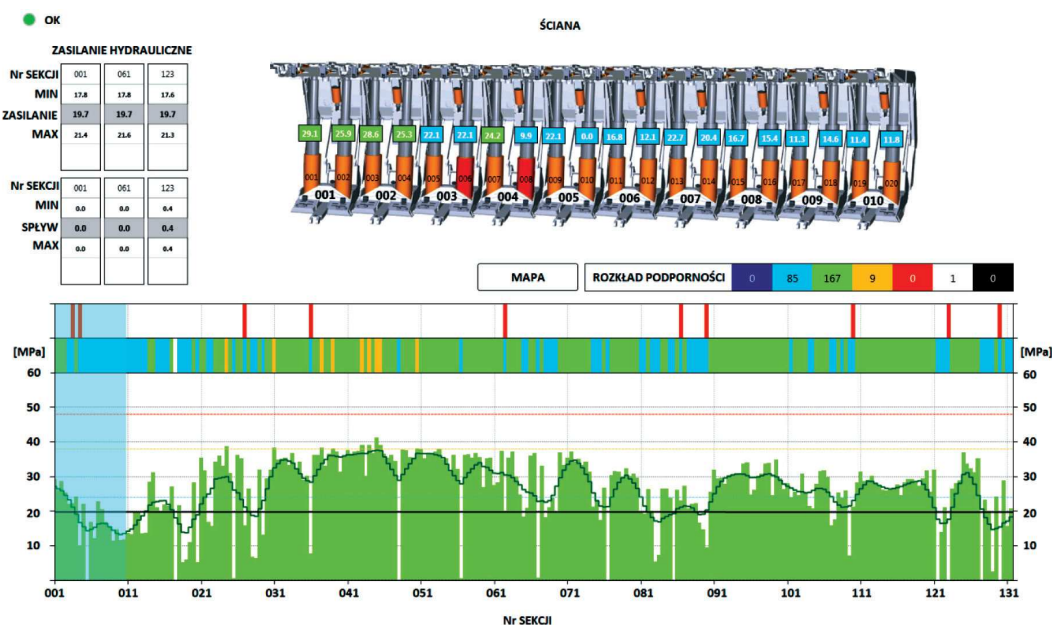
W celu zapewnienia prawidłowych warunków utrzymania stropu oraz pracy sekcji obudowy zmechanizowanej wyposaża się je w odpowiednie systemy pomiarowe i sygnalizacyjne. Obecnie dokonuje się pomiarów i rejestracji ciśnień z podtłokowych części stojaków głównych sekcji obudów zmechanizowanych. Informacje te z monitorowanych ścian w kopal-

niach JSW S.A. spływają do Centrum Zaawansowanej Analityki Danych.

Systemy pomiarowe pozwalają na lokalne monitorowanie pracy obudowy za pomocą komputerów przystosowanych do pracy w warunkach dołowych, jak również na powierzchni kopalni. Na rysunkach 2 i 3 przedstawiono okna monitoringu sekcji obudów zmechanizowanych z wykorzystaniem systemów Centrum Hydrauliki DOH sp. z o.o. oraz Grupy FAMUR S.A.



Rys. 2. Rozkład ciśnień w stojakach obudowy zmechanizowanej – system Centrum Hydrauliki DOH sp. z o.o.



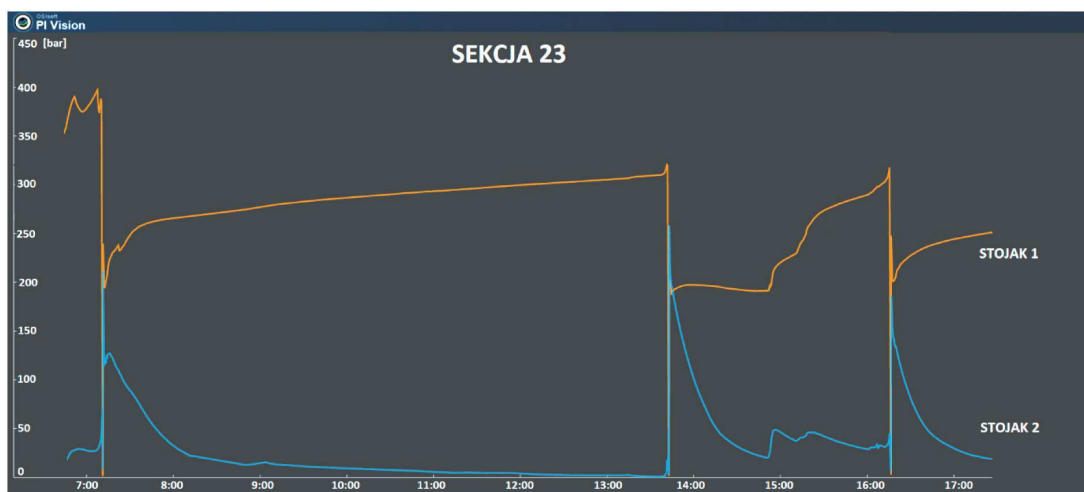
Rys. 3. Rozkład ciśnień w stojakach obudowy zmechanizowanej – system Grupy Famur

5. ANALIZY I ALERTY

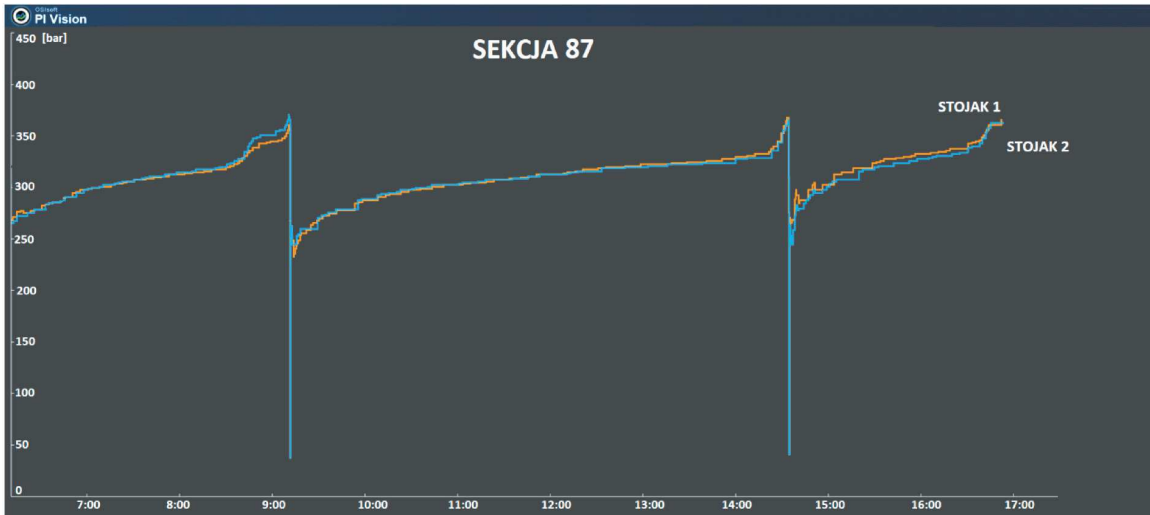
W wyniku przeprowadzanych analiz ciśnienia w podtłokowych przestrzeniach stojaków w trybie rzeczywistym identyfikowany jest szereg zdarzeń, na które należy odpowiednio reagować. Na rysunku 4 jest widoczna asymetria ciśnień pomiędzy stojakami sekcji, która wskazuje na nieszczelność w układzie hydraulicznym stojaka. Widoczne to jest po porównaniu z prawidłowym cyklem obudowy zmechanizowanej (rys. 5). Rysunek 6 przedstawia zadziałanie zaworu upustowego, który powinien zadziałać przy określonej nastawie ciśnienia. Nie pozwala on na wzrost ciśnienia powyżej dopuszczalnej wartości określonej przez producenta sekcji. Istotnymi parametrami również identyfikowanymi na podstawie ciśnień są rabowanie i rozparcie sekcji oraz ciśnienie w magistrali zasilającej [4].

Istotne jest, aby wyniki analiz były dostarczane w czasie rzeczywistym i trafiały bezpośrednio do osób

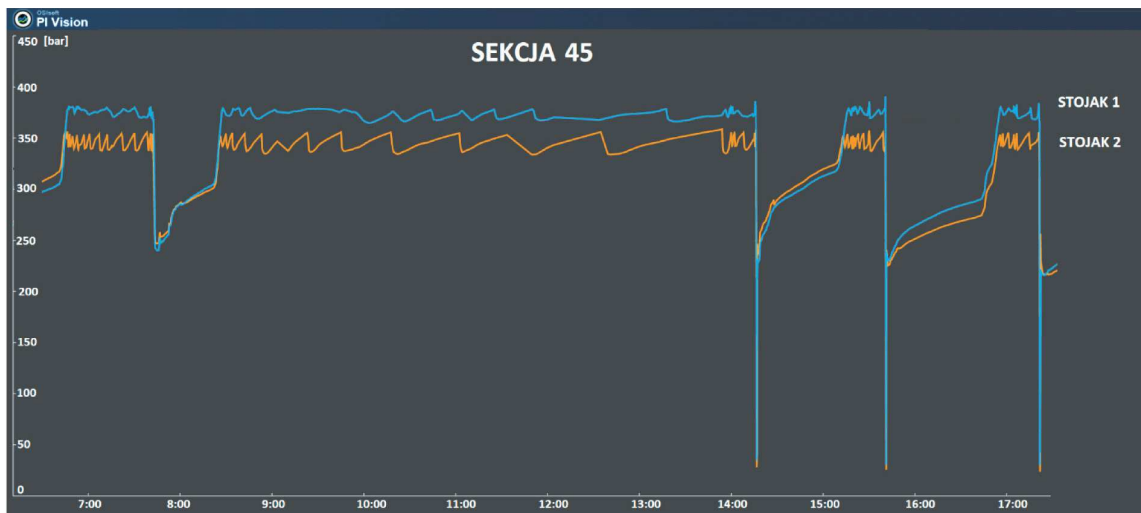
odpowiedzialnych za prawidłową pracę kompleksu wydobywczego – służby utrzymania ruchu w kopalni. Nie jest to proste ze względu na dużą skalę produkcyjną JSW S.A. Zadanie to zostało wykonane za pomocą narzędzi firmy OSISoft – PI System [13]. Podstawowe informacje z danego kompleksu ścianowego oraz z pojedynczej sekcji przedstawione są kolejno na rysunkach 7 i 8. Osoba korzystająca z tych informacji powinna bardzo szybko ocenić pracę sekcji obudowy zmechanizowanej w zakresie jej współpracy z górtworem. Zbiorcze zestawienie wszystkich alertów i istotnych zdarzeń zachodzących podczas pracy obudowy zmechanizowanej (tzw. mapa zdarzeń) zostało przedstawione na rysunku 9. Widoczne są tam zdarzenia występujące na poszczególnych stojakach obudowy zmechanizowanej za ostatnią dobę, takie jak cykle pracy, asymetria podparcia, wielokrotne zadziałanie zaworu upustowego, niewłaściwa wartość podporności wstępnej.



Rys. 4. Asymetria ciśnienia pomiędzy stojakami sekcji



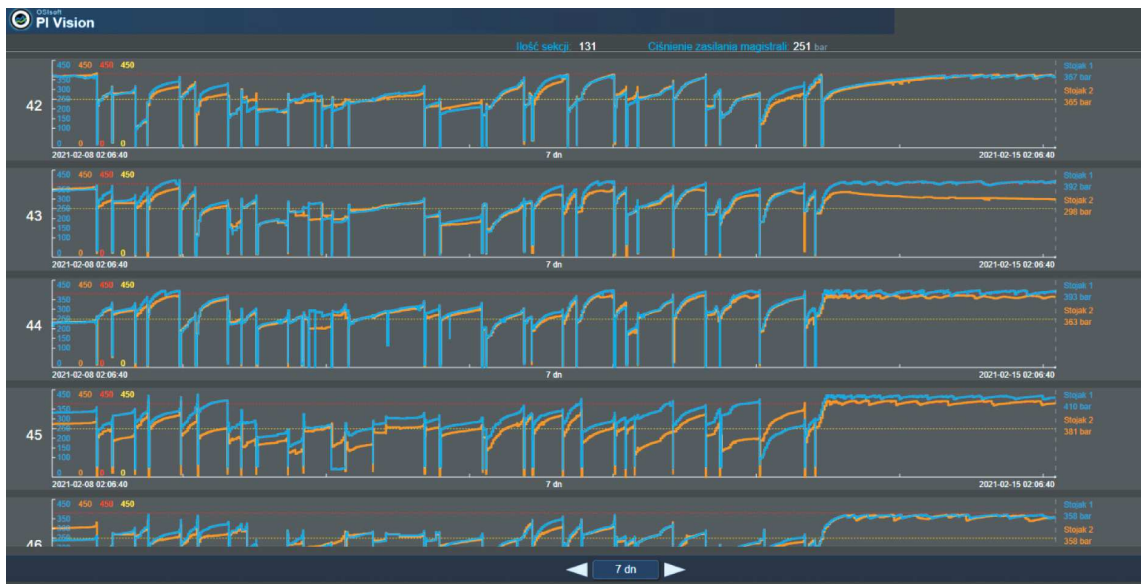
Rys. 5. Pomiar ciśnienia podczas kolejnych cykli pracy sekcji



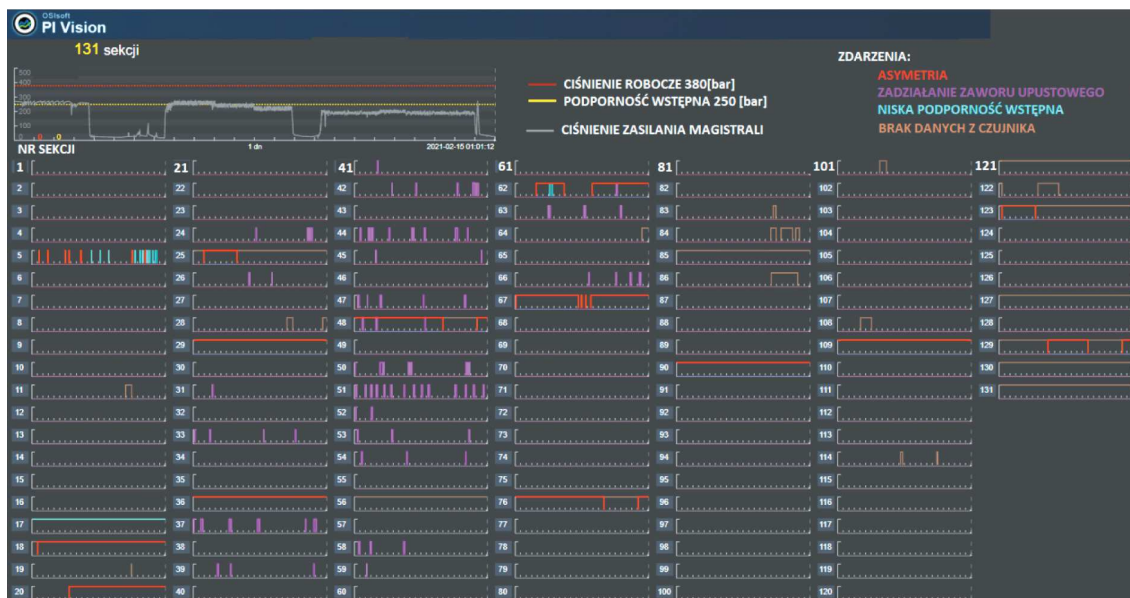
Rys. 6. Zadziałanie zaworu upustowego w stojakach sekcji



Rys. 7. Widok bieżący ciśnień w sekcjach obudowy zmechanizowanej



Rys. 8. Widok ciśnienia w wybranych sekcjach



Rys. 9. Sygnalizacja wystąpienia zdarzeń w sekcjach obudowy zmechanizowanej

6. PODSUMOWANIE

Wdrożone systemy monitoringu i analiz podporności sekcji pozwalają na szeroką ocenę pracy obudowy zmechanizowanej w kontekście współpracy z górotworem. Ze względu na różnorodność czynników mających wpływ na prowadzenie obudowy dokonano oceny współpracy, analizując czynniki geologiczne i organizacyjne. Ciągła kontrola podporności pozwala na ocenę naprężenia górotworu oraz na szybszą reakcję pracowników w celu osiągnięcia poprawnego stanu równowagi górotworu, który został zakłócony podczas wybierania węgla. Działania te pozwalają skuteczniej

niwelować wpływ odspojenia i poluznienia górotworu (obwały stropu) na przebieg wydobywania. Istotnym czynnikiem podczas prowadzenia obudowy jest organizacja pracy. Dzięki monitoringowi cyklu pracy sekcji pozyskujemy m.in. informacje na temat uszkodzeń w układzie podpornościowym sekcji lub niewłaściwej wartości podporności wstępnej, a także zbyt długiego opóźnienia w podparciu świeżo odsłoniętego stropu. Wpływa to na poprawę kultury pracy załogi w ścianie.

Uzyskane w ten sposób korzyści w istotny sposób poprawiają bezpieczeństwo załogi i efektywność produkcyjną oraz zwiększają żywotność obudowy zmechanizowanej.

Literatura

- [1] Rajwa S., Prusek S., Walentek A., Płonka M.: *Wpływ wybranych czynników na współpracę obudowy zmechanizowanej z górotworem i warunki prowadzenia ściany*, „Wiadomości Górnicze” 2015, 66, 10: 533–543.
- [2] *Obudowa zmechanizowana Hydrotech-JZR-14/39-PO – instrukcja obsługi i konserwacji Nr:01/2019/IOK*, Jastrzębskie Zakłady Remontowe Spółka z o.o. [praca niepublikowana].
- [3] Kulakiewicz A., Marianowski J.: *Nowe rozwiązanie zabezpieczeń funkcjonowania upodatnionej obudowy zmechanizowanej*, „Napędy i Sterowanie” 2011, 13, 7/8: 152–155.
- [4] Płonka M.: *Obraz podporności sekcji obudowy zmechanizowanej usytuowanej na pozycjach skrajnych na podstawie danych z systemów monitoringu*, „Przegląd Górniczy” 2018, 74, 3: 34–40.
- [5] Rajwa S.: *Główne przyczyny utraty stateczności wyrobiska ścianowego*, „Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie” 2017, 3: 3–12.
- [6] Rajwa S.: *Rozdział 4. Stateczność wyrobiska ścianowego*, [w:] K. Stoiński (red.), *Zmechanizowane obudowy ścianowe dla warunków zagrożenia wstrząsami górotworu*, Główny Instytut Górnictwa, Katowice 2018: 73–88.
- [7] Peng S.S.: *Longwall mining*, wyd. 2, Department of Mining Engineering, West Virginia University, Morgantown 2006.
- [8] Cheng J., Wan Z., Peng S.S., Liu S., Ji Y.: *What can the changes in shield resistance tell us during the period of shearer's cutting and neighboring shields' advance*, „International Journal of Mining Science and Technology” 2015, 3, 25: 361–367.
- [9] Płonka M., Rajwa S., Lubosik Z.: *Ocena pracy obudowy zmechanizowanej na podstawie danych z monitoringu ciśnień i postępu sekcji*, „Przegląd Górniczy” 2017, 73, 4: 25–33.
- [10] Trueman R., Hutchinson I.: *The use of shield monitoring data for predicting in advance roof control problems on longwall faces*, „Mining Technology” 2018, 127, 4: 209–218.
- [11] Trueman R., Lyman G., Cocker A.: *Longwall roof control through a fundamental understanding of shield-strata interaction*, „International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences” 2009, 46, 2: 371–380.
- [12] Medhurst T.P.: *Practical considerations in longwall support behaviour and ground response*, <https://ro.uow.edu.au/coal/72/> [21.04.2021].
- [13] *PI System Architecture, Planning and Implementation Course Version 2021*, Materiał szkoleniowy, <http://cdn.osisoft.com/learningcontent/pdfs/PISystemArchitecturePlanningAndImplementationWorkbook.pdf> [26.04.2021].

mgr inż. TOMASZ CICHY
mgr inż. ARTUR SEKTA
Jastrzębska Spółka Węglowa S.A.
al. Jana Pawła II 4
44-330 Jastrzębie-Zdrój
{tcichy, asekt}@jsw.pl