



System do wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej z szeregu i wytransportowania jej z wyrobiska w procesie likwidacji ściany wydobywczej

Krzysztof Turczyński - Instytut Techniki Górniczej KOMAG

Jacek Gerlich - Instytut Techniki Górniczej KOMAG

Janusz Olek - P.G. SILESIA Sp. z o.o.

Lukasz Husak - P.G. SILESIA Sp. z o.o.

Dariusz Nowaczewski - LW Bogdanka S.A.

Streszczenie: W rozdziale omówiono podstawowe problemy jakie występują w procesie wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej ze ściany i jej transportu do chodnika nadścianowego. Przedstawiono także dotychczas stosowane środki techniczne oraz sposoby wybudowy sekcji. Przeanalizowano metody transportu sekcji z likwidowanej ściany. Przedstawiono w pracy trzy warianty koncepcji innowacyjnego systemu do wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej ze ściany i jej wytransportowania z wyrobiska. W koncepcji systemu do wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej w procesie likwidacji ściany wydobywczej przewiduje się wykorzystanie dwóch sekcji asekuracyjnych, połączonych za pomocą belek układu przesuwnego ze specjalną płytą, umożliwiającą obrót wybudowywanej sekcji. Do sekcji asekuracyjnej zabudowanej przy ociosie węglowym przyłączona jest belka wspomagająca proces wybudowy sekcji z szeregu. Po ustawieniu jej na specjalnej płycie, równolegle do ociosu węglowego następuje załadunek na odpowiedni środek transportu. Omówiono w rozdziale, zidentyfikowane na etapie prac koncepcyjnych, wady i zalety opracowanych wariantów systemu wybudowy i transportu sekcji obudowy zmechanizowanej.

Słowa kluczowe: górnictwo, likwidacja ściany wydobywczej, sekcja obudowy zmechanizowanej, wybudowa sekcji obudowy, sekcja asekuracyjna

System for withdrawal of powered roof support from a row and its transportation from the mine working during the longwall panel liquidation

Abstract: The main problems of withdrawal of powered roof support from a row and its transportation from the longwall to the tailgate are discussed. Technical measures and the methods used so far for roof support withdrawal are presented. The methods for transportation of the roof support from the liquidated longwall panel are analysed. Three variants of the innovative system for withdrawal of a powered roof support from a row and its transportation from the longwall are presented. Two assurance roof supports connected with a special platform using the beams of advancing system are used in this concept. The platform has to enable rotation of the withdrawn roof support. The beam supporting the withdrawal process is connected to the assurance roof support installed at the coal side wall. After its positioning in parallel to the side coal wall on a special platform, it is loaded on the proper transportation mean. Disadvantages and advantages of the developed variants of the withdrawal system at the stage of conception work is discussed.

Keywords: mining industry, longwall panel liquidation, powered roof support, withdrawal of the roof support, assurance roof support

1. Wprowadzenie

Efektywność użytkowania maszyn i urządzeń wchodzących w skład kompleksu ścianowego jest w istotnym stopniu uzależniona od sprawności procesu likwidacji ściany wydobywczej i zbrojenia nowego wyrobiska eksploatacyjnego. Ze względu na złożoność poszczególnych operacji i towarzyszące im zagrożenie bezpieczeństwa, proces przemieszczania wyposażenia kompleksu ścianowego jest przedmiotem badań w zakresie analizy ryzyka [1] i racjonalnego planowania robót przy przezbijaniu ściany [2]. Ze względu na znaczną masę sekcji obudowy zmechanizowanej i dużą ich liczbę, operacje wybudowy i transportu sekcji do nowego wyrobiska wymagają specjalnego przygotowania, zarówno

w aspekcie organizacyjnym, jak również sprzętowym [3, 4, 5, 6]. Należy w tym celu wydzielić w wyrobisku stosunkowo szerokie pole transportowe. Strop w rejonie sekcji wybudowywanej z szeregu zabezpiecza się za pomocą sekcji asekuracyjnej [7]. Stosowane są również specjalne, mobilne sekcje asekuracyjne [8, 9].

W projekcie likwidacji wyrobiska ścianowego (np.: [10]) określa się szczegółowo schemat obudowy pola transportowego. Ponadto ewentualne wyrwy w stropie powstałe nad polem transportowym wypełnia się za pomocą polimerowych żerdzi [11].

Od ponad 30. lat w górnictwie amerykańskim rozwijana jest technologia wybudowy i transportu sekcji z wykorzystaniem pojazdów gąsienicowych *Petito Mule* [12]. Zastosowanie tych pojazdów, w porównaniu z tradycyjną technologią wybudowy i transportu sekcji za pomocą kołowrotów, zwiększyło do 20 na dobę, średnią liczbę sekcji wytransportowanych z wyrobiska oraz poprawiło bezpieczeństwo pracy załogi [13]. Niestety niedogodności tej technologii, takie jak:

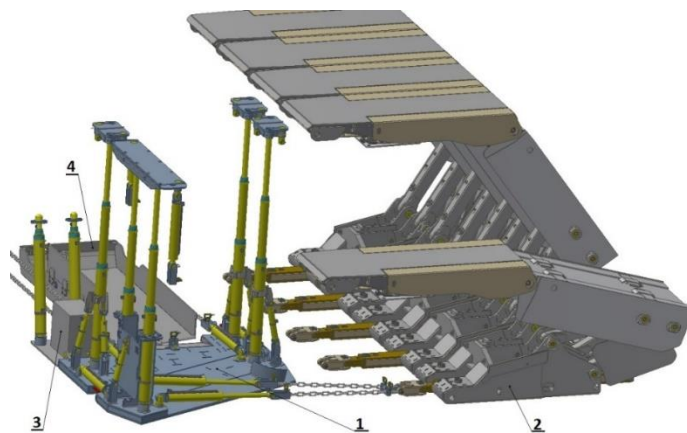
- konieczność znacznego zwiększenia szerokości dróg transportowych,
- konieczność wzmocnienia spągu w wyrobiskach, którymi poruszają się pojazdy,
- skomplikowana organizacja miejsc przeładunku sekcji na urządzenia transportujące je do komory montażowej [13],

sprawiają, że nie można jej stosować w kopalniach o tradycyjnej strukturze i przekroju wyrobisk. Wyżej wymienione ograniczenia dotyczą również zastosowania pojazdów oponowych [6].

W warunkach, w których zastosowanie pojazdów oponowych czy gąsienicowych nie jest możliwe, stosowane są technologie wybudowy i transportu sekcji wykorzystujące kołowroty i kolejki podwieszane lub spągowe [14, 15, 16].

Opracowano szereg odmian i technologii wybudowy sekcji w zależności od lokalnych warunków geologiczno-górnictwowych oraz wyposażenia w urządzenia ułatwiające ten proces [17, 18, 19].

Wykorzystując zebrane doświadczenia ruchowe w Zakładzie Obudów Zmechanizowanych Instytutu Techniki Górniczej KOMAG opracowano system wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej i jej transportu z likwidowanego wyrobiska, z wykorzystaniem specjalnego urządzenia do wybudowy i obrotu sekcji oraz do jej bezpiecznego i szybkiego transportu do głównego chodnika transportowego (rys. 1) [6]. Opracowując omawiany system uwzględniono doświadczenia ruchowe kopalń w tym zakresie.



Rys. 1. System do wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej w procesie likwidacji ściany wydobywczej z wykorzystaniem specjalnego urządzenia do wybudowy i załadunku sekcji [13]

System ten wykorzystuje specjalne urządzenie do wybudowy i załadunku sekcji obudowy na płytę transportową typ UWZ-1 (poz. 1). Urządzenie to wyposażone jest w mocowanie zwrotni przeciągarki (poz. 3). System ten wspomaga proces wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej (poz. 2) od momentu jej zrabowania, do momentu wyciągnięcia sekcji na płycie transportowej (poz. 4), na chodnik, za pomocą przeciągarki łańcuchowej.

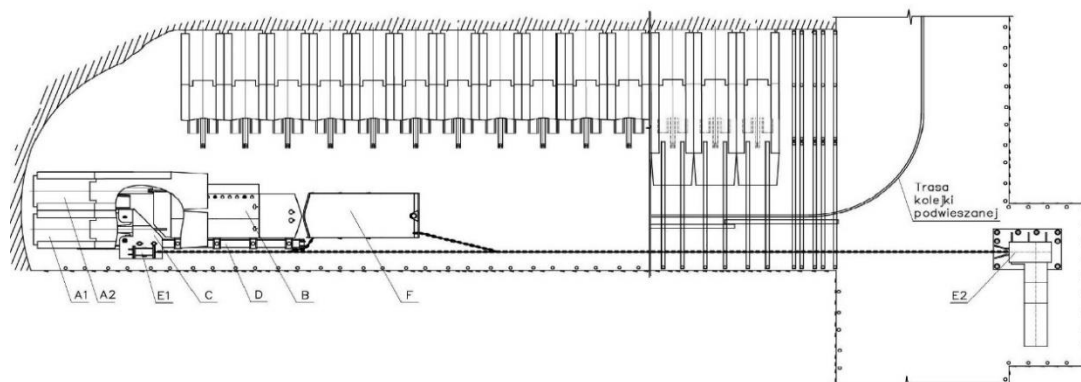
Opracowanie tego systemu, a także zainteresowanie ze strony potencjalnych odbiorców spowodowało, że prace w tym zakresie były kontynuowane. Wynikiem prac jest opracowana w Zakładzie Obudów Zmechanizowanych ITG KOMAG koncepcja innowacyjnego systemu do wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej z szeregu i wytransportowania jej z wyrobiska [20], będąca przedmiotem niniejszej monografii. Opracowany system uwzględnia wymagania szeregu przepisów w tym zakresie [21, 22, 23, 24, 25, 26].

2. Koncepcja innowacyjnego systemu do wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej z szeregu i wytransportowania jej z wyrobiska

Uwzględniając doświadczenia ruchowe związane z eksploatacją urządzeń do wybudowy sekcji z wykorzystaniem sekcji asekuracyjnych (w kopalniach wykorzystuje się 1 lub 2 sekcje asekuracyjne) i z pozyskanych danych z kopalń, opracowano trzy warianty systemu do wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej w procesie likwidacji ściany wydobywczej z wykorzystaniem zespołu 2 sekcji asekuracyjnych.

WARIANT I

Na rysunku 2a przedstawiono wariant I koncepcji systemu do wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej w procesie likwidacji ściany wydobywczej z wykorzystaniem zespołu sekcji asekuracyjnych wyposażonego w belkę, wspomagającą wybudowę sekcji obudowy oraz zespół płyt przesuwanych umożliwiających obrót wybudowanej sekcji.



Rys. 2a. Koncepcja systemu do wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej w procesie likwidacji ściany wydobywczej z wykorzystaniem zespołu sekcji asekuracyjnych – wariant I [13]

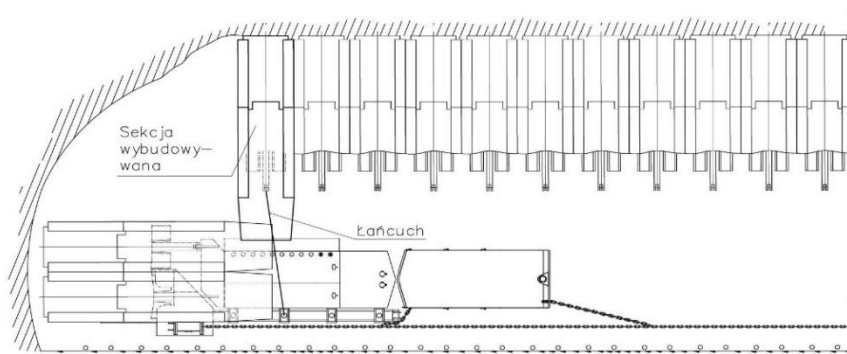
A1, A2 – sekcje asekuracyjne, B - zespół płyt przesuwanych, C - zespół zabezpieczenia belki, D – belka,
E1 – zwrotnia, E2 – część napędowa przeciągarki łańcuchowej, F – płyta transportowa

W wariantcie I zespół sekcji asekuracyjnych składa się z dwóch sekcji (A1 i A2) ustawionych obok siebie, w tunelu transportowym, wzdłuż obcinki ścianowej. Sekcje A1 i A2 są połączone układami przesuwными z zespołem płyt przesuwanych (B). Do spągnięcia sekcji asekuracyjnej (A1) zabudowany jest za pomocą sworzni zespół zabezpieczenia (C) belki. Zespół zabezpieczenia (C) belki stanowi podstawę sekcji asekuracyjnej i posiada otwór do mocowania belki (D). Zadaniem belki (D) jest wspomaganie wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej z szeregu. Zespół zabezpieczenia (C) jest połączony

z belką (D) sworzniami. W wariantcie I do transportu sekcji obudowy zmechanizowanej z obcinki ścianowej do głównego chodnika transportowego wykorzystuje się przeciągarkę łańcuchową. Zwrotnia (E1) przeciągarki łańcuchowej połączona jest nierozłącznie z zespołem zabezpieczenia (C), zaś część napędowa (E2) zabudowana jest w chodniku transportowym. System ten wyposażono ponadto w płytę transportową (F), która połączona jest odcinkami łańcucha z łańcuchem pociągowym przeciągarki łańcuchowej. W wariantcie tym zamiast przeciągarki łańcuchowej można zastosować kołowrót. W tym celu w chodniku transportowym zamiast napędu (E2) należy zabudować kołowrót podstawowy, który będzie umożliwiał wyciągnięcie sekcji z obcinki ścianowej do głównego chodnika. W miejscu zwrotni (E1) przewiduje się zabudowę dodatkowego kołowrotu. Zadaniem tego kołowrotu będzie przemieszczenie początku liny kołowrotu podstawowego, po wyciągnięciu sekcji na chodnik, w miejsce załadunku wybudowanej sekcji z szeregu.

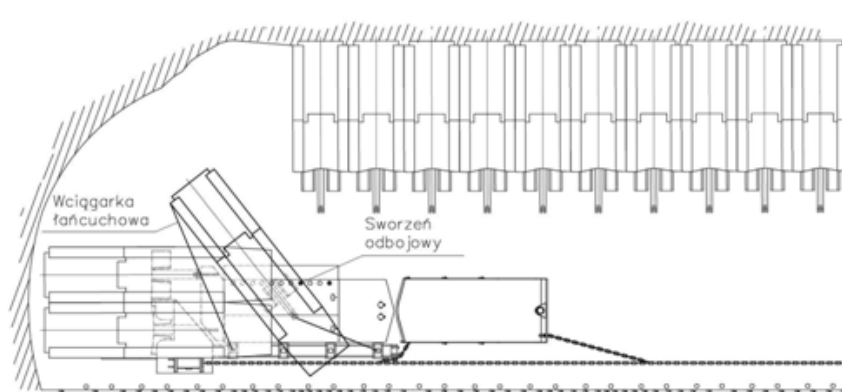
Zasada pracy systemu w wariantcie I

W położeniu wyjściowym ustawienie zespołu sekcji asekuracyjnych musi umożliwiać wybudowę ostatniej sekcji obudowy z szeregu (rys. 2b). Sekcje asekuracyjne powinny być rozparte a sekcja wybudowana zrabowana. Układ przesuwany wybudowywanej sekcji obudowy połączony jest łańcuchem z belką wspomagającą.



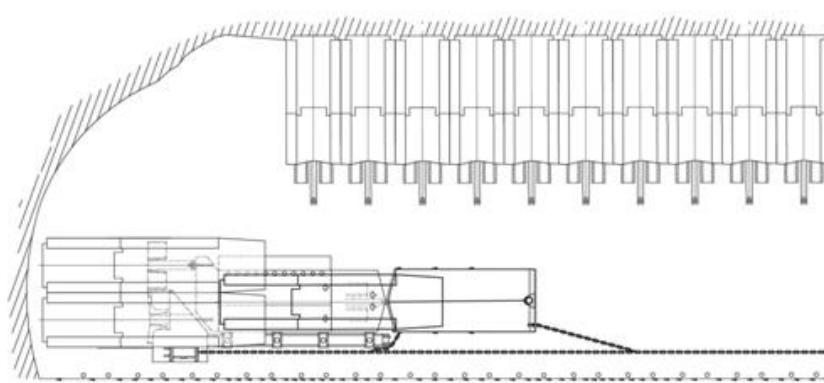
Rys. 2b. System przygotowany do wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej [13]

W pierwszym etapie sekcja obudowy za pomocą swojego układu przesuwego jest wciągana na zespół płyt. Zmieniając miejsce mocowania łańcucha na belce wspomagającej i wykorzystując sworznie odbojowe zabudowane na jednej z płyt, wybudowana sekcja jest wciągana z szeregu i obracana, a następnie wciągana na zespół płyt przesuwanych (rys. 2c).



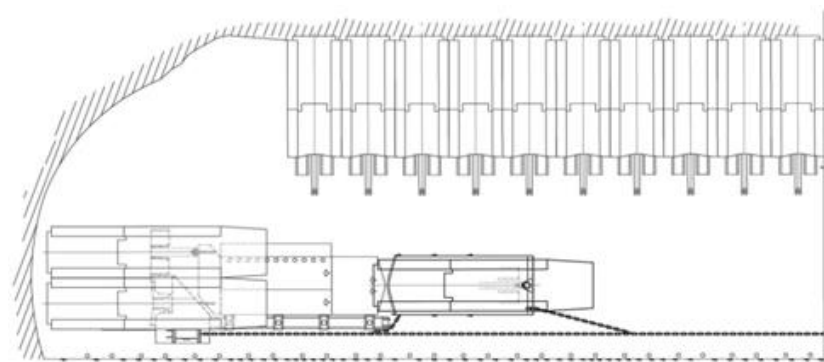
Rys. 2c. Wciąganie i obracanie sekcji na zespół płyt [13]

W celu obrócenia przesuwanej sekcji oraz ustawienia jej w osi tunelu transportowego można dodatkowo podciągać sekcję obudowy przy użyciu wciągarki mechanicznej, zabudowanej pomiędzy belką wspomagającą a uchwyty transportowymi na osłonie odzawałowej lub spągnicy wybudowanej sekcji. Do dalszego przesuwania sekcji po zespole płyt, kiedy już nie ma możliwości wykorzystania belki wspomagającej, należy wykorzystać dodatkowe, wymienne, obrotowe gniazda, mocowane do zespołu płyt przesuwnych (rys. 2d).



Rys. 2d. Sekcja ustawiona równoległe do ociosu na zespole płyt [13]

Po wciągnięciu sekcji na zespół płyt przesuwnych i ustawieniu jej w osi zespołu płyt, należy wciągnąć ją na płytę transportową. Płyta ta jest zakotwiona dodatkowym stojakiem indywidualnym zabezpieczającym ją przed przemieszczaniem. Stojak ten należy usunąć kiedy sekcja zostanie wciągnięta na płytę (rys. 2e).

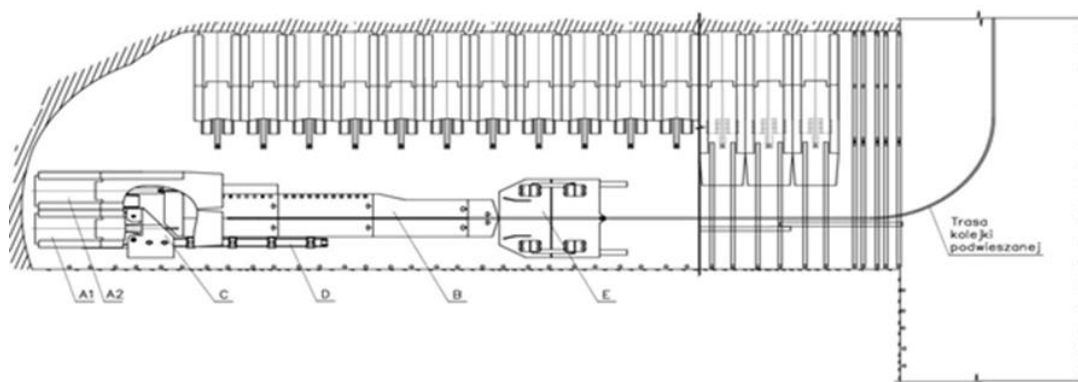


Rys. 2e. Sekcja ustawiona na płycie transportowej [13]

W kolejnym etapie pracy następuje przeciąganie płyty transportowej z wybudowaną sekcją w tunelu transportowym za pomocą przeciągarki łańcuchowej. W rejonie głównego chodnika transportowego wykonuje się przeładunek wybudowanej sekcji obudowy z płyty transportowej na końcowy środek transportu (np. kolejkę podwieszaną). Następnie przesuwane są zespoły systemu znajdujące się w rejonie wybudowy sekcji. Sekcje asekuracyjne przesuwać zespół płyt przesuwnych przy użyciu swych układów przesuwnych. W kolejnym etapie sekcję asekuracyjną od strony czoła obcinki ścianowej należy zrabować, przesunąć i rozprzeć. Po wykonaniu tych czynności kolejną wybudowaną sekcję trzeba zrabować do minimalnej wysokości. Następnie drugą sekcję asekuracyjną należy zrabować, przesunąć i rozprzeć. Po wykonaniu wcześniejszych prac należy przeciągnąć płytę transportową wzdłuż obcinki ścianowej do położenia przy zespole płyt przesuwnych. Położenie płyty transportowej względem zespołu płyt przesuwnych jest korygowane przy użyciu dodatkowych siłowników mocowanych w wymiennych obrotowych gniazdach, montowanych na zespole płyt przesuwnych. Po zakończeniu tych operacji system przygotowany jest do wybudowy kolejnej sekcji z szeregu.

WARIANT II

Na rysunku 3a przedstawiono wariant II koncepcji systemu do wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej w procesie likwidacji ściany wydobywczej.



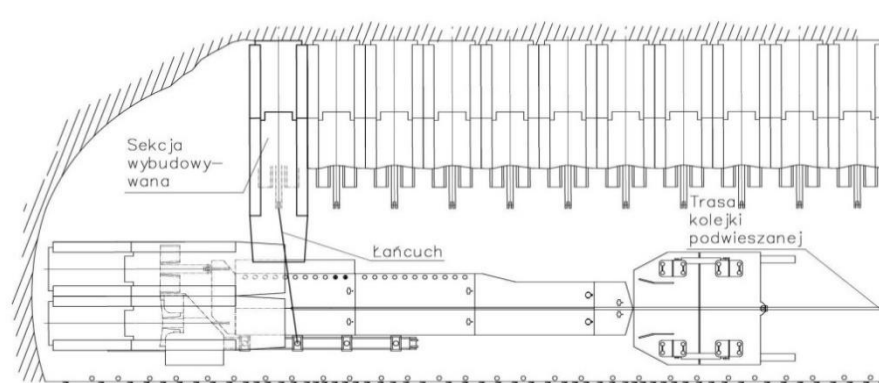
Rys. 3a. Koncepcja systemu do wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej w procesie likwidacji ściany wydobywczej z wykorzystaniem zespołu sekcji asekuracyjnych – wariant II [13]

A1, A2 – sekcje asekuracyjne, B - zespół płyt przesuwanych, C - zespół zabezpieczenia belki, D – belka, E - urządzenie przesuwno-nadążne

Wariant II różni się tym od wariantu I, że oprócz elementów używanych w wariacie I, przewiduje się zastosowanie dodatkowego urządzenia przesuwno-nadążnego (E) usytuowanego przed zespołem płyt przesuwanych. Zadaniem urządzenia (E) jest stworzenie stacji załadunkowej oraz dodatkowego zabezpieczenia rejonu załadunku wybudowanej sekcji obudowy zmechanizowanej na środek transportu. W wariacie II do transportu sekcji obudowy zmechanizowanej z obcinki ścianowej do głównego chodnika transportowego wykorzystuje się kolejkę podwieszaną. Długość zespołu płyt przesuwanych oraz położenie urządzenia przesuwno-nadążnego są uzależnione od wymiarów poszczególnych elementów kolejki podwieszanej (położenia belki nośnej kolejki podwieszanej).

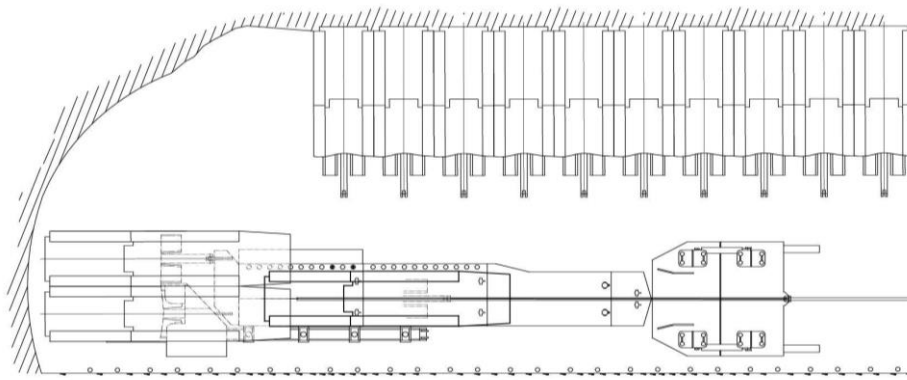
Zasada pracy systemu w wariacie II

W położeniu wyjściowym sekcje asekuracyjne powinny być rozparte i ustawione tak, aby możliwa była wybudowa zrabowanej sekcji z szeregu (rys. 3b).



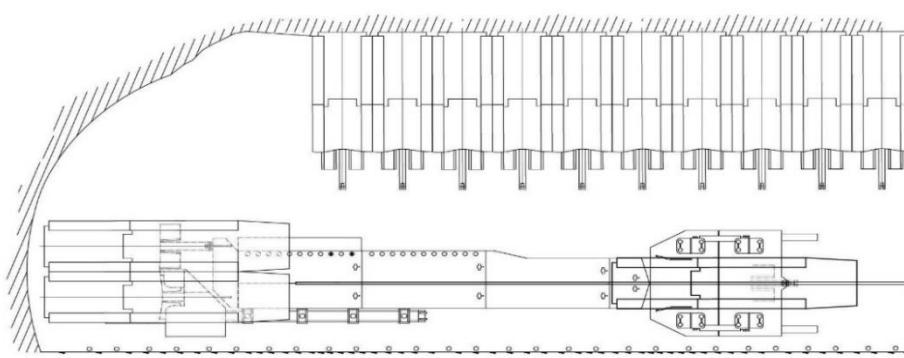
Rys. 3b. System przygotowany do wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej [13]

Wciąganie, obracanie i ustawienie sekcji z szeregu za pomocą zespołu sekcji asekuracyjnych przebiega tak samo jak w wariacie I (rys. 2c i 2d). Sekcję wybudowaną, ustawioną równolegle do ościsłu, przygotowaną do dalszego przesuwania jej po płycie zespołu, przedstawiono na rysunku 3c.



Rys. 3c. Sekcja wybudowana ustawiona równoległe do ociosu na zespole płyt [13]

Po przeciągnięciu wybudowanej sekcji na koniec zespołu płyt przesuwnych, należy wciągnąć ją na urządzenie przesuwno-nadążne. W tym celu wykorzystywane są dodatkowe, wymienne, obrotowe gniazda, mocowane do spągnic powyższego urządzenia (rys. 3d).

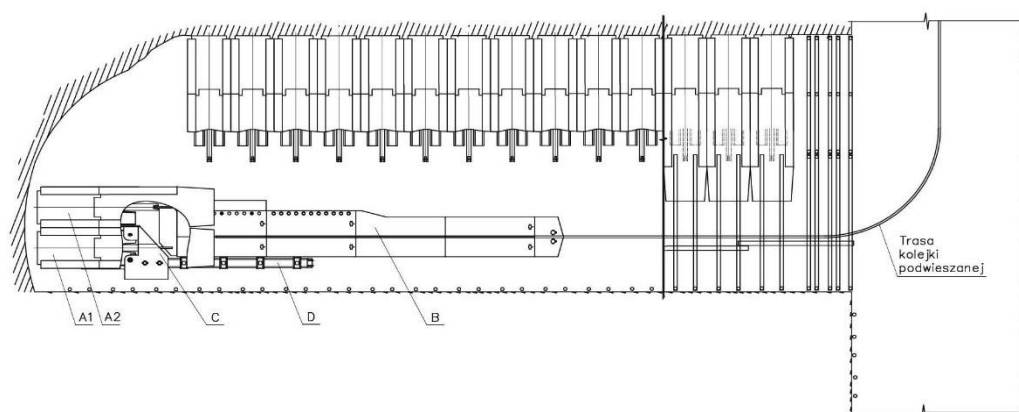


Rys. 3d. Sekcja wybudowana wciągnięta równoległe do urządzenia przesuwno-nadążnego [13]

Po wciągnięciu sekcji obudowy na urządzenie przesuwno-nadążne następuje jej załadunek na kolejkę podwieszaną. Po czym sekcja jest wytransportowana do nowego rejonu. Urządzenie przesuwno-nadążne przesuwa się (kroczy) do nowego położenia pracy. Następnie przesuwane są zespoły systemu, w taki sam sposób jak w wariantcie I. Po wykonaniu tych czynności system przygotowany jest do wybudowy kolejnej sekcji z szeregu (rys. 3a).

WARIANT III

Na rysunku 4a przedstawiono wariant III koncepcji systemu do wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej w procesie likwidacji ściany wydobywczej.



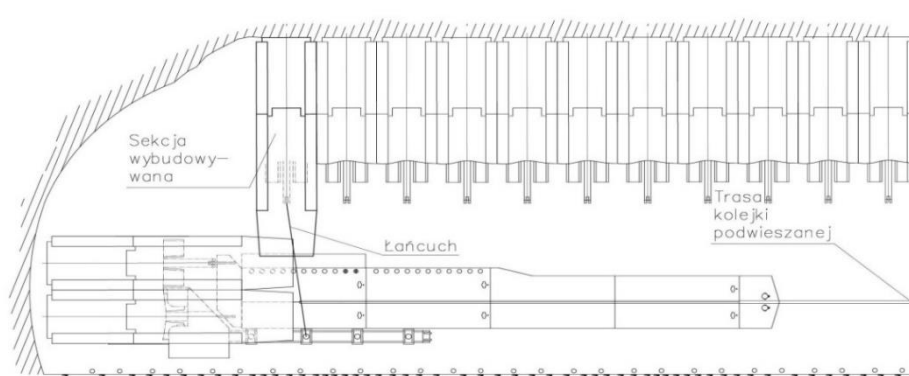
Rys. 4a. System do wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej w procesie likwidacji ściany wydobywczej z wykorzystaniem zespołu sekcji asekuracyjnych – wariant III [13]

A1, A2 – sekcje asekuracyjne, B - zespół płyt przesuwanych, C - zespół zabezpieczenia belki, D – belka

Wariant III różni się tym od wariantu II, że oprócz elementów używanych w wariacie II, proponuje się, zamiast dodatkowego urządzenia przesuwno-nadążnego, wydłużyć zespół płyt przesuwanych o kolejne człony tak, by ostatni był w miejscu załadunku sekcji. Długość zespołu płyt przesuwanych uzależniona jest od wymiarów poszczególnych elementów kolejki podwieszanej (położenia belki nośnej kolejki podwieszanej).

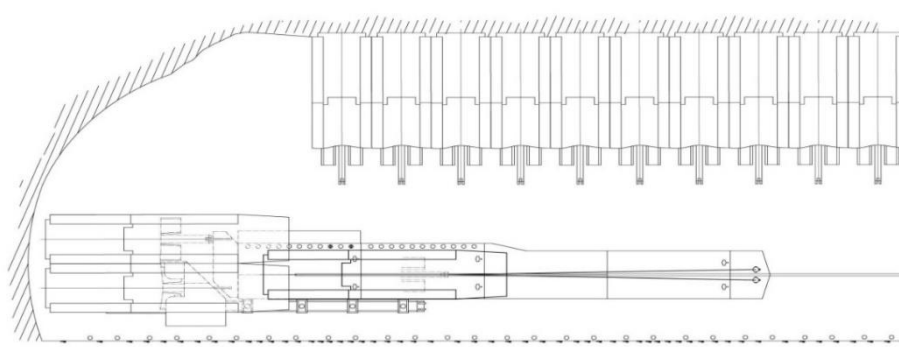
Zasada pracy systemu w wariacie III

Sekcje asekuracyjne w położeniu wyjściowym powinny być rozparte i ustawione tak, aby możliwa była wybudowa zrabowanej sekcji z szeregu (rys. 4b).



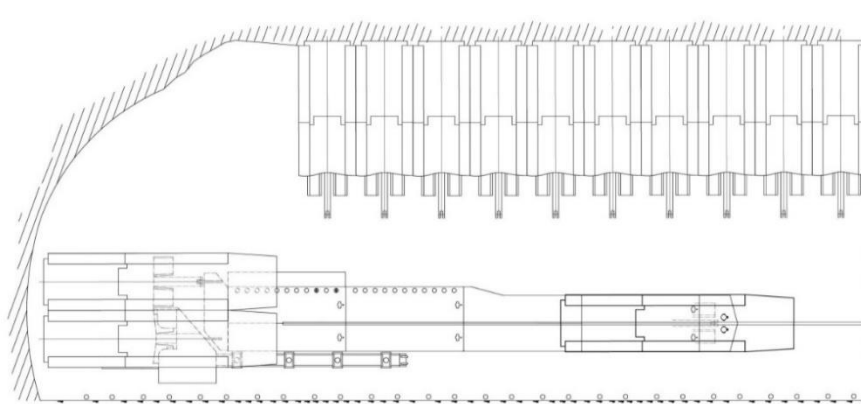
Rys. 4b. System przygotowany do wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej [13]

Wciąganie, obracanie i ustawienie sekcji z szeregu za pomocą zespołu sekcji asekuracyjnych wykonuje się tak samo jak w wariacie I (rys. 2c i 2d). Sekcję wybudowaną, ustawioną równoległe do ościsłu, przygotowaną do dalszego przesuwania jej po płycie zespołu, przedstawiono na rysunku 4c.



Rys. 4c. Sekcja wybudowana ustawiona równoległe do ociosu na zespole płyt [13]

Po wciągnięciu wybudowanej sekcji na zespół płyt przesuwnych i ustawieniu jej w osi zespołu płyt należy ją przeciągnąć w miejsce załadunku na kolejkę podwieszaną (rys. 4d).



Rys. 4d. Sekcja wybudowana w miejscu załadunku na kolejkę podwieszaną [13]

Po załadunku sekcji obudowy na kolejkę podwieszaną jest ona transportowana do nowego rejonu. Następnie przesuwane są zespoły systemu w taki sam sposób jak w wariancie I. Po wykonaniu tych czynności system przygotowany jest do wybudowy kolejnej sekcji z szeregu.

3. Podsumowanie

W monografii przedstawiono trzy warianty (rys. 2a, 3a i 4a) koncepcji systemu do wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej i wytransportowania jej z wyrobiska w procesie likwidacji ściany wydobywczej, z wykorzystaniem zespołu dwóch sekcji asekuracyjnych. Każdy z wariantów umożliwia mechanizację tego procesu, który wcześniej był wykonywany z dużo większym nakładem pracy i czasu.

Do wspólnych zalet zaprezentowanych wariantów należy zaliczyć:

- poprawę bezpieczeństwa pracy załogi dzięki dodatkowemu podparciu i zabezpieczeniu stropu przez stropnice sekcji asekuracyjnych,
- możliwość obrotu wybudowanej sekcji na zespole płyt przesuwnych,
- zastosowanie wymiennego, obrotowego gniazda mocowanego do zespołu płyt przesuwnych ułatwiającego podciąganie i obrót sekcji.

Należy zaznaczyć, że:

- wariant I rozwiązuje problem w sposób kompleksowy od momentu wybudowy sekcji do jej wytransportowania na chodnik,



- wariant III wyróżnia prosta budowa i łatwość w obsłudze.
Oprócz zalet każdy z wariantów ma swoje wady. W przypadku wariantu I jest to:
- złożoność i skomplikowanie systemu,
- prawdopodobieństwo wystąpienia większej ilości awarii np. zerwanie łańcucha,
- dodatkowy czas na skracanie łańcucha.

Wspólną wadą wariantów I i II są bardziej rozbudowane układy hydrauliczne niż w wariacie III. Z kolei w wariacie II i III przewiduje się zastosowanie dłuższego zespoły płyt przesuwanych, niż w wariacie I, co będzie utrudniało przesuwanie tych zespołów (konieczne będzie wykonanie prac przygotowawczych, w celu wyrównania spągu).

Trzy warianty systemu wybudowy i transportu sekcji obudowy zmechanizowanej z likwidowanego wyrobiska ścianowego, omówione w niniejszej monografii stanowią podstawę dalszych prac nad wyborem najwłaściwszego wariantu systemu (z uwzględnieniem warunków jego użytkowania w danym wyrobisku), opracowaniem dokumentacji konstrukcyjnej podzespołów oraz wdrożeniem systemu. Wyżej wymienione zadania muszą być realizowane w ścisłej współpracy z potencjalnymi użytkownikami systemu.

Literatura

1. Tworek P., Tchórzewski S., Valouch P.: Risk management In coal-mines – methodical proposal for Polish and Czech hard coal mining industry. *Acta Montanistica Slovaca*. Vol.23(2018), No1, pp.72-80.
2. Tchórzewski S.: O możliwości zastosowania metody drogi krytycznej (CPM) w planowaniu robót górniczych oraz przezbrajaniu ścian ZN Politechniki Śl., 5. Organizacja i zarządzanie, Z101, s.439-452, Gliwice 2017.
3. Szweda S., Szyguła M., Mazurek K.: Czynniki wpływające na postać konstrukcyjną i parametry techniczne sekcji ścianowej obudowy zmechanizowanej. Część1. Czynniki naturalne, techniczne i konstrukcyjne, ITG KOMAG, Gliwice 2016, ISBN 978-83-65593-01-6.
4. Szyguła M.: Rozwój konstrukcji sekcji obudowy zmechanizowanej w górnictwie węgla kamiennego w Polsce. *Maszyny Górnicze* 2013 nr 2 s. 30-38, ISSN 0209-3693.
5. Winkler T. and Tokarczyk J., 2010: Multi-Criteria Assessment of Virtual Prototypes of Mining Machines. *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2010 vol II. WCECS 2010, October 20-22, 2010, San Francisco, USA. ISSN: 2078-0958 pp 1149-53.*
6. Mazurek K., Szyguła M., Turczyński K.: Development of technology for withdrawal of the powered roof support from a row and its relocation from the liquidated longwall system. *Materiały na konferencję: IMTech 2019, Innovative Mining Technologies, Scientific and Technical Conference - part 2, Szczyrk, Poland, 14-16 October 2019 s. 11 (IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2019 vol. 679) ISSN 1757-899X.*
7. Kania J., Szweda S., Szyguła M.: Analiza procesu wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej z wyrobiska ścianowego w aspekcie bezpieczeństwa. *Maszyny Górnicze* Nr 3 (2018), s. 24-34.
8. Chase F., Worley P., McComas A.: Longwall Shield Recovery Using Mobile Roof Supports. *Lakeview Scanticon Resort & Conference Center, Morgantown, WV, USA : July 31 - August 2, 2007.*
9. Barczak T.M., Gerhart G.F.: Full scale performance evaluation of mobile roof supports. *Proceedings: New technology for Ground Control in Retreat Mining, NIOSH IG 9446, 1997, pp.99-126.*
10. Longwall 20 to Longwall 21 Changeover Recovery Manual. Undergroundcoal.com.au (data



- dostępu 30.06.2020).
11. Travis B.E., Anderson R.P.: Use of polymer grids for Longwall shield recovery. Proceedings: 10-th International Conference on Ground Control in Mining, 1991, pp. 52-58.
 12. www.petitomule.com (data dostępu 30.06.2020).
 13. Nikitina A. M., Rib S. V., Borzykh D.M., Dadynsky R.A.: Remounting of a mechanized complex using Petitto Mule equipment in the conditions of mines in the south of Kuzbass. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 206 (2018).
 14. Instrukcja urządzenia do wyciągania obracania sekcji zmechanizowanych z ciągu technologicznego typu UWS-PUMA dla KWK „Knurów-Szczygłowice”. SIGMA S.A., Barak 6; 21-002 Jastków.
 15. Nawrat S., Pytlik P.: Bezpieczna likwidacja ścian w kopalniach węgla w warunkach zagrożenia wybuchem metanu. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie Nr 2 (2013), s. 3-12.
 16. Stefaniak R., Janik M., Kuska J.: Nowe rozwiązania organizacyjno-techniczne wprowadzone przy przeobrażaniu kompleksu ścianowego ze ściany 904 do ściany 905 i zmiany wprowadzone do maszyn i urządzeń wyżej wymienionego kompleksu. KOMTECH 2009, Innowacyjne, bezpieczne oraz efektywne techniki i technologie dla górnictwa Człowiek – Maszyna – Środowisko, ITG KOMAG, Gliwice 2009 s. 53-63; ISBN 978-83-60708-38-5.
 17. Dokumentacja techniczno-ruchowa. Urządzenie UDW typu Ryś do wybudowywania sekcji obudowy zmechanizowanej. CMG KOMAG 2006 (materiały niepublikowane).
 18. www.sigmasa.pl (data dostępu 17 czerwiec 2020).
 19. www.kolk.de (data dostępu 10 kwiecień 2018).
 20. Gerlich J., Jenczmyk D., Mazurek K., Szyguła M., Stępor J., Turczyński K.: Rozwój innowacyjnych rozwiązań mechanizacyjnych dla ścianowych i chodnikowych systemów górnictwa surowców mineralnych, 2019 r. (materiały niepublikowane).
 21. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. - Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. 2011 nr 163 poz. 981, z późniejszymi zmianami).
 22. Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych (Dz. U. 2017, poz. 1118).
 23. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 29 stycznia 2013 r. w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych (Dz.U. 2013 poz. 230, z późniejszymi zmianami).
 24. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 21 października 2008 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn (Dyrektywa 2006/42/WE) (Dz.U. 2008 nr 199 poz. 1228).
 25. Ustawa z dnia 13 kwietnia 2016 r. o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku (Dz.U. 2016 poz. 542, z późniejszymi zmianami).
 26. Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 6 czerwca 2016 r. w sprawie wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej – Dyrektywa 2014/34/UE (ATEX) (Dz.U. 2016 poz. 817).