

Analiza procesu wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej z wyrobiska ścianowego w aspekcie bezpieczeństwa

dr inż. Jan Kania
Politechnika Śląska
dr ha. inż. Stanisław Szweda prof.
nadm. ITG KOMAG
dr inż. Marek Szyguła
Instytut Techniki Górniczej KOMAG

Analysis of powered roof support withdrawal from the longwall panel in the safety aspect

Streszczenie:

Omówiono poszczególne etapy procesu wyprowadzania sekcji ścianowej obudowy zmechanizowanej z likwidowanego wyrobiska ścianowego. Uwzględniono rozwiązania techniczno-organizacyjne stosowane w różnych kopalniach. Przedstawiono przykłady technicznych urządzeń wspomagających wybudowę i wytransportowanie sekcji ze ściany. Przeanalizowano omawiane procesy w aspekcie poprawy bezpieczeństwa.

Abstract:

Stages of the powered roof support withdrawal process from the closed down longwall panel is discussed. Technical and organizational solutions used in different mines were considered. Examples of technical equipment supporting the powered roof support withdrawal from the longwall is presented. The discussed processes are analysed in the aspect of improving the operational safety.

Słowa kluczowe: górnictwo, wyrobisko ścianowe, likwidacja ściany, obudowa zmechanizowana

Keywords: mining, longwall panel, longwall panel liquidation, powered roof support

1. Wprowadzenie

Zakończenie eksploatacji wyrobiska ścianowego oraz relokacja maszyn i urządzeń wchodzących w skład kompleksu ścianowego, w szczególności sekcji obudowy zmechanizowanej, jest jednym z trudniejszych procesów technologicznych, ze względu na konieczność transportu obiektów o dużej masie i gabarytach porównywalnych z wymiarami przekroju dróg transportowych. Wykonanie tego zadania komplikują często warunki geologiczno-górnice, takie jak: wysokość wyrobiska, warunki stropowe, czy podwyższone stężenie metanu [9]. Złożoność tego procesu sprawia, że w poszczególnych zakładach górniczych, w zależności od lokalnych warunków wybudowa sekcji obudowy zmechanizowanej realizowana jest w różny sposób, biorąc pod uwagę, zarówno zastosowane wspomagające środki techniczne, jak również przebieg tego procesu.

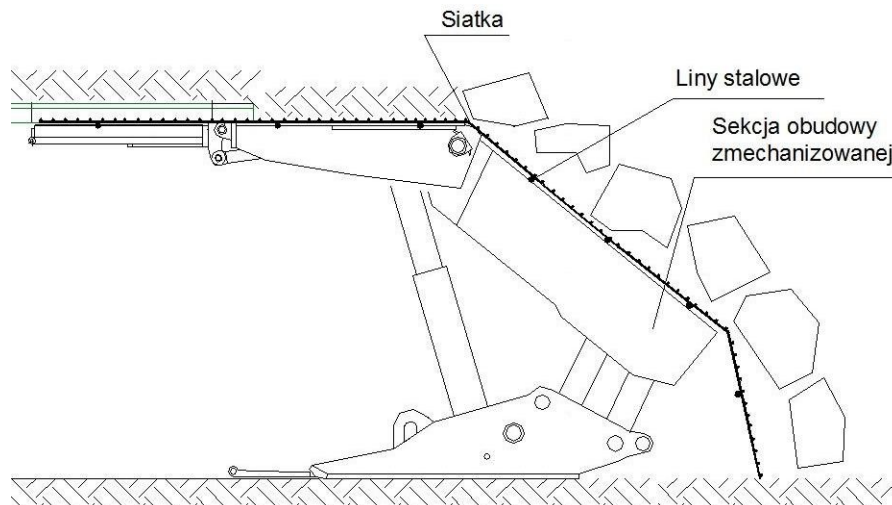
W niniejszej publikacji przedstawiono poszczególne etapy procesu wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej z wyrobiska ścianowego na przykładzie technologii stosowanych w dwóch wybranych zakładach górniczych. Przedstawiono dostępne środki techniczne wspomagające bezpieczną i sprawną jego realizację. Prace koncepcyjne dotyczące tej tematyki są aktualnie prowadzone w ITG KOMAG i na Politechnice Śląskiej.

2. Etapy procesu wybudowy sekcji z wyrobiska ścianowego

2.1. Czynności przygotowawcze

Proces wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej z wyrobiska ścianowego poprzedzają działania zabezpieczające strop wyrobiska oraz przygotowujące przestrzeń do transportu sekcji. Celem wzmocnienia spójności stropu, podczas ostatnich wykonywanych skrawów

wprowadza się na sekcje liny stalowe, układane równoległe do czoła przodka. Końce tych lin zaczepia się o podciągi, zabudowane na stropnicach obudowy chodnikowej skrzyżowań wyrobiska ścianowego z chodnikami przyległymi. Z kolei na liny układa się siatki stalowe dla zabezpieczenia stropu nad sekcjami (rys.1).



Rys. 1. Rozmieszczenie lin stalowych i siatek na sekcji obudowy [2]

Przestrzeń do transportu sekcji uzyskuje się poszerzając wyrobisko ścianowe przez kolejne skrawy kombajnem ścianowym, bez przestawiania sekcji obudowy zmechanizowanej. Celem uzyskania szerokości przedziału transportowego, wynoszącej $2.5 \div 3.0$ m, ostatnie skrawy kombajnem wykonuje się przesuając przenośnik ścianowy, odpięty od układów przesuwanych sekcji obudowy, za pomocą stojaków indywidualnych lub specjalnych przedłużeń belek układu przesuwanego [6]. W niektórych przypadkach czoło ściany urabia się za pomocą robót strzałowych.

W miarę zwiększania szerokości przedziału transportowego odsłonięty strop zabezpiecza się wysuwając z nad stropnic sekcji prostki drewniane lub stalowe o profilu V, założone wcześniej na stropnicach sekcji obudowy zmechanizowanej (rys. 2). Przy czole ściany prostki podpira się stojakami drewnianymi lub stalowymi. Stojaki te łączy się podciągami równoległymi do calizny węglowej. Nad prostki i za stojaki układa się siatki stalowe. Szczegółowy opis zabezpieczenia stropu, przedstawiony na rysunku 2, zamieszczono w projekcie technicznym likwidacji ściany C-4. KWK Jankowice, Rybnik 2012 [11].

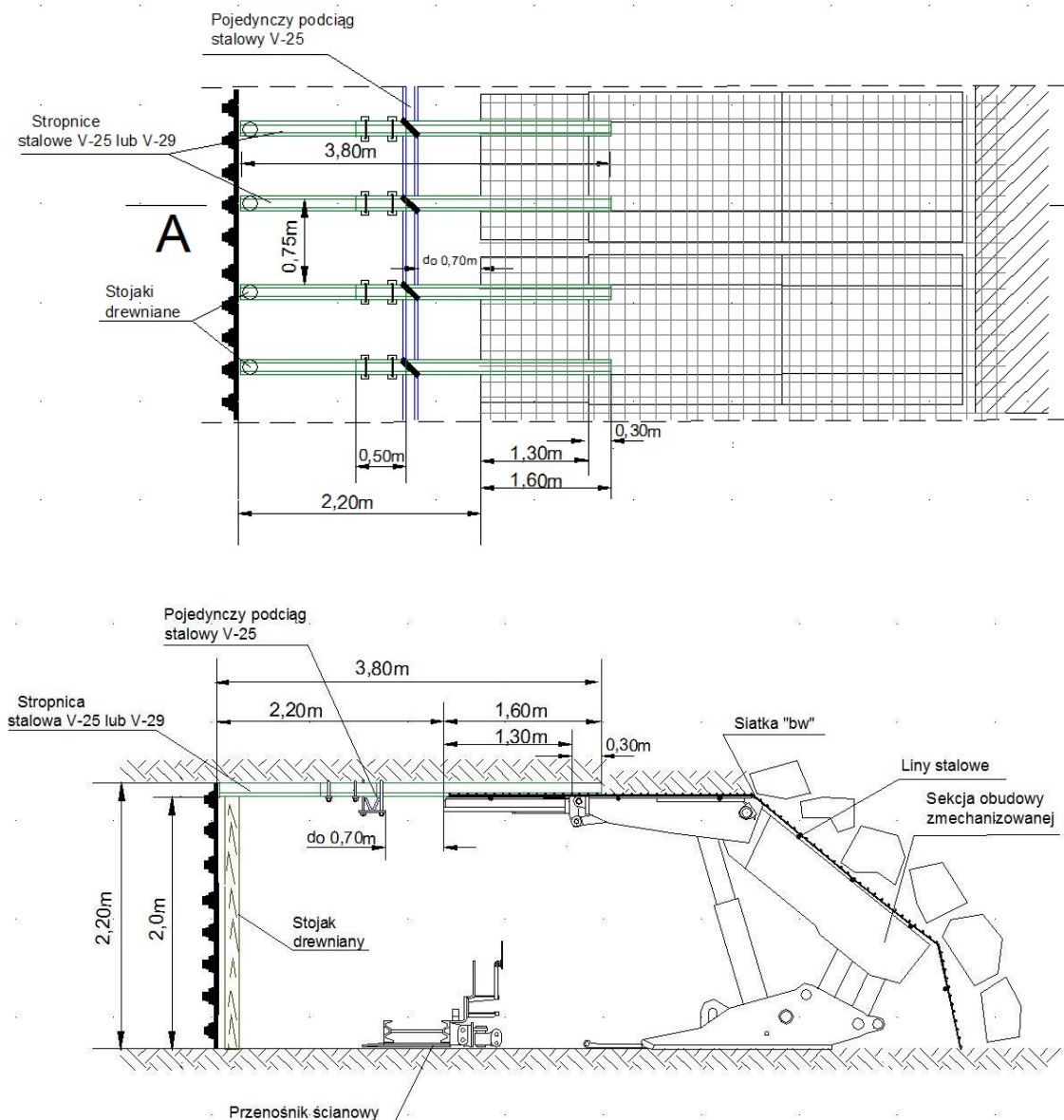
Po uzyskaniu wymaganej szerokości pola transportowego demontuje się kombajn i przenośnik ścianowy, a następnie obie maszyny transportuje się ze ściany. Wszystkie prace związane z obudową wyrobiska wykonywane są ręcznie, przy minimalnym wykorzystaniu wspomagających środków technicznych. Pogorszenie poziomu bezpieczeństwa w trakcie tych operacji jest spowodowane koniecznością prowadzenia robót pod częściowo osłoniętym stropem oraz znaczną masą transportowanych elementów maszyn.

2.2. Wybudowa sekcji obudowy zmechanizowanej z szeregu na przykładzie wybranych zakładów górniczych

W KWK ROW Ruch Jankowice [11] wyprowadzanie sekcji obudowy zmechanizowanej ze ściany prowadzone jest po wzniosie, w kierunku chodnika nadścianowego. W związku z tym

w chodniku podścianowym budowany jest kaszt drewniany, a przejście ze ściany w rejon chodnika podścianowego zabezpiecza się za pomocą tzw. organów wykonanych ze stojaków drewnianych lub stalowych ciernych typu SV, wzmacniających ten rejon chodnika.

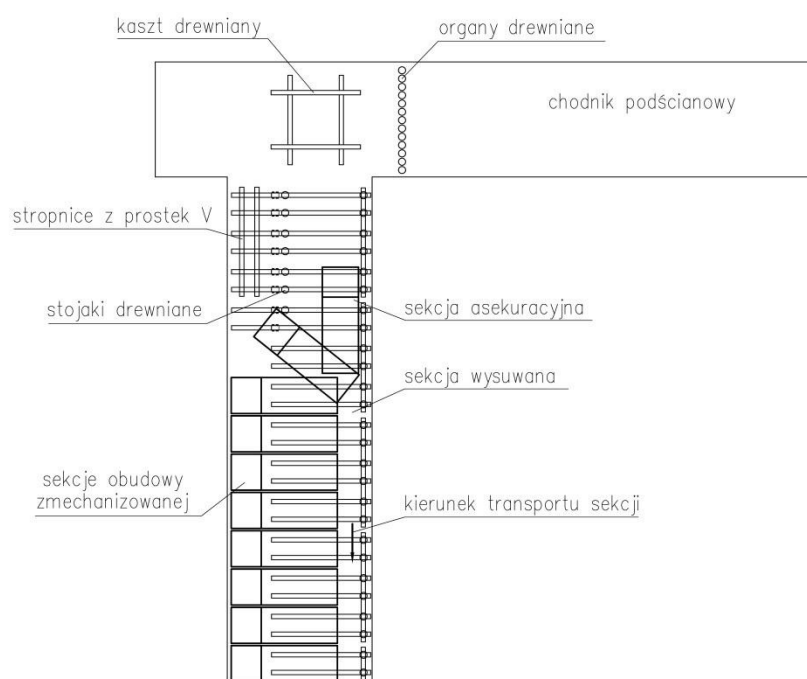
Jako pierwszą wysuwa się i obraca tzw. „sekcję asekuracyjną”, ustawiając ją w polu transportowym wzdłuż czoła ściany. Jej zadaniem jest zabezpieczanie stropu wyrobiska podczas wyprowadzania kolejnych sekcji, wysuwanych z szeregu, do momentu podparcia stojakami prostek znajdujących się na stropnicach sekcji obudowy. W ten sposób poprawia się bezpieczeństwo pracy. Operacja wysuwania sekcji jest realizowana za pomocą jej układu przesuwnego, przy czym rozdzielacz sterujący sekcji wysuwanej jest przeniesiony przynajmniej do trzeciej w kolejności sekcji rozpartej w wyrobisku. Przesuwnik sekcji wysuwanej łączy się łańcuchem z uchwytem rozporą, ustawionej w polu transportowym lub elementem „sekcji asekuracyjnej”. Rozporą może być stojak cierny lub hydrauliczny, rozparty pomiędzy spągami i stropem. Sekcję rabuje się, wysuwa o skok układu przesuwnego i rozpiera w nowym położeniu.



Rys. 2. Schemat zabezpieczenia stropu pola transportowego [2]

Po skróceniu łańcucha czynności te są kolejno powtarzane do momentu, gdy stropnica sekcji wysuwanej znajdzie się w odległości ok. 0,5 m od czoła ściany. Do obrócenia sekcji wykorzystuje się kołowrót z liną rozciągniętą wzdłuż czoła ściany. Linę kołowrotu zapina się do belki układu przesuwnego oraz do elementu spągnicy sekcji wysuniętej z szeregu. Po zrabowaniu, sekcję obraca się do położenia wzdłuż pola transportowego. Tam ponownie sekcja zostaje rozparta. Prostki drewniane lub stalowe, znajdujące się wcześniej nad stropnicą sekcji, podpira się stojakami drewnianymi, po stronie zawалу. W miejscu po wybudowanych sekcjach, przynajmniej co 5 sekcji, na całej długości ściany, pod prostkami buduje się kaszty drewniane.

Na rysunku 3 przedstawiono usytuowanie w ścianie „sekcji asekuracyjnej” i sekcji obracanej.



Rys. 3. Rozmieszczenie sekcji w ścianie podczas wybudowy [opracowanie własne]

Inny sposób wyprowadzania sekcji obudowy zmechanizowanej ze ściany zastosowano w KWK Budryk [8]. Po wysunięciu z szeregu sekcje transportowane są po spągu, za pomocą kołowrotów, do chodnika podścianowego. W związku z powyższym proces wysuwania sekcji z szeregu i obracania do pola transportowego rozpoczyna się od sekcji usytuowanych przy chodniku nadścianowym. Rozmieszczenie sekcji oraz sposób zabezpieczenia stropu wyrobiska nad wysuwanymi sekcjami jest analogiczny do opisanego dla KWK ROW Ruch Jankowice.

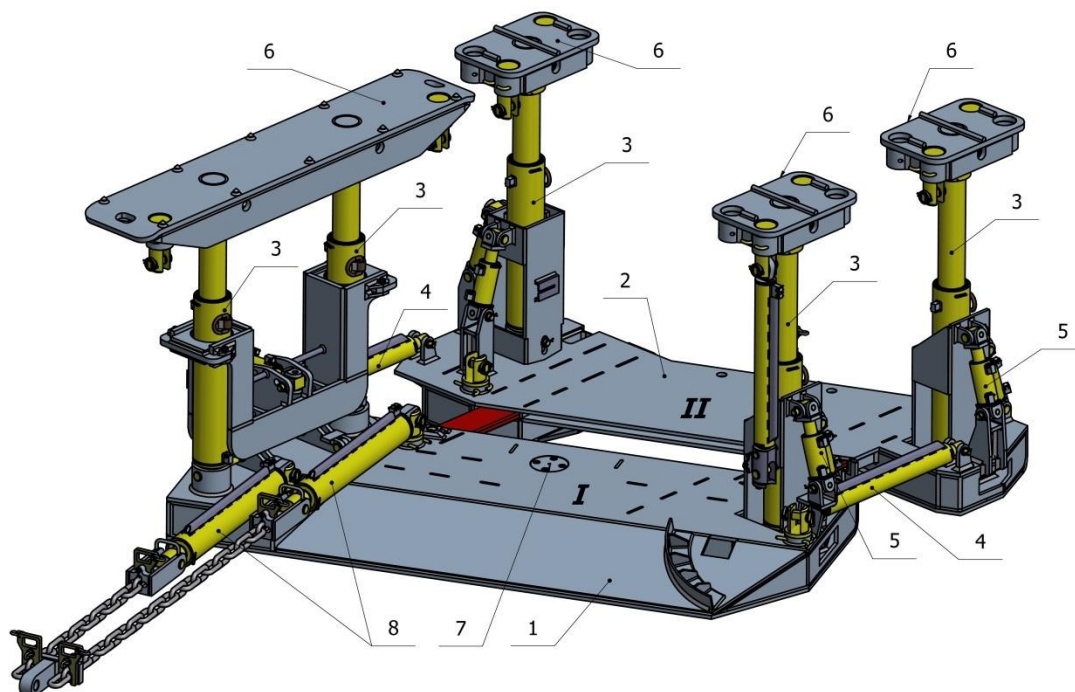
Na rysunku 4 przedstawiono widok „sekcji asekuracyjnej” w wyrobisku ścianowym.



Rys. 4. „Seksja asekuracyjna” usytuowana wzdłuż likwidowanej ściany [10]

2.3. Środki techniczne wspomagające proces wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej z wyrobiska ścianowego

Przeprowadzenie operacji wybudowy sekcji z szeregu w ścianie, jej obrót i załadunek na platformę transportową lub płytę ślizgową, ułatwia urządzenie UDW Ryś [3], skonstruowane w Zakładzie Obudów Zmechanizowanych ITG KOMAG. Urządzenie, przedstawione na rysunku 5, ustawiane jest w likwidowanej ścianie, wzdłuż kanału transportowego, przed „sekcją asekuracyjną”.



Rys. 5. Urządzenie UDW Ryś [opracowanie własne]

Urządzenie UDW Ryś składa się z dwóch przesuwnych konstrukcji ramowych (I) i (II), połączonych ze sobą w dolnej części siłownikami hydraulicznymi (4), umożliwiającymi ich wzajemny przesuw. Pierwsza konstrukcja ramowa składa się z odpowiednio ukształtowanej płyty spągnicy (1), w której zabudowane są trzy stojaki hydrauliczne (3) (dwa od strony czoła ściany, jeden od strony szeregu sekcji obudowy zmechanizowanej). Druga wyposażona jest w płytę spągnicy (2), w której zabudowane są dwa stojaki hydrauliczne (3). Na stojakach, stabilizowanych względem spągnic za pomocą siłowników (5) zabudowane są pojedyncze stopnice (6). Siłowniki stabilizujące (5) umożliwiają wychylenie stojaków, wraz ze stropnicami, względem spągnicy. Zarówno spągnice, jak i stropnice obu sekcji wyposażone są w gniazda, do których mocowane są siłowniki wyciągające sekcje obudowy zmechanizowanej z ciągu technologicznego. W spągnicy sekcji pierwszej zabudowane są dwa koła linowe (7), przez które przewijana jest lina kołowrotu służącego do transportu sekcji obudowy zmechanizowanej na płycie transportowej.

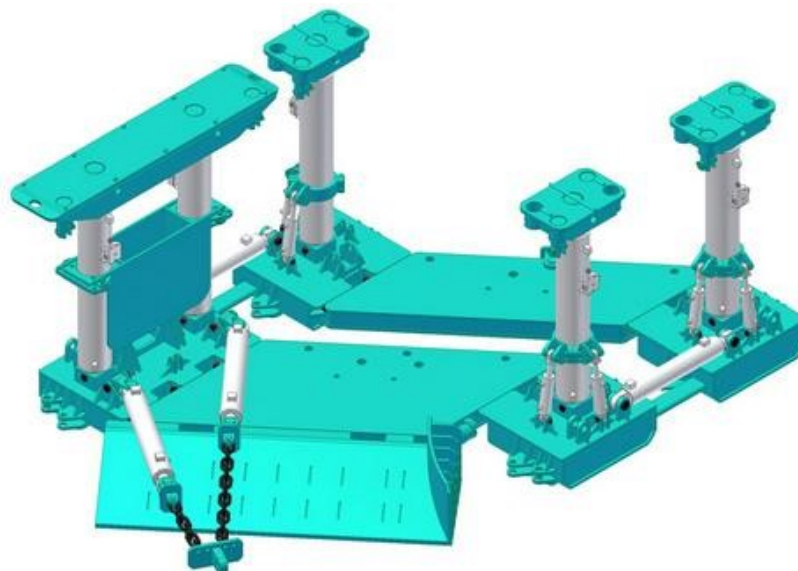
W zależności od wysokości wyrobiska przewidziano zastosowanie dwóch wariantów wykonania urządzenia, wariant I: o wysokości 1610 ÷ 2910 mm oraz Wariant II: o wysokości 2210 ÷ 4410 mm. Można je stosować w wyrobiskach ścianowych o nachyleniu poprzecznym do $\pm 12^\circ$ i podłużnym do 60° . Urządzenie UDW Ryś służy do wykonywania następujących zadań:

- wysuwanie sekcji obudowy zmechanizowanej z szeregu do pola transportowego,
- obrót wyciągniętej sekcji w kierunku transportu,
- przeładunek sekcji na płytę ślizgową lub inne urządzenie służące do jej transportu do chodnika przyścianowego,
- przesuwanie urządzenia wzdłuż pola transportowego do kolejnej wysuwanej sekcji obudowy zmechanizowanej.

Podstawowe parametry techniczne urządzenia są następujące:

– krok urządzenia	0,8 m
– podporność wstępna stojaka	500 kN
– podporność robocza stojaka	700 kN
– siła przesuwania ramy pierwszej	2x158 kN
– siła podciągania ramy drugiej	2x81 kN
– siła siłownika wciągającego	227 kN
– siła siłownika stabilizującego	81 kN
– ciśnienie zasilania	25 MPa

Urządzeniem technicznym o podobnej zasadzie działania co UDW Ryś jest urządzenie typu UWS – PUMA (rys. 6), produkowane przez firmę Sigma [4].



Rys. 6. Urządzenie typu UWS – PUMA do wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej [4]

Przeznaczone jest ono do wybudowy i obracania sekcji obudowy zmechanizowanej z ciągu technologicznego likwidowanej ściany. Zastosowanie urządzenia UWS typu PUMA w trakcie wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej ma na celu ułatwienie:

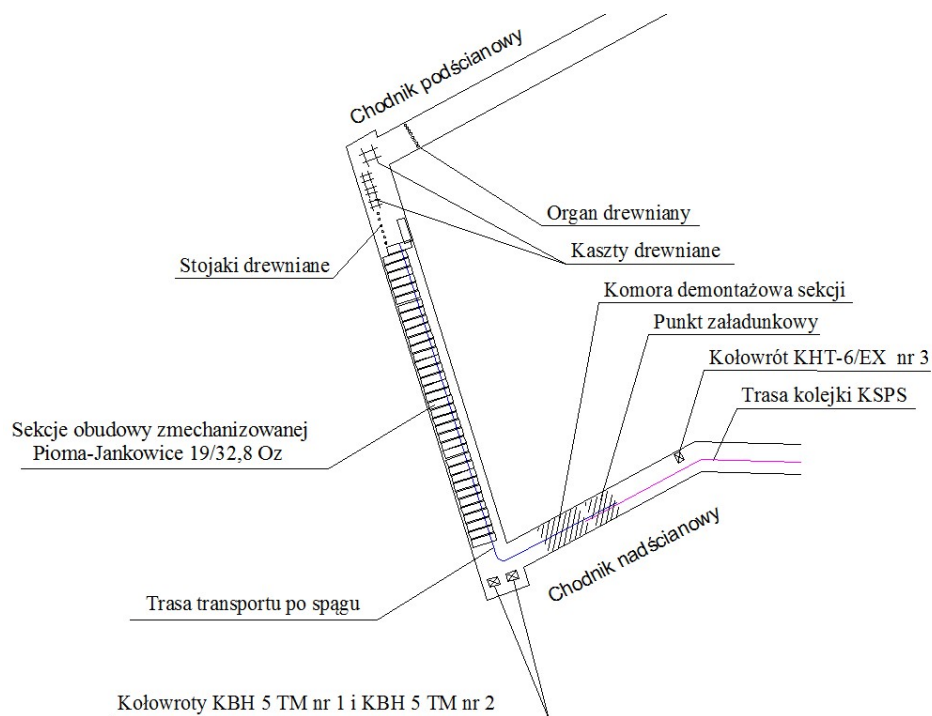
- wybudowania sekcji z szeregu w ścianie do ścieżki transportowej,
- obrócenia wyciąganej sekcji w kierunku transportu,
- przygotowania pod załadunek wyrobzonej sekcji na płytę transportowo-montażową.

2.4. Transport sekcji obudowy zmechanizowanej do chodnika przyścianowego

Analizując stosowane obecnie technologie transportu sekcji obudowy zmechanizowanej w przestrzeni transportowej likwidowanej ściany można wyróżnić ich następujące warianty:

- ciągnięcie sekcji po spągu (rys. 7)

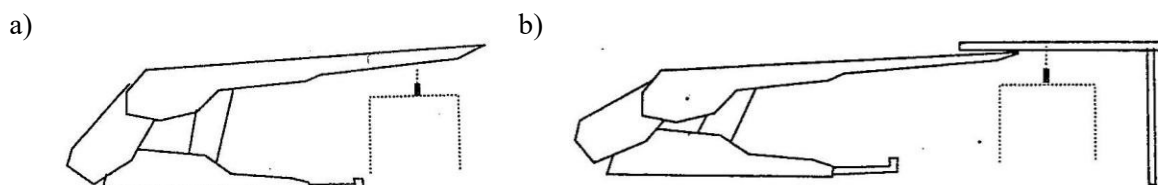
Wzdłuż pola transportowego w likwidowanej ścianie rozciągnięte są liny kołowrotów umieszczonych w chodniku nadścianowym. Kołowrotami wyciąga się sekcję obudowy bezpośrednio po spągu lub na specjalnej płycie ślizgowej do chodnika nadścianowego. Tu, do sekcji obudowy zaczepia się linę kołowrotu (KHT-6/EX na rysunku 7), umieszczonego w chodniku nadścianowym. Za pomocą kołowrotu przeciąga się sekcję do komory demontażowej lub bezpośrednio na punkt załadunkowy na środek dalszego transportu (kolejka podwieszona, kolejka spągowa).



Rys. 7. Przykładowa trasa transportu sekcji po spągu [10]

- transport kolejką podwieszoną

W KWK "Bogdanka", w przedziale transportowym likwidowanej ściany montuje się trasę kolejki podwieszanej [5]. Elementy trasy są zawieszane na obudowie przedziału transportowego lub na specjalnych belkach mocowanych do stropnic sekcji obudowy zmechanizowanej (rys. 8).



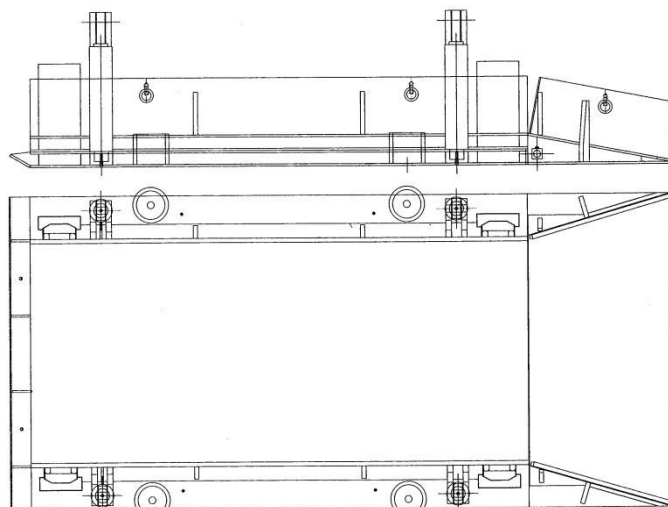
Rys. 8. Schemat mocowania trasy kolejki podwieszanej w przedziale transportowym ściany [5]:

- na belkach mocowanych do stropnic sekcji
- na obudowie przedziału transportowego

Sekcję ustawioną w przedziale transportowym podwiesza się na odpowiednim zestawie transportowym kolejki i przewozi, najczęściej do komory remontowej lub bezpośrednio do przecinki nowo uruchamianej ściany. Opisany sposób transportu sekcji jest efektywny; umożliwia wytransportowanie średnio 12 sekcji w ciągu doby. Analogiczny sposób wykorzystania kolejki podwieszanej w przedziale transportowym ściany opisano w [8].

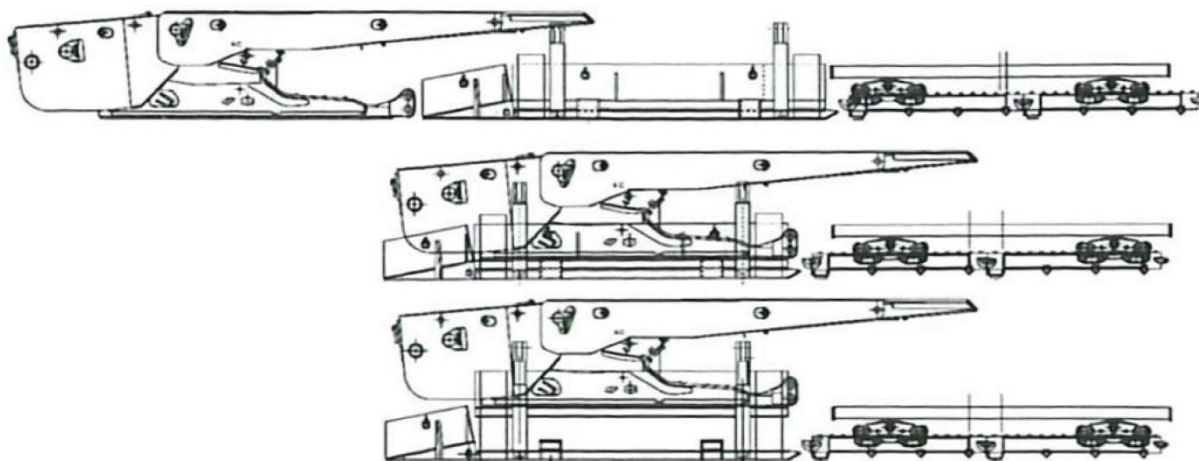
- transport kolejką spągową

Po zdemontowaniu przenośnika ścianowego przedział transportowy likwidowanej ściany jest pogłębiany celem ułożenia toru jezdni kolejki spągowej. Sekcje, po wysunięciu z szeregu są ładowane na platformę kolejki spągowej. Do załadunku obróconej sekcji na platformę kolejki spągowej stosowane są kliny rozładunkowo-załadunkowe, rampy uchylne lub specjalne urządzenia załadunkowo-rozładunkowe (np.: UZR-1 – rys. 9), tzw. podnośnice [12].



Rys. 9. Urządzenie załadunkowo-rozładunkowe UZR-1 [11]

Podnośnica umożliwia pionowe podniesienie sekcji, za pomocą czterech siłowników do poziomu platformy kolejki spągowej. Poszczególne fazy załadunku sekcji na platformę kolejki spągowej przedstawiono na rysunku 10.



Rys. 10. Etapy załadunku sekcji na platformę kolejki spągowej za pomocą urządzenia UZR-1 [1]

- na platformie ślizgowej po rynnach przenośnika ścianowego
Po zdemontowaniu kombajnu oraz nadstawek przenośnika ścianowego i łańcuchów transportowych za zgrzeblami na trasę przenośnika układa się specjalną płytę transportową, prowadzoną po wewnętrznych krawędziach profili przenośnika. Sekcję obudowy zmechanizowanej wciąga się na płytę po klinach załadowniczych. Sekcję obudowy mocuje się do płyty transportowej. Płyta przeciągana jest wzdłuż trasy przenośnika do chodnika nadścianowego za pomocą kołowrotu. Poszczególne rynny przenośnika ścianowego są demontowane wraz z postępem wybudowy sekcji ze ściany i transportowane na tej samej płycie transportowej, do chodnika nadścianowego.
- na platformie ślizgowej po specjalnie ułożonych torach.
Tory służące do współpracy z płytą ślizgową układane są w przedziale transportowym likwidowanej ściany. Sekcję obudowy zmechanizowanej, po wciągnięciu na płytę,

przeciąga się wzdłuż przedziału transportowego ściany, wraz z płytą do chodnika nadścianowego.

Wybór odpowiedniego sposobu transportu sekcji do chodnika przyścianowego jest uzależniony od warunków stropowych i spągowych w likwidowanej ścianie oraz warunków w chodnikach transportowych i wyposażenia technicznego kopalni.

Ze względu na liczbę sekcji obudowy, transportowanych z likwidowanej ściany do nowego wyrobiska, ten etap przezbrajania ściany trwa najdłużej. Z tego względu najefektywniejsze skrócenie czasu relokacji sekcji uzyskuje się stosując możliwie najszybszy środek transportowy. Środkiem takim jest kolejka podwieszona z ciągnikiem spalinowym. Niestety nie wszędzie można taki środek transportu stosować. W przypadku ścian niskich wykonanie odpowiednio wysokiego przedziału transportowego wymaga zbyt wiele nakładów pracy. W takim przypadku stosowane są platformy ślizgowe, przesuwane po trasie przenośnika ścianowego lub specjalnym torowisku.

3. Podsumowanie

Wybudowa i wytransportowanie sekcji obudowy zmechanizowanej z likwidowanego wyrobiska ścianowego należy, w aspekcie oceny ryzyka, do niebezpiecznych czynności roboczych. Jak wynika z analizy ryzyka [7], najwyższy wyznaczony wskaźnik ryzyka dotyczy załadunku sekcji na platformę kolejki spągowej w ścianie (rys. 11).



Rys. 11. Wskaźniki ryzyka oraz czas wykonywania wybranych czynności [7]

Ze względu na konieczność przemieszczania i obracania sekcji o stosunkowo dużej masie, w przestrzeni roboczej o wymiarach niewiele większych od wymiarów gabarytowych transportowanego obiektu, do niebezpiecznych czynności należy również zaliczyć wysuwanie sekcji z szeregu oraz jej obracanie w przedziale transportowym ściany.

Na podstawie przeprowadzonej analizy rozwiązań konstrukcyjnych urządzeń wspomagających proces wybudowy sekcji i jej załadunku na urządzenia transportowe stwierdzono, że dotychczas stosowane środki techniczne nie zapewniają satysfakcjonującego stanu bezpieczeństwa. W związku z powyższym, jak również z uwagi na stawiane bardzo wysokie wymagania w zakresie efektywności procesu relokacji sekcji obudowy zmechanizowanej, przy równoczesnym zachowaniu jak najwyższych standardów bezpieczeństwa wynikających z oceny ryzyka, niezbędne jest opracowanie, z wykorzystaniem zaawansowanych układów automatyki i robotyki, nowatorskich rozwiązań konstrukcyjnych urządzeń wspomagających ten proces.

Literatura

- [1] Budniok T., Rubinek J., Frączek J.: Systemy transportu kolejkami spągowymi firmy Becker-Warkop sp. z o.o. Materiały IV Międzynarodowej Konferencji Bezpieczeństwo pracy urządzeń transportowych w górnictwie. Ustroń, 5-7.11. 2008, CBiDGP, s. 143-151
- [2] Da Via T.: Projekt wyposażenia technicznego usprawniającego demontaż sekcji obudowy zmechanizowanej przy likwidacji wyrobiska ścianowego. Praca dyplomowa magisterska. Politechnika Śląska, Katedra Mechanizacji i Robotyzacji Górnictwa, Gliwice 2015 (materiały niepublikowane)
- [3] Dokumentacja techniczno-ruchowa. Urządzenie UDW typu Ryś do wybudowywania sekcji obudowy zmechanizowanej. CMG KOMAG, Gliwice 2006 (materiały niepublikowane)
- [4] 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
- [5] Kowal B.: Doświadczenia eksploatacyjne transportu kolejkami podwieszonymi z napędem własnym kopalni Lubelski Węgiel "Bogdanka" S.A. Materiały I Międzynarodowej Konferencji Bezpieczeństwo pracy urządzeń transportowych w górnictwie - diagnostyka, naprawy i remonty, Szczyrk 30.05–01.06.2005, CBiDGP, s.183-188
- [6] Kwieciński D. i inni: Projekt Celowy Nr 9T12A 081 97 C/3501 Obniżenie kosztów eksploatacji węgla poprzez wdrożenie nowoczesnych systemów montażu i demontażu maszyn i urządzeń w wyrobiskach ścianowych. Zadanie badawcze: Nowa technologia oraz środki mechanizacyjne do szybkiego przezbrajania ściany. Sprawozdanie z badań. CMG KOMAG 1998 (materiały niepublikowane)
- [7] Mikołajec R.: Analiza zgodności wybranych maszyn i urządzeń podziemnych z wymaganiami ich bezpieczeństwa w świetle systemu dopuszczeń do stosowania w zakładach górniczych na przykładzie KWK "Pniówek". Praca dyplomowa magisterska. Politechnika Śląska Wydział Górnictwa i Geologii. Gliwice 2014. Biblioteka Katedry Mechanizacji i Robotyzacji Górnictwa (materiały niepublikowane)

- [8] Mikołajczak M., Kuźmicki K., Gabryś M.: Poprawa bezpieczeństwa i osiągnięcia z zakresu rozbudowy układu transportowego kolejkami podwieszanymi z napędem spalinowym do przewozu osób i transportu materiałów na podstawie doświadczeń K.W.K. "Budryk" S.A. w latach 2001-2006. Materiały II Międzynarodowej Konferencji Bezpieczeństwo pracy urządzeń transportowych w górnictwie, Ustroń 08-10.11.2006, CBiDGP, s. 75-79
- [9] 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
- [10] Prezentacja z okoliczności i miejsca wypadku z 8 marca 2007 r. w KWK Marcel, materiał działu BHP KWK Marcel, 03.2007
- [11] Projekt techniczny likwidacji ściany C-4. KWK Jankowice, Rybnik 2012 (materiały niepublikowane)
- [12] Szyciczek K.: Kolejki spągowe zębate spalinowe, a bezpieczeństwo pracy w czasie transportu ciężkich elementów. Materiały I Międzynarodowej Konferencji Bezpieczeństwo pracy urządzeń transportowych w górnictwie - diagnostyka, naprawy i remonty, Szczyrk 30.05 – 01.06. 2005, CBiDGP, s.162-167

Czy wiesz, że

...niemieckie firmy RAG Mining Solutions oraz RAG Deutsche Steinkohle opracowały dla kopalni Prosper-Haniel w Bottrop komputerowy system, który integruje układy automatyzacji poszczególnych urządzeń wchodzących w skład kompleksu wybierającego ścianę w polu Zollverein. Jedną z kluczowych funkcji tego systemu jest zapewnienie interakcji między indywidualnymi układami automatyki (modułami): kombajnu ścianowego Eickhoff SL750 (moduł Eickhoff EiControlSB) oraz sekcji obudowy ścianowej i zgrzeblowego przenośnika ścianowego. Do najważniejszych zadań poszczególnych modułów należy zapewnienie wysokiego stopnia niezawodności i poprawa efektywności wykorzystania urządzeń ściany. Duże znaczenie ma też możliwość wizualizacji danych niezbędnych do nadzorowania pracy urządzeń. Wdrożenie nowego zintegrowanego systemu automatyzacji skutecznie poprawi nadzór nad całością procesu wybierania ściany oraz stanem bezpieczeństwa środowiska pracy załogi. System połączony jest z dyspozytornią kopalnianą i udostępnia model 3D infrastruktury całego obszaru.

Mining Report. Glückauf 2018 nr 4 s.337-341