

2

Naczynie wyciągowe specjalnego przeznaczenia



2.1 Wprowadzenie

Naczynie specjalnego przeznaczenia zostało zaprojektowane w 2015 roku do stosowania w podziemnych zakładach górniczych, jako element górniczych wyciągów szybowych kubtowych spełniających funkcję wyciągów pomocniczych (awaryjno-rewizyjnych) [1-2]. Urządzenie to stanowi środek transportu umożliwiający realizowanie następujących zadań:

- prowadzenie rewizji szybu,
- przemieszczanie załogi szybowej oraz potrzebnego sprzętu w miejsce robót,
- montaż i demontaż elementów zbrojenia szybowego,
- wymiana uszkodzonej obudowy,
- transport materiałów na niedużą skalę,
- roboty konserwacyjne w szybie.

Ponadto naczynie w wyjątkowych sytuacjach może być wykorzystywane w celu ewakuacji załogi z sąsiedniego, unieruchomionego wyciągu szybowego (kubtowego) [3]. Proces ewakuacji ludzi z unieruchomionego naczynia wyciągowego jest zdarzeniem występującym relatywnie rzadko, jest potencjalnie niebezpieczny i może nastęrczać licznych problemów. Prowadzono wiele badań i analiz nad poprawą sposobu jego działania [4-6]. Zastosowanie niestandardowych naczyń wyciągowych do użytku w kubtowym wyciągu szybowym również jest popularnym kierunkiem rozwoju w górnictwie [7]. Scharakteryzowane poniżej naczynie wyciągowe może być rozwiązaniem licznych problemów występujących w przedstawionych powyżej sytuacjach, gdyż zapewnia znaczne zwiększenie bezpieczeństwa osób ewakuowanych z unieruchomionego w szybie naczynia wyciągowego [3]. Na rys. 2.1 przedstawiono prototyp naczynia specjalnego przeznaczenia.



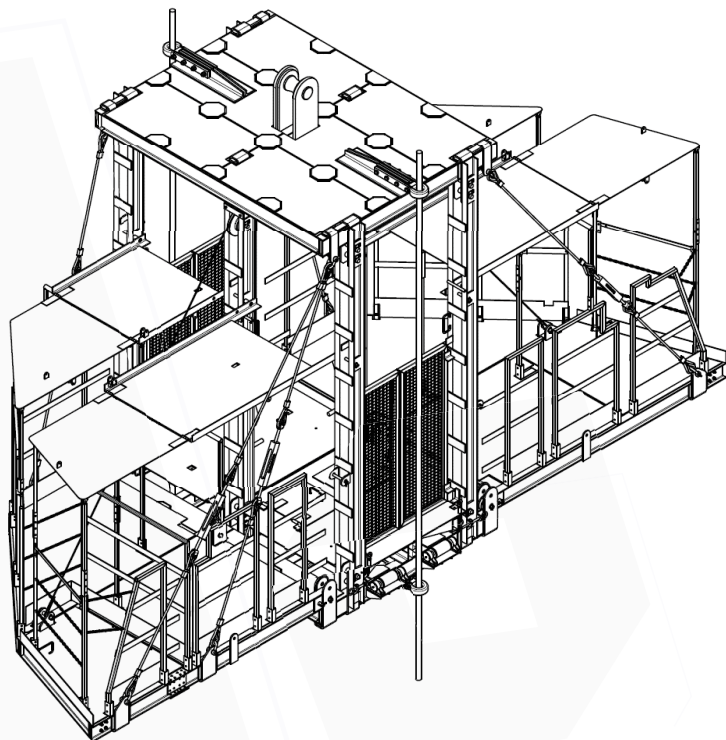
Rys. 2.1 Naczynie wyciągowe specjalnego przeznaczenia [8].

Naczynie wyciągowe specjalnego przeznaczenia może zatem spełniać funkcje wygodnej drogi ewakuacji osób uwięzionych w kuble, czy niczym klatka służyć do transportu osób lub rewizji szybu. Przede wszystkim może być używane do wykonywania prac, które standardowo wykonuje się z zastosowaniem pomostu wiszącego, takich jak: zabudowa elementów zbrojenia szybu, czy roboty konserwacyjne lub interwencyjne. Zastąpienie typowego pomostu naczyniem tego typu może przynieść liczne korzyści, ze względu na łatwiejszą obsługę, czy możliwość jazdy z większą prędkością w szybie.

2.2 Naczynie specjalnego przeznaczenia

2.2.1 Konstrukcja

Naczynie wyciągowe specjalnego przeznaczenia zostało zbudowane z pięciu zasadniczych elementów: ramy dolnej, sześciu cięgieł nośnych, dwóch pomostów rozkładanych, dwóch kładek wysuwanych oraz ramy górnej z elementem nośnym. Konstrukcję naczynia przedstawiono na rysunku 2.2.



Rys. 2.2 Naczynie specjalnego przeznaczenia w rzucie perspektywicznym [9].

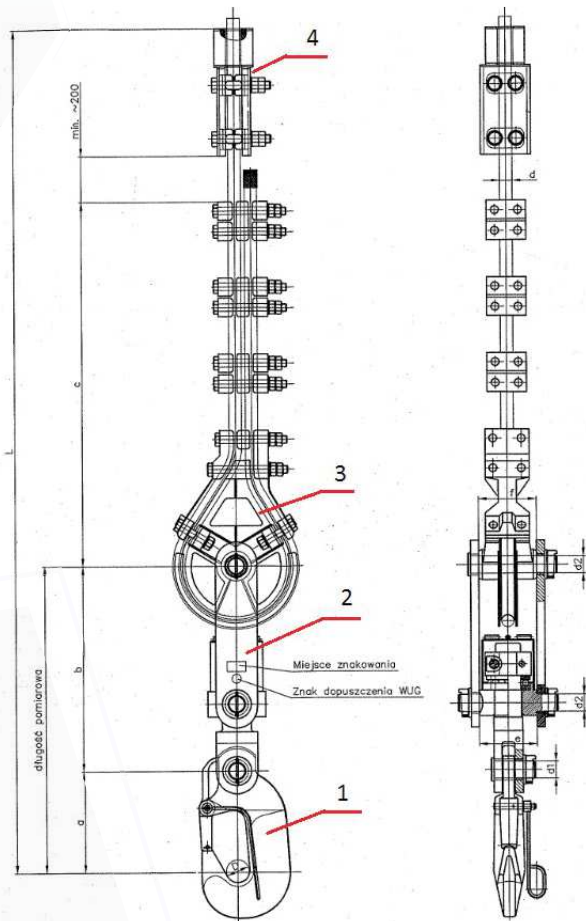
Element nośny łączący naczynie z zawieszeniem kubłowym stanowi układ wygiętej na gorąco

blachy w kształcie litery „U” współpracującej ze sworzniem $\varnothing 85$ mm oraz dwuteownika 240. Dwuteownik został potączony ze środkowymi cięgliami nośnymi czterema sworzniami oraz dodatkowo wsparty na belce nośnej ramy górnej. Element ten umożliwia umieszczenie naczynia na haku zawieszenia kubłowego o odpowiedniej nośności. Ramę dolną i górną naczynia łączy sześć cięgieł, wykonanych w formie słupów nośnych z dwóch ceowników 120 połączonych ze sobą blachami nakładkowymi. Cięgła nośne mocowane są do ram dolnej i górnej przy pomocy połączeń sworzniowych $\varnothing 40$ mm. Prowadzenie naczynia jest realizowane przy pomocy sznurów przewodniczych po linach przewodniczo-nośnych o rozstawie 2700 mm. Niezależnie od zasadniczego sposobu prowadzenia, naczynie wyposażone jest w dodatkowe prowadnice kabłąkowe, obejmujące liny przewodniczo-nośne. Znacząco poprawia to jego stabilność podczas prowadzenia robót w szybie, a także eliminuje możliwość obracania się naczynia podczas przemieszczania. Wymiary naczynia dostosowane są do rozstawu lin przewodniczo-nośnych oraz gabarytów przelotów na pomoście zrębowym i ochronnym. Odległość pomiędzy dźwigarem ramy górnej naczynia a dźwigarem ramy dolnej wynosi 3500 mm. Wejście do naczynia umożliwiają drzwi dwuskrzydłowe otwierane do wewnątrz, które zostały dodatkowo zabezpieczone przed wyciągnięciem z zawiasów w pozycji zamkniętej. Boczne ściany naczynia są jednocześnie pomostami rozkładanymi. Pomosty te zamocowane są do belek wzdłużnych (bocznych) ramy dolnej poprzez połączenia sworzniowe $\varnothing 27$ mm. Pomosty wyposażone są w barierki oraz zamocowane do nich daszki ochronne, które zostały zabezpieczone przed rozłączeniem sworzniami z zapadką [9].

Pomosty rozkładane zaprojektowano tak, aby po złożeniu (pozycjonowaniu do położenia pionowego) mieściły się między cięgliami, a krawędzią ramy górnej i nie zwiększały gabarytów naczynia wyciągowego. W pomoście rozkładanym lewym, główny dźwigar przewidziano jako dzielony, umożliwiający rozłożenie pomostu obok lutniociągu. Daszki ochronne dzielone, podczas składania zajmują położenie pomiędzy płaszczyznami cięgieł. Opuszczanie i podnoszenie pomostów rozkładanych odbywa się przy pomocy ręcznych wciągników linowych. Każdy z pomostów rozkładanych w pozycji roboczej (poziomej) zabezpieczony jest także dodatkowo za pomocą dwóch cięgieł linowych przymocowanych do pomostu i ramy górnej naczynia. Napięcie cięgieł regulowane jest za pomocą śrub rzymskich. W pozycji podniesionej pomosty zabezpiecza się za pomocą sworzni z zawleczką. W przypadku wystąpienia awarii maszyny wyciągowej, załoga zostanie ewakuowana do kubła sąsiedniego przedziału za pomocą kładki wysuwanej od czoła naczynia w stronę kubła [9].

2.2.2 Układ zawieszenia

Naczynie specjalnego przeznaczenia zawieszono zostało przy użyciu maszyny wyciągowej B-5000, na linie nośnej $\varnothing 42$ mm wyposażonej w zawieszenie hakowe o nośności $Q = 145$ kN, które zapinane jest do elementu nośnego naczynia. Tego typu rozwiązanie pozwala na szybkie i bezpieczne podwieszenie naczynia na zrębie szybu przy zamkniętych kłapkach zrębowych. Prowadzenie jest zapewniane poprzez sanie przewodnicze. Naczynie w zależności od potrzeb można podwiesić w dowolnym przedziale szybu. Podczas zawieszania należy również zamocować prowadnice kabłąkowe na linach przewodniczo-nośnych, które dodatkowo stabilizują naczynie. Na rys. 2.3 przedstawiono przykładowe zawieszenia hakowe.



Rys. 2.3 Zawieszenie hakowe,

1 – zespół haka, 2 – zespół łącznika obrotowego, 3 – zespół zamocowania końca liny, 4 – zespół zacisków liny do posadowienia sań [9]

2.2.3 Parametry techniczne

W tabeli 2.1 przedstawiono parametry techniczne prototypu naczynia specjalnego zaprojektowanego dla warunków technicznych w szybie 1-Bzie (aktualnie szyb *Jan Paweł*, KWK *Jastrzębie-Bzie*) [9].

Tabela 2.1 Parametry techniczne naczynia specjalnego przeznaczenia [9]

Wymiary części zasadniczej naczynia (bez podeków rozkładanych):	długość: 2500 mm; szerokość: 1900 mm; wysokość: 3500 mm
Rozstaw lin przewodniczo-nośnych:	2700 mm
Ilość i średnica lin przewodniczo-nośnych naczynia:	2 x Ø45 mm
Masa własna naczynia:	5295 kg
Ilość podeków roboczych:	1
Dopuszczalne obciążenie naczynia:	1000 kg
Dopuszczalne obciążenie ramy dolnej:	1000 kg
Dopuszczalne obciążenie pomostu rozkładanego:	500 kg
Dopuszczalne obciążenie kładki do ewakuacji:	150 kg
Maksymalna ilość osób w naczyniu:	5
Powierzchnia dna naczynia:	1,32 m ²
Powierzchnia dna naczynia dla 1 osoby:	0,264 m ²
Rodzaj zawieszenia naczynia:	zawieszenie hakowe połączone z elementem nośnym naczynia
Urządzenia sygnalizacji:	urządzenie bezprzewodowej łączności szybowej ECHO - FG

2.3 Test naczynia w warunkowych rzeczywistych

W celu oceny zastosowanych rozwiązań technicznych w czerwcu 2016 roku przeprowadzone zostały próby naczynia specjalnego przeznaczenia w szybie 1- *Bzie* KWK *Borynia-Zofiówka*, ruch *Zofiówka* (obecnie szyb *Jan Paweł* KWK *Jastrzębie-Bzie*), należącej do JSW SA. W pierwszym etapie dokonano odbioru technicznego urządzenia w celu stwierdzenia jego zgodności z dokumentacją techniczną oraz skontrolowano pomosty uchylne i wysuwne w zakresie ich funkcjonalności. Po przeszkoleniu teoretycznym brygady szybowej przystąpiono do zabudowy naczynia specjalnego przeznaczenia w górniczym wyciągu szybowym południowym. Naczynie zawieszono na suwnicy i przetransportowano na kłapy zrębowe. Transport naczynia przedstawiają rysunki 2.4 i 2.5.



Rys. 2.4 Transport naczynia specjalnego przeznaczenia [8]

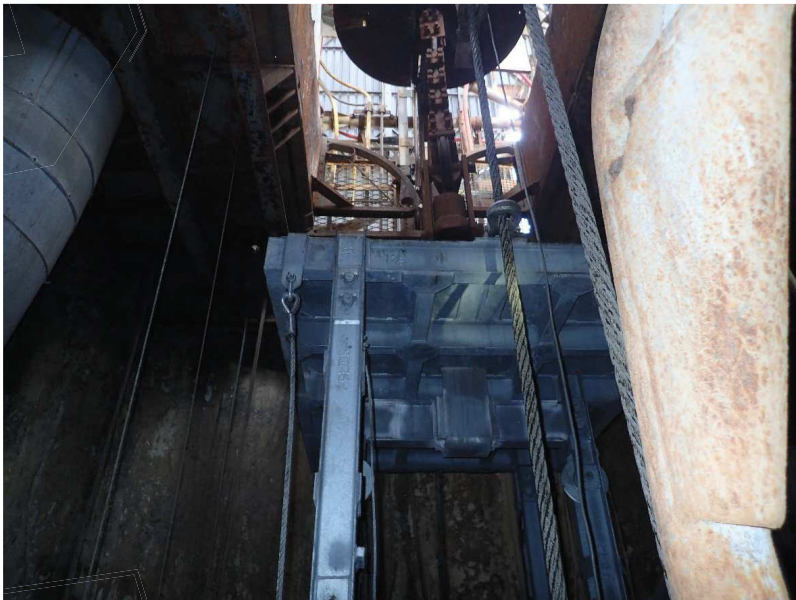


Rys. 2.5 Transport naczynia specjalnego przeznaczenia [8]

Po przetransportowaniu urządzenie podwieszono na zawieszeniu hakowym górniczego wyciągu szybowego. Sposób tego mocowania przedstawia rys. 2.6. Następnie nad zrzębem szybu przeprowadzono próbę rozłożenia i złożenia podestów uchylnych oraz dokonano oceny stateczności urządzenia. Stwierdzono prawidłową stateczność naczynia, nawet przy rozłożonych elementach uchylnych tylko z jednej strony naczynia. W dalszej kolejności przeprowadzono próbę zjazdu brygady szybowej w naczyniu wyciągowym specjalnego przeznaczenia w przedziale południowym do głębokości 250 m. Rysunek 2.7 przedstawia zjazd naczynia przez kłapy zrzębowe szybu.



Rys. 2.6 Współpraca naczynia specjalnego przeznaczenia z zawieszeniem hakowym górniczego wyciągu szybowego [8].

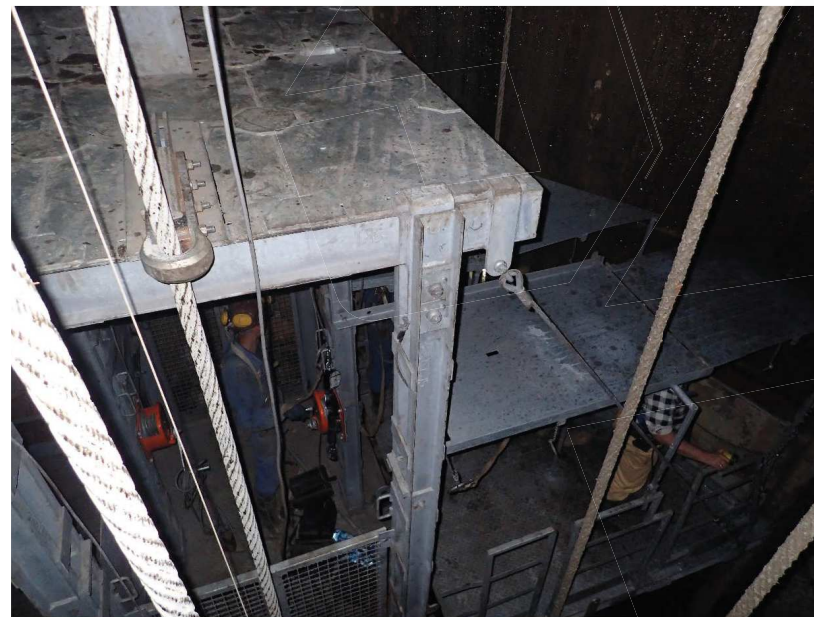


Rys. 2.7 Zjazd naczynia do szybu w przedziale południowym [8]

Na tym poziomie rozłożono podesty uchyłne, a następnie zamocowano zabezpieczenia w postaci barierek i daszków ochronnych i przemieściono naczynie z rozłożonymi pomostami o 10 metrów w górę i 10 metrów w dół. W trakcie tego testu sprawdzono odstępy ruchowe od elementów wyposażenia szybu, a także wyczyszczono rynnę okapową. Po tych czynnościach przystąpiono do złożenia podestów uchylnych, po czym przeprowadzono próbę ewakuacji do kubła zawieszanego w sąsiednim, północnym przedziale przy pomocy kładek wysuwanych. Rysunki 2.8 i 2.9 przedstawiają naczynie specjalnego przeznaczenia z rozłożonymi podestami uchyłnymi w szybie.



Rys. 2.8 Naczynie specjalnego przeznaczenia z rozłożonymi podestami uchyłnymi [8]



Rys. 2.9 Naczynie specjalnego przeznaczenia z rozłożonymi podestami uchyłnymi [8]

Po ewakuacji załogi do kubła kładki wysuwne wsunięto do naczynia a załoga wyjechała na powierzchnię. Kolejną czynnością był wyjazd naczynia wyciągowego na zrąb szybu bez obecności brygady szybowej z głębokości 250 m, a następnie powrotny zjazd naczynia na ten poziom oraz zjazd załogi w kubie w przedziale północnym i próba ewakuacji z kubła urobkowego do naczynia specjalnego przeznaczenia zawieszanego w przedziale południowym szybu i wyjazd brygady naczyniem na zrąb. Po zakończonych próbach zdemontowano naczynie z zawieszenia górniczego wyciągu szybowego w przedziale południowym [10].

Przeprowadzone oględziny w warunkach rzeczywistych pozwoliły sprawdzić przydatność i funkcjonalność naczynia, a dogłębna analiza rozwiązań technicznych pozwoliła na wytyczenie kilku usprawnień w postaci [11]:

- zmiany lokalizacji muf na ciągle nośnym w położeniu umożliwiającym montaż zaworów przy zamkniętym pomoście rozkładanym,
- konieczności przetoczenia sworzni blokujących pomosty rozkładane o 1 mm, aby swobodnie je blokować,
- konieczności zaprojektowania dodatkowych zabezpieczeń kładek wysuwanych,
- zmiany cięgien nośnych pomostów rozkładanych na dwa zawiesia i jedną śrubę rzymską, co pozwoliłoby zapobiec zakleszczeniom podczas składania,
- konieczności zaprojektowania dodatkowej barierki w miejscu przelotu lutniociągu,

- konieczności zmiany punktów wpięcia szelek bezpieczeństwa na pręt $\varnothing 20$ mm.

Próby potwierdziły funkcjonalność urządzenia do wykonywania prac remontowych i rewizyjnych w szybie oraz zachowanie zasad bezpieczeństwa przy współpracy naczynia zamontowanego w jednym z przedziałów (północnym lub południowym) z górniczym wyciągiem szybowym w drugim przedziale.

2.4 Typoszereg naczyń specjalnego przeznaczenia

W związku z dużą różnorodnością tarcz szybowych, podyktowaną ich wielofunkcyjnością, wpływającą na różnice w zabudowie elementów infrastruktury szybowej, jak również ze względu na zróżnicowanie średnic szybów kopalnianych, konieczne jest dopasowanie konstrukcji naczynia do warunków techniczno-ruchowych określonego wyrobiska [1, 12]. W tym celu w przyszłości planuje się stworzenie typoszeregu tych urządzeń, co umożliwiłoby dostosowanie naczynia do pracy w większości szybów oraz zapewniło kompatybilność z aktualnie stosowanym wyposażeniem górniczych wyciągów szybowych. W ramach typoszeregu naczyń specjalnego przeznaczenia rozważane jest stworzenie trzech rodzajów zasadniczego trzonu naczynia, których wymiary podyktowane będą następującymi czynnikami [9]:

- wielkością sań prowadniczych wg dopuszczonego typoszeregu,
- średnicami stosowanych kubłów urobkowych,
- rodzajami stosowanych haków zawieszonych kubłowych.

Ze względu na różnorodność zabudowy szybów przewiduje się, iż elementy uchylne wraz z daszkami ochronnymi będą elementami wymiennymi i dobieieranymi do indywidualnych potrzeb. W przypadku potrzeby niesymetrycznego zabudowania pomostów po przeciwnych stronach, zakłada się konieczność balastowania elementów uchylnych. Trzony naczynia wyposażone zostaną w kładki wychylne o maksymalnej długości, na jaką pozwolą gabaryty naczynia, z możliwością obustronnego wysuwu [9].

2.5 Podsumowanie

Niewątpliwą zaletą urządzenia jest jego zwarta konstrukcja. Wszystkie elementy stanowią całość, co oznacza, iż w pełni sprawne urządzenie dociera na miejsce robót i poza odbiorem technicznym nie wymaga żadnych dodatkowych prac związanych z montażem [10]. Ma to istotny wpływ na szybkość rozpoczęcia planowanych robót, a ze względu na brak potrzeby montażu w szybie, eliminuje ryzyko związane z wykonywaniem tych szczególnie niebezpiecznych, podczas których załoga jest narażona na dużą ekspozycję. W przeciwieństwie do standardowych konstrukcji pomostów wiszących naczynie może być w dowolnym momencie robót wytransportowane na powierzchnię, co zdecydowanie ułatwia dokonywanie wszelkich oględzin urządzenia oraz wykonywanie niezbędnych czynności konserwacyjnych [9]. Dodatkowo w przypadku stwierdzenia konieczności wyłączenia z ruchu konkretnego naczynia, wystarczy wpiąć z zawieszania hakowego niezdatne

urządzenie i zawiesić zamiennik. Dzięki temu wyeliminowane zostało niebezpieczeństwo opóźnienia realizacji planowanej inwestycji, z którym mamy do czynienia w przypadku awarii klasycznych wiszących pomostów roboczych za sprawą pracochłonnych procesów naprawy kluczowych elementów ich konstrukcji w szybie, bądź z koniecznością całkowitego demontażu uszkodzonego pomostu i montażu nowej konstrukcji.

Ogromną zaletą naczynia specjalnego przeznaczenia jest prędkość i sposób przemieszczania w szybie. Sposób zawieszania naczynia za pomocą standardowego zawieszania hakowego górniczego wyciągu szybowego oraz sposób prowadzenia dają wiele korzyści [10]. Dopasowanie do istniejących rozwiązań i urządzeń stosowanych przy robotach szybowych, takich jak sanie prowadnicze czy zawieszanie hakowe, wyklucza konieczność projektowania nowej infrastruktury dla naczynia i stwarza możliwość do adaptacji w już rozpoczętych inwestycjach. W przeciwieństwie do pozbawionych prowadzenia pomostów wiszących naczynie specjalnego przeznaczenia jest prowadzone w dwojaki sposób, główne prowadzenie zapewniają sanie prowadnicze natomiast prowadnice kabłąkowe pozwalają zachować dodatkową stabilność naczynia zarówno w trakcie ruchu jak i w trakcie wykonywania robót szybowych. Jak wykazały próby, dzięki tym rozwiązaniom naczynie zachowuje stateczność nawet w przypadku pracy przy jednostronnym rozłożeniu pomostu [11]. Nie występuje zjawisko pochylania w trakcie jazdy, jak w przypadku pomostów zawieszonych na zawieszaniach dwucięgnowych, a także nie ma potrzeby dodatkowej stabilizacji naczynia. Naczynie specjalnego przeznaczenia może poruszać się z prędkością do 1 m/s w pozycji złożonej co stanowi dziesięciokrotność prędkości pomostów wiszących. Dodatkowo możliwe jest także przemieszczanie naczynia w szybie z rozłożonymi podestami uchylnymi, z ograniczeniem prędkości jazdy adekwatnie do warunków wykonywanych robót [11]. Duża mobilność naczynia ma ogromny wpływ na efektywność prowadzenia wszelkich robót o charakterze interwencyjnym.

Korzystny wpływ na wydajność oraz bezpieczeństwo robót szybowych ma również rozwiązanie mocowania barierek ochronnych, które stanowią integralną część podestów uchylnych co umożliwia ich szybki montaż oraz demontaż w trakcie robót. Warto zwrócić także uwagę na zadaszenie pokrywające całą przestrzeń roboczą, które zapewnia pełną ochronę pracowników przed spadającymi obiektami [9]. Dodatkowym atutem naczynia jest jego przydatność w sytuacjach awaryjnych, w których dzięki specjalnie zaprojektowanym wysuwającym kładkom, możliwa jest ewakuacja załogi do naczynia lub kubła urobkowego w sąsiednim przedziale szybu, jak również ewakuacja ludzi uwięzionych w kubie do naczynia. Naczynie specjalnego przeznaczenia pozwala na wykonywanie wszelkich robót pomocniczych w szybach wykonywanych dotychczas z kubłów urobkowych. Charakterystyka tych robót wiąże się z koniecznością zawieszania sań prowadniczych, pracy w ograniczonej przestrzeni kubła, przy ograniczonej ilości załogi, dodatkowo generując potrzebę dociągnięcia kubła do docelowego elementu wyposażenia szybu. Roboty te wiążą się z pewnym ryzykiem, ponieważ kubeł dociągnięty, przykładowo do rynny ociekowej, w przypadku niekontrolowanego uwolnienia przemieszcza się gwałtownie w kierunku osi wyciągu szybowego, co może prowadzić do zaplątania się kubła o liny prowadnicze pomostu wiszącego lub linki sygnalizacyjne zawieszane w szybie. Ponadto brygada szybowa w trakcie tych robót nie jest chroniona zadaszeniem, więc jest bezpośrednio narażona na uderzenie przez spadające elementy.

Problem stanowi prowadzenie robót, w których konieczne jest wykorzystanie górniczego wyciągu szybowego do transportu ciężkich materiałów. Naczynie jest podwieszane na zawieszaniu hakowym a zatem wszelkie materiały czy urządzenia potrzebne do realizowania robót muszą być transportowane w naczyniu i nie mogą powodować przekroczenia jego dopuszczalnego obciążenia [10]. Naczynie nie posiada oświetlenia jak w przypadku wiszących pomostów roboczych, co ma niekorzystny wpływ na warunki pracy. Wymaga prowadzenia po linach przewodniczych, które w przypadku zastosowania naczynia na szybie 1-Bzie stanowiły liny przewodniczo-nośne pomostu wiszącego. Przy założeniu prowadzenia prac przy wyłącznym użyciu naczynia specjalnego przeznaczenia, konieczny jest montaż lin przewodniczych w szybie.

2.6 Bibliografia

- [1] Antoniak J., Carbogno A., Czaja J.: *Wyciągi szybowe awaryjno – ratownicze*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Seria: Skrypty uczelniane Nr 572, Gliwice 1977
- [2] Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych
- [3] Nowak J., Wowra D., Motyka M.: *Naczynie specjalnego przeznaczenia*. prezentacja na International Mining Forum 2017, 28-30.06.2017, KWK Szczygłowice
- [4] Workplace Safety North: *Emergency Response Planning for Shaft Sinking*, North Bay, ON Canada, 2006
- [5] Jelonek J., Jelonek M.: *Ewakuacja ludzi uwięzionych w kopalnianym szybie (Komunikat)*, Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie, vol. 8, s. 32–33, 2017
- [6] Trójca P., Pasek R., Zuski Z.: *Sposoby ewakuacji osób z naczyni wyciągowych urządzeń transportu pionowego w Kopalni Soli „Wieliczka” S.A.* Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie, nr 7, s. 14–19, 2019
- [7] Gumola I.: *Prowadzenie jazdy ludzi kubłowym wyciągiem szybowym z zastosowaniem nowego naczynia*, Prezentacja na Szkole Eksploatacji Podziemnej 2018, 26-28.02.2018, Kraków
- [8] Cichoń T.: *Dokumentacja fotograficzna z przeprowadzonych prób naczynia specjalnego przeznaczenia na szybie 1- Bzie w KWK Borynia – Zofiówka*, Górnictwo – Biuro Projektów firmy Kopex – Przedsiębiorstwo Budowy Szybów S.A., Bytom 2016 [niepublikowana]
- [9] Cichoń T.: *Dokumentacja techniczna naczynia specjalnego przeznaczenia*, Górnictwo – Biuro Projektów firmy Kopex – Przedsiębiorstwo Budowy Szybów S.A., Bytom 2015 [niepublikowana]
- [10] Kamiński P. i in. *Szyb 1-Bzie (Jan Paweł) – wykorzystanie kubłowego górniczego wyciągu szybowego do prowadzenia jazdy ludzi*, Inżynieria Górnicza 1/2020 s. 10-18
- [11] Cichoń T., Pluta P., Nowak J., Wowra D.: *Sprawozdanie z prób naczynia specjalnego przeznaczenia na szybie 1- Bzie w KWK Borynia – Zofiówka*, Kopex – Przedsiębiorstwo Budowy Szybów S.A., Tarnowskie Góry 2016 [niepublikowana]
- [12] Mushiri T., Jirivengwa M., Mbohwa C.: *Design of a Hoisting System for a Small Scale Mine*. Procedia Manufacturing, vol. 8 s. 738-745, 2017