

<https://doi.org/10.32056/KOMAG/KOMTECH2021.7>

## **Innowacyjne rozwiązanie budowy naczynia wyciągowego do rewizji szybów**

**Arkadiusz Sobolewski** – Instytut Techniki Górniczej KOMAG

**Sebastian Janas** – Instytut Techniki Górniczej KOMAG

**Marek Kalita** – Instytut Techniki Górniczej KOMAG

**Krzysztof Nieśpiałowski** – Instytut Techniki Górniczej KOMAG

**Piotr Buchwald** – Centralna Stacja Ratownictwa Górniczego S.A. w Bytomiu

**Andrzej Kleszcz** – Centralna Stacja Ratownictwa Górniczego S.A. w Bytomiu

**Dariusz Radoń** – Centralna Stacja Ratownictwa Górniczego S.A. w Bytomiu

**Streszczenie:** W rozdziale przedstawiono koncepcję budowy naczynia wyciągowego specjalnego przeznaczenia. Ze względu na brak prowadzenia naczynia w szybie, urządzenie w czasie wykonywania rewizji lub napraw obmurza jest rozpięte o obudowę szybu. Unieruchomienie naczynia jest możliwe dzięki opuszczanym, wysuwным ramionom rozpięającym. Ich teleskopowa konstrukcja pozwala na zastosowanie urządzenia w szerokim zakresie średnic szybów. Ponadto naczynie wyposażono w opuszczany pomost roboczy, który umożliwia dostęp do obmurza szybu. W rozdziale przedstawiono budowę naczynia oraz opisano proces unieruchamiania naczynia wewnątrz szybu.

Słowa kluczowe: inżynieria mechaniczna, budowa i eksploatacja maszyn, naczynia wyciągowe specjalnego przeznaczenia, naczynia do rewizji szybów

### **Innovative solution of the conveyance design for shaft inspection**

**Abstract:** The chapter presents the concept of design of a special-purpose conveyance. Due to the lack of guidance of the conveyance in the shaft, the device is stretched against the shaft brickwork, when inspecting or repairing the brickwork. The conveyance can be immobilized thanks to the lowered, extendable spreading arms. Their telescopic design allows the device to be used in a wide range of shaft diameters. In addition, the conveyance was equipped with a lowered working platform, which allows access to the shaft brickwork. The chapter presents the conveyance design and describes the process of immobilizing the vessel inside the shaft.

Keywords: mechanical engineering, design of machines and their operation, special-purpose conveyances, conveyances for a shaft inspection.

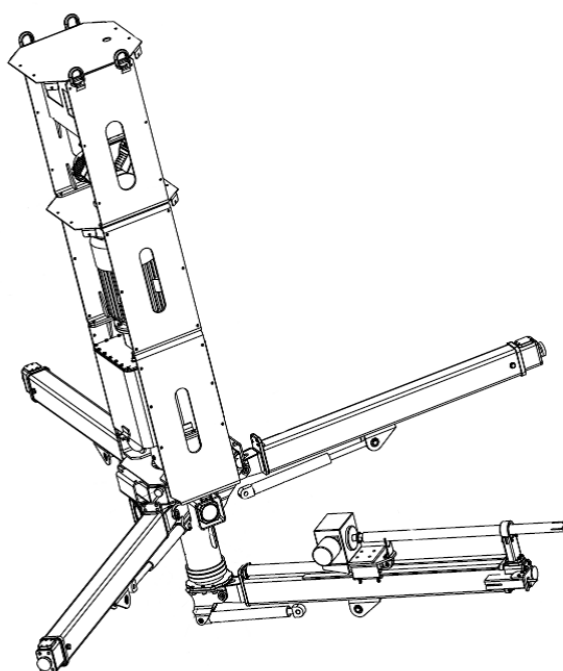
## **1. Wprowadzenie**

Szyby są to wyrobiska, które łączą część dołową kopalni z jej powierzchnią. Dlatego ich obudowie stawia się wysokie wymagania, które okresowo weryfikowane są badaniami i oceną jej stanu według obowiązujących norm i przepisów. Stan obudowy szybów kontrolują najczęściej służby kopalniane w ustalonych przepisami okresach, natomiast co pięć lat gruntowne badania przeprowadza rzeczoznawca ds. ruchu zakładu górniczego [1]. Zdarza się, że w trakcie eksploatacji obudowa ulega lokalnym uszkodzeniom, jak np. deformacje, odspojenia obmurza, pęknięcia, szczeliny, wówczas konieczne jest przeprowadzenie dodatkowych badań specjalistycznych, na podstawie których podejmuje się decyzję, co do dalszego bezpiecznego funkcjonowania szybu lub podejmuje ewentualne działania naprawcze [2].

W wielu szybach ze względu na brak uzbrojenia jedyną możliwością diagnostyki jest stosowanie naczyń specjalnych bez prowadzenia. Urządzenie do rewizji i konserwacji szybów wentylacyjnych opracowane w ITG KOMAG jest naczyniem specjalnym przeznaczonym do wykonywania okresowych rewizji oraz drobnych napraw obmurza szybów wentylacyjnych.

W ramach analizy istniejących rozwiązań wytypowane zostały dwa urządzenia. Jednym z nich jest wiertnica firmy Mine Master Sp. z o.o. (rys. 1) przeznaczona do kontroli stanu betonowych obudów szybowych w szybach niezagrażonych wybuchem. Dla zapewnienia kontroli stanu obudów szybowych konstrukcja wiertnicy umożliwia wykonywanie następujących zadań [3]:

- wiercenie otworów rdzeniowych o średnicy 50 mm o łącznej długości próbek 1 m wykonywanych obudowie szybowej o średnicy od 5,2 m do 6,8 m,
- badanie twardości obudowy szybowej za pomocą młotka Schmidta z rejestracją danych.



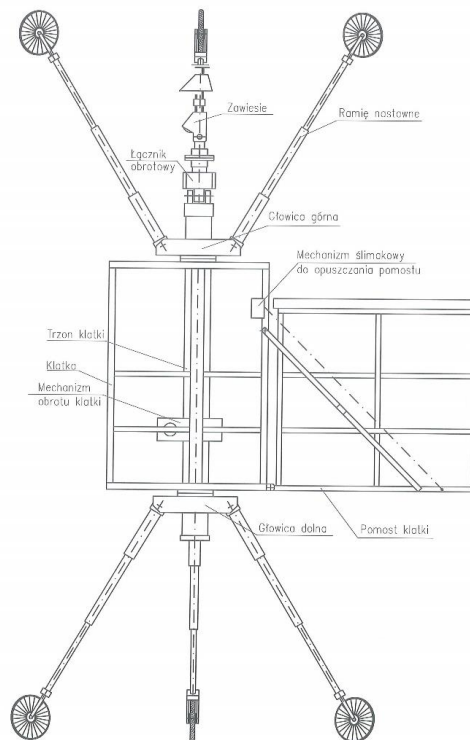
Rys. 1. Wiertnica do kontroli stanu betonowych obudów szybowych [1]

Rozwiązanie to jest w pełni autonomiczne, jednak nie posiada możliwości transportu pracowników. Dodatkowo po złożeniu urządzenie ma niemal 7 m długości. Zakres obsługiwanych średnic szybów mieści się w przedziale od 5,2 m do 6,8 m.

Drugim z opisywanych rozwiązań jest urządzenie do rewizji i konserwacji szybów wentylacyjnych opracowane w ITG KOMAG. Składa się ono z klatki z pomostem dla pracowników oraz ramion, które umożliwiają rozparcie urządzenia w szybie. Urządzenie (rys. 2) pozwala na obrót w osi o 360° przy użyciu przekładni ślimakowej.

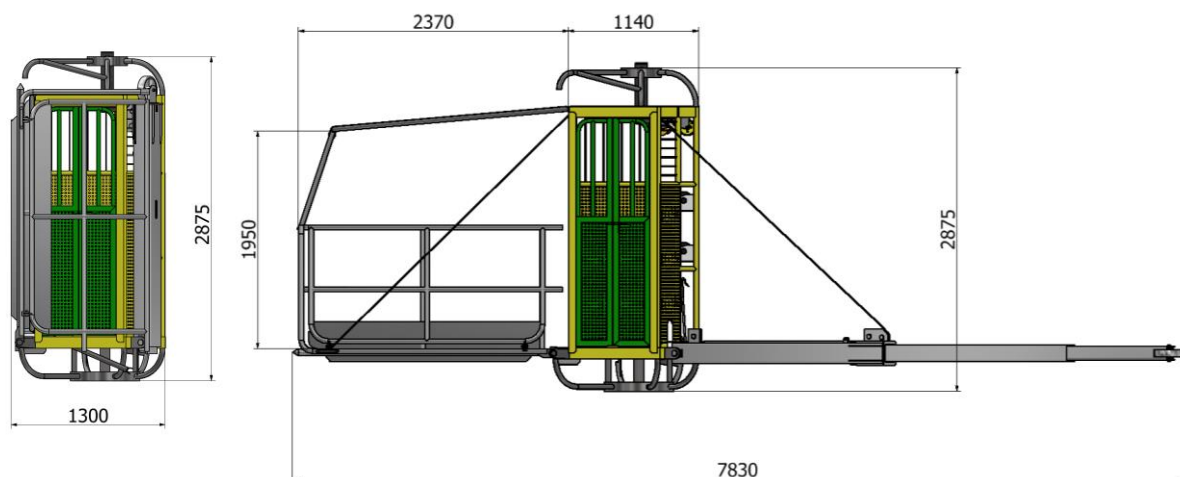
Urządzenie przystosowane jest do obsługi szybów o średnicy od 7,0 m do 7,5 m. Obliczeniowe użyteczne obciążenie urządzenia wynosi 2943 N (300 kg). Dopuszczalna liczba osób w klatce – 3.

Zawiesie urządzenia przystosowane jest do współpracy z liną o zakresie średnic od 20 do 22 mm. Obliczeniowa obciążalność pomostu roboczego wynosi 1962 N (200 kg).



Rys. 2. Urządzenie do rewizji i konserwacji szybów wentylacyjnych [2]

Opracowana w Instytucie Techniki Górniczej KOMAG koncepcja naczynia (rys. 3) pozwala na obsługę szybów o średnicy od 6,0 m do 9,0 m. Użyteczne obciążenie urządzenia wynosi 5886 N (600 kg), natomiast obciążalność pomostu roboczego wynosi 1962N (200kg). Dopuszcza się transport 4 osób w klatce. Zawieszanie urządzenia przystosowane jest do współpracy z liną o zakresie średnic od 20 do 24 mm. Ze względu na niewielką masę oraz gabaryty, urządzenie pozwala na jego opuszczanie i podnoszenie za pomocą mobilnego wyciągu szybowego. Umożliwia to użycie urządzenia w szybach pozbawionych odpowiedniej infrastruktury [4].



Rys. 3. Koncepcja budowy naczynia wyciągowego specjalnego przeznaczenia do kontroli stanu obudowy szybu

## 2. Budowa naczynia wyciągowego specjalnego przeznaczenia

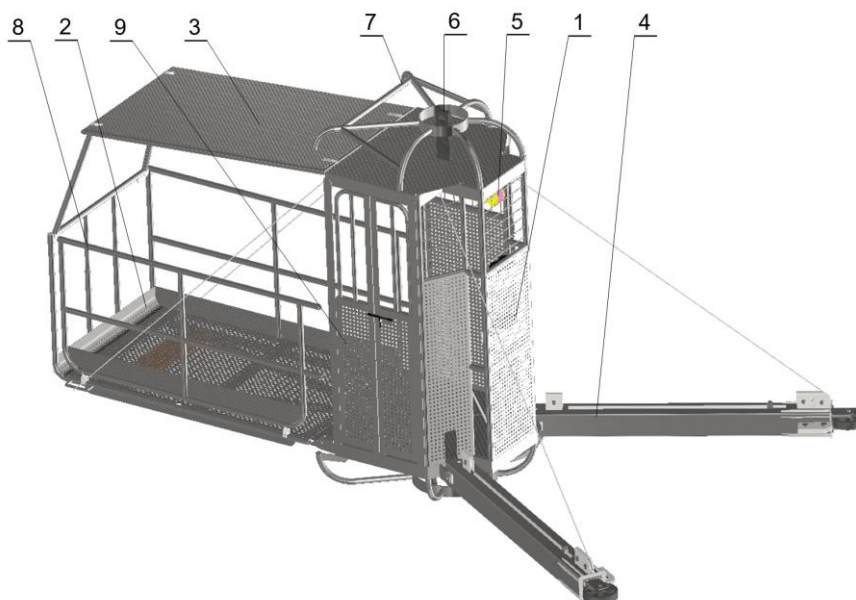
Koncepcyjne naczynie wyciągowe specjalnego przeznaczenia do kontroli stanu obudowy szybu (rys. 4) zaprojektowano jako urządzenie o szerokim zakresie stosowania z możliwością współpracy z przewoźnym wyciągiem szybowym [5].

Rama klatki (1) stanowi konstrukcję spawaną z profili stalowych. Jako, że jest to element nośny urządzenia musi spełniać warunek 7-krotnego współczynnika bezpieczeństwa. Ze względu na ograniczenia masowe wynikające z nośności dopuszczalnej liny, na której zawieszono jest urządzenie, rama klatki musi być konstrukcją lekką i wytrzymałą. W znanych rozwiązaniach zastosowano centralny element nośny w postaci rury stalowej, do której mocowana była konstrukcja klatki. W niniejszym rozwiązaniu zdecydowano się na ramę samonośną, aby odciążyć konstrukcję oraz zwiększyć przestrzeń ładunkową klatki. Konstrukcja nośna ramy połączona jest z trzonem (6), który służy do połączenia z zawiesiem urządzenia wyciągowego. Urządzenie zabezpieczono przed zaczepieniem o elementy wyposażenia szybu za pomocą osłony rurowej (7) przymocowanej do głowicy i ramy dolnej naczynia.

Na jednym z boków klatki, nie zasłoniętym przez barierkę uniesionego pomostu, znajdują się drzwi dwuskrzydłowe (9) otwierane do wewnątrz, zapewniające prześwit o szerokości 650 mm. Umożliwia to swobodne wejście ludzi oraz umieszczenie wewnątrz klatki urządzeń pomocniczych o większym gabarycie np. agregat hydrauliczny. Drzwi spełniają wytyczne normy PN-G 46205:1997 [6]. Naczynie umożliwia transport 4 osób zapewniając wielkość powierzchni podłogi klatki przypadającej na jedną osobę powyżej 0,18 m<sup>2</sup> [7].

Wewnątrz klatki umieszczone są trzy wciągarki linowe dwubębnowe o udźwigu 500 kg (5) każda. Dwie z nich służą do wysuwania i wsuwania ramion teleskopowych rozpierających, natomiast trzecia wciągarka została zastosowana do jednoczesnego opuszczania pomostu i ramion.

Większe otwory w górnej części klatki zostały przysłonięte za pomocą prętów rozmieszczonych w niewielkich odstępach tak, aby zapewnić bezpieczeństwo znajdujących się wewnątrz klatki osób i uniemożliwić wychylenie się poza zarys naczynia, jednocześnie umożliwiając dobrą widoczność.



Rys. 4. Budowa naczynia wyciągowego specjalnego przeznaczenia:

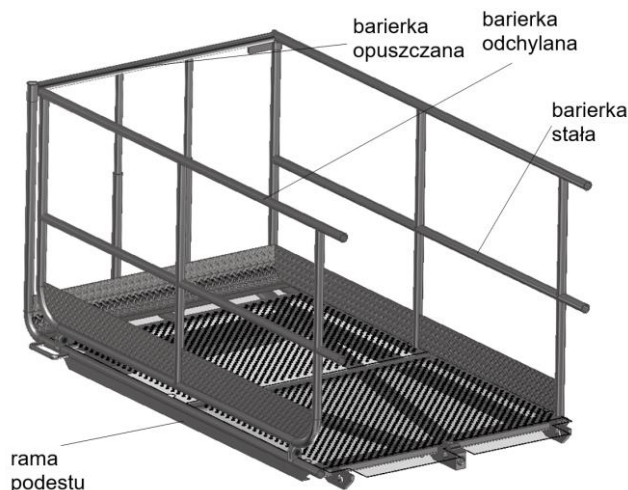
1 – klatka, 2 – podest opuszczany, 3 – daszek ochronny, 4 – ramię rozpierające, 5 – wciągarka linowa ręczna, 6 – trzon zawiesia, 7 – osłona rurowa górna, 8 – barierka uchylna, 9 – drzwi dwuskrzydłowe

Naczynie wyposażono w opuszczane ramiona rozpierające (4), które w pozycji roboczej ustawione są względem siebie pod kątem  $60^\circ$ , co zapewnia lepszą stabilizację urządzenia. Po przeciwnej stronie zamocowany jest przegubowo podest opuszczany (2), wyposażony w barierki ochronne, z których jedna jest uchylna (8). Aby zapewnić bezpieczeństwo osób pracujących na pomoście roboczym zastosowano osłonę w postaci daszka ochronnego (3), którego zadaniem jest ochrona pracowników przebywających na pomoście przed spadającymi przedmiotami.

Poszycie daszka stanowi blacha stalowa o grubości 5 mm zamocowana na stalowej ramie wykonanej z rur. Jeden koniec daszka mocowany jest przegubowo do ramy klatki, aby umożliwić złożenie daszka, natomiast drugi rozpierany jest na barierce pomostu za pomocą podpór, które przymocowano do daszka przegubowo, co umożliwia złożenie ich do wnętrza konstrukcji rurowej daszka.

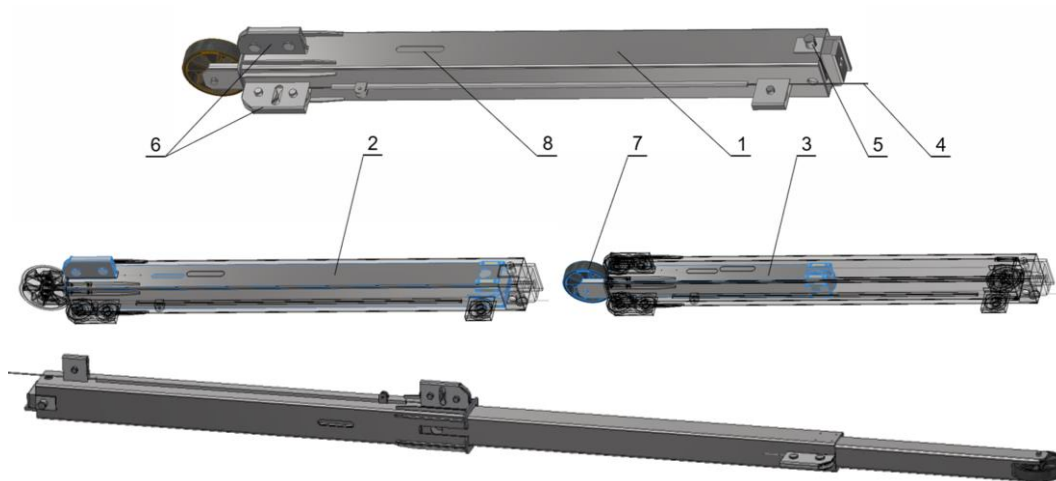
Głównymi elementami odpowiedzialnymi za prawidłowe unieruchomienie urządzenia są wymienione powyżej: podest oraz ramiona rozpierające.

Podest opuszczany (rys. 5) wykonano w postaci ramy spawanej z profili stalowych, wyłożonych blachą ryflowaną. W spodniej części ramy pomostu znajdują się trzy ucha, służące do połączenia z ramą klatki. Dolne krawędzie pomostu zakończono obrzeżami wykonanymi z cienkiej blachy. Pomost wyposażono w barierki ochronne, wykonane z rur stalowych. Barierka przednia została zaprojektowana jako zsuwana, ponieważ po uniesieniu pomostu następowała jej kolizja z trzonem zawiesia, znajdującym się na dachu naczynia. Jedna z barierki bocznych jest odchylana, aby umożliwić dostęp do wnętrza naczynia poprzez drzwi, znajdujące się w klatce. Przed uniesieniem pomostu obie barierki powinny być w pozycji złożonej. Pomost zakończono dwoma zaostrzonymi trzpieniami, które dociskane są do obmurza szybu w celu rozparcia i unieruchomienia urządzenia.



Rys. 5. Budowa podestu roboczego

Ramię rozpierające opiera się na prostej konstrukcji teleskopowej, składającej się z trzech elementów wykonanych z profili stalowych o przekroju kwadratowym (rys. 6). Pierwszy z segmentów przymocowany jest przegubowo za pomocą sworznia (3) do ramy klatki. Poszczególne, ruchome segmenty ramienia prowadzone są na wkładkach ślizgowych wykonanych z PE 1000. Materiał ten posiada bardzo dobre właściwości ślizgowe oraz czarne, wyróżnia się wśród grupy polietylenów najwyższą odpornością na ścieranie.



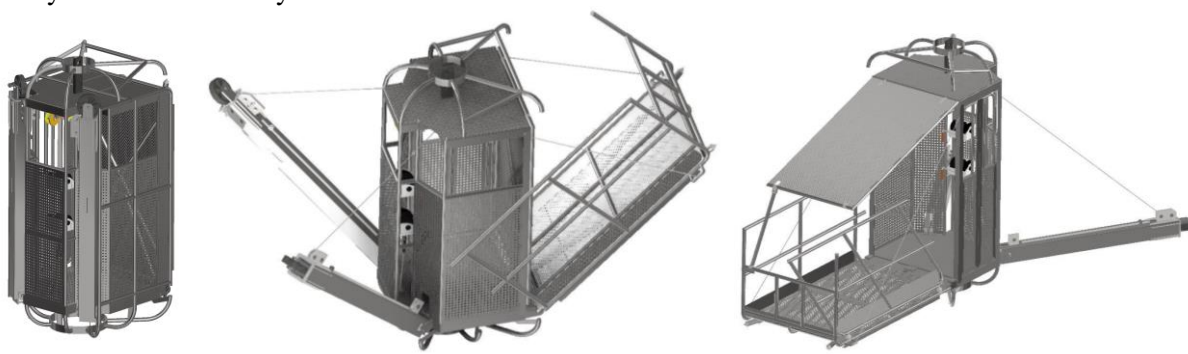
Rys. 6. Budowa ramienia rozpierającego

1 – segment pierwszy stały, 2 – segment drugi wysuwny, 3 – segment trzeci wysuwny, 4 – lina wysuwająca segmenty, 5 – sworzень mocowania ramienia, 6 – zespół kół linowych, 7 – koło, 8 – okno rewizyjne

Wysuwanie ramienia odbywa się za pomocą liny stalowej (4), której jeden koniec jest trwale przymocowany do końca segmentu pierwszego (1), natomiast drugi koniec, wychodzący z zespołu krążków linowych (6) nawijany jest na bęben wciągarki linowej. Lina przewinięta jest przez krążek linowy, znajdujący się na końcu segmentu drugiego. Ten mechanizm linowy powoduje wysunięcie segmentu drugiego (2), a sama lina napędzana jest za pomocą wciągarki linowej. Wysunięcie drugiego segmentu ruchomego, a więc przesunięcie tego segmentu względem segmentu pierwszego, powoduje jednocześnie wysuwanie trzeciego segmentu (3). Jest to wywołane poprzez dodatkową linę, która jest rozpięta pomiędzy segmentem nieruchomym, a segmentem drugim wysuwym. Lina przewinięta jest przez krążek znajdujący się w segmencie trzecim, co powoduje jego wysunięcie równe połowie przemieszczenia poprzedniego segmentu względem segmentu stałego. Powrót, czyli zsuniecie ramion, odbywa się przez poluzowanie liny wysuwającej i wciąganie dodatkowej liny zamocowanej do segmentu trzeciego.

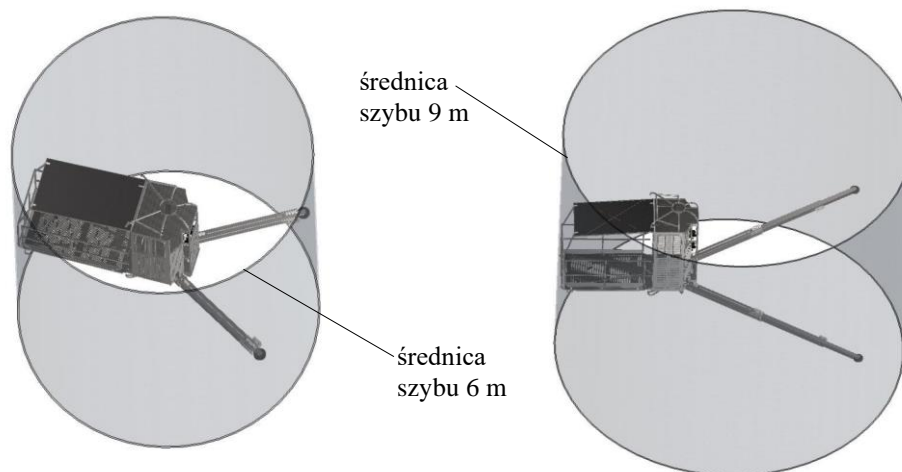
### 3. Działanie urządzenia wewnątrz szyby

Naczynie wyciągowe podwieszone na linie maszyny wyciągowej opuszczane jest w szybie ze złożonymi ramionami i pomostem. Po osiągnięciu żądanej głębokości następuje zatrzymanie naczynia, a następnie za pomocą wciągarki linowej opuszcza się równocześnie ramiona rozpierające oraz pomost. Kolejną czynnością jest podniesienie daszka ochronnego i rozłożenie barierki pomostu. W celu przeprowadzenia rewizji obmurza szyby lub drobnych napraw, konieczne jest rozparcie naczynia na obmurzu szyby.



Rys. 7. Czynności przygotowawcze przed rozparciem naczynia

Unieruchomienie naczynia w szybie możliwe jest dzięki wysuwnym ramionom rozpierającym. Ramiona rozsuwane są przy użyciu samohamownej wyciągarki ręcznej do momentu oparcia się pomostu o przeciwległą powierzchnię obmurza szybu. Dzięki teleskopowej konstrukcji ramion ich długość po rozsunięciu umożliwia zastosowanie urządzenia w szybach o zakresie średnic od 6 do 9 m.



Rys. 8. Wizualizacja naczynia rozpartego w szybach o średnicy 6 m oraz 9 m

#### 4. Wnioski

Przedstawiona koncepcja urządzenia o lekkiej i samonośnej konstrukcji pozwala wyeliminować centralnie umieszczony element przenoszący obciążenie, co zapewnia zwiększoną przestrzeń ładunkową. Takie rozwiązanie umożliwia transport niewielkiego agregatu hydraulicznego, służącego do zasilania niezbędnych narzędzi. Urządzenie po złożeniu ramion oraz pomostu, mieści się w obrębie kwadratu o boku 1,3 m, natomiast jego całkowita wysokość nie przekracza 3 m. Małe gabaryty pozwalają zastosować urządzenie w większości istniejących szafów wentylacyjnych. Masa urządzenia wraz z ładunkiem nie przekracza 2 t, co pozwala na wykorzystanie przewoźnych urządzeń wyciągowych.

Brak prowadzenia znacząco upraszcza konstrukcję, wymaga jednak, aby środek ciężkości znajdował się jak najbliżej osi naczynia, co zapobiega pochyleniu kątowemu klatki. Konstrukcja wysuwanych ramion powoduje, że środek ciężkości przemieszcza się w kierunku ramion, w trakcie ich wysuwania. Jest to zjawisko niekorzystne, ponieważ powoduje przechylenie urządzenia. Aby zapewnić równowagę urządzenia, podczas wysuwania ramion, konieczne jest zastosowanie przeciwwagi, która będzie przesuwana pod pomostem roboczym.

#### Literatura

1. Stasica J.: Nowoczesne metody badań i oceny stanu technicznego obudów szafów górniczych. Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk. 2017, nr 101, s. 85–100
2. Stasica J. i Rak Z.: Badanie stanu obudowy szafów górniczych – studium przypadku. Przegląd Górniczy nr 72(12), s. 84–92, 2016.
3. DTR wiertnicy do kontroli stanu betonowych obudów szafowych Mine Master Sp. z o.o. w Wilkowie (materiały niepublikowane)



4. Dokumentacja urządzenia do rewizji i konserwacji szybów wentylacyjnych W48.027 (materiały niepublikowane)
5. Informacja techniczna SIEMAG-TECBERG. Zawieszenia nośne naczyń wyciągowych (dostęp: 31.08.2021)
6. PN-G-46205:1997 Górnicze wyciągi szybowe - Naczynia wyciągowe stalowe - Wymagania i badania
7. Kostrz J.: Szkoła Eksploatacji Podziemnej. Głębianie szybów. Kraków 2014; [http://szkolaeksploatacji.pl/wp-content/knowledge/flipbook/2014\\_JanKostrz-GlebianieSzybow\\_v2/](http://szkolaeksploatacji.pl/wp-content/knowledge/flipbook/2014_JanKostrz-GlebianieSzybow_v2/) (dostęp: 31.08.2021)