

## Zespół urządzeń do wykonywania przekopu ratowniczego

### Streszczenie

W artykule zaprezentowano zespół urządzeń ratowniczych przeznaczonych do wykonywania przekopów ratowniczych w zagruzowanych przestrzeniach wyrobisk górniczych, powstałych wskutek wstrząsów górotworu. W skład urządzeń wchodzi obudowa ratownicza, składająca się ze stojaków hydraulicznych i stropnic, przenośnik zgrzebłowy z kołową platformą pomocniczą oraz klimatyzator, dostarczający schłodzone powietrze do wykonywanego przekopu. Zrealizowane w tym zakresie prace projektowo-badawcze, miały na celu opracowanie urządzeń w wersjach możliwie lekkich, z uwagi na konieczność ręcznego przenoszenia i montażu w warunkach prowadzenia akcji ratowniczej. Urządzenia zostały zaprojektowane w ramach projektu europejskiego INREQ, pt. „Zwiększenie efektywności i bezpieczeństwa ratowników zaangażowanych w działania wysokiego ryzyka, poprzez zaprojektowanie innowacyjnego wyposażenia ratowniczego”. Projekt ten dotyczył również urządzeń do monitorowania warunków pracy ratowników.

**Słowa kluczowe:** ratownictwo górnicze, sprzęt ratowniczy, przestrzenie zagruzowane

**Keywords:** mine rescue, rescue equipment, debris area

---

### Summary

The outfit of rescue equipment for use during development of rescue tunnel in the debris area as the result of mining accidents is presented. The outfit consists of rescue supports made of hydraulic legs and canopies, chain conveyor equipped with shuttle platform, air conditioner to provide cooled air to the tunnel face. The design and research work focused on development of possibly lightweight devices, due to necessity of their manual handling and installation in the conditions of the rescue action. The devices have been designed within the European project INREQ entitled “Enhanced effectiveness and safety of rescuers involved in high risk activities by designing innovative rescue equipment systems” The project also concerned the devices for monitoring the work conditions of rescuers.

## 1. Wprowadzenie

Efektorem niekontrolowanych wstrząsów (tępań) górotworu będących wynikiem wyzwolenia zgromadzonej w nim energii są obwały ociosów i stropu wyrobisk oraz wypiętrzenia spągu. Dochodzi do zaciskania i zagruzowania wyrobiska górniczego. Zdarza się, że zagruzowane wyrobisko odcina drogę ewakuacji górnikom. W takim przypadku, jedną z metod dotarcia do uwięzionych górników jest wykonanie przez ratowników niewielkiego przekrojowo przekopu ratowniczego w powstałym rumowisku. Prace z tym związane w większości polegają na ręcznym przebieganiu rumowiska, ręcznym ładowaniu skał i elementów zniszczonego wyposażenia na lekki przenośnik zgrzebłowy i sukcesywnym zabudowywaniu nowo odzyskanej przestrzeni stojakami hydraulicznymi i stropnicami. Nad stropnicami umieszcza się deski w celu uszczelnienia przekopu. Biorąc pod uwagę niewielki przekrój wyrobiska, gdzie ratownik z reguły musi pracować w pozycji kłęcznej, prace te należy zaliczyć do bardzo uciążliwych i niebezpiecznych. Zdarza się, że rumosz ponownie zasypuje dopiero co wykonany odcinek przekopu, jeżeli w porę nie zostanie on zabezpieczony obudową.

Zasypane i zdewastowane stalowe elementy obudowy wyrobiska oraz elementy jego wyposażenia, jak na przykład łuki obudowy chodnikowej, są przeszkodami nie do pokonania. Ratownicy muszą je omijać, wskutek czego wykonywany przekop nie będzie przebiegał prostoliniowo. Podczas prowadzenia prac w przodku wykonywanego tunelu przeważnie pracuje jeden ratownik z uwagi na ograniczoną przestrzeń. Ratownicy muszą się często wymieniać, z uwagi na możliwość doprowadzenia do przegrzania organizmu. Prace te mogą wykonywać jedynie dobrze wyszkolone zastępy ratowników. W CSRG prowadzone są regularne ćwiczenia, związane z wykonywaniem przekopów ratowniczych, składaniem i wydłużaniem przenośnika zgrzebłowego, ładowaniem gruzu na przenośnik.

Innym sposobem dotarcia do odciętych górników jest drażnienie nowego, równoległego wyrobiska metodami stosowanymi podczas drażnienia wyrobisk korytarzowych, to jest z zastosowaniem kombajnu chodnikowego. Często działania takie podejmowane są równoległe z wykonywaniem przekopu w zagruzowanym wyrobisku aby zwiększyć szanse dotarcia do poszkodowanych, bowiem niekiedy trudno przewidzieć, która metoda okaże się bardziej efektywna. Jako

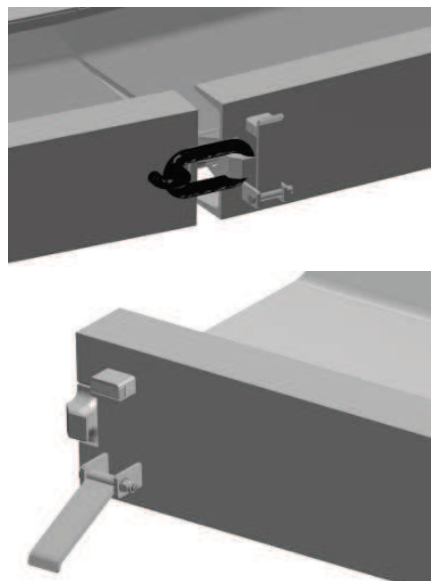
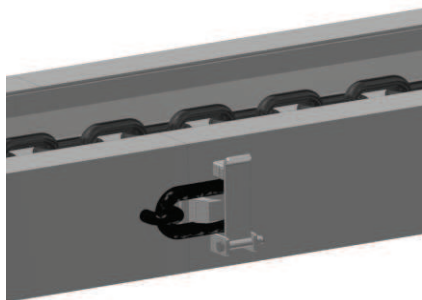
przykład można przywołać akcję ratowniczą prowadzoną w kopalni Wujek-Śląsk po zaistniałym wstrząsie w dniu 18 kwietnia 2015 r. w wyniku którego uwięzionych zostało dwu górników. Podjęto próby dotarcia do poszkodowanych opisanymi wyżej dwiema metodami, a ponadto zdecydowano się na wykonanie otworu z powierzchni za pomocą wierownicy, co było działaniem precedensowym w historii polskiego ratownictwa górniczego. Niestety wszystkie trzy metody zawiodły i nie udało się uratować uwięzionych górników. Opisane metody są bardzo czasochłonne, jednak nie ma innych, bardziej skutecznych metod.

Dlatego bardzo istotne jest udoskonalanie istniejących metod. W ramach projektu INREQ, realizowanego w latach 2012-2015, ITG KOMAG doskonał urządzenia stosowane przy wykonywaniu tunelu ratowniczego w zagrożonym wyrobisku. W projekcie zaangażowana była również Centralna Stacja Ratownictwa Górniczego. Specjaliści ITG KOMAG oraz ratownicy ściśle współpracowali przy opracowaniu założeń urządzeń ratowniczych, w skład których wchodzi:

- lekki jednołańcuchowy przenośnik zgrzeblowy, wyposażony w platformę kołową, która ma możliwość poruszania się po rynności przenośnika,
- obudowa ratownicza zestawiana ze stojaków hydraulicznych oraz stropnic,
- klimatyzator do schładzania powietrza w strefie pracy ratowników w tunelu.

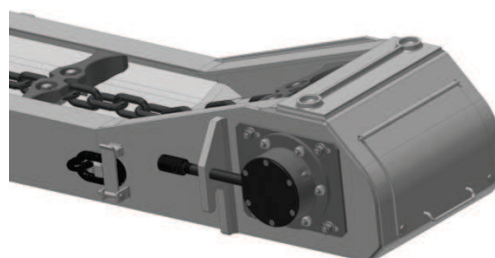
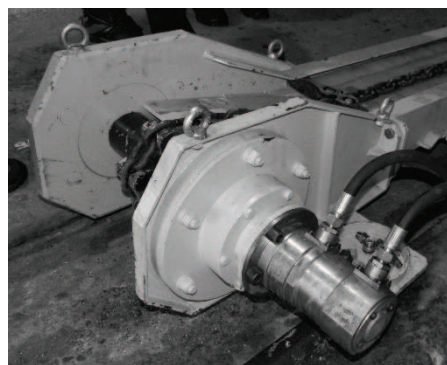
## 2. Lekki przenośnik zgrzeblowy z platformą transportową

W przenośniku zastosowano innowacyjne rozwiązania, które umożliwiły zredukowanie masy rynien oraz szybszy montaż trasy. Blachy ślizgowe rynien wykonano z dwu blach o grubości 3 mm, u góry i 2 mm u dołu, spojenych cienkimi pasami blach poprzecznych. Pozwoliło to na zredukowanie masy rynny o blisko 8 kg. Do łączenia rynien zastosowano szybkozłącza (rys. 1.) zabezpieczone magnetycznie, co wyeliminowało luźne elementy złącz, takie jak sworznie i zawlecзки stosowane w dotychczasowych rozwiązaniach. Rynny mają możliwość wzajemnego przeginięcia się w zakresie  $\pm 5^\circ$  w płaszczyźnie poziomej i pionowej, co umożliwia krzywoliniowe prowadzenie trasy w razie konieczności omijania przeszkody podczas wykonywania przekopu.



Rys. 1. Szybkozłącze rynien przenośnika z zabezpieczeniem magnetycznym [1]

Przenośnik wyposażono w napęd hydrauliczny oraz zwrotnię – rys. 2. Napęd ustawiany jest zawsze od strony wlotu do przekopu ratowniczego, natomiast zwrotnia jest lokowana w przodku wykonywanego przekopu i przesuwana sukcesywnie wraz z jego postępem i dokładaniem kolejnych rynien. Napęd opracowano w wersji jedno lub dwusilnikowej. W przypadku napędu jednosilnikowego, silnik można zabudowywać z lewej lub prawej strony kadłuba napędu. Napęd z dwoma silnikami może napędzać przenośnik o długości 30 m.

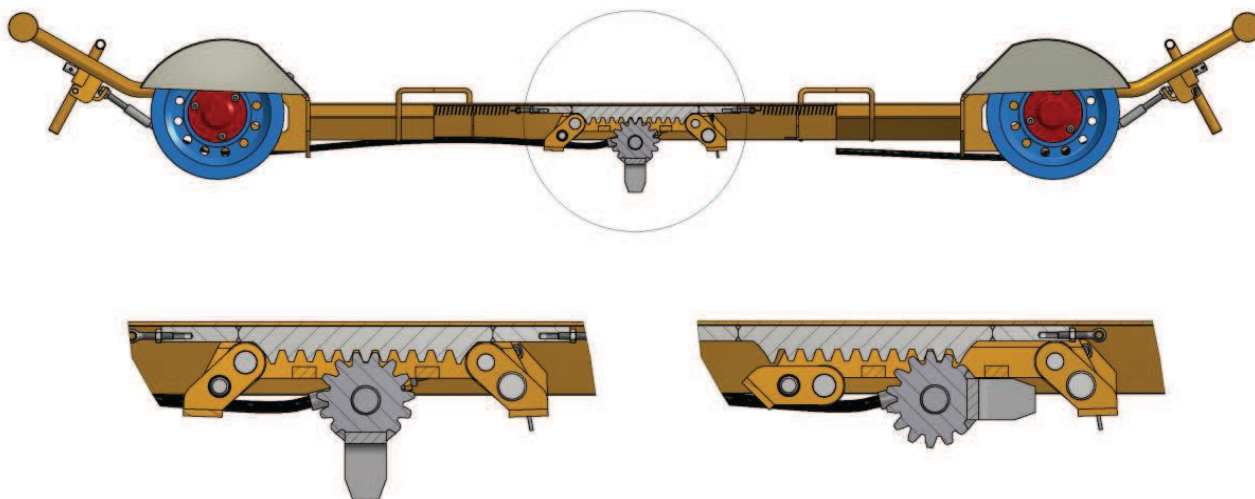


Rys. 2. Napęd przenośnika w wersji jednosilnikowej (po lewej) oraz zwrotnia przenośnika (po prawej) [2]

Zastosowanie platformy kołowej, poruszającej się po trasie przenośnika ułatwi pracę związaną z transportowaniem elementów obudowy oraz rynien do przodka wykonywanego przekopu.

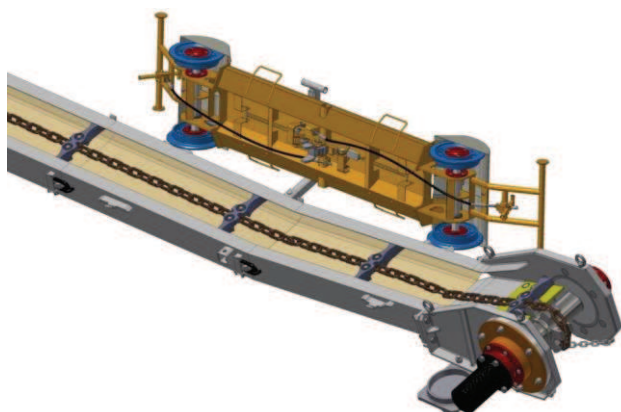
Do napędu platformy wykorzystano napęd przenośnika i jego łańcuch zgrzeblowy, z którym współpracuje

sprzęgnik platformy. Ponieważ platforma powinna także umożliwiać przemieszczanie się na niej ratownika, to w przypadku napotkania przeszkody przewidziano możliwość wysprzęglenia platformy od łańcucha przez ratownika. Zasadę działania sprzęgnika pokazano na rysunku 3.



Rys. 3. Zasada działania sprzęgnika platformy [2]

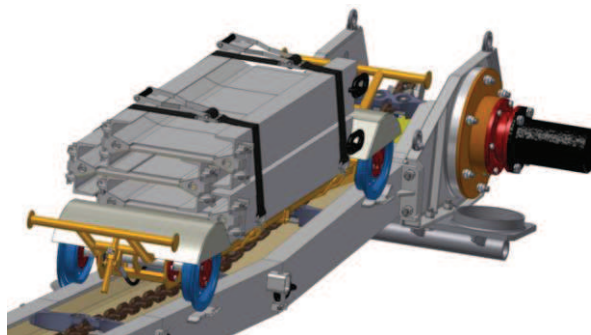
W czasie, gdy platforma nie jest używana, może być ona dokowana w pozycji bocznej w okolicy napędu, przed wlotem do przekopu – rys. 4. Sposób dokowania umożliwia szybki powrót do pozycji pracy.



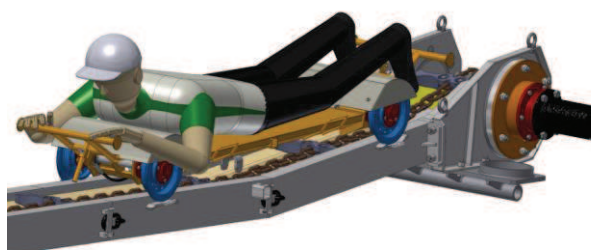
Rys. 4. Platforma dokowana w okolicy napędu przenośnika [2]

Na rysunku 5 pokazano przykłady wykorzystania platformy do transportu rynien przenośnika oraz do przewozu ratownika. Operator napędu odpowiada za wyłączenie napędu w odpowiedniej chwili, po przekazaniu sygnału od ratownika pracującego w przodku. Zabezpieczeniem ratownika pracującego w przodku jest samoczynne wysprzęglenie się platformy od łańcucha, gdy przednie koła platformy znajdują się na zwrotni przenośnika.

a)



b)



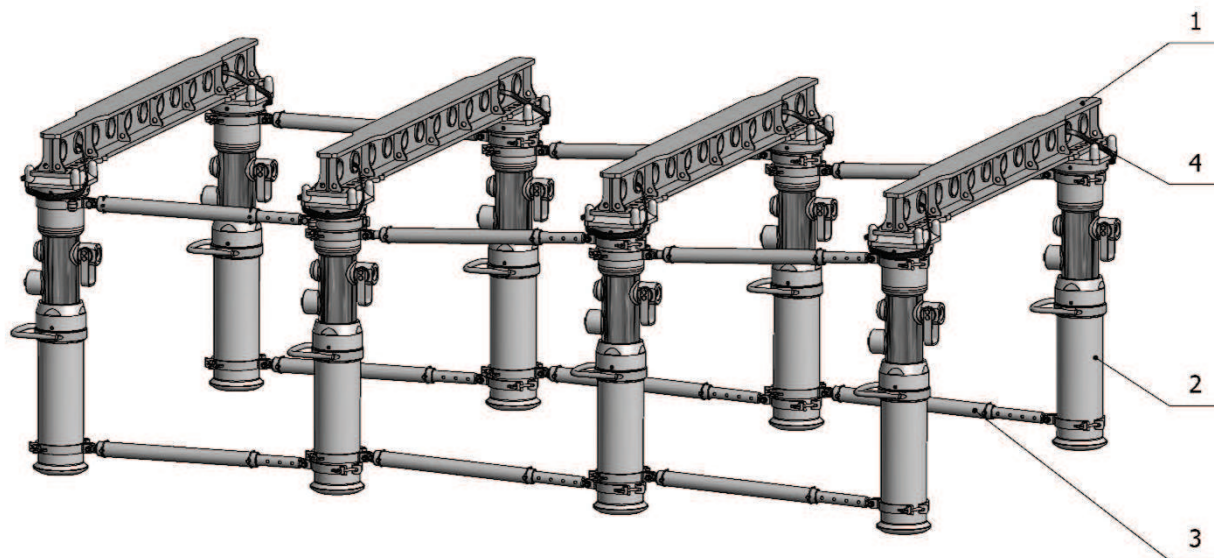
Rys. 5. Przykłady zastosowań platformy: a) do transportu rynien przenośnika b) do przemieszczania się ratownika [2]

### 3. Obudowa ratownicza

Obudowa ratownicza HOR-01 jest przeznaczona do zabudowy wykonywanego przekopu ratowniczego o przekroju prostokątnym. Pozwala ona na zabezpieczenie wykonywanego wyrobiska i umożliwia wprowadzenie przenośnika i zabudowę lutni klimatyzatora pod stropnicami. Obudowa HOR-01 - rys. 6 może być stosowana w zakresie wysokości od 0,8 m do 1,4 m

oraz szerokości do 1,3 m. Maksymalna podporność pojedynczych odrzwi obudowy wynosi 600 kN.

Obudowa składa się ze stropnic poz. 1, indywidualnych stojaków hydraulicznych SHR, wyposażonych w pompę wewnętrzną z zamkniętym obiegiem oleju wewnątrz stojaka – poz. 2, stabilizatorów stojaków poz. 3 i stabilizatorów stropnic poz. 4.



Rys. 6. Obudowa ratownicza HOR-01 [2]

Wzdłuż osi wykonywanego przekopu ratowniczego, po jego bokach ustawia się stojaki i na ich głowice zakłada się stropnicę poprzeczną. Taki układ tworzy odrzvia obudowy. Odległość pomiędzy kolejnymi odrzwiami (podziałka) zależy od warunków górniczo-geologicznych w miejscu prowadzenia akcji ratowniczej. W sytuacji, gdy obudowa znajduje się pod gruzem, stabilizatory nie są wymagane, natomiast wykonywanie przekopu w obszarze odcinków o niewielkim stopniu

zagruzowania, lub braku gruzu ponad stropnicami, wymaga bezwzględnego stosowania stabilizatorów. Stojaki obudowy rozpira się za pomocą pompy wewnętrznej, poprzez wahadłowe ruchy dźwigni, aż do osiągnięcia pożądanej wysokości. Dźwignia stanowi dodatkowe narzędzie, zakładane do gniazda stojaka podczas rozpierania. Prototypowe odrzvia obudowy przebadano w warunkach wyrobisk ćwiczebnych CSRG. Zabudowę obudowy w wyrobisku ćwiczebnym pokazano na rysunku 7.



Rys. 7. Odrzvia obudowy HOR-01 zabudowane w wyrobisku ćwiczebnym CSRG [2]

W konstrukcji zespołów i elementów obudowy HOR-1 zastosowano szereg rozwiązań innowacyjnych, mających na celu uzyskanie wysokiej funkcjonalności obudowy [3]. W stropnicy zastosowano połączenie materiałów o granicy plastyczności od 355 MPa do 1100 MPa. Było to możliwe dzięki przeprowadzeniu szczegółowych analiz numerycznych z wykorzystaniem metody elementów skończonych. Stropnica cechuje się niskim profilem, niską masą i bardzo wysoką nośnością. Stojak opracowano w dwóch wariantach długości. W układzie podpornościowym stojaka zastosowano dwa zawory przelewowe umieszczone bezpośrednio w tłoku, uzyskując wysoką odporność stojaka na obciążenie dynamiczne. Rozwiązanie to gwarantuje szybką reakcję zaworów na przyrost ciśnienia oraz charakteryzuje się wysoką skutecznością działania. W układzie pompowym, napędzanym dźwignią ręczną, zastosowano dwa stopnie hydrauliczne. Działanie obu stopni pompy wybierane jest automatycznie, pozwalając na szybkie wysuwanie rdzennika przy niskim obciążeniu oraz uzyskanie wysokiej podporności wstępnej stojaka. Wielkość podporności wstępnej można ograniczyć w zależności od potrzeb przewidywanej lokalizacji stojaka.

#### 4. Klimatyzator

Klimatyzator służy do dostarczania schłodzonego powietrza do strefy pracy ratowników, głównie w wykonywanym przekopie ratowniczym. Klimatyzator (rysunek 8) składa się z trzech podzespołów: agregatu

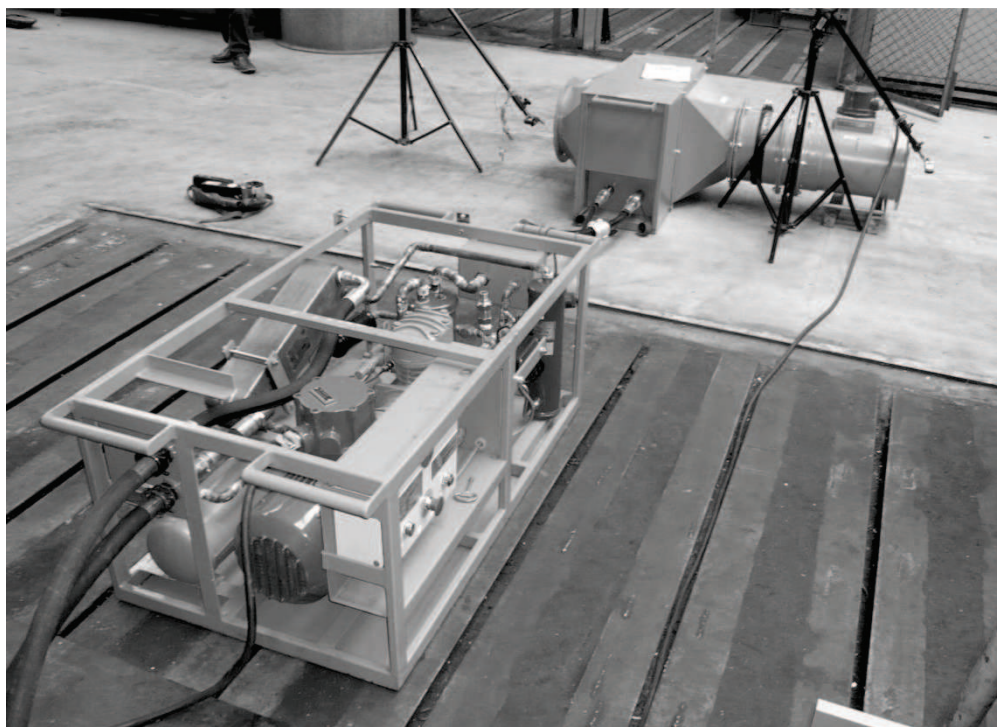
chłodniczego oraz wentylatora WR-320, połączonego kołnierzo z chłodnicą powietrza CP-320. Schłodzone powietrze jest tłoczone do przekopu ratowniczego lutniociągiem elastycznym o średnicy 120 mm. Lutnia w miejscu połączenia do chłodnicy powietrza ma średnicę 320 mm i jest stopniowo zwężana do wymaganej średnicy lutniociągu.

W celu potwierdzenia skuteczności tłoczenia powietrza lutniociągiem o średnicy 120 mm, w ITG KOMAG przeprowadzono badania stanowiskowe dla lutniociągu o długości 30 m. Badania potwierdziły skuteczność dostarczania schłodzonego powietrza na zakładaną odległość.

#### 5. Podsumowanie

W porównaniu do dotychczas stosowanej metody wykonywania przekopu ratowniczego przez ratowników, zasadniczą nowością jest zastosowanie mobilnej platformy, poruszającej się po trasie przenośnika ratowniczego. Istnieje możliwość wykorzystania platformy także do transportowania elementów, które z uwagi na gabaryty nie mogą być transportowane łańcuchem zgrzeblowym, na przykład duże bryły skalne oraz elementy wyposażenia zagruzowanego wyrobiska.

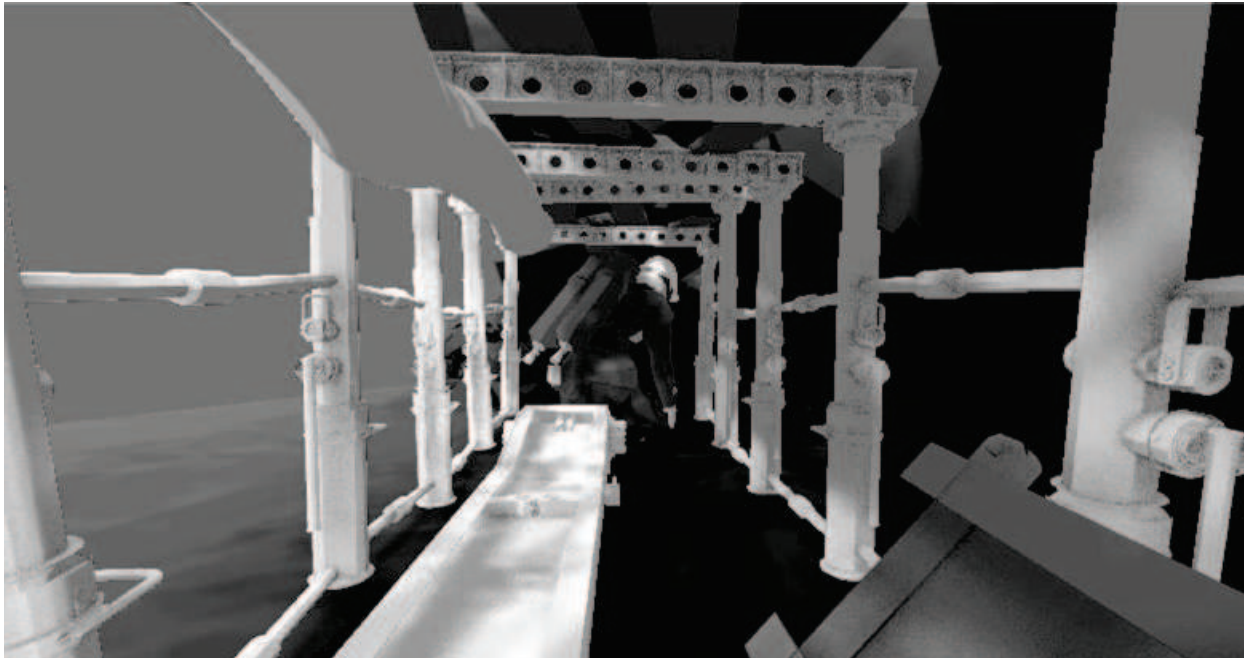
Nowością jest również zastosowanie klimatyzatora o małych gabarytach, do dostarczania schłodzonego powietrza do przodka przekopu, gdzie pracuje zwykle jeden ratownik. Niezależnie od tego, czy ratownik będzie pracował w aparacie tlenowym czy bez aparatu,



Rys. 8. Zespół modułów klimatyzatora: na planie pierwszym - agregat chłodniczy, na planie drugim - wentylator połączony z chłodnicą powietrza [4]

schładzanie powietrza pozwoli na wydłużenie czasu pracy ratownika bez obawy o przegrzanie organizmu. Mniejsza masa rynien przenośnika oraz ułatwiony montaż pozwolą na przyspieszenie prac związanych z zabudową przenośnika i wydłużeniem jego trasy.

W ramach projektu wykonano także szereg symulacji wirtualnych ilustrujących współdziałanie urządzeń i pracę ratowników, oraz przeprowadzono próby w pomieszczeniach ćwiczebnych CSRG. Symulacje – rysunek 9 i próby – rysunek 10, potwierdziły, że zaprojektowany sprzęt ratowniczy spełnia zakładane funkcje.



Rys. 9. Symulacje współdziałania urządzeń i pracy ratowników [1]



Rys. 10. Próby funkcjonalności platformy w CSRG [1]

---

## Literatura

1. Enhanced effectiveness and safety of rescuers involved in high risk activities by designing innovative rescue equipment systems - INREQ. 2nd Annual Report Research Programme of the Research Fund for Coal and Steel - RFCR-CT-2012-00002, 2015, (materiały nie publikowane).
2. Sprawozdanie za rok 2014 z projektu INREQ – ITG KOMAG (materiały nie publikowane).
3. Szyguła M., Mazurek K., Kozłowski B.: Innowacyjna hydrauliczna obudowa dla ratownictwa górniczego. *Maszyny Górnicze* 2015 nr 3 s. 29-35.
4. Dokumentacja fotograficzna ITG KOMAG.

*Artykuł wpłynął do redakcji w listopadzie 2015 r.*