

Modernizacja naczynia wyciągowego górniczego wyciągu szybowego Szybu Daniłowicz – projekt koncepcyjny

Data wpłynięcia do Redakcji: 02/2025
Data akceptacji przez Redakcję do publikacji: 02/2025

2025, volume 14, issue 1, pp. 16-29

Tomasz Rokita
AGH w Krakowie, Poland

Paweł Molik
AGH w Krakowie, Poland

Rafał Pasek
AGH w Krakowie, Poland



Streszczenie: W artykule omówiono koncepcję modernizacji naczynia wyciągowego górniczego wyciągu szybowego Szybu Daniłowicz w celu zwiększenia przepustowości transportu osób i materiałów. Wprowadzane rozwiązania mają na celu poprawę efektywności pracy oraz optymalizację wykorzystania urządzeń transportu pionowego. W artykule przedstawiono koncepcyjne rozwiązania związane z modernizacją naczynia wyciągowego, które pozwolą na zwiększenie jego gabarytów, przy zachowaniu parametrów przekroju szybu oraz maszyny wyciągowej. Te zmiany pozwolą na bardziej efektywne wykorzystanie zasobów technicznych i organizacyjnych, przy jednoczesnym dbaniu o komfort i bezpieczeństwo transportu. Projekt uwzględnia również przepisy prawa geologicznego i górniczego, co jest istotne w działalności górniczej.

Słowa kluczowe: szyb, transport pionowy, naczynie wyciągowe

WPROWADZENIE

W artykule zostanie przedstawiony projekt koncepcyjny nowej konstrukcji naczynia wyciągowe w Szybie Daniłowicz, umożliwiający zwiększanie transportu materiałów i osób, co w konsekwencji przełoży się na efektywne wykorzystania potencjału technicznego i uzyskanie lepszych korzyści ekonomicznych. Zwiększenie możliwości transportowych i przepustowości urządzenia transportowego ma na celu poprawę bezpieczeństwa i komfortu zwiedzania podziemnego zabytku jakim jest Kopalnia Soli „Wieliczka” przy zwiększonej do 2,5 miliona rocznie liczbie turystów.

Rys historyczny szybu „Daniłowicz”

Szyb „Daniłowicz” jest obiektem zabytkowym, objętym zaleceniami Małopolskiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Krakowie z dnia 8 czerwca 2010 r. do prowadzenia robót górniczych oraz prac konserwatorskich i restauratorskich w wyrobiskach górniczych zlokalizowanych w obrębie wpisu historycznej Kopalni Soli w Wieliczce.

Głębianie szybu rozpoczęto w 1635 r. Już w czasie jego drążenia, na głębokości 30,6 m, natrafiono na dużych rozmiarów bryłę soli zielonej typowej i niezwłocznie rozpoczęto jej eksploatację komorą Włodkowice. Pozyskiwanie soli trwało w niej do 1670 r. Prace powyższe wydłużyły realizację budowy szybu, bowiem do głębokości poziomu I (64 m) dotarł dopiero w 1642 r. (Charkot & Krzysztofek 2014).

W latach 1872-73 pogłębiono otwór szybu do poziomu III, a nieco wcześniej powiększono jego prześwit w istniejącej części, wygospodarowując przestrzeń na instalację drewnianych schodów. Bardzo istotne zmiany w funkcjonowaniu szybu nastąpiły w dwóch ostatnich dziesięcioleciach XIX w. W 1885 r. pogłębiony on został do poziomu IV „Grunwald”, gdzie po raz pierwszy zjechało 21 października 1887 r. po zrealizowaniu prac związanych z uzbrojeniem technicznym. Natomiast drążenie do poziomu V ukończono w 1888 r. Obudowę rury szybowej między poziomem IV i V wykonano prawdopodobnie dopiero w 1892 r. Od 1887 r. realizowano wymianę schodów w górnej części szybu. Poniżej poziomu III przedział komunikacyjny wyposażono w drabiny. Wobec trwających przygotowań do wzniesienia nowego budynku nadszybia i instalacji nowocześniejszej maszyny wyciągowej, w 1895 r. dokonano całkowitej wymiany obudowy od zrębu do poziomu I. Dotychczasowa, wykonana 50 lat wcześniej z drewna sosnowego, była w bardzo złym stanie, w górnym, zawodnionym odcinku uległa zbutwieniu. Wyciskana od zachodu i lokalnie przycięta w 1/3 grubości, poddawana była niekorzystnemu oddziaływaniu klatki, która ocierała się o nią. W związku z tym górną część rury szybowej, do 31 m od powierzchni, zabezpieczono wieńcami wykonanymi z drewna dębowego, pozostałą (do poziomu I) z drewna sosnowego.

W latach 1928-29 wykonano pogłębienie szybu od poziomu V do VI. Ten odcinek otrzymał obudowę murową o przekroju okrągłym i średnicy 5 m oraz drabinowy przedział komunikacyjny.

Znaczące przeobrażenia w funkcjonowaniu szybu nastąpiły dopiero na początku lat 60-tych XX w. Na zrębie szybu zabudowano maszynę wyciągową typu BB 3000 o mocy 160 kW. Dwie dotychczasowe klatki zastąpiono jedną, czteropiętrową (9 osób na jednym piętrze) z przeciwcieżarem, z prędkością jazdy 4 m/s. Na nadszybiu oraz poziomach I, II i III przewidziano równoczesne wsiadanie i wysiadanie na/z dwóch pięter klatki. Ponadto wymieniono obudowę drewnianą do poziomu II niższego, wprowadzając wieńce z belek dębowych o przekroju 0,3 m x 0,3 m jak również skrócono możliwość zjazdu szybem do poziomu V (Kopalni Soli „Wieliczka” S.A., 2010).

Zasadnicza faza prac przy unowocześnianiu górniczego wyciągu szybowego zrealizowana została w latach 2011-13. Wymieniono maszynę z 1961 r. na nową, typu BB-2500/AC – 4 m/s o mocy silnika 160 kW (MWM Elektro 2011). Ponadto zainstalowano dodatkowy silnik awaryjny, który umożliwia pracę maszyny w trybie awaryjnym z prędkością 0,5 m/s. Wymienione zostały również koła linowe kierujące na wieży szybowej.

Szyb aktualnie pełni funkcję:

- transportową dla jazdy ludzi, materiałów w niewielkich ilościach (głównie w opakowaniach i małych gabarytach) od zrębu do poziomu III. Klatka oraz wyrobiska podszybia uniemożliwiają transport materiałów,
- komunikacyjną,
 - dla ruchu turystycznego od zrębu do poziomu I realizowaną przedziałem schodowym oraz klatką górniczego wyciągu szybowego,
 - komunikacyjną dla załogi górniczej od poziomu I do poziomu VI; drogi ucieczkowej z Trasy Turystycznej oraz pozostałych wyrobisk kopalni;
- wentylacyjną – doprowadzenie świeżego powietrza do wyrobisk podziemnych – do budynku nadszybia poprzez wrzutnię, wprowadzane jest powietrze w ilości do 1500 m³/min, kondycjonowane w urządzeniach klimatyzacyjnych zabudowanych na strychu budynku sklepu Żupnik,
- technologiczną – kable energetyczne niskiego i średniego napięcia, teletechniczne, sygnalizacyjne, rurociąg odwadniający.

ANALIZA WYMAGAŃ PRAWNYCH

Na podstawie zapisów art. 2 ust. 2 Ustawy Prawo geologiczne i górnicze Kopalnia Soli „Wieliczka” podlega przepisom ustawy, które określają zasady i warunki prowadzenia robót w wyrobiskach zlikwidowanych zakładów górniczych, wymienionych w przepisach wydanych na podstawie ust. 2, w celach innych niż określone ustawą, w szczególności turystycznych, leczniczych i rekreacyjnych (Prawo Geologiczne i Górnicze 2011). W związku z powyższym, kopalnia zobligowana jest do prowadzenia ruchu zgodnie z wymaganiami ustawy oraz rozporządzeń określających szczegółowe zasady i wymagania.

W ruchu zakładu górniczego stosuje się wyroby, które:

- spełniają wymagania dotyczące oceny zgodności, określone w odrębnych przepisach,
- zostały określone w przepisach wydanych na podstawie ust. 15, spełniają wymagania techniczne określone w tych przepisach, zwane dalej „wymaganiami technicznymi”, zostały dopuszczone do stosowania w zakładach górniczych oraz oznakowane w sposób określony w tych przepisach,
- zostały określone w przepisach wydanych na podstawie art. 120 ust. 1 lub 2 oraz spełniają wymagania określone w tych przepisach.

Decyzję w sprawie dopuszczenia wyrobu do stosowania w zakładach górniczych, zwaną dalej „dopuszczeniem”, wydaje Prezes Wyższego Urzędu Górniczego, jeżeli wyrób spełnia wymagania techniczne (Prawo Geologiczne i Górnicze 2011).

Oddanie do ruchu podstawowych obiektów, maszyn i urządzeń, obiektów podziemnego zakładu górniczego wymaga pozwolenia wydanego, w drodze decyzji, przez właściwy organ nadzoru górniczego. Wprowadzenie takich procedur ma zapewnić wysoki poziom bezpieczeństwa powszechnego, pożarowego i higieny pracy, zapobiegać zagrożeniom występujących w ruchu

zakładu górniczego. W drodze Rozporządzenia Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 roku w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych wprowadzono podział podstawowych obiektów, maszyn i urządzeń (Rozporządzenie Ministra Energii 2016). Zgodnie z tym podziałem górnicze wyciągi szybowe w szybach i szybikach zostały zakwalifikowane jako obiekty podstawowe. A ich elementy na podstawie przepisów Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 30 kwietnia 2004 r. w sprawie dopuszczania wyrobów do stosowania w zakładach górniczych (Rozporządzenie Rady Ministrów 2004) wymagają dopuszczenia. Wniosek o wydanie dopuszczenia zawiera:

- określenie wyrobu,
 - oznaczenie podmiotu ubiegającego się o wydanie dopuszczenia i jego siedziby oraz wskazanie pełnomocników, jeżeli zostali ustanowieni,
 - określenie producenta wyrobu, jego siedziby i miejsca produkowania wyrobu.
- Do wniosku o dopuszczenie dołącza się (Rozporządzenie Rady Ministrów 2004):

- ogólny opis wyrobu,
- niezbędne obliczenia projektowe parametrów mających wpływ na bezpieczeństwo,
- rysunki lub schematy dotyczące wyrobów, układów oraz podzespołów, od których zależy bezpieczeństwo i higiena pracy oraz bezpieczeństwo pożarowe,
- deklaracje dotycząca spełniania przez wyrób wymagań technicznych,
- wyniki badań wraz z oceną wyrobu, sporządzone przez jednostkę upoważnioną do przeprowadzania badań i oceny wyrobów,
- w przypadku produkcji seryjnej wyrobu – certyfikat systemu zarządzania jakością lub inny sposób udokumentowania powtarzalnością cech wyrobu,
- dokumentacje techniczno-ruchową.

Wyroby, które posiadają dopuszczenie do stosowania oznaczają się znakiem, który trwale i czytelnie umieszcza się każdej jednostce wyrobu. Określa się następujące oznaczenia literowe dopuszczenia:

- GX – dla systemów budowy przeciwwybuchowej,
- GE – dla systemów w wykonaniu normalnym oraz maszyn i urządzeń elektrycznych,
- GM – dla maszyn i urządzeń mechanicznych oraz taśm przenośnikowych,
- GG – dla sprzętu strzałowego.

Szczegółowe informacje w zakresie eksploatacji wyciągów szybowych zawarto w dziale VI rozdziale 4 pt.: „Transport pionowy oraz transport w wyrobiskach o nachyleniu większym niż 45°”.

W transporcie pionowym osób i materiałów w górnictwie wykorzystuje się:

- górnicze wyciągi szybowe – stosowane głównie w przemyśle wydobywczym,
- zróżnicowane systemy transportu pionowego – tzw. urządzenia transportu specjalnego (windy).

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 roku w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych, górnicze wyciągi szybowe wykorzystuje się do jazdy ludzi, ciągnięcia urobku, transportu materiałów i urządzeń oraz transportu pomocniczego w wyrobiskach o nachyleniu większym niż 45° . Rozporządzenie zalicza górnicze wyciągi szybowe do obiektów podstawowych zakładu górniczego, czyli kluczowych dla jego funkcjonowania (Rozporządzenie Ministra Energii, 2016).

W górniczych wyciągach szybowych naczynia wyciągowe zawieszone na linach (nośnych) połączone są z liną pędną maszyny wyciągowej. Przeniesienie napędu z maszyny wyciągowej na linę odbywa się poprzez sprzężenie ciernie pomiędzy liną nośną, a linopędną (maszyny typu ciernego Koepe) lub też poprzez nawijanie się liny na linopędną (maszyny bębnowe-nawojowe). W ten sposób poprzez linę ruch obrotowy napędu (maszyny wyciągowej – linopędni) zamieniany jest w ruch liniowy naczyń wyciągowych w szybie (Hansel i in. 2007; Strakosch, 1998; Szklarski & Zarudzki, 1998).

Górniczy wyciąg szybowy składa się następujących elementów (Charkot & Krzysztofek, 2014):

- szyb,
- wieża szybowa,
- maszyna wyciągowa,
- lina lub liny nośne,
- koła kierujące,
- naczynie wyciągowe wraz z zawiesiem.

Poszczególne elementy mogą mieć różną budowę w zależności od przeznaczenia szybu, jego wymaganej przepustowości, głębokości szybu itp. (Kamiński i in. 2021; Zygmunt & Szczygieł 2016).

Naczynia wyciągowe przemieszczane są pomiędzy określonymi poziomami szybu, a powierzchnią (zrębem) za pomocą liny wyciągowej o określonej długości. Dzięki przemieszczeniu naczyń szybowych – klatek lub skipów – mogą one obsługiwać dwa poziomy w jednym cyklu, przy czym każda z klatek szybowych usytuowana jest w odrębnym przedziale szybowym. Przedziały szybowe rozdzielone są od siebie zbrojeniem szybu, a więc dźwigarami osadzonymi w niewielkich pionowych odległościach od siebie w obudowie szybu oraz prowadnikami naczyń wyciągowych, stąd też nie ma prostej możliwości komunikacji między naczyniami wyciągowymi pracującymi w odrębnych przedziałach szybowych. Taki układ wyciągów wymaga utrzymania bardzo ostrych wymogów funkcjonowania, konserwacji i przeglądów, a w konsekwencji dużych nakładów finansowych (Kamiński i in. 2021; Praca zbiorowa 2014). Tak więc w przypadku szybów w kopalniach np. zabytkowych, z intensywnym ruchem turystycznym, a także w pozostałych wyrobisk pionowych, gdzie potrzebne są urządzenia typowo transportowe dla przemieszczania osób i

niewielkich materiałów filozofia górniczych wyciągów szybowych nie jest optymalną, zarówno ze względów technicznych, jak i ekonomicznych (Kamiński i in. 2021; Strakosch 1998).

Obowiązujące obecnie w Polsce przepisy klasyfikują górnicze wyciągi szybowe ze względu na ich wielkość lub funkcję na (Rozporządzenie Ministra Energii 2016):

- duże – o prędkości ruchu większej niż 4 m/s i ciężarze transportowanym większym niż 50 kN,
- średnie – o prędkości ruchu nie większej niż 4 m/s i nie mniejszej niż 2 m/s i ciężarze transportowanym nie większym niż 50 kN i nie mniejszym niż 20 kN,
- małe – o prędkości ruchu mniejszej niż 2 m/s i ciężarze transportowanym mniejszym niż 20 kN oraz w których liczba osób w klatce jest nie większa niż 10,
- pomocnicze:
 - awaryjno-rewizyjne,
 - ratownicze,
 - małe wyciągi materiałowe.

Kierownik ruchu zakładu górniczego dzieli wyciągi szybowe na klasy intensywności zgodnie z kryteriami określonymi w rozporządzeniu (Rozporządzenie Ministra Energii, 2016):

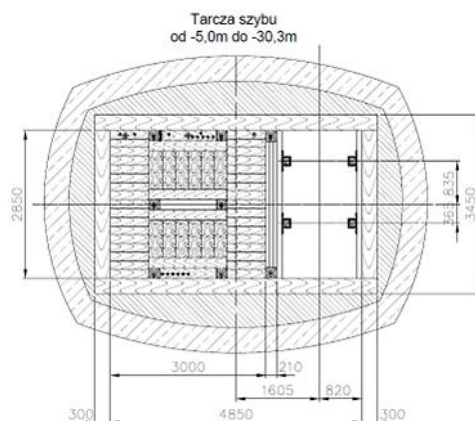
- klasa I – jeżeli liczba cykli na dobę jest większa niż 100,
- klasa II – jeżeli liczba cykli na dobę jest mniejsza niż 100.

Ze względów bezpieczeństwa w zakładach górniczych mogą być stosowane wyłącznie urządzenia dopuszczone decyzją Prezesa Wyższego Urzędu Górniczego. Urządzenia te muszą spełniać wymagania szczegółowych przepisów związanych z urządzeniami transportu specjalnego – urządzeniami dźwignicowymi, które określa zał. nr 4 do Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych (Rozporządzenie Ministra Energii 2016).

CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNA GÓRNICZEGO WYCIĄGU SZYBOWEGO SZYBU „DANIŁOWICZ”

Szyb wyposażony jest w zbrojenie główne wykonane z drewnianych dźwigarów zabudowanych w szybie tak, że każdy z nich przylega całą powierzchnią swojej tylnej ściany do drewnianej obudowy szybu. Do dźwigarów i obudowy, poprzez wsporniki stalowe („trzymaki”) mocowane są dwa ciągi przewodników drewnianych dla prowadzenia naczyni. Na wolnych drogach przejazdu zabudowane są przewodniki drewniane hamujące naczynia. W wieży szybowej hamowanie rozpoczyna się po przejechaniu najwyższego położenia naczynia na wolnej drodze przejazdu 2,0 m, droga hamowania wynosi 8,58 m przy dwóch przewodnikach. Pod poziomem III hamowanie rozpoczyna się po przejechaniu najniższego położenia naczynia na wolnej drodze przejazdu 2,0 m, droga

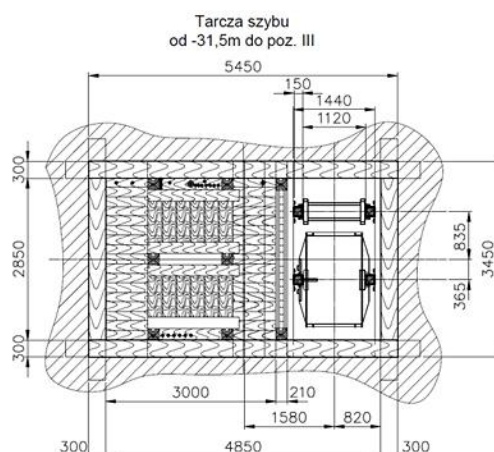
hamowania dla klatki wynosi 8,63 m, dla przeciwcieżaru odpowiednio 11,03 m przy dwóch prowadnikach. Drewniane prowadniki zgrubione wykonane są z drewna dębowego, suchego, zabezpieczonego impregnatem trudnopalnym. Tarcze szybu „Daniłowicz” na odcinku o przekroju beczkowym przedstawiono na rysunku 1, natomiast o przekroju prostokątnym na rysunku 2.



Rys. 1 Tarcza szybu „Daniłowicz” na odcinku o przekroju beczkowym z betonu

Charakterystyka poziomów do jazdy ludzi:

- | | |
|------------------------------|--------------------------------------|
| • zrzęb z 4-ch pomostów | dwustronne wsiadanie i wysiadanie, |
| • poziom I z 2-ch pomostów | jednostronne wsiadanie i wysiadanie, |
| • poziom II z 2-ch pomostów | jednostronne wsiadanie i wysiadanie, |
| • poziom III z 4-ch pomostów | dwustronne wsiadanie i wysiadanie |



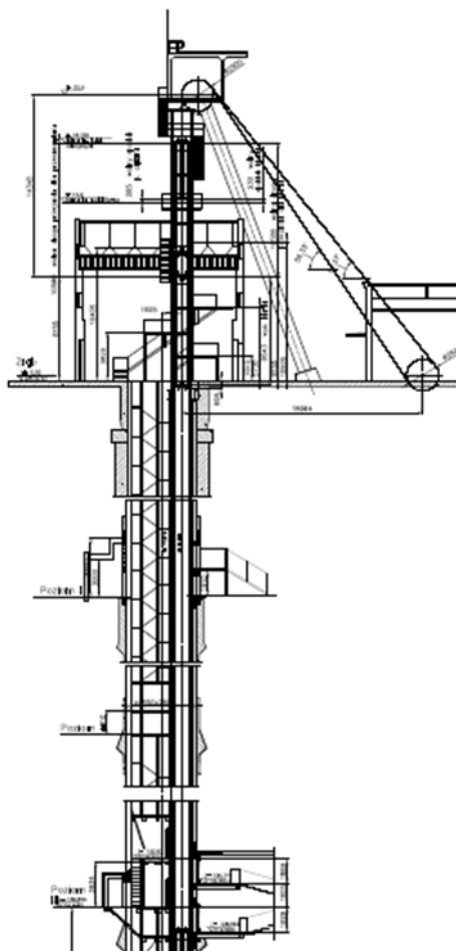
Rys. 2 Tarcza szybu „Daniłowicz” na odcinku o przekroju prostokątnym z drewna na odcinku od 30,3 do poz. V

Zgodnie z warunkami prowadzenia ruchu parametry jazdy górniczego wyciągu szybowego szybu Daniłowicz, wynoszą:

- wieża – obciążenie statyczne ~92 kN, obciążenie awaryjne ~772 kN
- koła linowe – obciążenie statyczne w linie nośnej 63 kN,
- siła zrywająca linę nośną 550 kN,
- maszyna wyciągowa – siła zrywająca linę nośną 550 kN,

- nadwaga statyczna 25 kN,
- maksymalna siła w linie 63 kN (obciążenie statyczne)
- zawieszenie nośne – dopuszczalne obciążenie statyczne 63 kN,
- prędkość jazdy – 4 m/s
- rodzaj naczynia – klatka 4 piętrowa
- na każdym piętrze 9 osób (łącznie 36 osób)
- maszyna BB-2500/AC, napęd główny: 160 kW; napęd dodatkowy: 22 kW

Na rysunku 3 przedstawiono przekrój pionowy szybu wraz z wieżą wyciągową szybu Daniłowicz.



Rys. 3 Wieża szybowa szybu Daniłowicza

Naczynie wyciągowe

Na podstawie Decyzji Prezesa Wyższego Urzędu Górniczego klatka 4-piętrowa zabudowana w szybie Daniłowicz została dopuszczona do stosowania w Kopalni Soli „Wieliczka” w 2010 roku. Naczynie wyciągowe zostało wyprodukowane przez Fabrykę Maszyn Górniczych „PIOMA” w Piotrkowie Trybunalskim. Konstrukcja nośna klatki została sprawdzona na maksymalne obciążenia ruchowe 32,4 kN dla liczby osób transportowych klatką w ilością:

$$36 \text{ osób} \times 90 \text{ kg} = 3240 \text{ kg}$$

Konstrukcja nośna składa się z następujących zespołów:

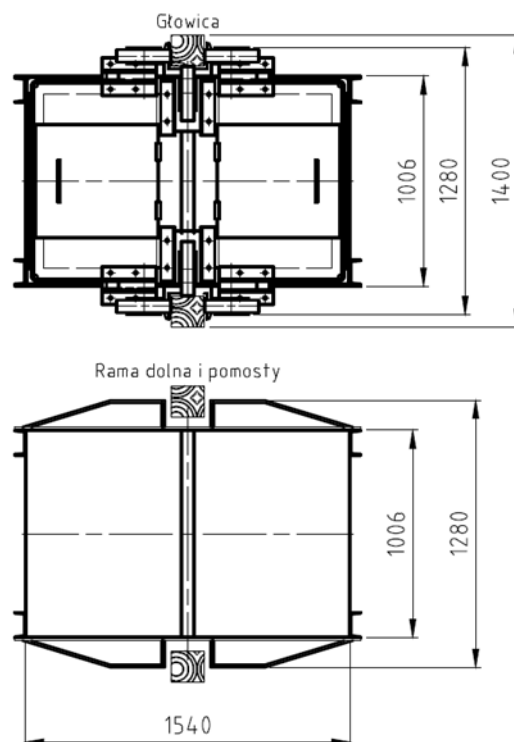
- głowicy,
- pomostów pięter,
- ramy dolnej.

Połączonych czterema ciągami nośnymi, nitowano – skręcana konstrukcja nośna składa się z dwóch części – górnej i dolnej, łączonych w jedną całość za pomocą śrub pasowych. Głowica klatki wykonana jest ze stali nierdzewnej jako konstrukcja spawano – nitowana. W poszyciu głowicy zabudowano dwie uchylne klapy ewakuacyjne. Do głowicy klatki zabudowano:

- jednolinowe zawieszenie nośne mocowane jednopunktowo za pomocą trzona głównego wielkości 1,
- 2 komplety prowadnic tocznych współpracującymi z prowadnikami drewnianymi o przekroju prostokątnym,
- 2 skrajnych prowadnic ślizgowych współpracujących z prowadnikami zgrubionymi w wieży,
- barierki z daszkiem ochronnym.

Podczas dotychczasowej eksploatacji zlikwidowano łapadła wraz z układami napędowymi i belkami wsporczymi, otwory w belkach tocznych po wałach napędowych łapadeł zaślepiono przykręcanymi blachami.

Konstrukcję nośną pomostów pięter stanowią ramy z profili aluminiowych, wzmocnione poprzecznym dźwigarem, pokryte poszyciem wykonanym z desek. W poszyciach 1, 2, 3 piętra zabudowano uchylne włazy służące do ewakuacji osób z klatki. Każde piętro wyposażone jest w poręczę do jazdy ludzi, 4 komplety drzwi dwuskrzydłowych zabudowanych wzdłuż dłuższego boku klatki. Ściany pięter od stron czołowych zabezpieczone są poszyciem mocowanym na stałe. Pomiędzy każdą parą drzwi uchylnych zabudowane są pionowe wsporniki służące do zamocowania zawiasów drzwi uchylnych oraz podpierające pomosty w części środkowej. Rama dolna wykonana jest z profili aluminiowych z przykręcaną od spodu ramą wykonaną z prowadnic tocznych współpracujących z prowadnikami drewnianymi o przekroju prostokątnym. Poszycie pomostu ramy dolnej wykonano z drewna. Ciągła nośna wykonano z ceownika 120 [mm], łączą głowicę, ramę dolną i pomosty pięter za pomocą śrub pasowanych. W połowie długości cięgła są dzielone i łączone nakładkami za pomocą śrub pasowanych (Przedsiębiorstwo „COAL-BUD” Sp. z o. o. 2019). Rysunek 4 przedstawia przekrój przez zabudowę – aktualne naczynie wyciągowe.



Rys. 4 Przekrój – istniejące naczynie wyciągowe

NOWE NACZYNIE – PROJEKT KONCEPCYJNY

W zakresie modernizacji naczynia wyciągowe w szybie Daniłowicz – przyjęto następujące założenia:

- prowadzenie naczyń w prowadnikach drewnianych 140x160,
- główne wymiary istniejącej klatki nie ulegają zmianie, wysokość 8350 mm x długość 1540 mm x szerokość 1280 mm,
- ilość ludzi transportowanych w klatce wzrośnie z 36 do 40,
- nowy udźwig użyteczny klatki 36 kN dla transportu ludzi i materiałów,
- nową klatkę należy poddać modernizacji w zakresie zmniejszenia masy własnej o 16 kg w zakresie spełnienia obliczeń wytrzymałościowych zgodnie z warunkami prowadzenia ruchu górniczego wyciągu szybowego szybu Daniłowicz.

Podstawowym parametrem, który poddano analizie w trakcie prac koncepcyjnych było zwiększenie ilości maksymalnie jadących ludzi na piętrze z 9 do 10, co przekłada się na masę użyteczną w 4-piętrowej klatce, która nie może przekroczyć:

- przy jeździe ludzi: $Q_t = 3,6 \text{ Mg}$ tj. 40 osób

Dodatkowo, w celu spełnienia wymagań w zakresie minimalnej powierzchni dla 1 osoby na piętrze naczynia wyciągowego tj.: 0,18 m² – należało zwiększyć powierzchnie przy jednoczesnym zachowaniu torów jezdnych.

Konstrukcja nośna nowej klatki 4-ro piętrowej podobnie jak istniejące naczynie wyciągowe składa się z:

- głowicy,
- pomostów pięter,

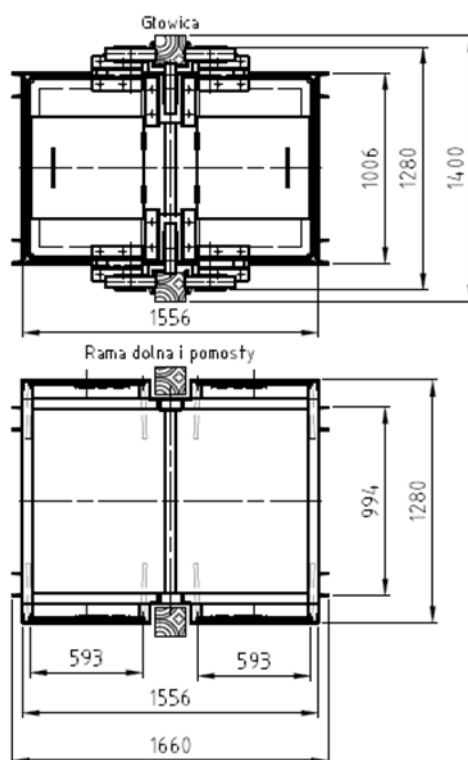
- ramy dolnej,

połączonych czterema cięgami nośnymi.

Klatka konstrukcyjnie będzie klatką dzieloną składającą się z dwóch części – górnej i dolnej, połączonych w jedną całość za pomocą śrub pasowych. Całość konstrukcji nośnej jest nitowano-skręcana. Głowica klatki o przekroju prostokątnym o wymiarach 1006 x 1556 mm wykonana będzie ze stali nierdzewnej jako konstrukcja spawano-nitowana. Pokrycie głowicy wyposażone będzie w dwie uchylne klapy ewakuacyjne. Głowica klatki dostosowana będzie do:

- jednolinowego zawieszenia nośnego mocowanego jednopunktowo za pomocą trzonu głównego wielkości 1,
- zabudowy dwóch kompletów przewodnic tocznych współpracujących z przewodnikami drewnianymi o przekroju prostokątnym,
- zabudowy dwóch skrajnych przewodnic ślizgowych współpracujących z przewodnikami zgrubionymi w wieży,
- do zabudowy barierek z daszkiem ochronnym.

Z uwagi na zwiększoną liczbę osób wszystkie piętra będą o przekroju pełnego prostokąta o wymiarach 1280 x 1556 mm. Na rysunku 5 przedstawiono przekrój przez nowe naczynie wyciągowe.



Rys. 5 Przekrój – koncepcja nowego naczynia

Konstrukcję nośną pomostów pięter stanowić będą ramy z profili aluminiowych, wzmocnionych poprzecznym dźwigarem, pokrytych poszyciem wykonanym z desek. W pokryciach 1, 2 i 3 piętra zabudowane będą uchylne włązy służące do

ewakuacji osób z klatki. Każde piętro wyposażone będzie w poręczę do jazdy ludzi, 4 komplety drzwi dwuskrzydłowych zabudowanych wzdłuż dłuższego boku klatki. Ściany pięter od stron czołowych zabezpieczone zostaną poszyciem mocowanym na stałe. Pomiedzy każdą parą drzwi uchylnych zabudowane będą pionowe wsporniki służące do zamocowania zawiasów drzwi uchylnych oraz podpierające pomosty w części środkowej. Rama dolna wykonana będzie z profili aluminiowych z przykręcanymi od spodu prowadnicami tocznymi współpracującymi z prowadnikami drewnianymi o przekroju prostokątnym. Pokrycie pomostu ramy dolnej wykonane będzie z drewna. Przewiduje się wykonać ciągła nośne z ceowników 120 mm. Połączenie głowicy z ramą dolną i pomostami pięter przy pomocy cięgieł przewiduje się wykonać za pomocą śrub pasowanych. W połowie długości cięgieł będą dzielone i łączone nakładkami za pomocą śrub pasowanych.

ANALIZA MOŻLIWOŚCI TRANSPORTU OSÓB

Podstawową działalnością Kopalni Soli „Wieliczka” jest udostępnianie do zwiedzania przez turystów podziemnych atrakcji na Trasie Turystycznej, Trasie Górniczej, Muzeum Żup Krakowskich oraz na trasach specjalistycznych (Kopalni Soli „Wieliczka” S.A., 2021). W ramach podziemnego uzdrowiska kopalnia świadczy usługi medyczne w leczniczych komorach solnych. Podstawowym szybem, którym turyści wyjeżdżają na powierzchnię jest górniczy wyciąg szybowy szybu Daniłowicz. Wszelkie działania, które pozwolą na zwiększenie możliwości transportowych ww. urządzeniem wpłyną na bezpieczeństwo i komfort osób odwiedzających kopalnię.

W tabeli 1 przedstawiono porównanie możliwości transportowych dla zmodernizowanego naczynia (40 osób) z aktualnie użytkowanym (36 osób).

Tabela 1 Zestawienie tabelaryczne możliwości transportowych naczyń wyciągowych

Lp	rodzaj pracy	Średni czas kursu	Max kursów	udział w ciągu	Ilość	36		40	
					Ilość osób	Średnio w ciągu dnia	Ilość osób	Średnio w ciągu dnia	
		[min]	[szt]	[%]					
1	bez pomostów /tzw. 1 na 1/	7	99	20	3564	712,8	3960	792	
2	z pomostami /tzw. 2 na 2/	5,5	125	20	4500	900	5000	1000	
3	z pomostami /tzw. 2 na 4/	4,5	153	20	5508	1101,6	6120	1224	
4	z 2 pomostami /tzw. 4 na 4/	3,5	197	40	7092	2836,8	7880	3152	
						5551		6168	

Analiza dotyczyła efektywnego czasu pracy górniczego wyciągu szybowego w zakresie transportu osób z podziemnych wyrobisk, przyjmując standardowe obłożenie osób do obsługi urządzenia.

WNIOSKI

W kontekście prowadzonej działalności, kopalnia co roku udostępnia podziemne wyrobiska różnym grupom, w tym turystom, personelowi medycznemu oraz sanatorium. Przy tak dużej liczbie odwiedzających konieczne jest zapewnienie sprawnego transportu osób, w tym dzieci i osób niepełnosprawnych, z wyrobisk dołowych, przy jednoczesnym efektywnym wykorzystaniu dostępnych urządzeń i maszyn. Z powyższej tabeli wynika, że przy zmodernizowanej klatce możliwości transportu ludzi zwiększą się o 617 osób na dzień, co daje zwiększenie na poziomie około 10%.

Przedstawiona koncepcja modernizacji przyczyni się do optymalizacji systemu transportu, co z kolei pozwoli na efektywne wykorzystywanie dostępnych zasobów technicznych i organizacyjnych w kopalni. Ponadto, te działania umożliwią przetestowanie i ocenę obecnych rozwiązań konstrukcyjnych w przemyśle górnictwa, co może prowadzić do poprawy efektywności ekonomicznej, technicznej i społecznej przedsiębiorstwa.

Całkowita modernizacja naczynia wyciągowego pozwoli na lepsze dostosowanie go do potrzeb rosnącego ruchu turystycznego i innych grup odwiedzających kopalnię, co może przyczynić się do poprawy doświadczenia odwiedzających i efektywności operacyjnej kopalni

LITERATURA

- Charkot, J., Krzysztofek, D. (2014). Studia i materiały do dziejów Żup Solnych w Polsce, Tom XXIX, Muzeum Żup Krakowskich Wieliczka.
- Hansel, J., Koczwar, J., Krajczok, J., Zygmunt, A. (2007). Syntetyczna ocena poziomu technicznego i określenie kierunków modernizacji górniczych wyciągów szybów eksploatowanych w Polsce, Metodyka kształtowania bezpieczeństwa transportu pionowego w polskich zakładach górniczych. monografia pod red. J. Hansela, Zeszyty Naukowo-Techniczne AGH-KTL, Zeszyt 40.
- Kamiński, P., Czaja, P., Malik, J., Pasek, R. (2021). Drugie życie szybów górniczych. Metody i przykłady rewitalizacji szybów na cele turystyczne. Kraków.
- Kopalni Soli „Wieliczka” S.A. (2010). Dokumentacja do wniosku użytkownika o dopuszczenie do stosowania w zakładzie górniczym: Klatek 4-piętrowych o NF113 i NF 114 przeznaczonych do eksploatacji w wyciągu szybowym szybu „Daniłowicz” w Wieliczce.
- Kopalni Soli „Wieliczka” S.A. (2021). Dokumentacja prowadzenia ruchu turystycznego na Trasie turystycznej w wyrobiskach podziemnych Kopalni Soli „Wieliczka”.
- MWM Elektro. (2011). Dodatek nr 8 do Dokumentacji Górniczego Wyciągu Szybowego, Trzebinia.
- Praca zbiorowa. (2014). Mechanizacja, automatyzacja i robotyzacja w górnictwie. Centrum Badań i Dozoru Górnictwa, Kraków.
- Prawo Geologiczne i Górnicze. (2011). Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 Dz.U. 2011 nr 163 poz. 981.
- Przedsiębiorstwo „COAL-BUD” Sp. z o. o. (2019). Skrócenie zakresu jazdy górniczego wyciągu szybowego w szybie Daniłowicz do stanu umożliwiającego jazdę do poziomu III w podziemnej części zakładu Kopalnia Soli „Wieliczka”, Kraków.
- Rozporządzenie Ministra Energii. (2016). Z dnia 23 listopada 2016 roku w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych, Dz. U. z 2017 nr 1118.

- Rozporządzenie Rady Ministrów. (2004). Z dnia 30 kwietnia 2004 r. w sprawie dopuszczania wyrobów do stosowania w zakładach górniczych, Dz. U. 2004 nr 99 poz. 1003.
- Strakosch, G.R. (1998). The Vertical Transportation Handbook, John Wiley, Canada.
- Szklarski, L., Zarudzki, J. (1998). Elektryczne maszyny wyciągowe, PWN Warszawa.
- Zygmunt, A., Szczygiel, M. (2016). Kierunki modernizacji górniczych wyciągów szybowych przeprowadzonych w latach 2014-2015, Maszyny górnicze 1/2016, s. 36-58.

Modernisation of the skip hoist of the Daniłowicz shaft – conceptual design

Abstract: The article discusses the concept of modernizing the mining cage of the Daniłowicz Shaft's mining elevator to increase the capacity for transporting people and materials. The proposed solutions aim to improve work efficiency and optimize the use of vertical transportation equipment. The article presents conceptual solutions related to the modernization of the mining cage, allowing for an increase in its dimensions while maintaining the parameters of the shaft's cross-section and the hoisting machine. These changes will enable a more efficient use of technical and organizational resources while ensuring the comfort and safety of transportation. The project also takes into account the legal regulations of geological and mining law, which are essential in mining operations.

Keywords: shaft, vertical transport, hoisting conveyances

Tomasz Rokita

AGH University of Krakow

Faculty of Mechanical Engineering and Robotics

Department of Machinery Engineering and Transport

A. Mickiewicza Av. 30, 30-059 Krakow, Poland

e-mail: rokitom@agh.edu.pl

Paweł Molik

AGH University of Krakow

Faculty of Mechanical Engineering and Robotics

A. Mickiewicza Av. 30, 30-059 Krakow, Poland

e-mail: pawel.molik@coalbud.pl

Rafał Pasek

AGH University of Krakow

Faculty of Mechanical Engineering and Robotics

A. Mickiewicza Av. 30, 30-059 Krakow, Poland

e-mail: rpasek@interia.pl