

4

System transportowy

w szybie 1-Bzie



4.1 Wprowadzenie

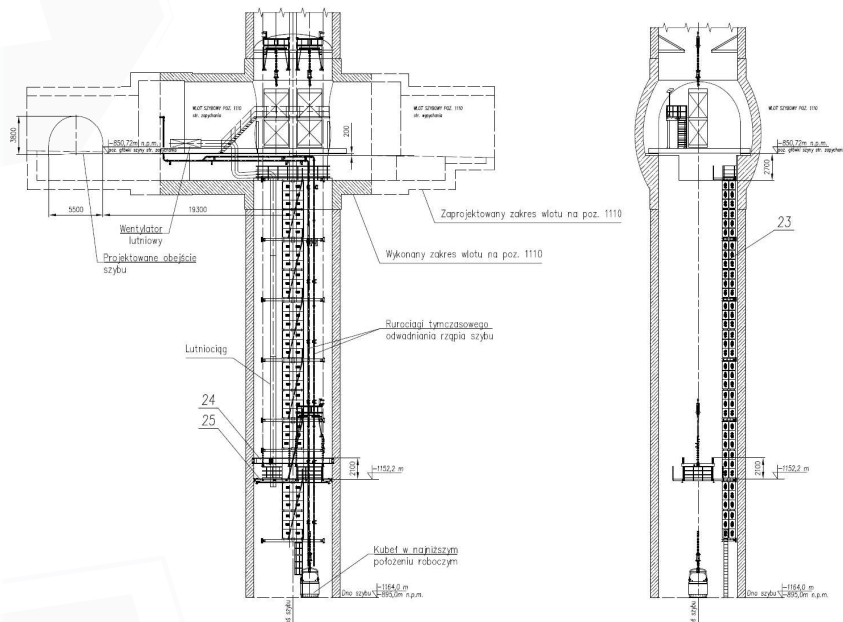
Liczba kopalń węgla kamiennego w Polsce i Unii Europejskiej stale maleje. Jednak ciągłe zapotrzebowanie na ten surowiec, w szczególności na węgiel koksowy, wpisany na listę surowców krytycznych Unii Europejskiej - nie spada, podobnie zresztą jak na inne surowce wydobywane w polskich i światowych kopalniach podziemnych [1]. Taki stan rzeczy wymaga rozwijania infrastruktury polskich kopalń tak, aby wydobywanie mogło przebiegać w sposób ekonomiczny i bezpieczny. Dotyczy to także polskich kopalń węgla kamiennego, w których liczne szyby były, są lub będą w najbliższych latach pogłębiane, by sięgnąć po głęboko zalegające pokłady [2-5].

Nie zawsze jednak pogłębianie istniejących szybów jest możliwe, a poziomy rozwój kopalń optymalny. Wraz z wydłużającymi się drogami transportowymi spada opłacalność wydobywania, szczególnie ze względu na spadek efektywnego czasu pracy załogi zatrudnionej pod ziemią oraz wzrost kosztów transportu urobku, materiałów i załogi. W takich sytuacjach konieczne staje się głębianie nowych szybów bądź nawet budowa całych zakładów górniczych [6-8]. Liderem w pogłębianiu istniejących oraz budowie nowych szybów górniczych dla polskich kopalń węgla kamiennego jest PBSz SA.

Jedną z największych i najciekawszych inwestycji w polskim górnictwie węglowym w XXI wieku jest głębianie szybu 1-Bzie (*Jan Paweł*) dla ruchu Bzie, KWK Jastrzębie-Bzie. Szyb ten pozwoli na długoletnią eksploatację złóż węgla koksującego w rejonie Jastrzębia-Zdroju.

Budowa kopalni podziemnej „od poziomu trawnika” to inwestycja bardzo trudna w wielu aspektach – przede wszystkim technologicznie oraz ekonomicznie, wymaga znacznych nakładów czasochłonnej i specjalistycznej pracy, dużej ilości zaawansowanego technicznie sprzętu, a co za tym idzie ogromnych nakładów finansowych [6-7, 9-11]. Budowa nowego zakładu górniczego obejmuje głębianie szybu, drażenie udostępniających wyrobisk poziomych, a także całej niezbędnej infrastruktury powierzchniowej, co w trudnej sytuacji polskiego górnictwa jest praktycznie niemożliwe. Jednak bardzo dobrze rozwinięty i funkcjonujący w Polsce model kopalni wieloruchowej umożliwia budowę nowego ruchu, wykorzystującego częściowo infrastrukturę ruchu już istniejącego, pozwala to znacznie obniżyć koszty [12-13]. Podobny model został przyjęty dla budowy ruchu Bzie.

Szyb 1- Bzie mimo, zgłębiania do docelowego poziomu, nie został jeszcze wyposażony w górniczy wyciąg szybowy. Jednak w celu optymalizacji działania ruchu Bzie, zanim szyb 1-Bzie zostanie wyposażony w ostateczny GWSz, postanowiono, aby na potrzeby budowy kopalni Jastrzębie-Bzie wyposażyć go w tymczasowy układ do jazdy ludzi i transportu materiałów na poz. 1110, wykorzystujący górniczy wyciąg szybowy kubłowy, zabudowany nad szybem, używany podczas jego głębiania. W tym celu zaprojektowano i zabudowano w nim szereg konstrukcji, takich jak: pomost roboczy na poz. 1110, rama napinająca, przedział drabinowy, pomosty do wsiadania i wysiadania, daszki ochronne oraz naczynia wyciągowe. Rozmieszczenie poszczególnych elementów na pod-szybiu przedstawiono na rysunku 4.1. W niniejszym rozdziale scharakteryzowano poszczególne elementy składowe systemu [14].



Rys. 4.1 Rzut pionowy poszczególnych elementów układu transportowego [14]

4.2 Konstrukcje na poz. 1110

Pomost roboczy na poz. 1110, przedstawiony na rysunku 4.2, został wyposażony w:

- parę klap szybowych umożliwiających przejazd przez pomost naczynia wyciągowego przedziatu północnego,
- urządzenie do otwierania klap szybowych z kotłami linowymi $\varnothing 320$ mm, zabudowane po stronie północnej pomostu i wyposażone w wciągarkę ręczną linową,
- ochronę wraz z naprowadzaniem liny wyciągowej zamocowaną na klapach szybowych,
- odbój dla klap,
- osłony o wysokości 1200 mm zabezpieczające przelot kubłowy podczas otwarcia klap,
- obarierowanie z progami ochronnymi,
- szyny umożliwiające przejazd jednostek transportowych od szybu do wyrobiska po stronie południowej,
- drabinę umożliwiającą dojscie do piwnicy wlotu po stronie południowej,
- siatki zabezpieczające po stronie zachodniej, odgradzające przejście załogi od urządzeń elektrycznych,
- osłony przelotu linii sygnalizacyjnych.

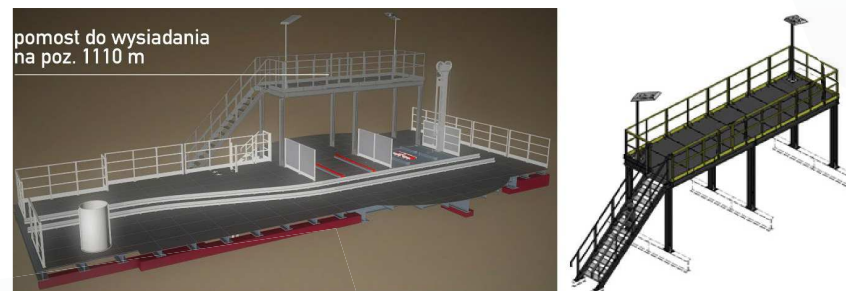
Na zaprojektowaną konstrukcję nośną pomostu składają się dźwigary wykonane ze stalowych profili walcowanych, połączone śrubami. Główne dźwigary nośne I500 pomostu zostały wsparte poprzez stopy, bezpośrednio na betonowej obudowie wlotu lub wykonanych w tym celu podmurowaniach. Dodatkowo stopy głównych dźwigarów I500 zakotwiono kotwami wklejnymi W1/320. Dopuszczalne obciążenie użyteczne pomostu wynosi 5 kN/m^2 , a dopuszczalny ciężar całkowity jednostki transportowej, którą można wprowadzić na torowisko, wynosi 72 kN [14].



Rys. 4.2 Widok rzeczywisty i wizualizacja 3D pomostu w obrębie wlotu

Pomost wysiadkowy na poz. 1110, zaprezentowany na rysunku 4.3, składa się z:

- skręcanej ramy pomostu wykonanej z dwuteowników 240 i 160,
- pokrycia pomostu wykonanego z blach żeberkowanych 6mm,
- obarierowania wykonanego z kątowników $50 \times 50 \times 6$ i krawężników wykonanych z płaskowników 150×6 ,
- schodów,
- nóg wykonanych z dwuteowników szerokostopowych HEB 160,
- stojaków lampowych.



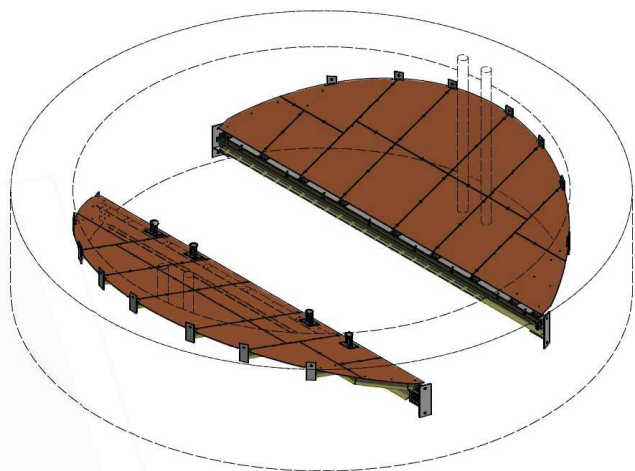
Rys. 4.3 Wizualizacja pomostu wysiadkowego

Zadaszenie wlotu na poziomie 1110, przedstawione na rysunku 4.4, składa się z dwóch daszków ochronnych [14-15]. Daszki ochronne zabudowano po stronie zachodniej i wschodniej szybu,

w odległości około 10 m nad poz. 1110.

Konstrukcja daszka składa się z:

- skręcanej ramy daszka wykonanej z dwuteowników 300 oraz 140, kotwionej do obmurza szybu,
- wsporników kotwionych do obmurza szybu,
- pokrycia wykonanego z blach 6 mm,
- osłon przelotu linek sygnalizacyjnych,
- rynny.

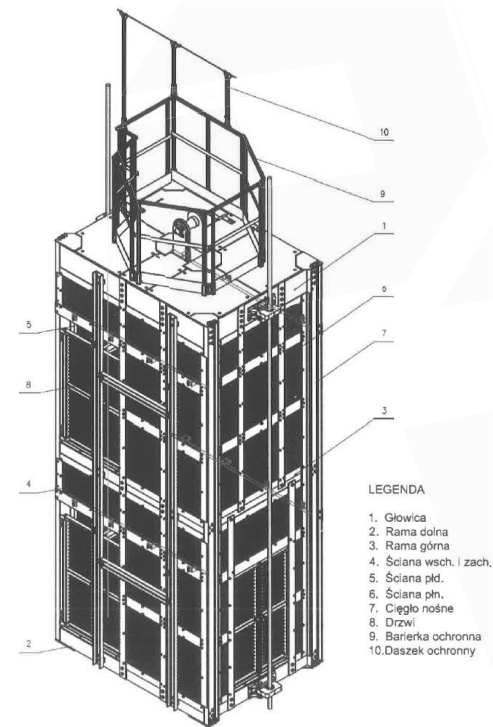


Rys. 4.4 Konstrukcja daszków ochronnych nad poz. 1110

4.3 Naczynie wyciągowe

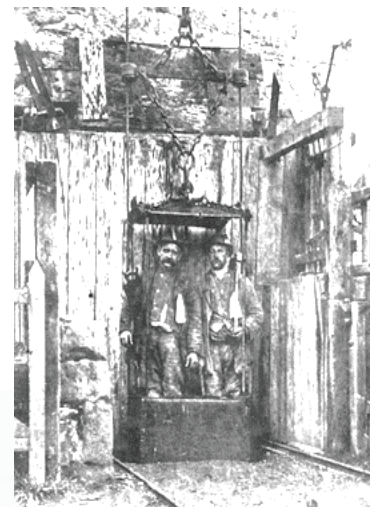
Wymiary naczynia wyciągowego dostosowane są do rozstawu lin prowadniczych oraz gabarytów otworów na pomoście zrębowym i ochronnym szybu 1-Bzie. Naczynie ma kształt prostokątnościaru o wymiarach podstawowych 1900 mm x 2400 mm i wysokości 5800 mm, a maksymalne wymiary podstawy wynoszą 1920 mm x 2540 mm. Zostało zaprojektowane jako urządzenie dwupiętrowe o „prześwicie” piętra 2500 mm.

Dopuszczalna liczba osób w naczyniu wynosi 40, w tym na piętrze dolnym i górnym po 20 osób. Maksymalny udźwig naczynia wyciągowego wynosi 3600 kg. Masa pustego naczynia wyciągowego wynosi 6362 kg, natomiast z pracownikami 9962 kg. Maksymalna masa całkowita naczynia mieści się w granicach maksymalnej nadwagi statycznej maszyny wyciągowej [16]. Masa naczynia wraz ze stężeniami wynosi 6888 kg. Widok naczynia przedstawiono na rysunku 4.5.



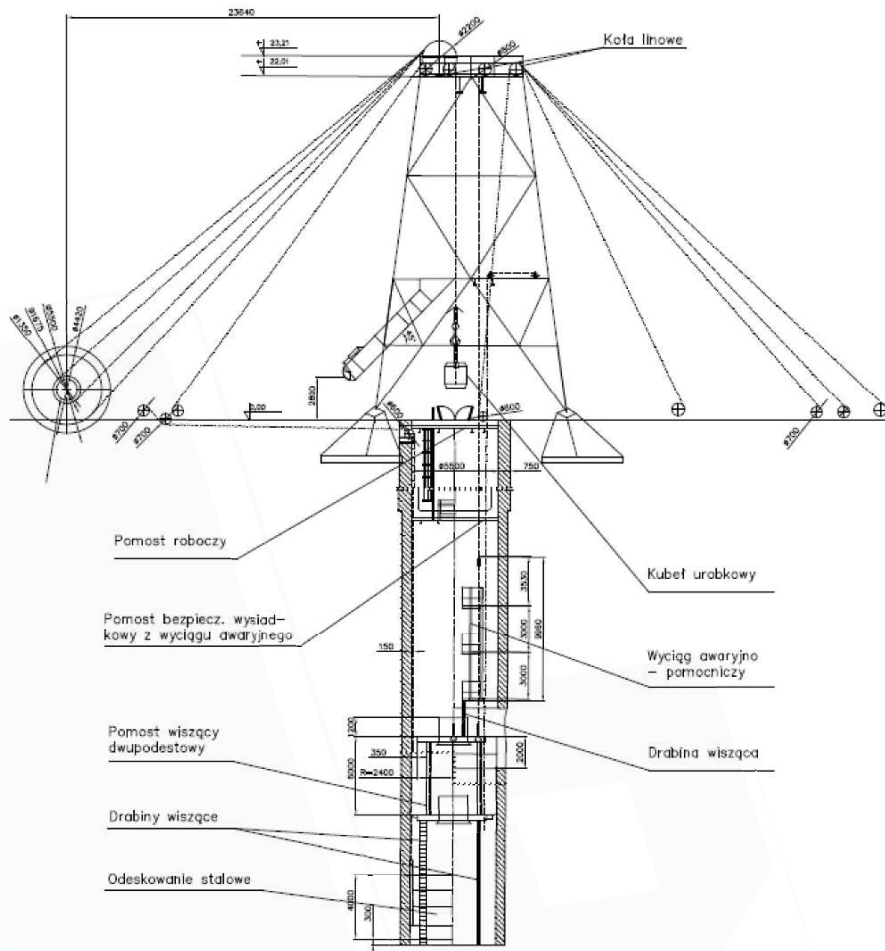
Rys. 4.5 Naczynie – główne elementy

Projektując naczynie wykorzystane w szybie 1-Bzie, wzorowano się na konstrukcjach wielokrotnie stosowanych w przeszłości zarówno w światowym, jak i krajowym przemyśle wydobywczym. Prowadzenie linowe naczyń wyciągowych jest stosowane w przemyśle od wieków, czego dowodem może być prowadzona na linach klatka stosowana w angielskim szybie Lloyd na przełomie XIX i XX wieku przedstawiona na rysunku 4.6. Z kolei na przełomie lat 60. i 70. XX wieku, w polskich kopalniach węgla kamiennego w użyciu było ponad 20 górniczych wyciągów szybowych w których naczynia wyciągowe prowadzone były z zastosowaniem przewodników elastycznych, nie wliczając szypów głębionych [17]

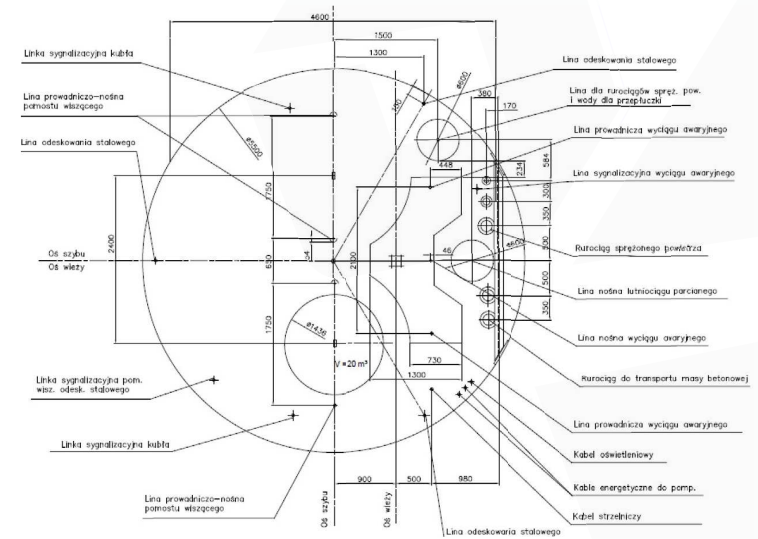


Rys. 4.6 Naczynie na prowadzeniu linowym, szyb Lloyd, Anglia, 1901 rok

Nawiązując do doświadczeń PBSz SA, przytoczyć należy rozwiązanie z szybu Jan kopalni Bobrek, gdzie jako naczynie wyciągu awaryjno-pomocniczego zastosowano nietypową pod względem kształtu klatkę zawieszoną na haku wyciągu kubtowego i prowadzoną na linach [14, 18]. Rozwiązanie to przedstawiono na rysunkach 4.7 i 4.8.

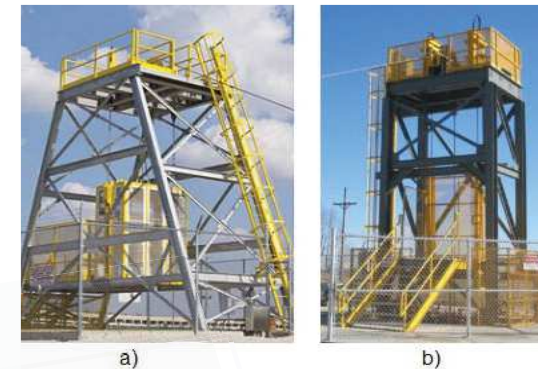


Rys. 4.7 Rzut pionowy urządzeń na szybie Jan kopalni Bobrek – lata siedemdziesiąte XX wieku [18]



Rys. 4.8 Tarcza szybu Jan kopalni Bobrek – lata siedemdziesiąte XX wieku

Na potrzeby prac prowadzonych w szybie 1-Bzie zaprojektowano, dopuszczono i zastosowano także naczynie specjalnego przeznaczenia, również opisane w niniejszej publikacji [19]. Przeznaczenie naczyń wymusza na projektantach dobór odpowiedniej formy, kształtu, wymiarów oraz elementów funkcyjnych w naczyniach [20-22]. Poniżej przedstawiono kilka przykładów naczyń stosowanych w światowym przemyśle wydobywczym (rys. 4.9 oraz 4.10). Zdjęcia obrazują rozwiązania stosowane dla celów awaryjno-rewizyjnych, jak również regularnej jazdy ludzi. Można zauważyć, że konstrukcyjnie są do siebie zbliżone, zwykle stosuje się też ramy główne połączone cięgnami lub słupami, a takie elementy jak poszycie i sposób zamykania drzwi zależą od lokalnych przepisów i wymagań.



Rys. 4.9 Przykładowe rozwiązania naczyń prowadzonych na linach służących do transportu ludzi (USA, Kanada) [20-21]



Rys. 4.10 Różne rodzaje klatek produkowane przez NMT, w tym prowadzone na linach (Kanada) [22]

4.4 Konstrukcja do przechowywania naczyń wyciągowych do jazdy ludzi w rejonie rząpia szybu 1-Bzie pod poz. 1110

Trwający i niezwykle skomplikowany proces budowy nowego ruchu kopalni Jastrzębie-Bzie wymaga, obok transportu załogi lub niewielkich gabarytowo materiałów na piętrach klatki, dostarczania do podziemnych wyrobisk materiałów lub urządzeń o znacznych wymiarach, które przekraczają możliwości naczynia wyciągowego. Istnieje konieczność transportu takich elementów w innym naczyniu wyciągowym (w kubie lub kontenerze) bądź „na haku”. W takiej sytuacji naczynie wyciągowe musi zostać zdemontowane, co w warunkach istniejącej infrastruktury powierzchniowej jest zadaniem problematycznym i czasochłonnym, ze względu na niewielką ilość miejsca w otoczeniu szybu oraz konieczność angażowania dźwignic w celu przemieszczenia naczynia poza obręb nadszybia.

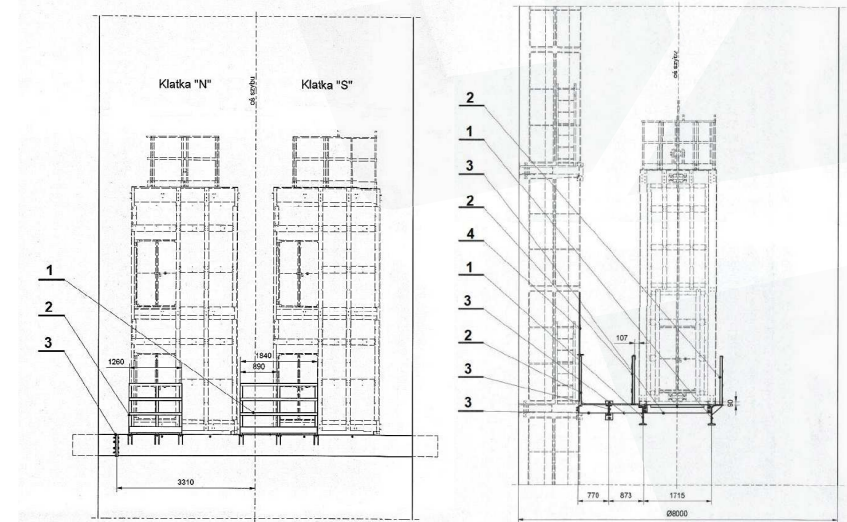
W celu zoptymalizowania pracy wyciągu szybowego poprzez maksymalizację jego efektywnego czasu pracy zaproponowano rozwiązanie, które rozwiązuje równocześnie problem efektywnego czasu pracy oraz braku miejsca na powierzchni w otoczeniu szybu. Zaprojektowano więc konstrukcję do przechowywania naczyń poniżej poz.1110 w rejonie rząpia szybu 1-Bzie. Konstrukcję tę zabudowano na poziomie -877,15 m n.p.m., tj. ok. 3,9 m nad pomostem rewizyjnym ramy napinającej zlokalizowanej w rząpiu szybu.

Konstrukcja składa się z:

- dźwigarów podporowych,
- belek pomostu wysiadkowego,
- barierek ochronnych.

Dźwigary podporowe wykonano z profili walcowanych I500, osadzono w rurze szybowej oraz zamurowano. Bezpieczne posadowienie naczyń wyciągowych na dźwigarach, uzyskano przez wyposażenie dźwigarów w drewniane amortyzatory. Pomiędzy dźwigarami podporowymi a przedziałem drabinowym zainstalowanym w szybie zabudowano pomost wysiadkowy, wykonany z profili walcowanych I200 oraz I240, wyłożony kratą podestową zgrzewaną typu KOZ/34x38/30x4. Dźwigar I240 zamocowano do rury szybowej za pomocą kotwionych wsporników, belki I200 przykręcono do zabudowanych dźwigarów przedziału drabinowego oraz podporowych. Bezpie-

czeństwo ludzi pracujących na pomoście zapewniono przez zastosowanie barierek ochronnych. Dopuszczalne obciążenie pomostu wysiadkowego wynosi 5 kN/m² [23]. Opisaną konstrukcję przedstawiono na rysunku 4.11.



Rys. 4.11 Konstrukcja do przechowywania naczyń wyciągowych w rejonie rząpia szybu 1-Bzie; 1 - dźwigary podporowe, 2, - barierki pomostów wysiadkowych, 3 - belki I200, 4 - przepierzenie uchylne

4.5 Kontener górnicy szybowy

Oprócz transportu załogi dla zapewnienia ciągłości prac konieczny jest także transport materiałów w szybie. Ze względu na konstrukcję klatki niemożliwe jest transportowanie w wozach kopalnianych na piętrach naczynia wyciągowego. Występuje zatem konieczność przeladowywania materiałów do klatki, ewentualnie wymiana naczynia wyciągowego na kubek do transportu w szybie. W obu tych przypadkach konieczny jest najpierw przeladunek do naczyń wyciągowych na zrębie, a następnie rozładunek na podszybiu poz. 1110, gdzie przeladowywane są do jednostek transportowych zestawy kolejki podwieszanej. Ze względu na obciążenie szybu jest to sytuacja wysoce niekorzystna, bowiem wymaga czasu oraz miejsca na przeladunek materiałów w miejscach w których to miejsce jest ograniczone, czyli na zrębie i podszybiu. W celu optymalizacji procesu transportu materiałów do podziemnych wyrobisk powstała idea kontenera transportowego.

Kontener górnicy szybowy oparty został na idei klasycznego górniczego kontenera transportowego stosowanego powszechnie w transporcie poziomym z zastosowaniem kolejek podwieszanych. Modyfikacja polega na dodaniu do konstrukcji kontenera uchwytów, które pozwolą na montaż kontenera na zawieszaniu górnicy wyciągu szybowego. Pojemnik kontenerowy z zawieszaniem służy do opuszczania ładunków o maksymalnym ciężarze 2500kg. Gabaryt wewnętrzny pojemnika umożliwi pomieszczenie europalety o wymiarach 1000 x 1200 mm. Pojemnik wyposażony jest w uszy umożliwiające zapięcie zawiesia łańcuchowego 4-ciępnowego z hakami, jak przedstawiono na rysunku 4.12.

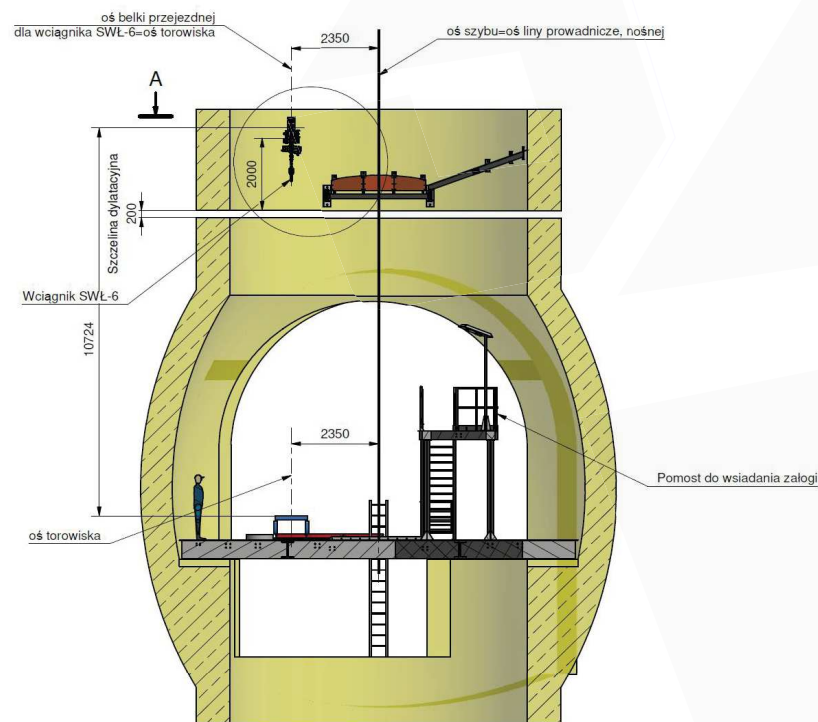


Rys. 4.12 Model kontenera górniczego szybowego

Kontener umożliwia pionowy transport materiałów na poz. 1110, przepięty na podszybiu za pomocą łańcucha wciągownika samojezdnego przemieszczającego się po belce zabudowanej w wyrobisku, a następnie załadowany na platformę transportową. Użycie platformy zapewnia transport na stację materiałową, skąd dalej następuje przewóz z użyciem zestawów kolejek podwieszanych. Kontener jest dostosowany do transportu kolejkami. Wyeliminowano w ten sposób konieczność dwukrotnego przeladowywania materiałów w miejscach gdzie dostępne na tę czynność czas i miejsce są mocno ograniczone. Kontener można załadować na powierzchni w dostosowanym miejscu poza nadszymbiem. Na zrąb kontener może być transportowany z zastosowaniem dźwigni lub wózka widłowego [24].

Pionowy transport materiałów w szybie jest obwarowany pewnymi wytycznymi odnośnie bezpieczeństwa jego prowadzenia. Stąd konieczne było wykonanie obliczeń, obejmujących w szczególności analizę dynamiczną awaryjnego hamowania maszyny wyciągowej. Wyniki analizy wykazały, iż kontener spełnia wymagania i może być stosowany w pionowym transporcie materiałów w szybie górniczym [25].

Przekrój przez podszybie szybu 1-Bzie na poz. 1110 wyposażone w elementy układu transportowego, w postaci kłap, pomostu do wsiadania, torowiska i wciągownika przejezdnego przedstawiono na rysunku 4.13.



Rys. 4.13 Przekrój przez podszybie szybu 1-Bzie z odwzorowanymi elementami układu transportowego

4.6 Podsumowanie

Proces budowy podziemnej kopalni węgla kamiennego jest niezwykle kosztowny i długotrwały. Szczególnie w obecnej sytuacji rynkowej i politycznej można napotkać szereg niespodziewanych trudności. Skomplikowana sytuacja na rynku węgla europejskiego wymaga czasem niestandardowego podejścia do problemów.

Zwiększenie wydajności szybu 1-Bzie budowanego ruchu Bzie KWK Jastrzębie-Bzie osiągnięto właśnie dzięki nieszablonowemu podejściu projektantów i wykonawców robót górniczych, a także nieustępliwości wszystkich budujących zakład.

Zaprojektowany i zabudowany układ wykorzystywany jest obecnie w szybie 1-Bzie i spełnia wszystkie oczekiwania zarówno zamawiającego, jak i obsługi szybu. Przyjęte założenia konstrukcyjne związane z krótkim czasem realizacji zadania okazały się słuszne, a prowadzona jazda ludzi płynnie przeplatana jest z transportami materiałów i pracami szybowymi.

Wypracowane rozwiązania pozwoliły usprawnić transport załogi i skrócić czas dotarcia do miejsc pracy, przez co znacznie podniósł się jej standard. Obsługa systemu transportowego jest znacznie wygodniejsza niż w przypadku rozwiązań stosowanych dotychczas. Transport materiałów został usprawniony, a po wdrożeniu zaprojektowanego kontenera do transportu szybowego może jeszcze ulec poprawie.

W ciągu doby szybem zjeżdża około trzystu pracowników kopalni Jastrzębie-Bzie. Elementy układu zostały zaprojektowane, wykonane i zabudowane przez pracowników PBSz SA. Należy podkreślić, że poszczególne konstrukcje mają docelowo nie stanowić kolizji przy budowie zbrojenia ostatecznego oraz docelowych górniczych wyciągów szybowych.

4.7 Literatura

- [1] Tajduś A.: Quo vadis polskie górnictwo?, *Przegląd Górniczy* 77, 1-3/2021, s. 7-13
- [2] Kamiński P.: Polish experience in shaft deepening and mining shaft hoists elongation, *Mining Techniques-Past, Present and Future, InTech* 2020
- [3] Czaja P., Kamiński P., Olszewski J., Bulenda P.: Polish experience in shaft deepening and mining shaft hoists extending on the example of the Leon shaft IV in the Rydułtowy mine, prezentacja na World Mining Congress 19–22.06.2018, Astana, Kazachstan
- [4] Konsek S., Maciończyk K., Menżyk M.: Pogłębianie szybu 8 KWK Jankowice perspektywą rozwoju kopalni po 2020 roku, *Systemy wspomaganie w inżynierii produkcji*, 1 (13) 2016, s. 190-201
- [5] Ostrowski R.: Wybrane aspekty techniczne procesu głębiania i pogłębiania szybów, *Systemy wspomaganie w inżynierii produkcji* 2018, vol. 7, no 2, s. 108-117
- [6] Jonek-Kowalska I.: Method for Assessing the Development of Underground Hard Coal Mines on a Regional Basis: The Concept of Measurement and Research Results. *Energies* 2018, 11, 1370. <https://doi.org/10.3390/en11061370>
- [7] Kostrz J.: *Głębianie szybów, Szkoła Eksploatacji Podziemnej*, Kraków 2016
- [8] Saługa, P., Dzieża A., Kicki J.: Opcje realne w ocenie ekonomicznej górniczych projektów inwestycyjnych, *Gospodarka Surowcami Mineralnymi. Miner. Resour. Policy* 2002, T. 18, z. 3, 157–173.
- [9] de la Vergne J.: *Hard Rock Miner's Handbook*. Tempe/North Bay: McIntosh Engineering, 2003. ISBN 0-9687006-1-6.
- [10] Krupiński B.: *Zasady projektowania kopalń. Część I*, Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice 1963
- [11] Karbownik A.: Studium wielkości wydobywania projektowanej kopalni podziemnej węgla kamiennego z uwzględnieniem niepewności informacji, *Zeszyty naukowe Politechniki Śląskiej*, z. 146, Gliwice 1986
- [12] Tkocz M.: Efekty restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego w Polsce, *Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, 9, 2006, 28-39

[13] Tkocz M.: Tradycyjny okręg przemysłowy z perspektywy 25-lecia funkcjonowania w gospodarce rynkowej w Polsce. Przykład Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego, *Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, 29, 4, 2015, 112-126

[14] Mieszczak M., Wowra D., Badaj W., Greń I., Kamiński P.: Przystosowanie szybu 1-Bzie do prowadzenia jazdy ludzi, *Mechanizacja, automatyzacja i robotyzacja w górnictwie 2020*, monografia, praca zbiorowa pod red. K. Krauze, Wydawnictwo AGH, Kraków 2020

[15] Izidorczyk P., Ratuszny K., Cichoń T., Kamiński P.: Projekty techniczne urządzeń i konstrukcji dla prowadzenia jazdy ludzi na szybie 1-Bzie, *Tarnowskie Góry* 2019 [niepublikowana]

[16] DTR naczynia wyciągowego do jazdy ludzi w górniczym wyciągu szybowym kubtowym. *Tarnowskie Góry* 2019 [niepublikowana]

[17] Bura L.: Linowe prowadzenie naczyni wyciągowych w szybach krajowych, *Prace Głównego Instytutu Górnictwa, Komunikat nr 183*, Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1970

[18] Sacher W., Gauze H.: Szybkościowe głębianie szybu Jan kop. Bobrek. *Wiadomości Górnicze*, 1973, 3/73

[19] Nowak J., Wowra D., Motyka M.: Naczynie specjalnego przeznaczenia, prezentacja na International Mining Forum 2017, 28-30.06.2017, KWK Szczygłowiec

[20] FKC Lake Shore Inc.: Cages, [dostępny online:] <https://www.frontierkemper.com/fkclakeshore/cages.html> [dostęp: 06.01.2020]

[21] Coalfield Services Inc.: Hoisting systems, [dostępny online:] <https://www.coalfieldservices.com/mining-products-services/hoisting-systems> [dostęp: 06.01.2020]

[22] Nordic Mine Steel: Shaft Related Services, [dostępny online:] <https://nordicminesteel.com/real-mining-solutions-2/shaft-related-solutions/> [dostęp: 06.01.2020]

[23] Jara Ł., Majda E.: Projekt techniczny konstrukcji do przechowywania naczyni wyciągowych do jazdy ludzi w przedziale „N” i „S” w rejonie rząpia szybu 1-Bzie pod poziomem 1110, *PBSz S.A., Tarnowskie Góry* 2020 [niepublikowana]

[24] Kuźma K.: Pojemnik kontenerowy i belka wciągnika samojezdnego, *PBSz S.A., Tarnowskie Góry* 2021 [niepublikowana]

[25] Kuźma K.: Obliczenia pojemnika kontenerowego z zawiesiem i belki przejazdnej wciągnika samojezdnego, *PBSz S.A., Tarnowskie Góry* 2021 [niepublikowana]