

Problematyka transportu pionowego w kopalniach podziemnych o wydobywaniu masowym

Wiele czynników, a zwłaszcza zwiększająca się głębokość stożkowych kopalń odkrywkowych, ma istotny wpływ na przerwanie eksploatacji odkrywkowej rud metali i podjęcie jej eksploatacji podziemnej. Problemy związane z transportem pionowym rudy z dużych głębokości (do 2000 m) w kopalniach o wydobywaniu masowym są treścią tego artykułu. Prace kończą uwagi ogólne i wnioski.

1. ŚWIATOWE ZAPOTRZEBOWANIE NA MIEDŹ

Międzynarodowy zespół ICSG (International Copper Study Group) opracował forecast zapotrzebowania na miedź do 2011 r. Zgodnie z nim wydobywanie miedzi wyniosło: w 2009 – 15,756 mln t, 2010 – 16,805 mln t i w 2011 – (ma wynieść) 17,301 mln t. Produkcja miedzi przez rafinerie w tym okresie wyniosła: 18,401 mln t, 19,467 mln t i planowana 20,545 mln t. Natomiast zapotrzebowanie na miedź w tymże okresie wyniosło: 18,206 mln t, 17,937 mln t i planowane 18,851 mln t. Aby uzyskać planowane wydobywanie miedzi należy (przy zawartości 1,1% Cu w rudzie) poddać obróbce około 1,6 miliarda ton urobku. Duże zapotrzebowania świata na miedź wynika z postępującej urbanizacji oraz rozwoju elektroenergetyki przyczyniającej się do ograniczenia emisji CO₂. Regionem, który dostarcza najwięcej miedzi jest Ameryka Południowa – ponad 7,5 mln t/r. W Europie największym producentem miedzi jest Polska – około 0,5 mln t/r.

Biorąc za podstawę klasyfikacji roczne wydobywanie rudy polimetalicznej, podzielono kopalnie podziemne na grupy: o dużym wydobywaniu rzędu od 4 do 6 mln t/r.; bardzo dużym wydobywaniu do około 30 mln t/r., super dużym wydobywaniu w granicach 40 mln t/r. i ponad super dużym wydobywaniem wynoszącym 10000 t/h z głębokości 2000 m i większej.

Problematyką kopalń podziemnych o tak olbrzymim wydobywaniu zajmuje się nowy dział nauki górniczej określany skrótowo jako górnictwo masowe (*mass*

mining). Przewiduje się badania i nowe rozwiązania techniczne w zakresie projektowania kopalń i wielkości wydobywania rudy polimetalicznej, przemiany metod eksploatacji górniczych, wyposażenia mechanicznego i automatyzacji górniczej, transportu pionowego, robót strzałowych, zastosowania geomechaniki w górnictwie, procesów tworzenia zawałów, stateczności zboczy, grawitacyjnego splotu mas urobku i innych ważnych problemów. Z tej dziedziny w 2012 r. odbędzie się szósta konferencja w Sudbury, Ontario.

2. CZYNNIKI DECYDUJĄCE O PRZEKSZTAŁCENIU KOPALŃ ODKRYWKOWYCH RUDY MIEDZI W KOPALNIE PODZIEMNE

Większość dużych kopalń odkrywkowych rudy miedzi ma kształt stożkowy. W tych też kopalniach do podstawowych czynników decydujących o ich przejściu na eksploatację podziemną, zalicza się [5, 6]:

- coraz większe wymiary geometryczne odkrywki, a zwłaszcza kąta nachylenia zboczy i coraz większą głębokość odkrywki;
- własności fizyczne i mechaniczne skał otaczających odkrywkę, a zwłaszcza płaszczyzn poślizgu terenu zboczy;
- utrudnienia w wentylacji i odwodnieniu coraz głębszej odkrywki;
- geometrię występowania i ułożenia złoża rudy (np. ułożenie prawie pionowe);

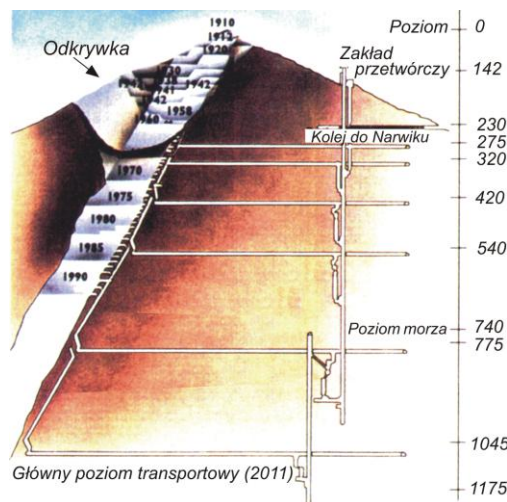
- szybko narastające ze wzrostem głębokości odkrywki koszty eksploatacji, wynikające: z wydłużonych dróg transportu rudy spaliniowymi wozami samowyładowczymi; z konieczności zwiększenia taboru wozów samowyładowczych oraz z skróconego czasu pracy załogi;
- występowanie bogatych złóż rudy na większych głębokościach, stanowiących część złóż eksploatowanych w danej kopalni odkrywkowej;
- możliwość zbudowania w danym terenie dobrych dróg do przewozu ciężkiego sprzętu technicznego (np. droga dojazdowa do kopalni złota i miedzi Grasberg Block Cave w Papui, Indonezja wiedzie przez wysokie góry i gęste lasy, a transport ciężkiego sprzętu technicznego wymaga zastosowania przed i za platformą specjalnych pojazdów), zbudowania sieci energetycznej zasilającej napędy o bardzo dużej mocy i liczne urządzenia elektryczne;
- istnienie w pobliżu kopalni terenów, które można przeznaczyć na centra logistyczne,
- możliwości nowych metod eksploatacji i mechanizacji zapewniających wydobywanie masowe rudy w kopalniach podziemnych, przy niskich kosztach inwestycyjnych i eksploatacyjnych, a także zapewniające wysokie bezpieczeństwo pracy załogi.

3. PRZYKŁADY KOPALŃ ODKRYWKOWYCH PRZEKSZTAŁCANYCH W KOPALNIE PODZIEMNE

Blisko 100 lat temu kopalnia rudy żelaza (magnezyt) Kiruna (Szwecja) była kopalnią odkrywkową (rys. 1). Dopiero w latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku stała się kopalnią podziemną. Obecnie poziomem wydobywczym jest poziom 1045 m, a wydobywanie wynosi około 29 mln t/r.

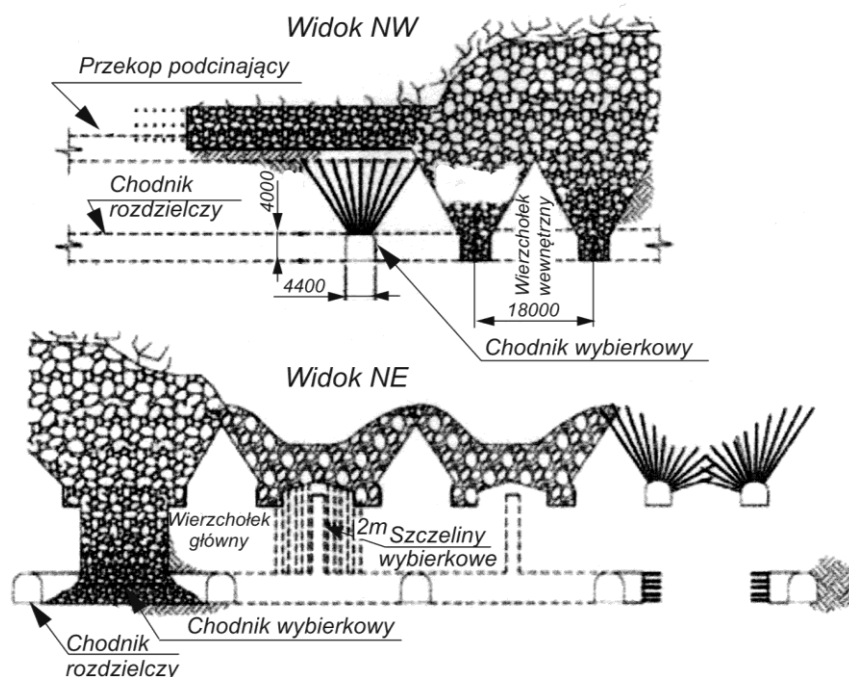


Rys. 2. Odkrywka i wieże wyciągów szybowych kopalni podziemnej Palabora [8]



Rys. 1. Kopalnia rudy żelaza Kiruna (Szwecja), poziomy transportowe roboczych (E&MJ, Oct. 1994, Kiruna)

Planuje się, że w 2012 r. kopalnia zejdzie z eksploatacją rudy żelaza głębiej, a nowym poziomem transportowym będzie poziom 1365 m. Wydobywanie ma wynosić 100 000 t/d (około 35 mln t/r.) i będzie transportowane elektryczną koleją podziemną bezzałogową wykorzystującą sześć pociągów o składzie 20 wozów każdy o pojemności 17 m³, poruszających się ze zwiększoną prędkością jazdy. Wyciągi szybowe podpoziomowe mają drogę jazdy 710 m. Do obsługi poziomu 1365 m przewidziano pięć maszyn wyciągowych skipowych, wyposażonych w skipy o ładowności 34 t, które poruszają się z prędkością 17 m/s. Czas cyklu wynosi około 81 s, co daje wydajność wyciągu 1510 t/h. Skipy są zawieszane na sześciu linach o średnicy 40 mm, średnica bębna napędowego wynosi 3,25 m, a moc silnika – 5600 kW. Na poziomach wydobywczym po wykonaniu robót strzałowych i skruszeniu brył urobku z użyciem młotów hydraulicznych do przemieszczania urobku wykorzystuje się samobieżne ładowarki elektryczne typu Sandvik LH25E o ładowności 25 t [6].



Rys. 3. Metoda podcinania złoŜa i tworzenie zawalu w kształcie dzwonu (kopalnia Grasberg Block Cave, Indonezja) [6]

DuŜą kopalniã odkrywkowã rudy polimetalicznej (miedź i osiem innych metali), która przeszła w latach 2002-2005 na eksploatację podziemną złoŜa, jest kopalnia Palabora (rys. 2), (Południowa Afryka, Park Narodowy Krugera). Obecnie kopalnia ta wydobywa rocznie około 11 mln ton (średnio 30 000 t/d) urobku z głąbokości 1290 m przy wykorzystaniu pionowych wyciągów szybowych.

W szybie wydobywczym o wysokości ciągnięcia 1291 m sã zainstalowane dwie maszyny wyciągowe czterolinowe skipowe, ze skipami o ładowności 32 t. Naczynia te mają w szybie linowe prowadzenie. Wydajność kaŜdej maszyny wyciągowej wynosi około 1000 t/h, a dwóch maszyn – 2000 t/h. W sąsiednim szybie, który jest szybem serwisowym, zabudowana jest maszyna wyciągowa 6-linowa wyposażona w klatkę wielkogabarytowã o udźwigu 350 kN – 225 osób lub na materiał o udźwigu 420 kN. Te maszyny wyciągowe zapewniają poprawny ruch kopalni Palabora [8].

Od 2003 roku proces produkcyjny w Palabora polegał na eksploatacji utworzonych bloków zawalowych o długości 650 m, szerokości 200 m i wysokości 450 m. Bloki te składają się z 20 produkcyjnych krzyŜowych wyłomów i 320 punktów wydobywczych. Urobek jest przewoŜony przegubowymi ładowarkami łyŜkowymi do czterech kruszarni. Ładowarki te wykonują 3000 jazd w ciągu dnia. Urobek po skruszeniu (bryły do 200 mm) jest transportowany systemem przenośników taśmowych pod kompleks szybowy i dalej na powierzch-

nię. Metodzie zawalu calizny towarzyszą zapadliska na powierzchni. Dzielã się one na strefę nienaruszonã, strefę spękań i strefę zapadliska; średnica zapadliska moŜe wynosić nawet 2,4 km, a głąbokość 250 m. Zapadlisko moŜe słuŜyć jako miejsce składowania odpadów. W celu ograniczenia wielkości zapadliska proponuje się eksploatację wykorzystującã zawalã calizny pasami.

Daleko zaawansowane sã prace nad przekształceniem olbrzymiej kopalni odkrywkowej Chuquicamata rudy polimetalicznej w kopalniã głąbinowã o planowanym wydobywaniu 140 000 t/d, z głąbokości ponad 1500 m.

Kopalnia w ciągu roku ma dawać wydobywaniu wynoszące 51 mln t. Przewiduje się, Ŝe urobek będzie transportowany w tej kopalni przenośnikami taśmowymi na powierzchnię, natomiast dwa szyby o duŜej średnicy (11 i 12 m) będad wykorzystane do przewietrzania kopalni oraz do transportu załogi, materiałów i maszyn. W kopalni tej wydobywaniu podziemne rozpocznie się po roku 2018.

Z uwagi na względnie niskã zawartość miedzi i innych metali w jednym metrze sześciennym złoŜa, w kopalni Grasberg Block Cave (Indonezja) opracowano nowã metodã eksploatacji złoŜa. Metoda ta polega na wykorzystaniu wyprzedzającego podcinania złoŜa, a następnie na draŜeniu otworów strzałowych i przy uŜyciu materiałów wybuchowych tworzenie produkcyjnych dzwonów będad zawalã calizny złoŜa (rys. 3) [6].

4. PODZIEMNE KOPALNIE RUDY MIEDZI

Polskie podziemne kopalnie rudy miedzi: Lubin, Rudna i Polkowice – Sierszowice prowadzą eksploatację rudy miedzi systemem komorowo-filarowym [2, 3]. System ten ma dwie odmiany: tradycyjną i z podsadzką hydrauliczną. Ruda miedzi w połączeniu z innymi metalami (59 g/t Ag, Au, Co, Mo) występuje na głębokości od 600 do 1380 m, na obszarze podstawowym (licencyjnym) o wielkości 468 km² w ilości około 1,5 miliarda t (średnio 1,64% Cu) i w ilości około 890 mln t na obszarze rezerwowym. Roczne wydobywanie uzyskiwane z trzech kopalń wynosi od 28 do 30 mln t rudy miedzi (kopalnia Lubin ~ 7 mln t/r., Rudna ~ 12 mln t/r. i Polkowice–Sierszowice ~ 10,5 mln t/r.).

Podstawowe operacje technologiczne występujące w wykorzystywanym systemie eksploatacji to: wiercenie otworów, napełnianie otworów materiałem wybuchowym, urabianie calizny materiałami wybuchowymi, zabezpieczenie wyrobisk (obudowa kotwiowa), ładowanie i przewóz urobku – system odstawy krótkiej i system odstawy długiej. Szereg maszyn (około 400 sztuk) jest przeznaczonych do wykonania operacji pomocniczych, takich jak: dostarczenia paliwa i smarów, odwadniania, obrywki stropu i transportu materiałów pomocniczych.

Maszyn górniczych przeznaczonych do wykonania podstawowych operacji wydobywczych (w ruchu, rezerwie, remoncie) jest ponad 900 sztuk.

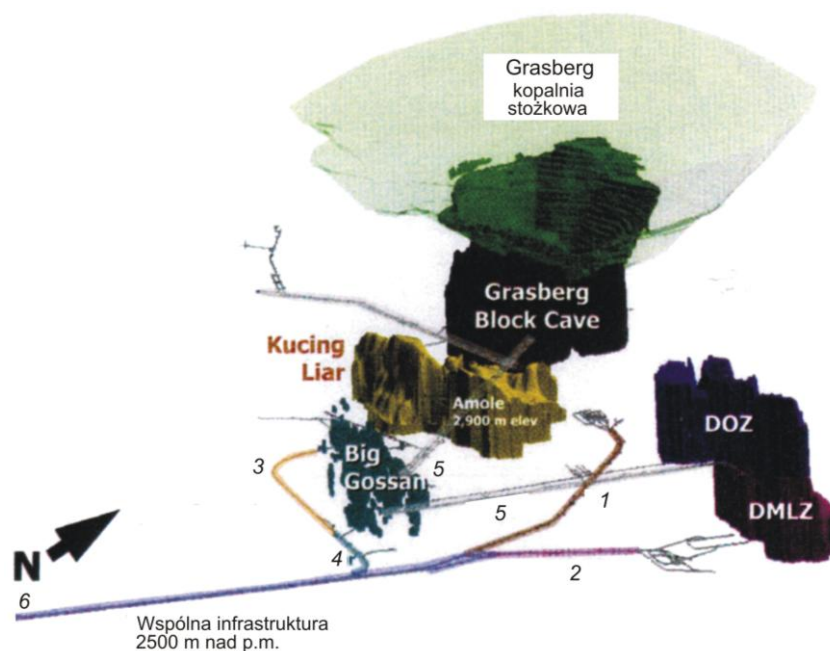
Praca dużej liczby maszyn górniczych, wyposażonych w silniki spalinowe wysokoprężne, wymaga doprowadzenia w podziemiu ogromnej ilości powietrza. Ocenia się, że co minutę dostarcza się około 400 000 m³ powietrza o gęstości 1,13 kg/m³. Część powietrza jest schładzana. Kopalnie rudy miedzi mają 17 szybów wdechowych i 12 wydechowych.

Urobek po wyładowaniu na kracie o wymiarze oczek 450×450 mm kruszy się młotem hydraulicznym. Do podawania rudy na przenośnik taśmowy służy podawacz wózkowy o ruchu posuwistozwrotnym i o wydajności 540 t/h.

Ruda dalej jest transportowana przenośnikami taśmowymi do zbiorników oddziałowych lub do zbiorników przyszybowych, skąd jest ciągnięta szymbami wydobywczymi na powierzchnię. Łączna długość przenośników taśmowych w kopalniach KGHM Polska Miedź S. A. wynosi około 130 km.

Jedną z większych kopalń odkrywkowych rudy polimetalicznej (Au, Ag, Cu) Grasberg o wydobywaniu rzędu 230 000 t/d (Indonezja), kończy wydobywanie na powierzchni i przechodzi na wydobywanie podziemne (Grasberg Block Cave-GBC) [6]. Kopalnia GBC razem z usytuowanymi w pobliżu kopalniami podziemnymi DOZ, (Deep Ore Zone), DMLZ (Deep Mill Level Zone), Kucing Liar (KL) i Big Gossan (BG) (rys. 4) mają wydobywać około 160 000 t/d [4].

Przebieg poszczególnych kopalń podziemnych rudy złota i miedzi na eksploatację złoża odbywa się stopniowo z uwagi na ogrom prac przygotowaw-



Rys. 4. Kopalnie podziemne Grasberg Block Cave i inne (Indonezja, Papua)

1 – Grasberg BC, 2 – DMLZ, 3 – Kucing Liar, 4 – Big Gossan – górskie drogi dojazdowe, 5 – tunele Ali Budiarto, 6 – wyjście (zakłady przetwórstwa rudy), połączenie z morzem [4]

czych. Główne dojście do poszczególnych złóż rudy miedzi mają zapewnić dwa tunele Ali Budiarjo prowadzone równolegle, każdy o wymiarach: szerokość 6,8 m i wysokość 6 m, usytuowane na wysokości 2505 m. W tych tunelach będą poruszać się pociągi podziemnej kolei elektrycznej z dużą prędkością. W tunelach tych wykonano co 200 m przecinki łączące i przejścia z jednego tunelu do drugiego.

Do połączenia z innymi rejonami kopalni będą wykorzystywane międzypoziomowe wyciągi szybowe. Pierwszy wyciąg szybowy zbudowany jest przez firmę Hepburn Engineering z Kanady. Jest to wyciąg dwubębnowy łączący poziom 2460 m z poziomem 3060 m. Różnica wysokości wynosi zatem 600 m, wydajność wyciągu szybowego wynosi 7000 t/d. Wyciąg ten łączy poziom kruszarni z poziomem przenośników taśmowych, które odstawiają urobek do wzbogacalnika i innych istniejących elementów struktury przeróbczej na powierzchni. Następnym dojściem do złóż rudy polimetalicznej jest chodnik Kasuang Adit usytuowany na wysokości 2860 m, w pobliżu środka wysokości kopalni. Trzecim dojściem jest chodnik Amole Adit usytuowany na wysokości 3020 m. Przewiduje się wykorzystanie do transportu urobku przenośnika taśmowego wznoszącego, na wzór przenośnika zastosowanego w polskiej kopalni węgla kamiennego Marcel. W mechanizacji prac wydobywczych są wykorzystywane: wiertnice firmy Tamrock, ładowarki łyżkowe firmy Caterpillar, wozy samowyładowcze tej samej firmy, kotwiarki i torkretnice, przenośniki taśmowe, kruszarki i inne maszyny górnicze.

W 2008 roku zakończono dokumentowanie olbrzymiego złoża rudy miedzi w rejonie przyszłej kopalni Resolution Copper (Arizona, USA) [5]. Złoże to o wielkości 1,340 miliarda ton zawiera około 1,5% Cu (około 20 mln t Cu) oraz 0,04% Mo i jest usytuowane na głębokość do 2000 m.

Kopalnia ma zacząć produkcję w 2020 r., a jej wydobycie ma wynosić 10000 t/h. Produkcja tej kopalni pokryje około 25% przewidywanego zapotrzebowania USA na miedź. Urobek na powierzchnię będzie transportowany przenośnikami taśmowymi.

5. TECHNOLOGIA TRANSPORTU RUDY POLIMETALICZNEJ Z PODZIEMIA NA POWIERZCHNIĘ

Bardzo często, przy wydobyciu nie przekraczającym 2÷3 mln t/r. i umiarkowanej głębokości zalegania złoża rudy polimetalicznej do transportu urobku wykorzystuje się spalinowe pojazdy przegubowe firmy Bell, załadowywane ładowarkami oponowymi typu LHD. Pojazdy Bell poruszają się w tunelu o nachyleniu do 14°, o szerokości 5 m i wysokości 4,8 m, Długość tunelu wynosi kilka kilometrów.

Przy zwiększonym wydobyciu rudy polimetalicznej rzędu 6 mln t/r, z głębokości nie przekraczającej 400 m, z powodzeniem mogą być stosowane magistralne przenośniki taśmowe wznoszące. Przykładem tutaj może być superprzenośnik taśmowy wznoszący energooszczędny, zrealizowany dla potrzeb kopalni podziemnej Marcel (Polska) [1].

W przypadku bardzo dużego wydobycia rudy polimetalicznej, w granicach 30 mln t/r. i głębokości zalegania złoża rudy wynoszącym do 1500 m, możliwe jest stosowanie pionowych wyciągów szybowych do transportu urobku (przykład kopalń kombinatu KGHM Polska Miedź i kopalni Kiruna).

Wykorzystując dane z przemysłu sporządzono tabelę 1, w której porównano podstawowe dane kopalń podziemnych o zbliżonym rocznym wydobyciu wykorzystujące szybowy transport pionowy.

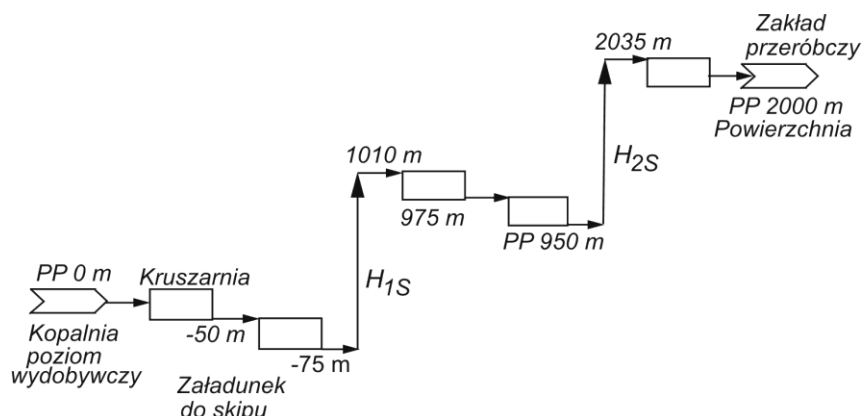
Według stanu techniki transportu na dziś, zadanie transportu z podziemi na powierzchnię dziesiątków milionów ton urobku mogą efektywnie wypełnić dwa środki transportu: wyciągi szybowe lub przenośniki taśmowe. W celu zwiększenia wydajności urządzeń wyciągowych, niezbędne jest podzielenie całkowitej wysokości ciągnięcia na dwa równe odcinki (rys. 5) o wysokości ciągnięcia 1085 m. Łączna moc silników napędowych tych maszyn wyciągowych powinna wynosić $2 \times 26,6 + 1 \cdot 13,3 = 66,5$ MW (tab. 2).

Innym wariantem (w pełni stypizowanym) jest sześć identycznych urządzeń wyciągowych ze skarpami o ładowności 100 t i wówczas każda maszyna

Tabela 1

Dane techniczne wyciągów szybowych

Wyszczególnienie	KGHM Polska Miedź S.A.	Kiruna, Szwecja
Transportowana kopalina	ruda miedzi	ruda żelaza
Roczne wydobycie, mln t	około 30	29 z poz. 1045 35 z poz. 1365
Sumaryczna moc silników maszyn wyciągowych, kW	wyciągi jednostopniowe 38 800 + wyciągi wydobywczo-materiałowe	wyciągi dwustopniowe 44 300 z poz. 1045 53 800 z poz. 1365



Rys. 5. Schemat systemu wyciągów szybowych do wydobywania rudy miedzi z podziemia na powierzchnię w kopalni o ponad super dużym wydobywaniu przy różnicy poziomów 2000 mc [9]

Tabela 2

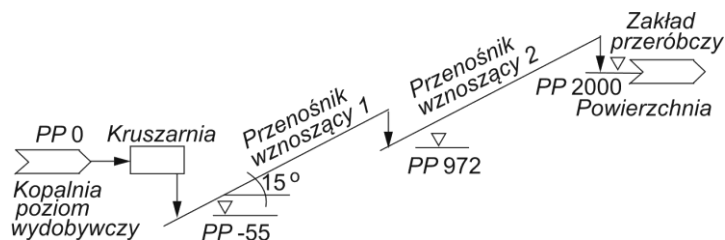
Parametry techniczne wyciągów szybowych

Kopalnia podziemna rudy miedzi Resolution Copper (USA) System wydobywczych wyciągów szybowych dwustopniowych				
Wyszczególnienie	Szyby wydobywcze			
	Na powierzchnię		Podziemne	
Liczba wyciągów szybowych Wydajność, t/h	Dwa 2×4000	Jeden 2000	Dwa 2×4000	Jeden 2000
Typ wyciągu	Koepe zrównoważony			
Masa ładunku w skipie, t	120	65	120	65
Głębokość ciągnięcia, m	1085	1085	1085	1085
Prędkość jazdy, m/s	20	20	20	20
Czas cyklu T, s	105	120	105	120
Liczba lin nośnych	6	4	6	4
Średnica lin, mm	60	60	60	60
Masa liny m_l , kg/m	14,3	14,3	14,3	14,3
Średnica bębna napędowego, m	6,5	6,5	6,5	6,5
Lina 6×36, WS, Steel core Thyssen, 1960 N/mm ² Wytrzymałość, kN	3210		3210	
Moc silników napędowych, MW	26,6	13,3	26,6	13,3
Współczynnik bezpieczeństwa liny	6,12	6,97	6,12	6,97
Tempo załadunku i wyładunku, t/s	4	1,5	4	1,5
Zadanie: $Q = 10000$ t/h; $H = 2000$ m, Całkowita droga jazdy naczyń $H_1+H_2 = 1085 + 1085 = 2170$ m Moc sumaryczna: $(2+2) \cdot 26,6 + (1+1) \cdot 13,3 = 106,4+26,6 = 133$ MW Gęstość usypowa urobku $1,8$ t/m ³				

wyciągowa byłaby napędzana silnikami o mocy 21 MW. Sumaryczna moc sześciu maszyn wyniosłaby $6 \times 21 = 126$ MW. Wydajność jednej maszyny wyciągowej wynosiłaby 3400 t/h.

Przeznaczając przenośniki taśmowe do wykonania wymienionego zadania odstawy 10000 t/h urobku z głębokości 2000 m na powierzchnię, zauważa się, że i w tym przypadku niezbędny jest podział wysokości na dwa poziomy (rys. 6), która dla każdego przenośnika z uwzględnieniem wysokości przesypów wynosi 1083 m [2]. Wynik przybliżonych obliczeń podstawowych parametrów technicznych energooszczędnego przenośnika taśmowego podano w tabeli 3.

Przyjęto, że będzie to przenośnik taśmowy energooszczędny, wznoszący pod kątem 15°. W związku z tym, szczególną uwagę zwrócono na zoptymalizowane pod względem energetycznym okładki bieżne taśmy typu ST 10000, a także na takie przyjęcie parametrów przenośnika (B , v , β , F_m), które w efekcie przyczynią się do obniżenia współczynnika oporów głównych f . Zmniejszenie wartości tego współczynnika uzyska się także przez zastosowanie w prezentowanym przenośniku energooszczędnych zestawów krążników typu Henderson, wykonanych w technologii Flex Pal (Bucyrus).



Rys. 6. Schemat systemu odstawy przenośnikowej rudy polimetalicznej z podziemia na powierzchnię w kopalni podziemnej o ponad super dużym wydobywaniu, przy różnicy poziomów 2000 m ($H_1 + H_2 = 2166$ m) [2]

Tabela 3

Parametry techniczne wznoszących energooszczędnych przenośników taśmowych

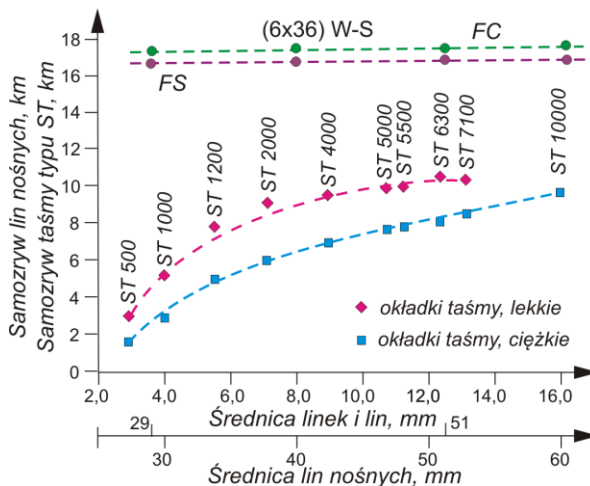
Kopalnia podziemna rudy miedzi Resolution Copper (USA)	
Dane: wydajność $Q = 10000$ t/h, roczne wydobywanie około 60 mln t, wysokość odstawy $H = 2000$ m ($H_1 + H_2 = 1082 + 1083 = 2165$ m, gdzie 165 m naddatek wysokości na przesyły urobku), gęstość usypowa urobku $\rho = 1,8$ t/m ³ , kąt nachylenia przenośników $\beta = 15^\circ$, długość pojedynczego przenośnika $L = 4639$ m ($L_c = 2 \cdot L$), taśma $B = 2200$ mm energooszczędna typu ST 10000, $m_t = 220$ kg/m, zestaw krażników nośnych typu Henderson wykonanych w technologii Flex Pal (energooszczędne), $f = 0,008$, prędkość taśmy $v = 8$ m/s, sprawność napędu $\eta = 0,97$	
obliczenia	
Wydajność	$Q = 10\ 000$ t/h, $m_n = 350$ kg/m, $F_m = 0,35 \cdot F_{th}$, m ²
Opory ruchu wg DIN 22101	$W_b = 356\ 250$ N, $W_h = 3718500$ N, $W_c = 4\ 074\ 730$
Moc silników	$N = 33,6$ MW $3 \times 11,2$ MW
Współczynnik bezpieczeństwa taśmy	$S = 5,4$
Moc całkowita dwóch przenośników taśmowych	$2 \times 33,6 = 67,2$ MW

Przewiduje się, że do napędu przenośników taśmowych zostaną wykorzystane wolnoobrotowe silniki synchroniczne bez pośrednictwa przekładni zębatych zasilane z cyklokonwerterów, wykonane w technologii firmy Siemens. Napędy te mają bardzo wysoką sprawność. Do przewietrzania kopalni, zjazdu załogi i transportu dużych maszyn górniczych będą wykorzystane szyby o dużych średnicach.

Chcąc zwiększyć niezawodność odstawy przenośnikowej można zastosować dwie równoległe nitki przenośników taśmowych. Wydajność jednej nitki przenośników wyniesie 5000 t/h. Każda z nitek składałaby się z dwóch przenośników wyposażonych

w taśmy o szerokości $B = 2000$ mm typu ST 7500 14T + 10T, o masie jednostkowej 166 kg/m. Dla prędkości taśmy 6,5 m/s opór całkowity wyniesie $W_c = 2\ 514\ 800$ N. Moc napędu 16,7 MW i współczynnik bezpieczeństwa $W_{bt} = 5,96$. Dla czterech przenośników moc całkowita wyniesie $4 \cdot 16,7 = 66,8$ MW.

Zarówno system wyciągów szybowych, jak i system wznoszącej odstawy przenośnikami taśmowymi są ograniczone wytrzymałością ciągną nośnego i jego masą jednostkową. Samozryw lin stalowych i taśmy z rdzeniem z linek lub lin stalowych zestawiono na rysunku 7. Samozryw lin stalowych dotyczy ich konstrukcji 6x36 WS (Warrington-Seale) firmy Thyssen



Rys. 7. Samozryw stalowych lin nośnych i taśm przenośnikowych z rdzeniem z linek lub lin stalowych [2]

z rdzeniem stalowym FS i z rdzeniem z włókna FC, wykonanych ze stali o wytrzymałości 1960 N/mm^2 . Samozryw taśm z rdzeniem z linek lub lin stalowych rozpatrzono z okładkami wykonanymi z tworzywa lekkiego lub ciężkiego [2].

6. UWAGI KOŃCOWE

Jak wynika z porównania obliczeń zestawionych w tabeli 2 i 3, moc silników napędowych maszyn wyciągowych jest około dwa razy większa od mocy silników do napędu przenośników taśmowych. Zmniejszenie oporów ruchu i mocy napędów dla tych przenośników taśmowych, dla których przeprowadzono obliczenia (tab. 3), będzie można uzyskać poprzez zastosowanie nowych typów taśm przenośnikowych z rdzeniem z linek aramidowych (znajdują się one w fazie projektów), pięciokrotnie lżejszych od taśm z rdzeniem z lin stalowych tej samej wytrzymałości. Dalsze zmniejszenie oporów ruchu powinno zapewnić zastosowanie krażników z tworzywa sztucznego. Z uwagi na duże siły napięcia występujące w taśmie przenośnika wznoszącego o dużej długości, przypuszczalnie będzie można zwiększyć prędkość taśmy. Zmniejszenie masy jednostkowej urobku na taśmie będzie skutkowało zmniejszeniem współczynnika f do wartości $0,006 \div 0,007$.

Z krótkiego przeglądu środków transportu urobku z podziemia na powierzchnię, z kopalń podziemnych, powstałych z przekształcenia kopalń odkrywkowych rud polimetalicznych, charakteryzujących się super dużym i ponad super dużym wydobywaniem, wynikają nowe zadania dla nauki i techniki górniczej.

Literatura

1. Antoniak J.: Przedsięwzięcia techniczne zmniejszające energochłonność górniczych przenośników taśmowych. *Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa* 2010, nr 3.
2. Antoniak J.: Przenośniki taśmowe w górnictwie podziemnym i odkrywkowym – energooszczędne. Wydawn. Pol. Śląska, Gliwice 2010 r. Dodruk ze zmianami, Gliwice 2011.
3. Antoniak J.: Energooszczędne przenośniki taśmowe dla górnictwa podziemnego rud polimetalicznych o wydobywaniu masowym. *Transport Przemysłowy i Maszyny Robocze* 2011, nr 1.
4. *Chadwick J.*: Freeport Indonesia's next underground mine. *International Mining*, February 2010.
5. *Chadwick J.*: Coping with demand. *International Mining*, August, 2008.
6. *Fiscor S.*: Major Open-Pit Copper Mines Move Underground. *Engineering and Mining Journal*, June 2010.
7. Freeport-McMoRan Copper&Gold Inc. Phoenix, Arizona, USA 2011.
8. Rio Tinto Copper Mine, Palabora, South-Africa. *Mining Technology*, 2011.
9. Spreadborough I. C.: Lift and Production Rate Characterisation of Hoists and Belt Conveyors for Underground Mass Mining. *Proceedings Hoist and Haul Conference*. Las Vegas USA, 2010.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Marek Jaszczuk