

Jacek KORSKI, Roman FRIEDE

Kompania Węglowa S.A. KWK „Bolesław Śmiały”, Łaziska Górne

WSPÓŁCZESNE SYSTEMY EKSPLOATACJI POKŁADÓW WĘGLA UDOSTĘPNIONYCH W ZBOCZU LUB SKARPIE

Streszczenie. Często zdarza się, że płytko zalegające pokłady węgla są udostępniane przypadkowo lub celowo metodą odkrywkową, a ich eksploatacja odbywa się metodą podziemną. Referat stanowi krótki przegląd współcześnie używanych technologii podziemnego wybierania pokładów udostępnionych odkrywkowo. Pokazano przykład nielegalnej eksploatacji w Polsce i stosowane w kilku krajach przemysłowe metody takiego wybierania węgla.

CURRENT MINING SYSTEMS FOR COAL SEEMS OPENED IN HIGWALL OR HILLSIDE

Summary. Very often coal seems are opened out intentionally or not in scarp or hillside are excavated with simply or advanced technology. In article is done short revival of current mining technologies used in this case. From illegal mining in Poland to legal, industrial mining in other countries is shown underground mining from scarp and hillside.

1. Wprowadzenie

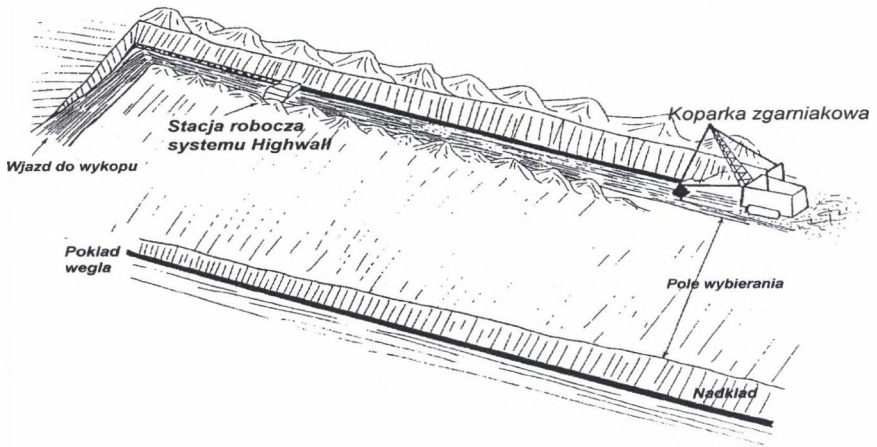
Klasyczny podział systemów eksploatacji złóż węgla na odkrywkowe i podziemne nie zawsze znajduje swoje potwierdzenie w praktyce. Górnictwo odkrywkowe obejmuje wydobywanie minerałów użytecznych zalegających na powierzchni ziemi lub na głębokości, przy której zdejmowanie nadkładu w celu odsłonięcia złoża czyni tę eksploatację opłacalną [11]. O opłacalności eksploatacji odkrywkowej decyduje przede wszystkim stosunek grubości i rodzaj warstw nadkładu do grubości złoża i jego wartości. Podobnie rachunek ekonomiczny decyduje przeważnie o podjęciu eksploatacji złoża systemem podziemnym.

Zdarzają się jednak specyficzne sytuacje, kiedy pokład węgla zostaje odsłonięty (udostępniiony) w zboczu wzgórza lub w trakcie wykonywania wykopów na inne niż górnicze cele (m.in. budownictwo komunikacyjne i tym podobne). Zdarzają się również sytuacje, kiedy wydobywanie węgla eksploatowanego odkrywkowo przestaje być opłacalne wskutek wzrostu grubości nadkładu, konieczności ochrony obiektów powierzchniowych (budowle, ciekły wodne) lub ochrony środowiska. Często zdarza się również, że limitowana jest wielkość odkrywki np. własnością terenu. Wykorzystując technologie typowe dla górnictwa podziemnego podejmuje się wtedy eksploatację udostępnionego odkrywkowo pokładu. Decyzję o kontynuacji wydobywania podziemnego podejmuje się także dla wykorzystania np. istniejącego zakładu wzbogacania węgla czy innych obiektów istniejącej infrastruktury technicznej.

2. Udostępnienie

Jak wspomniano, udostępnienie złoża może mieć charakter wyrobiska po eksploatacji odkrywkowej (niekiedy innej kopaliny), wykopu przy okazji innych robót z zakresu budownictwa lub jako celowy wykop w celu udostępnienia złoża do eksploatacji podziemnej. Z istniejących odkrywek wykonuje się często nowe wykopy prostopadłe do krawędzi istniejącego wyrobiska, przeznaczone już tylko do podziemnej eksploatacji ze skarpy. Odległość pomiędzy wykopami określa długość przodków eksploatacyjnych. Poniżej przedstawiono przykład celowego udostępnienia złoża do eksploatacji pokładu ze skarpy.

Wykopy wykonywane są najczęściej koparką zgarniakową, co pozwala na selektywne wybranie skały płonnej i węgla z dna wykopu. Stosowane obecnie koparki zgarniakowe mają dużą pojemność zgarniaka, przekraczającą 25m^3 . Skała płonna najczęściej jest deponowana w bezpośrednim sąsiedztwie wykopu udostępniającego w celu ułatwienia jego późniejszej rekultywacji. W celu ułatwienia pracy koparki stosuje się rozluźnianie skał przy użyciu materiałów wybuchowych. Pionowe otwory strzałowe wierci się przy użyciu samojezdnych wiertnic. Wiercenie otworów strzałowych umożliwia także bardzo dokładne określenie zalegania pokładu i warunków geotechnicznych dla przyszłej eksploatacji pokładu.



Rys. 1. Wykop udostępniający równoległy do skarpy odkrywki [Źródło: materiały reklamowe Superior Highwall Miners, Inc.]

Fig. 1. Parallel opening trench



Rys. 2. Wykop prostopadły do krawędzi odkrywki [materiały firmy SHM]

Fig. 2. Perpendicular opening trench

3. Technologie wybierania

Eksploatacja podziemna odsłoniętego w zboczu pokładu węgla to prawdopodobnie jeden z najstarszych sposobów eksploatacji. Wielkość zasobów była jednak ograniczona, mimo to prymitywne technologicznie wybieranie węgla w zboczach gór i skarpach wykopów nadal ma miejsce. Z przytoczonych we wstępie powodów od kilkunastu lat stosuje się uprzemysłowione i często bardzo nowoczesne podziemne systemy wybierania pokładów węgla na obrzeżach odkrywek lub tam, gdzie zarówno eksploatacja z podziemnym

udostępnieniem jak i odkrywkowa nie jest możliwa do zastosowania. W anglojęzycznych źródłach takie systemy eksploatacji noszą ogólną nazwę *Highwall Mining*. Największa koncentracja zastosowań tej grupy systemów eksploatacji występuje najprawdopodobniej w rejonie amerykańskich Appalachów, gdzie górzystemu ukształtowaniu terenu towarzyszy występowanie bardzo regularnie zalegających pokładów dobrego jakościowo węgla kamiennego. Zasoby węgla są bardzo duże, a sposób jego zalegania spowodował, że w tym rejonie zrodziło się szereg unikalnych technologii wybierania węgla. Zastosowane tam systemy eksploatacji węgla (*Highwall Mining*) i niezbędne do niego maszyny i urządzenia, oprócz rozpowszechnienia w Stanach Zjednoczonych, znalazły także zastosowanie w Indonezji, Wielkiej Brytanii (północna Anglia), a przede wszystkim w Australii. Kilka lat temu wdrożono ten system eksploatacji w jednej z dalekowschodnich odkrywkowych kopalń węgla kamiennego w Rosji. Powszechnie stosuje się dwa sposoby urabiania:

- wielkośrednicowe wiercenie tarczowe,
- urabianie samojezdnym kombajnem systemu *continuous miner*.

Dla obu sposobów powstały kompleksowe systemy mechanizacyjne, gdzie procesy wewnątrz podziemnego wyrobiska są nadzorowane i sterowane zdalnie z kabiny operatora znajdującej się w bezpiecznym miejscu obok skarpy. W ostatnich latach w australijskim zagłębiu Bowin podjęto eksploatację odkrywkowo udostępnionych pokładów systemami ścianowymi.

3.1. Technologie prymitywne

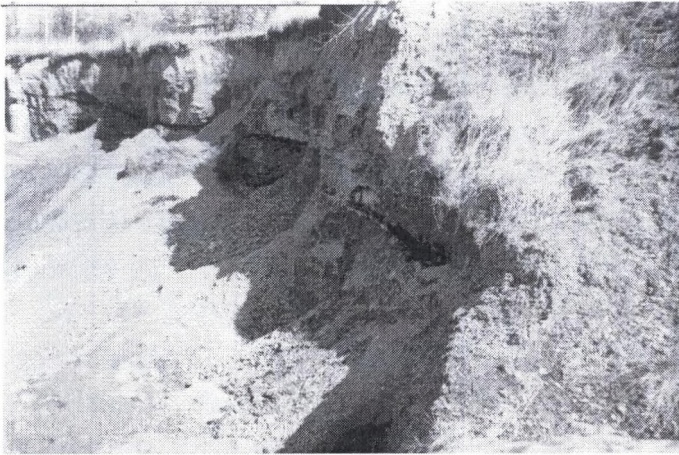
Na terenie polskich zagłębi węglowych pozostało sporo rozproszonych zasobów węgla, także w rejonie wychodni pokładów węgla na powierzchnię, których eksploatacji nie podejmowano. Transformacja społeczno-gospodarcza Polski ostatnich kilkunastu lat i zubożenie niektórych grup społecznych oraz ceny paliw, w tym węgla, sprawiły, że w regionach przemysłów tradycyjnych, w tym węglowych zagłębi Górnego i Dolnego Śląska, pojawiła się ponownie nielegalna, prymitywna eksploatacja płytko zalegających pokładów węgla. Pojawiło się znów pojęcie znanych z okresu międzywojennego tzw. biedaszybów jako prymitywnych kopalń o ręcznie wykonywanych czynnościach i operacjach, bez wyraźnie zaznaczonego „zakładowego” podziału pracy.

Rozwiązania techniczno-technologiczne były zbliżone do opisywanych metod wydobywania kopalni w epoce poprzedzającej pierwszą rewolucję przemysłową. Podobne

rozwiązania są stosowane wspólnie przy eksploatacji małych złóż na niewielką skalę, zwłaszcza w krajach o wysokiej tolerancji ryzyka pracy.

Tak samo dzieje się w Polsce, gdzie niekoncesjonowana działalność wydobywcza odbywa się, ze zrozumiałych powodów (braku nadzoru górniczego i służb ochrony pracy) przy wysokim ryzyku. Skutkiem tego są częste, nagłaśniane w mediach, tragiczne w skutkach wypadki, których przyczyną są zawały stropu i osunięcia czy opady skał.

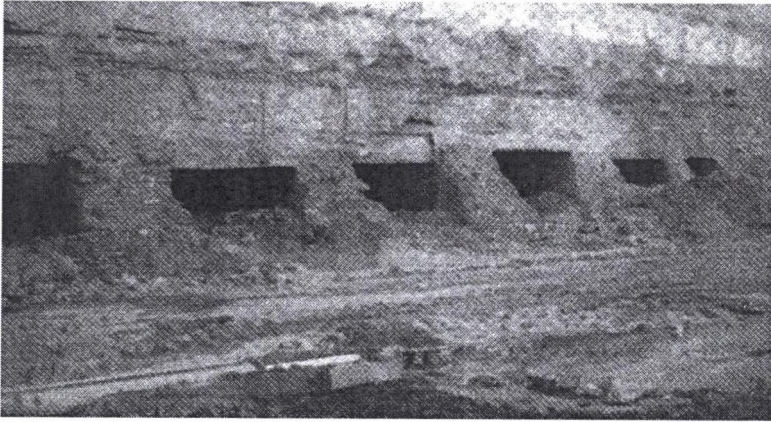
Współcześnie opisywany system eksploatacji zaobserwowano w Polsce w kilku miejscach na Górnym Śląsku w rejonach, gdzie występują płytko zalegające (do głębokości kilkunastu metrów) pokłady węgla. Udostępnienie pokładu nastąpiło wskutek prowadzonej wcześniej eksploatacji innych surowców (np. budowlanych- gliny czy یتy dla cegielni) lub w trakcie wykonywania głębokich wykopów na potrzeby budownictwa, w tym drogowego.



Rys.3. Nielegalna eksploatacja pokładu 302 w zboczu odkrywki materiałów ceramicznych w Mikołowie – rok 2002 [zdjęcia – Jacek Korski]

Fig.3. Illegal coal highwall mining in mudstone old open pit in Mikołów-2002

Prymitywne sposoby urabiania węgla oraz dominujący udział pracy ludzkiej sprawiają, że długość zabierki ograniczona jest możliwością utrzymania wyrobisk i minimalnych wymagań wentylacyjnych. Oględziny niektórych miejsc, gdzie prowadzona jest nielegalna działalność wydobywcza, powoduje m.in. refleksję nad klasyfikacją takich metod wydobywania węgla kamiennego, zwłaszcza że w periodykach fachowych od kilku lat zaczęły się pojawiać zdjęcia przedstawiające podobne, choć zmechanizowane (i legalne) systemy eksploatacji.



Rys. 4. Wyrobiska systemu CHM w jednej z kopalń w USA [Źródło: Internet]
 Fig.4. CHM system in scarp of open pit in USA

3.2. Rozwiercanie pokładu (ang. :Auger mining)

Technologia rozwiercania wielkośrednicowego pokładu w skarpie odkrywki znalazła największe rozpowszechnienie w Australii przy wybieraniu węgla w kończących się odkrywkach na ich obrzeżach. Stosuje się przeważnie wiertła tarczowe o średnicach do 1600 lub nawet 1900mm napędzane z powierzchni (od strony skarpy). Do transportu urobku jako przenośniki śrubowe i jednocześnie do przeniesienia mocy służą segmentowe żerdzie spiralne. Napęd z powierzchni oraz wytrzymałość materiału ograniczają zasięg eksploatacji do ok. 200 metrów. W miarę wydłużania się wyrobiska (odwiertu) siła ciężkości powoduje odchylenie się wiertła w dół. Ponadto, ze względu na poziome wiercenie i różną twardość węgla i skał otaczających często dochodzi do odchylenia osi odwiertu od założonego kierunku i zmniejszenia grubości pozostawianych filarów pomiędzy poszczególnymi odwiertami. Powoduje to trudności w utrzymaniu wyrobiska (odwiertu) lub w skrajnych sytuacjach utratę osprzętu, zwłaszcza że segmenty spiralnej żerdzi są łączone z tarczą i pomiędzy sobą przez skręcanie.

W niektórych przypadkach występuje także wyjście odwiertu poza pokład. Oznacza to skrócenie jego długości. Zastosowanie takiego systemu wydobywania węgla pozwala „odzyskiwać” częściowo zasoby w tani i bezpieczny sposób ze względu na brak udziału człowieka w podziemnych operacjach. Oprócz ograniczeń zasięgu w systemie tym następuje kruszenie węgla w procesie wiercenia i transportu. W USA na początku lat 90. XX wieku w kopalni węgla Jim Bridger, zlokalizowanej w południowo-zachodniej części stanu Wyoming, zastosowano system eksploatacji węgla odwiertami (auger mining). Wiercono otwory

eksploatacyjne o średnicy 1,55 m na głębokość do 100 m. Ocena efektów sprawiła, że zaniechano tego systemu eksploatacji. Uznano, że bardziej efektywne będzie zastosowanie systemu Continuous Highwall Mining, wykorzystującego kombajn chodnikowy do eksploatacji komorowo-filarowej.

3.3. System z urabianiem kombajnem typu Continuous Miner (ang.:Continuous Highwall Mining-CHM)

Istota tego systemu eksploatacji polega na wąskoprzodkowym urabianiu kombajnem systemu Continuous Miner z kolejnymi wlotami w pokładzie ze zbocza skarpy, jak to pokazano na rys.2. Istotną innowacją jest pełna mechanizacja i wyeliminowanie obecności człowieka w realizowanych wewnątrz górotworu procesach. Zostało to osiągnięte poprzez zastosowanie układów zdalnej kontroli, monitorowania i sterowania z przemysłowymi sterownikami PLC. W normalnych warunkach wyrobisko nie jest przewietrzane, nie wykonuje się żadnej obudowy, a warunki klimatyczne mają zapewnić prawidłowe funkcjonowanie maszyn. Ze względu na pozostawianie filarów oporowych pomiędzy poszczególnymi przodkami eksploatacyjnymi dla ich ochrony i szybki postęp przodka niezbędne jest dokładne ustalanie i korygowanie położenia maszyny urabiającej. Utrata stateczności wyrobiska wskutek nadmiernego zawężenia filara oporowego spowodować może zawał i utratę wyposażenia. Jego odzyskanie wymaga w takich sytuacjach już obecności ludzi i poniesienia kosztów zabezpieczenia (obudowa) i przewietrzania wyrobiska. W normalnych warunkach nie zabezpiecza się wlotu do przodka eksploatacyjnego żadną obudową. System eksploatacji nie wymaga rozbudowanej infrastruktury i cechuje się dużą autonomicznością. Standardowe wyposażenie przodka to:

- Ruchoma stacja robocza z wysypem, stanowiskiem operatora zdalnego sterowania przodkiem, stołem do montażu segmentów przenośnika
- Nieznacznie zmodyfikowany kombajn systemu *continuous miner*
- Przewoźny generator do zasilania urządzeń
- Ładowarka kołowa z wymiennym osprzętem (łyżka, widły) do załadunku urobku i montażu segmentów przenośników dostawczych
- Przenośniki modułowe(segmentowe), przeważnie o długości członu 12 m, w różnych układach technologicznych stosuje się przeważnie przenośniki zgrzebłowe, taśmowe (w rozwiązaniu f-my ADDCAR) lub ślimakowe (podwójne) (np. firmy SHM) połączone ze

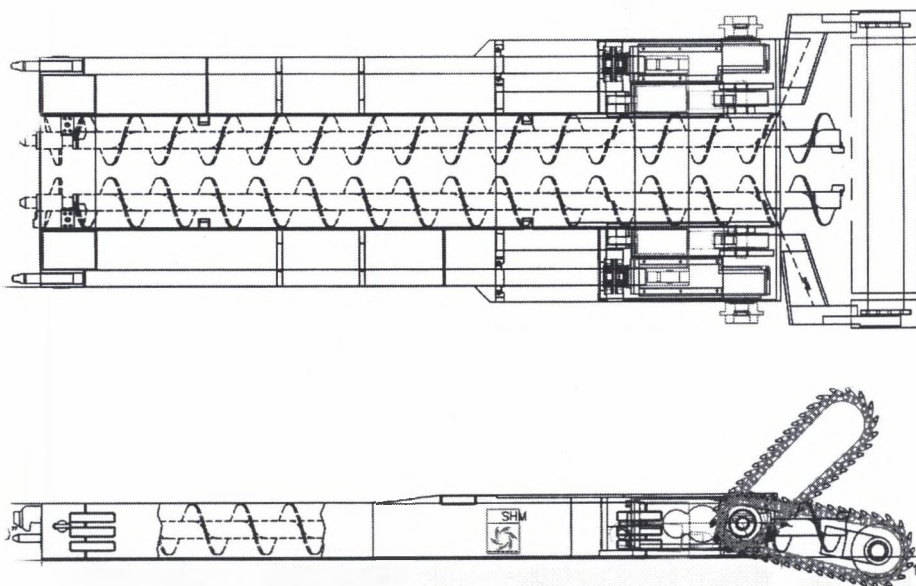
sobą mechanicznie. Poszczególne przenośniki mają integralny napęd lub napędzane są z powierzchni, a przeniesienie mocy odbywa się za pomocą sprzęgieł mechanicznych.

- Agregat pompowy i zbiorniki dla wody technologicznej,
- W najnowszych rozwiązaniach urządzenie sprzęgające kombajn z trasą przenośników, umożliwiające skuteczniejszą korektę kierunku drażenia i wyrównujące strugę urobku.

Wykonanie jednego wyrobiska eksploatacyjnego (cykl) polega na:

- ustawieniu i regulacji położenia stacji roboczej przy skarpie,
- rozpoczęciu drażenia kombajnem,
- dokładaniem członów przenośnika za pomocą ładowarki kołowej w trakcie postępu drażenia,
- po osiągnięciu docelowego wybiegu cofanie kombajnu z jednoczesnym wybudowywaniem i składowaniem członów przenośnika,
- po wjeździe kombajnu na pomost stacji roboczej jej przestawienie o szerokość filara oporowego i rozpoczęcie nowego cyklu.

Opisywany system stosowany jest w dość szerokim zakresie miąższości pokładów (0,8-3,7 m) i w zależności od niej zmianie ulega przede wszystkim typ kombajnu. Po okresie prostej adaptacji standardowych kombajnów typu *Continuous Miner* pojawiają się maszyny w znacznym stopniu specjalizowane do pracy w systemie *Highwall Mining*. Jako przykład można wskazać maszynę urabiającą firmy Superior Highwall Mining (SHM) dostosowaną do eksploatacji pokładów o miąższości 0,8-1,5 metra. Przeniesienie napędu na walcowy organ urabiający odbywa się za pomocą łańcuchów wrębowych. Organ urabiający ładuje urobek, który już za stołem załadowniczym jest transportowany za pomocą integralnego przenośnika śrubowego z dwoma ślimakami. Napęd przenośnika odbywa się z powierzchni poprzez mechaniczne sprzęganie wałów ślimaków kolejnych członów przenośnika. Przemieszczanie całości odbywa się za pomocą systemu siłowników zainstalowanych w stacji roboczej oraz/lub z wykorzystaniem napędu gaśnic kombajnu. Poszczególne człony (segmenty) przenośników przemieszczają się po spagu na płozach lub, coraz częściej, na kołach (rolkach). Załogę stanowi 4-5 osób (operator zdalnego sterowania kombajnem, operator ładowarki kołowej, pracownik nadzorujący agregat prądotwórczy, pracownik obsługujący stację pomp wodnych i operator montażu/demontażu przenośników. Na stacji roboczej znajduje się stacja wysypowa umożliwiająca załadunek urobku na samochody lub przemieszczenie na zwał.



Rys. 5. Kombajn typu *Continuous Miner* do wybierania w systemie *Highwall Mining* pokładów o miąższości 0,8-1,5 m. firmy Superior Highwall Mining [źródło: materiały f-my SHM]
Fig. 5. SHM's cutterhead model for 0,8-1,5 meter seams *Highwall Mining*

W przypadku maszyn dostosowanych do eksploatacji pokładów o większej miąższości w kombajnie występuje ładowarka i integralny przenośnik zgrzeblowy.

Tempa postępu wybierania (drażenia przodka) nie obniża konieczność zabezpieczania stropu, przebudowy urządzeń wentylacyjnych oraz licznych prac transportowych, ponieważ wszelkie czynności montażowe i nie związane z przemieszczeniem maszyn odbywają się poza wyrobiskiem eksploatacyjnym. Długość wyrobisk wybierkowych w tym systemie sięga przeciętnie 400 m, ale odnotowano też zakończone sukcesem próby sięgnięcia głębiej. W kopalni węgla Jim Bridger [1] przy zastosowaniu urządzeń firmy ADDCAR do eksploatacji *Highwall Mining* zastosowano do transportu urobku powtarzalne moduły, będące autonomicznymi przenośnikami taśmowymi, każdy o długości ok. 15 m. Przy zakładanej maksymalnej długości wyrobisk 488 m, w wykonanych pierwszych 18 wyrobiskach uzyskano przeciętnie wybieg 458 m. Wysokość wyrobiska zależy od miąższości pokładu, typowa szerokość to ok. 3,0-3,5 m. Dotychczas system *Highwall Mining* stosowano do eksploatacji pokładów zalegających poziomo, ale pojawiają się już rozwiązania techniczne umożliwiające eksploatację pokładów nachylonych do ok. 15° po wzniosie lub upadzie. Trwają także próby wybierania systemem *Highwall Mining* pokładów cieńszych niż 0,8 m, opracowywane są

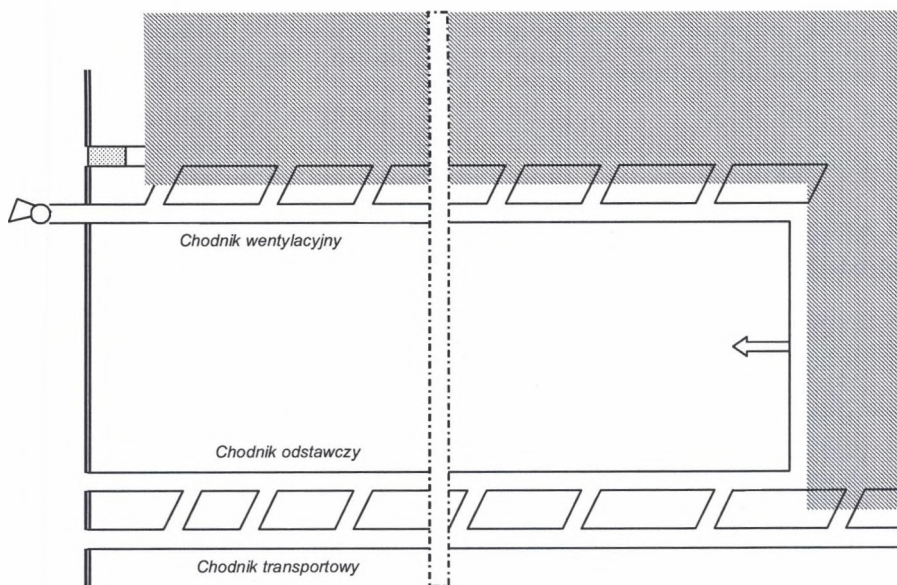
także urządzenia umożliwiające wybieranie pokładu bez pozostawiania filarów oporowych pomiędzy kolejnymi przodkami wybierkowymi.

System eksploatacji *Highwall Mining* stosuje się dość powszechnie w USA, Australii, a ponadto w Kanadzie, Wielkiej Brytani, Kanadzie, Rosji i Indonezji. Uzyskiwane wydobywanie sięga nawet 180 000 Mg miesięcznie.

3.4. System ścianowy w eksploatacji ze skarpy (ang.: *Punch longwall mining*)

U schyłku lat 90. XX wieku w Australii podjęto także udane próby eksploatacji systemem ścianowym pokładów udostępnionych wykopem. Według prowadzonych w tym kraju analiz, system ścianowy zapewnia większą produktywność niż eksploatacja odkrywkowa. Dostrzeżono także możliwość zmniejszenia ilości robót udostępniających i przygotowawczych w stosunku do udostępnienia złoża w typowym w tym kraju modelu podziemnym, tj.: dwie sztolnie i (najczęściej) szyb wentylacyjny. W nazwanym *logwall punch mining* (lub *punch longwall mining*) systemie bezpośrednio ze zbocza skarpy wykonuje się wloty i drąży wyrobiska przyścianowe wg australijskich standardów w układzie podwójnym. Bliźniacze wyrobiska połączone są licznymi przecinkami ułatwiającymi odstawę urobku i przewietrzanie w trakcie drażenia. W kopalni North Goonyella założono wybieranie ścian z wykopu o wybiegu 2500 m i długości 250 m. Wentylator przewietrzający cały układ wyrobisk ściany zabudowany jest przy skarpie bezpośrednio przy wylocie chodnika wentylacyjnego (nadścianowego) i jest przebudowywany dla każdej następnej ściany. W odróżnieniu od przedstawionego filarowego systemu *highwall mining* ze względu na dłuższy czas utrzymywania istnieją częstsze problemy ze statecznością wlotów do pokładu.

Podobnie problemem jest stateczność skarpy wykopu, a także oddziaływanie frontu wybierkowego na nią. Istotną zaletą systemu *punch longwall mining* jest zasadnicze uproszczenie procesów i działań logistycznych, czyli związanych z transportem, magazynowaniem, rozdziałem i mieszaniem wszystkiego, co niezbędne do realizacji wydobywania węgla. W dnie wykopu wykonuje się prosty zbiornik wody technologicznej, z którego jest pobierana i do którego wraca do wyklarowania. Inne prace transportowe pozwalają (z wyjątkiem transportu masowego-odstawy urobku) korzystać w dużym stopniu z typowych urządzeń stosowanych w transporcie lądowym. Szacuje się, że roczna wydajność pracy osiąga w tym systemie ok. 40000 Mg na zatrudnionego.



Rys. 6. Układ wyrobisk systemie funkcje dla ściany w systemie *Punch longwall mining* [oprac. własne]
 Fig. 6. Gateroads and functions in punch longwall mining

4. Zalety i ograniczenia przemysłowych systemów eksploatacji pokładów węgla typu *Highwall Mining*

Jak każdy system eksploatacji węgla wymienione wyżej systemy mają swoje zalety i ograniczenia, które w naturalny sposób wyznaczają ramy jego stosowania. Należy jednak podkreślić, że umożliwiają one eksploatację złóż stosunkowo łatwo dostępnych, których wybranie jednak w „klasycznych” systemach eksploatacji odkrywkowej nie jest już opłacalne, a wielkość zasobów sprawia, że budowa kopalni podziemnej jest bezcelowa.

4.1. Zalety

Podstawową zaletą przedstawionych systemów eksploatacji typu *Highwall Mining* jest ich prostota i mała pracochłonność eksploatacji oraz możliwość wybrania zasobów nieopłacalnych lub niemożliwych do wybrania innymi metodami eksploatacji. Ponadto po zakończeniu eksploatacji w skarpie możliwe jest stosunkowo łatwe przemieszczenie wszystkich urządzeń w inny rejon. Stosuje się tu transport wyspecjalizowanymi podwoziami ciągniętymi przez ciągniki kołowe lub transport na doczepnych podwoziach gąsienicowych.

Po zakończonej eksploatacji nie pozostaje zbędna infrastruktura techniczna. Prosta jest rekultywacja i rewitalizacja terenu.

4.2. Ograniczenia

Ze względu na dużą autonomię przedstawionych systemów i mało skomplikowaną infrastrukturę techniczną do ich użytkowania podstawowe ograniczenia tkwią w warunkach górnictwo-geologicznych. Płytko zalegający pokład jest naturalnie odgazowany, nie ma więc ograniczeń z tego tytułu. Skłonność do samozapalenia węgla z racji czasu wykonywania i, z wyjątkiem *punch longwall*, braku przewietrzania nie stwarza problemów. Istotne jest tutaj zaleganie pokładu (ograniczenie ze względu na nachylenia i regularność). Bardzo ważne są stabilne warunki stropowe, a więc skały nie powinny być zwietrzałe, spękane czy objęte zjawiskami krasowymi.

5. Wnioski

1. Systemy eksploatacji złóż udostępnianych wykopami lub w zboczach gór skutecznie wypełniają pewną niszę technologiczną pomiędzy klasycznymi systemami eksploatacji odkrywkowej i typowymi systemami podziemnej eksploatacji.
2. Wyeliminowanie szeregu działań i procesów logistycznych związanych z obecnością człowieka w przodku pozwala na znaczące zmniejszenie kosztów wydobywania.
3. Istotnym elementem oddziaływania na koszty wydobywania węgla jest upraszczanie i harmonizacja działań i procesów logistycznych związanych z tym przedsięwzięciem.

LITERATURA

1. Akers P., Miller F., Miller M.: Highwall mining: a valuable system. World Coal nr 12, grudzień 2003.
2. Christensen P.: Highwall Mining Revival Around The Corner? Deeging Deeper, maj 2004.
3. Fryczkowski E.: Górnictwo Ogólne. Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice 1971.
4. Główny Instytut Górnictwa [Borecki M.-red.]: Systemy eksploatacji węgla kamiennego. Monografia polskiego górnictwa węglowego. „Śląsk”, Katowice 1964.
5. Jessey G.: Responding to high-output demands. World Coal Vol. 11 Nr 6, czerwiec 2002 (str. 23-24).

6. Korski J.: Logistyka produkcji a koszty produkcji w kopalni węgla kamiennego. Materiały Szkoły Ekonomiki i Zarządzania w Górnictwie 2000. Ustroń 13-15 września 2000.
7. Materiały reklamowe f-my ADDCAR.
8. Materiały reklamowe f-my SHM (Superior Highwall Miners Inc.).
9. Ostrihansky R.: Podziemna eksploatacja złóż węgla kamiennego. „Śląsk”, Katowice 1996.
10. Piechota St.: Technika podziemnej eksploatacji złóż Część I. Podstawowe zasady i technologie wybierania kopalin stałych. Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej, Kraków 2003.
11. Rabsztyń J.: Podstawowe elementy eksploatacji górniczej. „Śląsk”, Katowice 1970.
12. Schafer Walter.: The Evolution of Highwall Mining. Strona internetowa f-my NEXGEN z 2002 (www.nexgenhms.com).
13. Walker S.: Highwall miners keep the coal flowing. World Coal 2001, nr 12, vol. 10.
14. Źródła internetowe: The website for mining industry: Industry projects: BHP Moura Coal Mine Australia, Strona internetowa firmy Superior Highwall Mining: www.shm.net.
Strona internetowa f-my ADDCAR.

Recenzent: Dr hab. inż. Jan Białek, prof. Pol. Śl.

Abstract

In some cases coal seam is opened from the surface but, for different reasons impossible for opencast mining. In this time are used different mining systems under common name : Highwall Mining. Probably it were, in origin, first mining technologies. From early 90-ies highwall mining is kind of industrial mining as some fully mechanized and remotely guided systems.