

# 10

## MASZyny URABIAJĄCE w WYBRANYCH METODACH EKSPLOATACJI CIENKICH POKŁADÓW WĘGLA KAMIENNEGO

### WSTĘP

Eksploatacja złóż zasobów mineralnych rozpoczyna się od tych najatrakcyjniejszych w aspekcie opłacalności oraz wymagań technicznych. W przypadku węgla kamiennego zalegającego w postaci pokładów, dopóki nie ma takiej konieczności, pomijane są pokłady cienkie i nachylone. Stąd w wielu krajach obserwuje się rosnące zainteresowanie pokładami cienkimi wynikające z ich dużej ilości.

Analizując rozwój technologii stosowanych przy eksploatacji cienkich pokładów węgla kamiennego można stwierdzić, że szeroki zakres maszyn w światowym górnictwie podziemnym, w ubiegłym wieku [1, 10] został znacząco ograniczony i sprowadzony do kilku sprawdzonych rozwiązań [2, 9, 10]. Rozwiązania takie jak wrębiarki, kombajny ścianowe o złożonej i nietypowej trajektorii ruchu noży skrawających, kombajny o wielu organach, maszyny o różnym usytuowaniu i kształcie głowic skrawających, agregaty wnekowe, strugozgarniarki, tarany czy strugi aktywne w większości przypadków nie są już stosowane. Obecnie najczęściej stosowanymi maszynami urabiającymi są kombajny ścianowe dwuramionowe i dwuorganowe, statyczne strugi węglowe oraz frezujące kombajny chodnikowe. Rzadziej wykorzystuje się maszyny takie jak kombajny wierzące lub wierząco-frezujące (kombajny typu Marietta czy kombajny Ural-20 do eksploatacji soli) czy wrębiarki (eksploatacja soli). Oczywiście należy zaznaczyć, że nadal opracowywane są innowacyjne rozwiązania, jednak są one albo na etapie projektu lub prototypu albo są rozwiązaniami niszowymi [2, 9].

Obecnie znanych jest kilkadziesiąt systemów eksploatacji pokładów cienkich uwzględniając w tym pokłady silnie nachylone. W opracowanie skupiono się na wybranych technologiach i maszynach, które stosowane są w metodach eksploatacji z urabianiem mechanicznym ale nie są one stosowane w Polsce. Omówiono systemy komorowo-filarowe oraz trzy bardzo interesujące metody eksploatacji pokładów cienkich, mianowicie *Continuous Highwall mining*, *Auger mining*, oraz *Punch longwall*

*mining*, które nie są i nie były stosowane w Polsce a ze względu na ich niszowe wykorzystanie są mało znane i nie posiadają polskiego nazewnictwa [6]. W literaturze spotkać można również określenie *Highwall mining* jako nazwę systemu tak dla *Continuous Higwall mining* jak i *Auger mining*. Są to systemy eksploatacji powierzchniowo-podziemnej bez zdejmowania nakładu. Określenie powierzchniowo-podziemna eksploatacja ma na celu zwrócenie uwagi na fakt prowadzenia wydobywania pod ziemią, jednak z bezpośrednim dostępem do pokładu z powierzchni. Systemy te stosowane są tylko tam, gdzie jest dostęp do pokładu z powierzchni czyli pokłady na niewielkich głębokościach lub pokłady odsłonięte, tak zwane *exposed seams* albo *outcropping seams*.

Informacje o pozostałych systemach, takich jak ubierkowo-zabierkowe (*cut and fill*) czy podbierkowe (*sublevel caving*) można znaleźć w literaturze. Ich mechanizacja najczęściej polega na zastosowaniu znanych rozwiązań maszyn takich jak kombajny chodnikowe, wozy wiertnicze, ładowarki, wozidła odstawcze, przenośniki czy różne rozwiązania obudów zmechanizowanych. Natomiast najczęściej stosowaną eksploatację systemami ścianowymi opisano w artykule „Maszyny urabiające w ścianowych systemach eksploatacji cienkich pokładów węgla kamiennego”.

## SYSTEMY KOMOROWO-FILAROWE

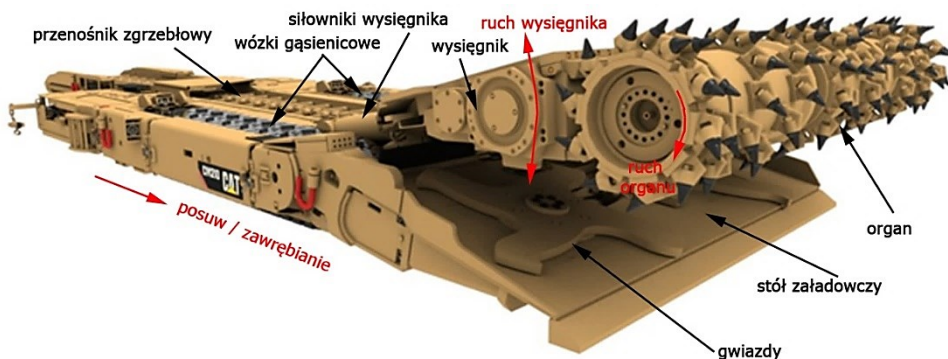
Zaleganie węgla kamiennego w postaci pokładu, niezależnie od jego grubości, decyduje o sposobie jego eksploatacji. Najkorzystniejszym sposobem wybierania pokładu jest eksploatacja ścianowa kompleksem zmechanizowanym. Poza systemami ścianowymi do eksploatacji cienkich pokładów węgla kamiennego, w szczególności w górnictwie amerykańskim, stosowane są systemy komorowo-filarowe lub filarowo-komorowe, gdzie typowymi maszynami są kombajny chodnikowe urabiające liniowo lub kombajny wierzące. W systemach komorowo-filarowych w pierwszym etapie złoża urabia się wykonując tak zwane komory i pozostawiając między nimi filary ochronne. W przypadku złóż cienkich filary mogą być romboidalne. Po lub w trakcie eksploatacji filary można częściowo wybierać. W przypadku konieczności ochrony powierzchni wykorzystanie złoża nie przekracza 50%, natomiast rabowanie filarów zwiększa wykorzystanie do 90%. Przestrzenie poeksploatacyjne likwiduje się zawałem lub podsadzką [15].

W przypadku pokładów cienkich, dostępnymi w ostatnich latach do zastosowania w systemach eksploatacji komorowo-filarowych były kompleksy Mark 22 firmy Fairchild wyposażony w kombajn Continuous Miner F410 lub F330 oraz kompleks firmy Joy Manufacturing Co. wyposażony w kombajn Joy 14 CM oraz najniższy kombajn 25MO firmy Bucyrus. Obecnie w zakresie maszyn do eksploatacji systemem komorowo-filarowym można wymienić te same firmy przy czym Joy Global Sp. z o. o. zostało wykupione przez Komatsu Ltd. [8], natomiast Fairchild po wykupieniu przez

General Electric nazywa się GE's Fairchild Mining Equipment [7]. Natomiast kombajn CM210 obecnie jest kombajnem 25MO po wykupieniu firmy Bucyrus przez CAT [4]. Kombajny te nazywane są *continuous miner*.

Kombajny typu *continuous miner* można podzielić na dwie główne grupy. Pierwszą stanowią kombajny ramionowe, urabiające liniowe o klasycznej konstrukcji, oferowane przez większość wymienionych firm. Natomiast drugą są kombajny frezujące z dwoma niezależnymi organami ślimakowymi o osiach równoległych do kierunku drążonego wyrobiska, reprezentowane przez jedynego przedstawiciela F330 (rys. 1).

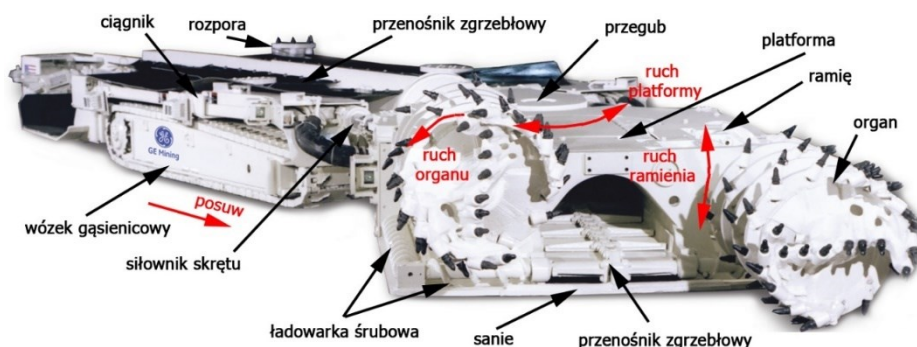
Klasyczne kombajny linowe poruszają się na podwoziu gąsienicowym i frezują wyrobisko na szerokość równą długości organu urabiającego. Organ zamontowany na ramieniu (wysięgniku) wykonuje ruch w pionie w celu wybrania całego zabioru, następnie kombajn podjeżdża a organ zawrębia się rozpoczynając kolejny zabiór. Urobek w trakcie urabiania ładowany jest za pomocą ruchomych gwiazd stołu załadunkowego na przenośnik zgrzeblowy skąd jest odstawiany na kolejny przenośnik lub wozidło. Na rynku dostępne są modele pokrywające całą rozpiętość miąższości pokładów cienkich. Przy czym w stosunku do konkurencji prezentowany kombajn CM210 umożliwia pracę w najcieńszych pokładach. Jego wysokość wynosi 762 mm i równa jest średnicy zastosowanego organu urabiającego. Zalecany zakres wysokości urabiania wynosi od 914 mm do 1549 mm. Kombajn CM210 wyposażony jest w organ o długości 3658 mm napędzany silnikami o mocy  $2 \times 49$  kW, natomiast jego całkowita moc wynosi 503 kW, a masa 47,6 Mg. Szerokość podwozia CM210 wynosi 3302 mm a długość całkowita 10744 mm [4].



Rys. 1 Kombajn typu Continuous Miner, CM210 firmy CAT

Kombajn Fairchild F330 (rys. 2) ze względu na unikatową konstrukcję charakteryzuje się odmienną technologią pracy. Kombajn F330 zbudowany jest z dwóch głównych elementów połączonych przegubem, ciągnika i platformy. Ciągnik na podwoziu gąsienicowym stabilizowany jest w pozycji roboczej rozporą i porusza plat-

formą w poziomie, tym samym organy wykonują charakterystyczne zabiory. Urabianie odbywa się za pomocą dwóch ramionowych organów ślimakowych, których położenie zależy od kierunku urabiania, wysokości wyrobiska oraz zastosowania wybierania selektywnego. Według producenta F330 radzi sobie znacznie lepiej z selektywnym urabianiem od klasycznych kombajnów. Urobek w trakcie frezowania ładowany jest czterema ładowarkami śrubowymi na przenośnik zgrzeblowy a następnie na dalsze środki odstawy. Przez zmianę położenia kąтового krótkich ramion w zakresie do  $45^\circ$  uzyskuje się zakres wysokości urabiania od 0,61 m do 1,3 m przy wysokości kadłuba maszyny wynoszącej 584 mm. Możliwe jest zastosowanie organów o średnicy od  $\phi 610$  mm do  $\phi 914$  mm i długości 1200 mm. Napęd organów stanowią silniki o mocy 45 kW. Szerokość urabiania wynosi 3800 mm. Zabiór wykonywany jest przez ruch wahadłowy platformy co umożliwia uzyskanie ponad dwukrotnej szerokości wyrobiska z jednego położenia. Masa kombajnu F330 wynosi 32,66 Mg, szerokość ramy 2640 mm a długość całkowita ponad 10000 mm [7]. Dane na temat tego odświeżonego kilka lat temu rozwiązania są zdawkowe a producent nie udziela dodatkowych informacji.



Rys. 2 Kombajn Continuous Miner F330 firmy Fairchild

## METODA AUGER MINING

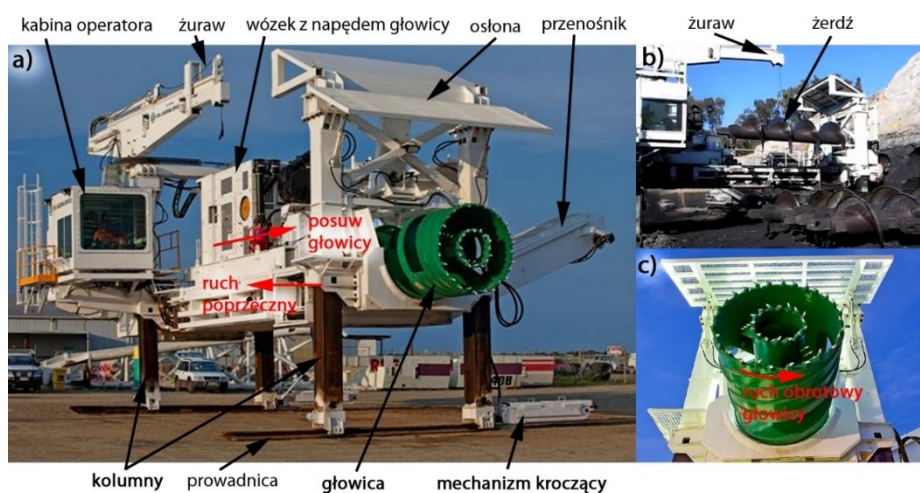
Metoda *Auger mining*, wykorzystuje zwiercanie i jest najstarszą z omawianych metod powierzchniowo-podziemnych. Polega na wykonywaniu otworów wielkośrednicowych metodą obrotową, w określonych odstępach stanowiących jednocześnie filary ochronne (rys. 3).

Główce wierzące przekazują urobek na nawój śrubowy, który transportuje go na zewnątrz, na przenośnik zgrzeblowy lub taśmowy. Metoda charakteryzuje się niskim wykorzystaniem złoża (30%-40%) jednak równocześnie jest tania oraz umożliwia szybkie rozpoczęcie i zakończenie eksploatacji.



**Rys. 3 Auger mining:**  
a) schemat metody, b) eksploatacja Auger mining w hrabstwie Nicholas w USA

Najbardziej zaawansowanym i największym kombajnem tego typu jest Auger Miner 1500 (rys. 4) firmy Coal Augering Service Pty Ltd (CAS AM 1500).



**Rys. 4 Kombajn wierzący typu Auger miner,**  
a) maszyna AM1500 firmy CAS, b) montaż żerdzi, c) głowica urabiająca

CAS jest australijską firmą oferującą usługi eksploatacji pokładów węgla metodą zwiercania. Firma CAS powstała w 2003 roku i stosuje technologię firmy BryDet, producenta kombajnu BUA 600 do podziemnej eksploatacji metodą zwiercania. Zakres średnic głowic wierzących wynosi od  $\phi 1200$  mm do  $\phi 1900$  mm. Natomiast głębokość wiercenia dochodzi do 203 m dla pojedynczych otworów. Maszyna w miejscu pracy ustawiana jest na odpowiednią wysokość za pomocą kolumn o skoku 2600 mm, co umożliwia oprócz pozycjonowania również wiercenie dwóch otworów w pionie. Po wykonaniu otworu i wycofaniu żerdzi maszyna przemieszcza się poprzecznie za pomocą układu kroczącego składającego się z dwóch prowadnic oraz mechanizmu hydraulicznego. Krok odbywa się na zasadzie naprzemiennego przesuwania maszyny po prowadnicach a następnie po opuszczeniu maszyny na spąg podciągane są prowadnice. Odcinki żerdzi podczas montażu i demontażu (wiercenie,

wycofywanie) przenoszone są za pomocą żurawia. Maszyna AM1500 napędzana jest dwoma silnikami diesla, pierwszy o mocy 1100 kW dla napędu głowicy wierzącej a drugi 368 kW dla pozostałych elementów [5].

Kombajny tego typu występują w wielu wersjach różniących się przede wszystkim średnicą wykonywanego otworu oraz ilością jednocześnie pracujących głowic. Średnica wykonywanych otworów mieści się w zakresie od  $\phi 400$  mm do  $\phi 2500$  mm i jednocześnie mogą być wykonywane maksymalnie 3 otwory. Przykładem maszyny o najmniejszej średnicy i największej liczbie otworów jest MCK-GS MUL-T (rys. 5) firmy Salem Tool Inc., która może eksploatować pokład trzema głowicami o średnicy  $\phi 400$  mm jednocześnie. Długość wierzonego otworu dochodzi do 150 m 5.



Rys. 5 Kombajn *Auger miner*,  
a) maszyna MCK-GS MUL-T firmy Salem Tool Inc., b) wierzenie trzema głowicami

Technologia *Auger mining* w wydaniu podziemnym wykorzystuje również metodę zwiercania, która stosowana jest do eksploatacji pokładów cienkich oraz stromo zalegających. Przykładową maszynę VS-SEAL-625 przedstawiono na rys. 6.

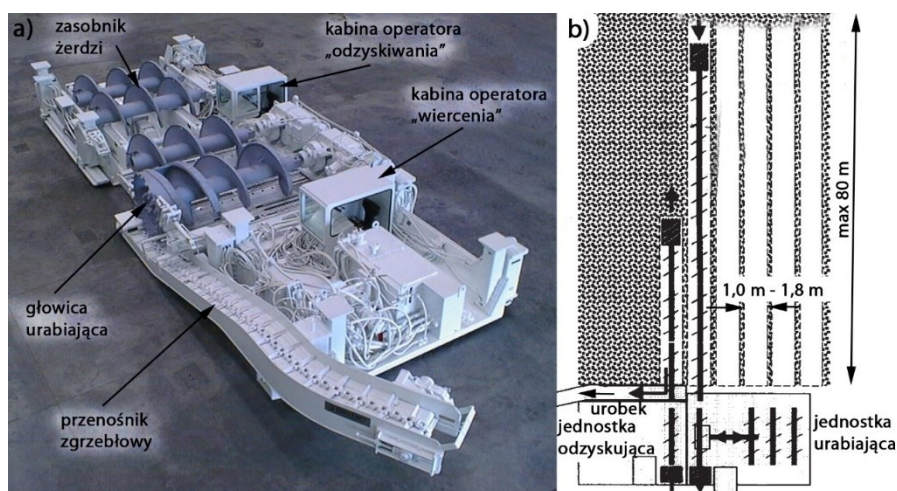


Rys. 6 Zdjęcia z przygotowania i eksploatacji maszyną VS SEAL

Eksploatacja polega na selektywnym wybieraniu pokładu otworami wielkośrednicowymi (625 mm lub 725 mm) o długości do 120 m. Pomiędzy poszczególnymi otworami pozostawiane są filary chroniące strop. Maszyna urabiająca charaktery-

zuje się mocą całkowitą 220 kW, przy mocy 2x90 kW napędu głowic wierzących przy masie całkowitej około 54 Mg. Tak technologię jak i stosowane maszyny na przykładzie górnictwa ukraińskiego i czeskiego można znaleźć w artykułach [12, 14].

Do eksploatacji podziemnej metodą zwierzania służy również kombajn BUA 600 firmy BryDet. Maszyna została skonstruowana na podstawie wieloletnich doświadczeń i charakteryzuje się ciekawym rozwiązaniem polegającym na zastosowaniu dwóch jednostek urabiającej oraz odzyskującej. Obie jednostki pracują jednocześnie i w trakcie wiercenia oraz wycofywania żerdzie są przekładane z jednego otworu do drugiego co pozwala na zminimalizowanie zasobnika żerdzi oraz zwiększa efektywność. Zmiana odległości obu jednostek względem siebie decyduje jednocześnie o szerokości filara ochronnego. Kombajn BUA 600 może wykonywać otwory o średnicy od  $\phi 1000$  mm do  $\phi 1800$  mm na głębokość do 80 m. Moc napędu jednostki wierzącej wynosi 450 kW natomiast odzyskiwania 110 kW. Masa całkowita maszyny wynosi 60 Mg i do zabudowania wymaga wyrobiska o szerokości 6 m oraz wysokości 1,8 m (rys. 7) [3].



Rys. 7 Kombajn Auger miner, a) maszyna BUA 600 firmy BryDet, b) technologia pracy

## METODA HIGHWALL MINING

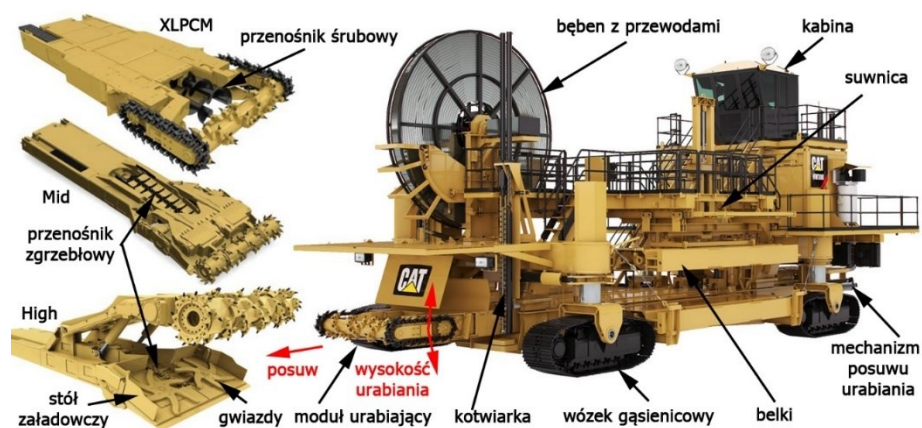
Metoda *Continuous Highwall mining* wykorzystuje maszynę urabiającą będącą początkowo modyfikacją kombajnu chodnikowego urabiającego liniowo. W nowszych rozwiązaniach przeznaczonych zwłaszcza do pokładów cienkich stosowana jest również odrębna maszyna urabiająca. Metoda polega na wykonywaniu w pokładzie kolejnych chodników rozdzielonych filarami ochronnymi, przez co wykorzystanie złoża waha się w okolicach 60%. Urobek transportowany jest na zewnątrz za pomocą podwójnych przenośników śrubowych. W obu metodach eksploatacja od-

bywa się bez udziału człowieka w przodku co wyklucza konieczność zastosowania klasycznego przewietrzania wyrobisk oraz zabezpieczenia stropów (rys. 8).



**Rys. 8 Highwall mining: a) schemat metody, b) wyposażenie wyrobiska wraz z maszyną Terex SHM, c) wyrobiska po eksploatacji w hrabstwie Mingo w USA**

Maszyną stosowaną w tej technologii jest HW300 firmy CAT, który de facto jest kombajnem SHM firmy Terex (rys. 9). Kombajn HW300 jest potężną maszyną o mocy całkowitej 1600 kW, ważącą 250 Mg w najlżejszej konfiguracji, która realizuje proces urabiania z zewnątrz na głębokość do 300 m. Maszyna po ustawieniu we właściwej pozycji stabilizowana jest za pomocą dwóch kotwiarek. Eksploatacja odbywa się za pomocą modułu urabiającego wpychanego w caliznę belkami systemu posuwu za pomocą siłowników hydraulicznych o skoku 6,8 m. Belki o długości 6 m stanowią jednocześnie kadłub podwójnego przenośnika ślimakowego i przenoszone są podczas zabudowywania oraz demontażu za pomocą suwnicy. W miarę postępu frontu przewody zasilające oraz opcjonalnego systemu zraszania rozwijane są z bębna [4].



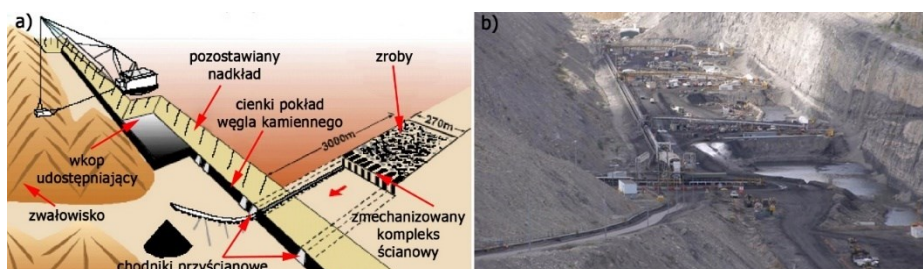
**Rys. 9 Kombajn urabiający HW300 CAT**

Kombajn posiada cztery kompatybilne moduły urabiające dobierane do miąższości pokładu:

- XLPCM – moduł ultra niski – średnica organu  $\phi 648$  mm, wysokość urabiania od 711 mm do 1549 mm, szerokość urabiania 2946 mm, masa 23,1 Mg,

- Kombajn HW300 porusza się na czterech wózkach gąsienicowych mocowanych do kolumn umożliwiających zmianę wysokości modułu urabiającego względem spągu oraz skręt maszyny wraz możliwością jazdy w poprzek. Długość maszyny wynosi ponad 20 m, szerokość prawie 12 m a wysokość niemal 9 m 4.

Metoda *Punch longwall mining* polega na eksploatacji systemem ścianowym pokładów, które są udostępnione bezpośrednio z powierzchni przez wykonanie wkopów udostępniających. Wkopy mogą być równoległe bądź prostopadłe do kierunku postępu kompleksu ścianowego, wtedy kierunek eksploatacji odbywa się równoległe do wkopów lub realizowany jest prostopadłe od granic w kierunku wkopu. Między kolejnymi polami eksploatacyjnymi pozostawiane są filary ochronne (rys. 10). Wyposażenie ściany stanowi zmechanizowany kompleks ścianowy (patrz artykuł „Maszyny urabiające w ścianowych systemach eksploatacji cienkich pokładów węgla kamiennego”). Zastosowanie zmechanizowanych systemów ścianowych pozwala na wybieranie pokładów o zróżnicowanej miąższości oraz umożliwia uzyskanie wysokiego około 90% wykorzystania złoża.



W metodach powierzchniowo-podziemnych bywają stosowane również przenośniki zgrzebłowe pełzające [6]. Są to rozwiązania zdalnie sterowanych maszyn, które mogą pokonywać różne usytuowane względem siebie wyrobiska łącząc ma-

szynę urabiającą z dalszymi środkami odstawy. Rozwiązanie takie umożliwia zastosowanie różnych zintegrowanych z przenośnikami maszyn urabiających.

## PODSUMOWANIE

Eksploracja cienkich pokładów w zależności od wielu czynników odbywa się przy zastosowaniu różnych metod i maszyn. Uwarunkowania występujące lokalnie przyczyniły się do rozwoju ciekawych metod i maszyn, które stosowane są w różnych zakątkach świata. Przedstawiony przegląd metod oraz maszyn urabiających wskazuje na duże zróżnicowanie, natomiast artykuł dotyczy metod z pominięciem eksploatacji ścianowej. Jedynym wyjątkiem jest metoda *Punch longwall mining*, która została wspomniana ze względu niestandardowy sposób aplikacji. Mimo dużej różnorodności metod, sposób urabiania sprowadza się do frezowania lub wiercenia. W zależności od zastosowanej metody oraz ewentualnej konieczności ochrony powierzchni nad wyrobiskami wykorzystanie złoża waha się od 30%-40% dla *Auger mining*, przez 60% dla *Highwall mining* do około 90% w sprzyjających przypadkach dla systemów komoro-filarowych i ścianowych.

W artykule skupiono się na nie spotykanych w Polsce maszynach, w aspekcie cienkich pokładów węgla kamiennego. Brak ich aplikacji w kraju spowodowany jest brakiem korzystnych warunków górniczo-geologicznych oraz brakiem możliwych do eksploatacji pokładów płytko zalegających lub eksponowanych.

Zaprezentowane maszyny rozwijane są i stosowane od wielu lat, wyjątek stanowi kombajn F330, który pomimo nowej odsłony i prezentacji China Coal & Mining Expo 2013 na targach nie jest stosowany a przynajmniej informacje na ten temat nie zostały upublicznione.

Warto podkreślić, że wszystkie z przedstawionych metod stosowane są również do eksploatacji pokładów średnich i grubych. Maszyna urabiająca charakteryzuje się wtedy większą wysokością urabiania. Wyjątek stanowi metoda zwiercania, gdzie maksymalna średnica głowicy wynosi  $\phi 2500$  mm a otwory wykonuje się w dwóch rzędach w pionie.

## LITERATURA

1. Antoniak J., Opolski T.: *Maszyny Górnicze, część 2, Maszyny do eksploatacji podziemnej*, Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice, 1979,
2. Bołoz Ł.: Ocena obciążenia jednoorganowego kombajnu ścianowego na podstawie badań analitycznych, Praca Doktorska, AGH w Krakowie, Kraków, 2012,
3. BryDet, [www.brydet.com](http://www.brydet.com), dostęp 20.03.2018,
4. Caterpillar Inc. (CAT), [www.cat.com](http://www.cat.com), dostęp 20.03.2018,
5. Coal Augering Services Pty Ltd, [www.coalaukering.com](http://www.coalaukering.com), dostęp 20.03.2018,
6. Czaplicki J.: *Mechanizacja w górnictwie okruchowym i skalnym. Kopalnie odkrywkowe złóż pokładowych i rud metalicznych*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2013,

7. GE's Fairchild Mining Equipment, <http://gefairchild.com/locations.php>, dostęp 20.03.2018,
8. Komatsu Ltd, <https://mining.komatsu>, dostęp 20.03.2018,
9. Kotwica K., Mendyka P., Bołoz Ł. i inni.: Wybrane problemy urabiania, transportu i przeróbki skał trudnorabialnych, część I pod red. Krauze K., Wydawnictwa AGH, Kraków, 2016,
10. Opolski T.: *Elementy urabiające nowoczesnych maszyn roboczych*, Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice, 1966.
11. Piechota S.: Podstawowe zasady i technologie wybierania kopalin stałych. Kraków, Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej, 2003,
12. Rak Z., Skrzypkowski K., Stasica J.: Eksploatacja pokładów cienkich metodą zwiercania, *Przegląd Górniczy*, nr 2, 2014,
13. Salem Tool Inc., [www.salemtoolinc.com](http://www.salemtoolinc.com), dostęp 20.03.2018,
14. Stonis M., Hudecek V.: Mining of Coal Pillars Using the Drilling Method, *Acta Montanistica Slovaca*, nr 3, 2009
15. Unrug F.: Eksploatacja węgla w cienkich pokładach w USA - stan obecny i perspektywy. W.: Eksploatacja cienkich pokładów węgla kamiennego. Szczyrk, Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej, 1996

*Data przesłania artykułu do Redakcji: 02.2018*

*Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 03.2018*

## MASZYNY URABIAJĄCE W WYBRANYCH METODACH EKSPLOATACJI CIENKICH POKŁADÓW WĘGLA KAMIENNEGO

**Streszczenie:** *Eksploatacja pokładów cienkich, czyli takich o miąższości do 1,6 m wiąże się z ograniczeniami technicznymi, ergonomicznymi oraz ekonomicznymi. Wybieranie pokładów rozpoczyna się od średnich i grubych a cienkie często eksploatowane są tylko wtedy, gdy jest wymagane ze względów bezpieczeństwa. Jednak wraz z wyczerpywaniem złóż węgla kamiennego zachodzi konieczność ich wybierania. Duże zróżnicowanie warunków było przyczyną powstania wielu metod i systemów eksploatacji oraz maszyn stosowanych czasami jedynie lokalnie w różnych zakątkach świata. W artykule przedstawiono wybrane metody stosowane w eksploatacji pokładów cienkich w kopalniach podziemnych jak i z powierzchni. Szczególną uwagę zwrócono na nietypowe i rzadko stosowane metody oraz maszyny, które nie są występujące w Polsce. Omówiono maszyny urabiające pracujące w systemach komorowo-filarowych oraz metodach Highwall mining, Auger mining a także Punch longwall mining. Natomiast systemy ścianowe omówiono w artykule „Maszyny urabiające w ścianowych systemach eksploatacji cienkich pokładów węgla kamiennego”.*

**Słowa kluczowe:** *cienkie pokłady węgla kamiennego, systemy komorowo-filarowe, Highwall mining, Auger mining, Punch longwall mining*

## CUTTING MACHINES IN SELECTED METHODS OF EXPLOITATION OF THIN SEAMS OF HARD COAL

**Abstract:** *The exploitation of thin seams with the thickness of up to 1.6 m connected with technical, ergonomic and economic limitation. Selection of seams start from medium and thick and thin are often exploited only when it is required for safety reasons. However, as hard coal deposits run out, it is necessary to select them. The wide variety of conditions has led to the development of many exploitation methods and systems, as well as machines that are sometimes used only locally in different parts of the world. The article presents selected methods of exploitation of thin coal seams in underground as well as surface mines. Special attention has been paid to untypical and rarely used methods and machines that are not present in Poland. The paper discusses mining machines working in room and pillar mining and methods of Highwall mining, Auger mining and Punch Longwall mining. However, the wall systems were discussed in the article of "Cutting machines in longwall systems of exploitation of thin coal seams".*

**Key words:** *thin coal seams, room and pillar mining, Highwall mining, Auger mining, Punch longwall mining*

**dr inż. Łukasz Bołoz**

AGH w Krakowie

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki

Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych

al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Polska

e-mail: boloz@agh.edu.pl