

ZASADY DOBORU KOPAREK WIELONACZYNIOWYCH DLA KOPALŃ ODKRYWKOWYCH W ZALEŻNOŚCI OD WYSTĘPUJĄCYCH PARAMETRÓW GÓRNICZO-GEOLOGICZNYCH

BUCKET LADDER EXCAVATORS SELECTION RULES FOR OPEN PIT MINES DEPENDING ON MINING AND GEOLOGICAL PARAMETERS

Zbigniew Kasztelewicz, Mateusz Sikora - Katedra Górnictwa Odkrywkowego, AGH Kraków

Poprawny dobór koparek wielonaczyniowych do występujących parametrów górnictwo-geologicznych jest jednym z najważniejszych zagadnień planowania odkrywkowej eksploatacji złóż. Szereg uwarunkowań górniczych, geologicznych i geotechnicznych sprawia, że jest to temat złożony, wymagający przeprowadzenia starannej analizy, rozpatrywania wariantów i wyboru najkorzystniejszych rozwiązań. Pomimo, iż branża górnicza bogata jest w całe typoszerokie koparek wielonaczyniowych łańcuchowych, kołowych o budowie tradycyjnej jak i koparek kompaktowych, wciąż należy oczekiwać budowy nowych maszyn dedykowanych dla ścisłych warunków górnictwo-geologicznych. Autorzy artykułu wskazują najważniejsze parametry, jakie powinny być brane pod uwagę w procesie doboru koparek wielonaczyniowych oraz podają uproszczony schemat takiego postępowania.

Correct selection of bucket wheel excavators to occurring mining and geological parameters is one of the most important issue in open cast planning exploitation. Series of mining, geological and geotechnical conditions makes complex issue and it requires detailed analysis, consider variants and choose the best solution. Although, in the mining industry there are many series of bucket chain excavators, traditional bucket wheel excavators and compact bucket wheel excavators still need to construct new machines which are designed for specific mining and geological conditions. Authors of the article show the most important parameters, which should be taken into consideration in the bucket ladder excavators selection process and they offer a simplified block diagram of such proceedings.

Słowa kluczowe: górnictwo odkrywkowe, dobór maszyn podstawowych, koparki wielonaczyniowe, parametry górnictwo-geologiczne
Key words: open cast mining, primary machines selection, bucket ladder excavators, mining and geological parameters

Wstęp

Eksploatację złóż metodą odkrywkową można podzielić na trzy podstawowe technologie takie jak: technologia ciągła, cykliczna oraz kombinowana. Podstawowym i najczęściej stosowanym układem technologii ciągłej jest układ K-T-Z (Koparka-Taśmociąg-Zwałowarka). W niniejszym artykule autorzy skupili się na pierwszej maszynie podstawowej układu K-T-Z i podają propozycje zasad doboru koparek wielonaczyniowych, w zależności od występujących parametrów górnictwo-geologicznych.

W dobie nowoczesnego górnictwa warunkiem koniecznym jest inwestowanie w starannie przemyślane rozwiązania, które mogą przynieść maksymalny zysk przy minimalizacji kosztów inwestycyjnych zakładu. Niedopuszczalne jest popełnienie błędu na etapie decyzji o typie bądź modelu maszyny podstawowej, jaką jest koparka wielonaczyniowa, ponieważ koszt jej zakupu jest na tyle duży, że nie można mówić o wymianie parku maszynowego po 5. czy 10. latach eksploatacji. Dodatkowo ścisłe połączenie układu K-T-Z powoduje, że zły dobór i ewentualna wymiana pojedynczego elementu układu może determinować zmiany w jej pozostałych elementach co jest błędem strategicznym firmy w konsekwencji mogącym doprowadzić do jej upadłości.

W obecnej sytuacji ważą się losy powstania nowych zagłębi górnictwo-energetycznych w kraju, szczególnie w zachodniej części Polski na złożach gubińskich i Legnicy. Autorzy zwracają

uwagę, że w przypadku powstania nowych kopalń odkrywkowych węgla brunatnego zagadnienie odpowiedniego doboru maszyn podstawowych stanie się tematem szczególnej wagi.

Zastosowanie koparek wielonaczyniowych w kontekście zróżnicowanej sytuacji geologiczno-górnictwej

Koparki wielonaczyniowe w kopalniach odkrywkowych pracują często w bardzo odmiennych warunkach. Decyduje o tym wiele czynników, spośród których do najważniejszych można zaliczyć m.in. wielkość kopalni (zdolność wydobywcza), rodzaj urabianej skały, miąższość pokładu, jednorodność pokładu czy jego zawodnienie. Elementy te determinują powstawanie coraz to nowszych konstrukcji koparek wielonaczyniowych zarówno typu tradycyjnego jak i kompaktowego. W związku z zapotrzebowaniem na nowe maszyny podstawowe wskazany jest też rozwój koparek łańcuchowych, które również spełniają ważną rolę w procesie wydobywczym. Każda z typów koparek posiada wiele zalet pod warunkiem, że zostanie ona zastosowana w odpowiednich dla niej warunkach.

W samym polskim górnictwie węgla brunatnego istnieje pełen przegląd różnorodnych warunków górnictwo-geologicznych. Dobór pracujących w nich koparek nie może być obojętny. Jeśli chodzi o zdolność wydobywczą w Polsce, kopalnia Bełchatów w 2010 r. wydobyła prawie 33 mln ton i zdjęła przy tym 102 mln m³ nadkładu. Z drugiej strony kopalnia Adamów wydobyła

4,4 mln ton przy 26 mln m³ nadkładu. Jeśli chodzi o koncentrację wydobycia, to kopalnia Turów jest typową kopalnią jednodokrywkową, natomiast kopalnia Konin w obecnej chwili prowadzi eksploatację z 3. odkrywek (Józwin IIB, Drzewce i Tomisławice), a w całej swojej historii prowadziła wydobycie aż z 11. odkrywek co czyni ją typową kopalnią wieloodkrywkową. Kolejne skrajne porównanie dotyczy jednorodności i zaburzenia pokładu. W kopalni Turów węgiel występuje w trzech pokładach węglowych poprzecinanych uskokami. Praktycznie, wszystkie piętra są piętrami mieszanymi (węglowo-nadkładowymi) stąd też urabianie i transport węgla prowadzi się wyłącznie selektywnie. W kopalni Bełchatów sytuacja jest zgoła odmienna. Złoże w polach Bełchatów i Szczerców jest jednopokładowe i nie licząc rozdzielającego oba pola wysadu solnego „Dębina” kompletnie niezaburzone.

Skala górnictwa węgla brunatnego w Niemczech jest jeszcze większa niż w Polsce. Rocznie wydobywa się tam około 170 – 180 mln ton węgla i zdejmuje około 700 – 800 mln m³ nadkładu. Choć sytuacja ta powoli się zmienia, do tej pory złoża zagospodarowywane przez naszych zachodnich sąsiadów posiadały bardzo prostą budowę geologiczną z maksymalną koncentracją wydobycia. Miało to wpływ na powstające technologie i maszyny podstawowe dedykowane dla konkretnych warunków złożowych.

Kolejnym, bardzo ważnym czynnikiem wymuszającym zastosowanie danej maszyny jest sposób zalegania złoża oraz jego rodzaj. Naturalne jest, że koparka przeznaczona do urabiania utworów średnio i trudno urabialnych musi charakteryzować się innymi parametrami niż tradycyjna koparka eksploatująca skały o mniejszych oporach kopania.

Można powiedzieć, że warunków górnictwo-geologicznych jest tyle ile powstaje kopalń odkrywkowych ponieważ każde złożo charakteryzuje się swoimi odrębnymi cechami i aby dokonać poprawnego doboru maszyn każdą sytuację należy rozpatrywać indywidualnie. W tabeli 1 przedstawiono podstawowe parametry górnictwo-geologiczne charakteryzujące polskie kopalnie węgla brunatnego.

Koparki wielonaczyniowe produkowane są przez firmy europejskie, są to m.in. niemieckie firmy FAM, TAKRAF czy ThyssenKrupp, czeskie UNEX a.s. i PRODECO a.s., ukraińskie NKMZ Kramatorsk, szwedzki SANDVIK oraz polskie KOPEX-FAMAGO i FUGO Konin czy biura projektowe: SKW

Zgorzelec, Poltegor - projekt i Poltegor Instytut.

Obecnie, w polskich kopalniach węgla brunatnego istnieje cały przekrój koparek wielonaczyniowych. Zaczynając od bełchatowskich 100-tysięczników: SchRs 4000.37,5, SchRs 4000.50, SchRs 4600.50 i SchRs 4600.30 o wydajnościach teoretycznych od 9 350 do 11 000 m³/h. W kopalni Konin pracują koparki SRs 1800 o wydajności teoretycznej 7 000 m³/h. W kopalni Turów: KWK 1500s – 4 200 m³/h, KWK 910 – 3 600 m³/h, a w kopalni Adamów mniejsze koparki, takie jak SchRs 800 o wydajności 2 160 m³/h, czy SchRs 315 – 1 030 m³/h. Ponadto w kopalni Konin pracuje pierwsza w Polsce, zaprojektowana przez SKW Zgorzelec koparka kompaktowa KWK 250 o wydajności 1 250 m³/h. Całość uzupełniają koparki łańcuchowe trzech typów Rs 400, ERs 560 i ERs 710 osiągające wydajności od 720 do 1 680 m³/h. Są to tylko nieliczne przykłady koparek pracujących w polskich kopalniach odkrywkowych. W Niemczech pracują największe koparki wielonaczyniowe tzw. 200-tysięczniki jak np. SRs 6300, której wydajność teoretyczna dochodzi do prawie 22 000 m³/h. Kopalnie niemieckie mogą również poszczycić się największymi koparkami typu łańcuchowego Es 4500 o wydajności teoretycznej 9 300 m³/h i Es 3750 o wydajności 5 680 m³/h. W generacji koparek kompaktowych można także wyznaczyć typoszereg maszyn o zróżnicowanych parametrach techniczno-technologicznych. Bardzo dobrym przykładem są koparki kompaktowe produkcji Sandvik typu PE100 o wydajności od 600 do 6700 m³/h.

Na rysunku 1 a) przedstawiono skalę wybranych modeli wielonaczyniowych koparek kołowych typu tradycyjnego, a na rysunku 1 b) typoszereg koparek kompaktowych produkowanych przez firmę ThyssenKrupp. Rysunek 2 przedstawia skalę wybranych koparek wielonaczyniowych łańcuchowych.

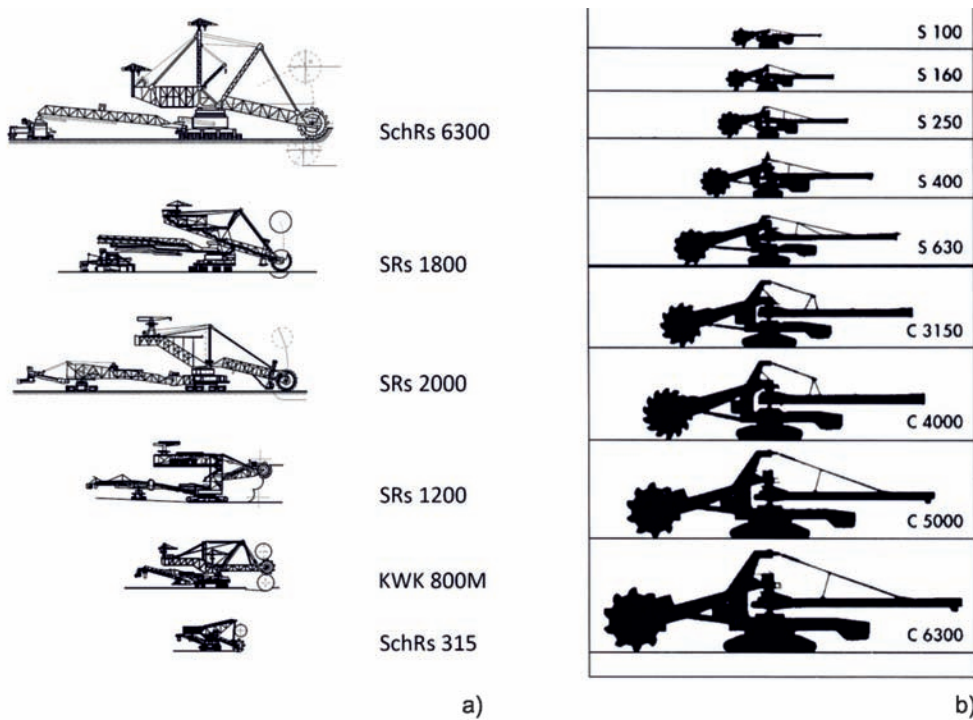
Zasady doboru koparek wielonaczyniowych

Bardzo szeroka gama już istniejących i pracujących koparek wielonaczyniowych w odmiennych warunkach górniczych pozwoliła na zebranie dużego doświadczenia, które będzie procentowało przy kolejnych doborach maszyn podstawowych. Jednak z uwagi na to, że niemożliwe jest zastosowanie każdej koparki w danych warunkach, autorzy artykułu wykorzystując dotychczasową wiedzę i obserwacje polegające na znajomości występujących warunków geologicznych, górniczych oraz

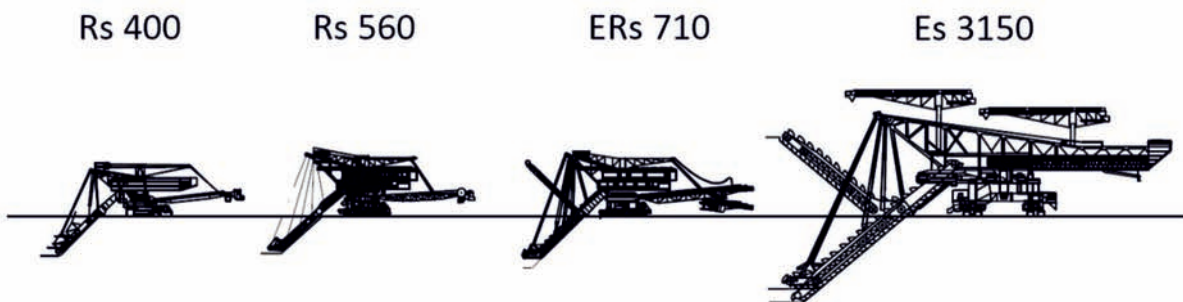
Tab. 1. Zestawienie podstawowych parametrów górnictwo-geologicznych w polskich kopalniach węgla brunatnego [5]

Tab. 1. List of primary mining and geological parameters in Polish lignite open pit mines [5]

Parametr	Jedn.	Adamów	Bełchatów	Konin	Turów
Typ kopalni	[-]	wieloodkrywkowa	wieloodkrywkowa	wieloodkrywkowa	jednodokrywkowa
Typ złoża	[-]	jednopokładowe	jednopokładowe	jednopokładowe	wielopokładowe
Zdolność wydobywcza					
Nadkład	[mln m ³]	26,4	101,9	51,9	42,3
Złoże	[mln ton]	4,4	32,9	8,8	10,3
Miąższość					
Nadkład	[m]	32,5÷41,7	24,0÷119,5	26,2÷40,7	39,0÷40,5
Złoże	[m]	4,8÷5,3	48,0÷50,0	6,5÷6,9	10,6÷16,3
Wskaźnik zawodnienia	[m ³ /tona]	16,68	8,68	8,23	1,09



Rys. 1. Skala wybranych modeli koparek wielonaczyniowych kołowych
 a) typu tradycyjnego (opracowanie własne), b) typu kompaktowego [8]
 Fig. 1. Scale of selected models bucket wheel excavators
 a) the traditional type, b) the compact type



Rys. 2. Skala wybranych modeli koparek wielonaczyniowych łańcuchowych (opracowanie własne)
 Fig. 2. Scale of the selected models bucket chain excavators

rodzajów i typów maszyn wraz z ich charakterystycznymi parametrami technologicznymi proponują zasady optymalnego doboru koparek wielonaczyniowych.

Podczas projektowania całej kopalni lub pojedynczej odkrywki parametrem nadrzędnym jest jej zdolność wydobywcza, która musi być zaplanowana i ściśle związana z mocą elektrowni. Autorzy proponują podział kopalń ze względu na uzyskiwaną przez nie zdolność wydobywczą na:

- **Kopalnie małe:** których zdolność wydobywcza węgla brunatnego wynosi 5÷10 mln ton/rok, a ilość zdejmowanego nadkładu zawiera się pomiędzy 30÷80 mln m³. Dla takich kopalń zaleca się stosowanie koparek wielonaczyniowych od 3 000÷7 000 m³/h. W zależności od pozostałych czynników górniczo-geologicznych odpowiednim wyborem będą nowe koparki typu KWK 2000 i KWK 3000 o tradycyjnej konstrukcji, bądź koparki kompaktowe klasy Sandvik P100-1600/1.5x20 lub C5000 produkcji ThyssenKrupp.
- **Kopalnie średnie:** których zdolność wydobywcza węgla brunatnego wynosi 10÷25 mln ton/rok, a ilość zdejmowanego nadkładu zawiera się pomiędzy 80÷180 mln m³. Dla takich kopalń, do zdejmowania nadkładu odpowiednim wyborem będzie stosowanie koparek wielonaczynio-

wych, o dobowej zdolności wydobywczej przekraczającej 100 000 m³. Mogą to być koparki typu SchRs 4000 i SchRs 4600 lub nowe konstrukcje typu KWK 4000. Dla wydobywania węgla w zależności od panujących warunków można zamiennie stosować duże koparki kompaktowe o wydajności teoretycznej 5000÷6000 m³/h lub koparki tradycyjne klasy KWK 2000, KWK 3000, KWK 4000.

- **Kopalnie duże:** których zdolność wydobywcza węgla brunatnego wynosi 25÷50 mln ton/rok, a ilość zdejmowanego nadkładu zawiera się pomiędzy 180÷300 mln m³. Dla takich kopalń do zdejmowania nadkładu zaleca się stosowanie koparek wielonaczyniowych o dobowej zdolności wydobywczej przekraczającej 200 000 m³. Mogą to być koparki typu SRs 6300 i koparki typu Bagger 290/293 lub nowe konstrukcje typu KWK 6000.

W każdym z typów kopalń do odkrywania lub wydobywania węgla z większych deniwelacji spągowych proponuje się stosowanie koparek łańcuchowych nowego typoszeru na bazie koparek ERs 710, Rs 560 i Rs 400. W przypadku wystąpienia szczególnie korzystnych uwarunkowań zalegania złoża można brać pod uwagę eksploatację tzw. systemem beztransportowym na wzór niemiecki tj. z wykorzystaniem mostu

przerzutowego i koparek łańcuchowych o dużej wydajności, na podwoziu szynowym.

Niemniej jednak zdolność wydobywcza nie jest jedynym kryterium doboru maszyn. Nie można bezpośrednio powiązać wielkości kopalni z rodzajem zastosowanej koparki wielonaczyniowej nie uwzględniając szeregu innych czynników.

Na etapie rozpoznawania złoża otrzymuje się szczegółowe informacje na temat warunków jego zalegania. Ważne jest, aby w trakcie planowania eksploatacji zbudować szczegółowy model geologiczny złoża w celu dokonania analizy rodzaju skał, zarówno nadkładowych jak i kopaliny. Konsekwencją błędów popełnionych na etapie zakwalifikowania skał do danej klasy urabialności może być dobór koparek o zbyt małej jednostkowej sile urabiania, które nie będą w stanie pokonać oporów urabiania danej skały. Tabela 2 przedstawia podział na klasy urabialności skał koparkami wielonaczyniowymi.

Koparki wielonaczyniowe o tradycyjnej konstrukcji prze-

glądów narzutowych na transport wewnętrzny koparki. Bardziej skomplikowana sytuacja towarzyszy urabianiu utworów trudno i bardzo trudno urabialnych. Z reguły tradycyjne koparki wielonaczyniowe nie są w stanie pokonać oporów przekraczających 120 kN/m. W takim przypadku konieczne jest zastosowanie koparek wielonaczyniowych, o specjalnej konstrukcji na wzór koparki KWK 910 lub koparek kompaktowych, których jednostkowe siły urabiania przekraczają 200 kN/m. Na rysunku 3 a) i 3 b) przedstawiono koparkę KWK 910 o specjalnej konstrukcji zaprojektowaną przez SKW Zgorzelec dla kopalni Turów i koparkę kompaktową S 800 produkcji TheyszenKrup pracującą w Tajlandii przy urabianiu skał bardzo trudno urabialnych.

Oprócz parametrów wytrzymałościowych skał, podczas rozpoznania geologicznego i budowy cyfrowego modelu złoża należy dokładnie poznać i w procesie doboru koparek wielonaczyniowych uwzględnić budowę i sposób zalegania złoża.

Tab. 2. Klasyfikacja urabialności skał koparkami wielonaczyniowymi
Tab. 2. Classification of rock workability by bucket ladder excavator

Lp.	Klasa urabialności	Rodzaj skały	K_L kN/m
1	Bardzo łatwo urabialne	piaski, żwiry, piaski gliniaste, glina piaszczysta, humus	0-50
2	Łatwo urabialne	gliny, iły, węgiel brunatny	60-75
3	Średnio urabialne	twarde gliny i iły, lupek ilasty, twardy węgiel brunatny	75-120
4	Trudno urabialne	wapień, margiel, kreda, gips, fosforyty, twardy węgiel brunatny, zlepieniec	120-150
5	Bardzo trudno urabialne	twardy i bardzo twardy węgiel, piaskowiec, kreda, margiel	150-250 i więcej

znaczone są do urabiania skał łatwo urabialnych. W takich warunkach najlepiej sprawdzają się koparki o dużej wydajności tzw. 100 i 200-tysięczniki. W przypadku występowania w warstwach nadkładowych wkładek trudno urabialnych lub gładów narzutowych zaleca się stosowanie koparek, których pojemności naczyń nie przekraczają 2500 dm³. Zapobiega to powstawaniu dużych brył oraz uniemożliwia załadowanie

Najbardziej optymalną sytuacją jest występowanie jednopokładowego, nienachylonego i niezaburzonego złoża. W rzeczywistości inżynierowie rzadko mają do czynienia z warunkami idealnymi a złożom towarzyszą przerosty i rozmycia. Często eksploatację utrudniają uskoki, które znacznie komplikują wybieranie kopaliny. Jednoznaczny podział na piętra nadkładowe i węglowe nie jest możliwy, co za tym idzie, konieczne



a)



b)

Rys. 3. Koparki wielonaczyniowe przeznaczone do urabiania utworów trudno- i bardzo trudno urabialnych

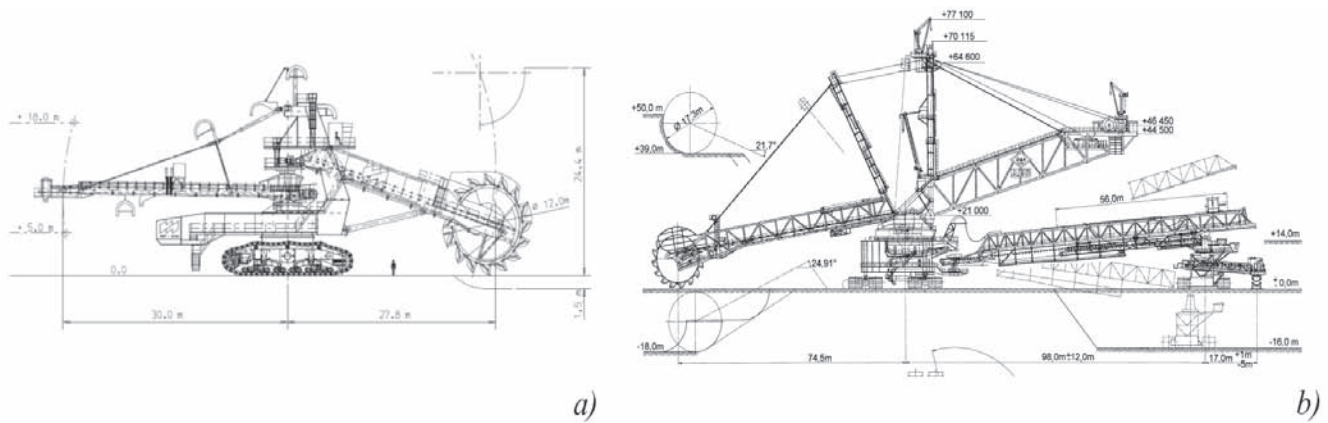
a) KWK 910 w kopalni Turów (fot. SKW Zgorzelec),

b) S 800 w kopalni Mae Moh (Tajlandia) (fot. TheyszenKrupp)

Fig. 3. Bucket wheel excavators designed for hard to mine rock excavation

a) KWK 910 in Turów mine,

b) S 800 in Mae Moh mine (Thailand)



Rys. 4. Typy koparek wielonaczyniowych proponowane dla eksploatacji selektywnej

a) mobilna koparka kompaktowa PE100-1500-1.5 24.4 [9] b) koparka SchRs 4000.50 o konstrukcji tradycyjnej z długim wysięgnikiem [10]

Fig. 4. Types of bucket wheel excavators suggested for selective exploitation

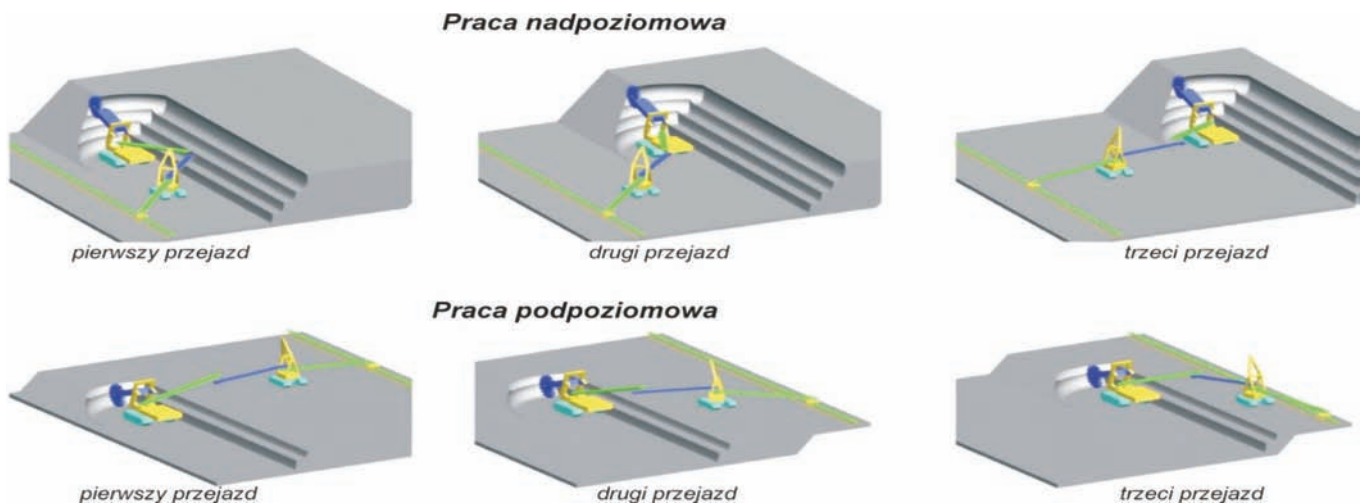
a) PE100-1500-1.5 24.4 mobile compact BWE b) SchRs 4000.50 BWE with long excavation boom

jest prowadzenie eksploatacji selektywnej. Z uwagi na jej charakter nie zaleca się doboru dużych koparek o konstrukcji tradycyjnej, z krótkim wysięgnikiem na wzór koparki SchRs 4600.30. Ograniczenia konstrukcyjne (krótki wysięgnik – mały zasięg pionowy i poziomy) determinuje częste przemieszczanie się koparki, które przy jej gabarytach (około 4 700 ton) jest procesem wysoko energochłonnym, generującym zbyt duże straty związane z ruchami manewrowymi. Ma to decydujący wpływ na osiąganą wydajność eksploatacyjną koparki. Autorzy artykułu, w przypadku prowadzenia eksploatacji selektywnej, rekomendują dwa rozwiązania. Pierwszym z nich jest zastosowanie koparki kompaktowej o zwartej konstrukcji, która charakteryzuje się mobilnym przemieszczaniem i sprawnymi ruchami wysięgnika urabiającego, drugim, w przypadku urabiania utworów o korzystnych parametrach, koparki o budowie tradycyjnej z długim wysięgnikiem. Taka konstrukcja pozwala na swobodne wybieranie osobnych warstw, bez konieczności przemieszczania się koparki.

Mięszkości złóż kopalnin mogą mieć kilka metrów bądź, jak w kopalni Bełchatów nawet do 50 i więcej metrów. Ważnym parametrem technicznym koparek wielonaczyniowych jest ich pionowy zasięg urabiania powiązany ściśle z maksymalnym wzniosem i opuszczeniem osi koła naczyniowego. W wyniku badań geotechnicznych uzyskuje się maksymalne nachylenie skarpy, jakie można wyprofilować aby zapewnić jej stateczność. Łagodne nachylenia skarp, najłatwiej kształtować koparkami

o długim wysięgniku urabiającym, bądź koparkami wysuwowymi. W celu osiągnięcia wymaganych nachyleń skarp coraz częściej stosuje się eksploatację podpiętami, w wyniku której poprzez zmniejszenie wysokości urabianych pięter uzyskuje się łagodniejsze nachylenie skarp zarówno czołowych jak i bocznych. Z punktu widzenia doboru maszyny urabiającej, dzięki tej metodzie wymagane nachylenia skarp można uzyskać każdym typem koparki wielonaczyniowej.

Kolejnym parametrem ważnym dla prowadzenia efektywnej eksploatacji jest zasięg ładowania, liczony od osi obrotu nadwozia koparki wielonaczyniowej do załadunku na przenośnik poziomy. Im większy zasięg ładowania tym rzadziej zachodzi konieczność przesuwania przenośnika poziomego. Koparki tradycyjne z uwagi na swoją konstrukcję i wysięgniki załadowcze o długości: 58 m (koparka SRs 1200), 65 m (koparka KWK 1500s), 85 m (koparka SchRs 4600.30), 98 m (koparka SRs 6300) mają zdecydowaną przewagę nad koparkami kompaktowymi, których wysięgniki załadowcze zwykle osiągają od kilkunastu do maksymalnie 30 m. Niemniej jednak zastosowanie przenośników samojezdnych typu PB produkcji Sandvik lub PGOT produkcji polskiej, współpracujących z koparkami kompaktowymi, pozwala praktycznie na całkowite wyeliminowanie tej różnicy konstrukcyjnej. Koparka kompaktowa PE100-1500-1.5 24.4 (wysięgnik załadowczy 30 m) w układzie z przenośnikiem PB100-1800-30-35 (wysięgnik odbierający 34 m, wysięgnik załadowczy 35 m) daje łączny poziomy za-



Rys. 5. Możliwości pracy układu koparka kompaktowa – przenośnik samojezdny po prawej oraz po lewej stronie przenośnika poziomego [9]

Fig. 5. Working possibilities of compact BWE - mobile conveyor belt system on the right and on the left side conveyor belt



Rys. 6. Schemat blokowy doboru koparek wielonaczyniowych do kopalń odkrywkowych
Fig. 6. Block diagram of the bucket ladder excavator selection for open pit mines

sięg ładowania 99 m. Jest to wynik uzyskiwany na poziomie największych nadkładowych koparek wielonaczyniowych. Na rysunku 5 pokazano możliwości pracy jakie daje praca układu: koparka kompaktowa – przenośnik samojezdny.

Dzisiejsze rozwiązania stosowane przez inżynierów górników pozwalają na wyeliminowanie różnic konstrukcyjnych poszczególnych typów maszyn. W związku z tym podczas doboru koparki parametry takie jak pionowy zasięg urabiania i poziomy zasięg ładowania stają się czynnikiem drugorzędym.

Podsumowanie

Optymalny dobór maszyny podstawowej jaką jest koparka wielonaczyniowa do występujących parametrów górniczo-geologicznych jest tematem bardzo ważnym. Z uwagi na koszt zakupu i okres pracy tj. długość życia koparki = długość życia

odkrywki, zawsze jest decyzją o charakterze strategicznym. W artykule zostały omówione wybrane parametry górniczo-geologiczne, które muszą zostać uwzględnione w procesie doboru koparki wielonaczyniowej. Wynikiem przeprowadzonej przez autorów analizy jest schemat blokowy doboru koparek wielonaczyniowych do kopalń odkrywkowych przedstawiony na rysunku 6.

Należy pamiętać o tym, że bezcenną wskazówką przy doborze koparek wielonaczyniowych jest zgromadzone dotychczas doświadczenie zebrane w polskich jak i zagranicznych kopalniach stosujących eksploatację z układem ciągłym. Zarówno dobre rozwiązania, sprawdzające się i funkcjonujące przez wiele lat, jak i błędy i spowodowane nimi katastrofy, powinny być brane pod uwagę i uwzględniane w przyszłych procesach doboru maszyn.

Literatura

- [1] Kasztelewicz Z., *Analiza możliwości zastosowania koparek kompaktowych w polskich kopalniach węgla brunatnego*. Górnictwo Odkrywkowe nr 5. Redakcja „Górnictwo Odkrywkowe”, Wrocław 2011
- [2] Kasztelewicz Z., Sypniowski S., Zajączkowski M., 2010: *Koparki kompaktowe Cz. 1, Porównanie koparek kompaktowych w węgierskich odkrywkach węgla brunatnego*. Węgiel brunatny, nr 1 (70). 2010.: Biuletyn Informacyjny Porozumienia Producentów Węgla Brunatnego. Bogatynia
- [3] Kasztelewicz Z., Sypniowski S., Zajączkowski M., 2010: *Koparki kompaktowe Cz. 2, Porównanie koparek kompaktowych i tradycyjnych*. Węgiel Brunatny nr 2 (71). 2010.: Biuletyn Informacyjny Porozumienia Producentów Węgla Brunatnego. Bogatynia
- [4] Kasztelewicz Z., *Koparki wielonaczyniowe i zwalowarki taśmowe. Technologia pracy*, Kraków 2012
- [5] Kasztelewicz Z., *Węgiel brunatny. Optymalna oferta energetyczna dla Polski*” Redakcja „Górnictwo Odkrywkowe”, Bogatynia 2007 Wrocław
- [6] Kołkiewicz W., *Zastosowanie maszyn podstawowych w górnictwie odkrywkowym*. Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice 1974
- [7] Kozłowski Z., *Technika prowadzenia robót w kopalniach odkrywkowych*. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1974
- [8] Trümper R., Mining with standard bucket wheel excavators. Bulk and solids handling, vol. 16, No. 3/1996
- [9] www.sandvik.com
- [10] Materiały KWB Bełchatów. Materiały niepublikowane