Górnictwo i Geoinżynieria • Rok 31 • Zeszyt 2 • 2007

*Janusz Bojczuk**, *Adam Bajcar***

KOPALNIA WĘGLA BRUNATNEGO „BARSINGSAR" W INDIACH. NAJWAŻNIEJSZE ZAGADNIENIA TECHNOLOGII WYDOBYCIA, PRZERÓBKI, TRANSPORTU WĘGLA ORAZ ODWODNIENIA

1. Wstęp

Szybki rozwój gospodarczy Radżastanu, stanu znajdującego się w północno-wschodniej części Indii, wywołuje potrzebę wytwarzania większych ilości energii z wykorzystaniem lokalnych zasobów paliw stałych. W związku z tym Neyveli Lignite Corporation Ltd. (NLC) od dłuższego czasu zabiegało o możliwość budowy elektrowni o mocy 250 MW zasilanej węglem brunatnym ze złoża Barsingsar.

Zasoby tego złoża wynoszą niemal 61 mln Mg i są podzielone na trzy pola:

1) główne — 53 mln Mg,
2) odnogę północno-wschodnią — 3,76 mln Mg,
3) zachodnie — 4,95 mln Mg.

Zasoby te zapewnią około 30 lat pracy elektrowni, w tym około 25 lat zabezpieczy eksploatacja pola głównego, po czym wyeksploatowana zostanie odnoga północno-wschodnia i ewentualnie pole zachodnie.

W wyniku wygranego przetargu Poltegor-Projekt sp. z o.o. otrzymał od NLC zamówienie na wykonanie szczegółowego projektu eksploatacji pola głównego złoża Barsingsar w oparciu o technologię wykorzystującą koparki jednonaczyniowe oraz samochody. Do zdejmowania nadkładu, jego transportu oraz składowania założono zakontraktowanie firm zewnętrznych, natomiast eksploatacja węgla wraz z jego przeróbką oraz transportem realizowana będzie przez służby własne NLC.

Zamówiony projekt powinien spełniać następujące wymagania inwestora:

— skompletowanie wszystkich niezbędnych danych dla opracowania specyfikacji do procedur przetargowych; w wyniku rozstrzygnięć przetargów zapewnione będą dostawy

* Poltegor-Projekt sp. z o.o., Wrocław

sprzętu i wyposażenia do prowadzenia eksploatacji, a także infrastruktura warsztatowo-remontowa wraz z obiektami towarzyszącymi;
— zapewnienie osiągnięcia terminów udostępnienia miejsca pod budowę kruszarni węgla i jej uruchomienia;
— osiągnięcie pełnej wydajności odkrywki około 2,1 mln Mg/rok w czwartym roku od rozpoczęcia zdejmowania nadkładu.

2. Zakres projektu

Projekt wykonany przez Poltegor-Projekt sp. z o.o. [1] obejmował następujący zakres:

— planowanie krótko- i długoterminowe kopalni, wraz z ustaleniem konfiguracji zboczy, tak aby zapewnione zostało planowane wydobycie węgla ok. 2,1 mln Mg/rok;
— harmonogram wydobycia węgla oraz zdejmowania nadkładu, odkrywania pokładu węgla;
— program homogenizacji węgla bazujący na wymaganiach elektrowni;
— projekt zwałowiska zewnętrznego oraz składowiska piasków eolicznych;
— harmonogram zwałowania na zwałowisku zewnętrznym i wewnętrznym;
— harmonogram składowania popiołów paleniskowych;
— dobór ilości maszyn podstawowych, projekt techniczny kruszarni oraz systemu odstawy węgla do elektrowni;
— projekty techniczne zaplecz;
— projekt odwodnienia;
— szczegółowy plan rekultywacji, zalesienia oraz kształtowania krajobrazu po zakończeniu eksploatacji;

3. Technologia eksploatacji

Węgiel brunatny w złożu Barsingsar charakteryzuje się wysoką kalorycznością, wynoszącą średnio 2996 kcal/kg, oraz znikomym zasiarczeniem. Rozkład przestrzenny parametrów jakościowych w złożu jest jednak nierównomierny. W centralnej części złoża, zalegającej na najmniejszej głębokości, znajduje się węgiel o najlepszych parametrach jakościowych, które ulegają jednak pogorszeniu wraz ze zbliżaniem się do granicy złoża i wzrostem głębokości jego zalegania [2]. Warunki geologiczne oraz wymagania co do jakości węgla (minimalna kaloryczność węgla dostarczanego do elektrowni powinna wynosić 2600 kcal/kg) zdecydowały o wyborze wachlarzowo-równoległego kierunku eksploatacji. Taki sposób rozwoju eksploatacji w odkrywce zapewnia możliwość bieżącego uśredniania parametrów jakościowych węgla już w fazie eksploatacji, a także, z powodu umieszczenia wkopu udostępniającego w najpłytszej części złoża, ogranicza wielkość zwałowiska zewnętrznego i w konsekwencji zmniejsza koszty inwestycyjne.

Zespół projektowy Poltegor-Projekt sp. z o.o. zaproponował zastosowanie następującej ilości maszyn podstawowych — tabela 1.

TABELA 1

Maszyny podstawowe przewidziane do eksploatacji złoża „Barsingsar"

Zdejmowanie nadkładu	
Koparka jednonaczyniowa, podsiębierna, o pojemności łyżki 3,5 m^3	4
Koparka jednonaczyniowa, podsiębierna, o pojemności łyżki 4,0 m^3	8
Samochody o ładowności 35 Mg	20
Samochody o ładowności 40 Mg	40
Eksploatacja węgla	
Koparka jednonaczyniowa, nadsiębierna, o pojemności łyżki 5,5 m^3	1
Koparka jednonaczyniowa, podsiębierna, o pojemności łyżki 5,5 m^3	1
Koparka jednonaczyniowa, podsiębierna, o pojemności łyżki 4,6 m^3	1
Samochody o ładowności 40 Mg	12
Samochody przegubowe o ładowności 40 Mg	3

Do współpracy z koparkami o pojemności łyżki 3,5 m^3 przewidziano samochody o ładowności 35 Mg. Układ ten przeznaczony jest do urabiania piasków eolicznych znajdujących się na wierzchowinie oraz zalegającego pod nimi kankaru. Piaski eoliczne zostaną odtransportowane na składowisko tymczasowe znajdujące się w pobliżu północnej granicy odkrywki, natomiast kankar zostanie wykorzystany do budowy dróg technologicznych o zwiększonym natężeniu ruchu. Koparki o pojemności łyżki 4,0 m^3 oraz samochody o ładowności 40 Mg przeznaczone są do zdejmowania niżej ległych partii nadkładu. Nadkład ten w początkowej fazie rozwoju odkrywki zostanie przetransportowany na zwałowisko zewnętrzne o pojemności 42 mln m^3. Z początkiem szóstego roku eksploatacji rozpocznie się budowa zwałowiska wewnętrznego o pojemności 182,5 mln m^3. Nadkład z frontu roboczego transportowany będzie samochodami półkami transportowymi znajdującymi się na zewnętrznym zboczu odkrywki.

Do eksploatacji pokładu węgla przewidziano dwie koparki o pojemności łyżki 5,5 m^3 oraz jedną o pojemności łyżki 4,6 m^3, która służyć będzie do eksploatacji na końcówkach frontów. Z powodu ograniczeń przestrzennych z koparką tą współpracować będą samochody przegubowe charakteryzujące się zmniejszonym promieniem skrętu. Węgiel brunatny dostarczany będzie samochodami do kruszarki, skąd przenośnikami taśmowymi transportowany będzie do odległej o około 2 km elektrowni.

Opracowany przez Poltegor-Projekt sp. z o.o. szczegółowy projekt eksploatacji złoża Barsingsar przedstawia wszystkie fazy eksploatacji złoża, w tym comiesięczne stany od początku eksploatacji do końca budowy wkopu udostępniającego wraz z planem pracy maszyn oraz plan zamykania kopalni dla dwóch wariantów eksploatacji, zakładających dziesięcio- i dwunastometrowe skarpy (tab. 2 i 3, rys. 1 i 2).

TABELA 2

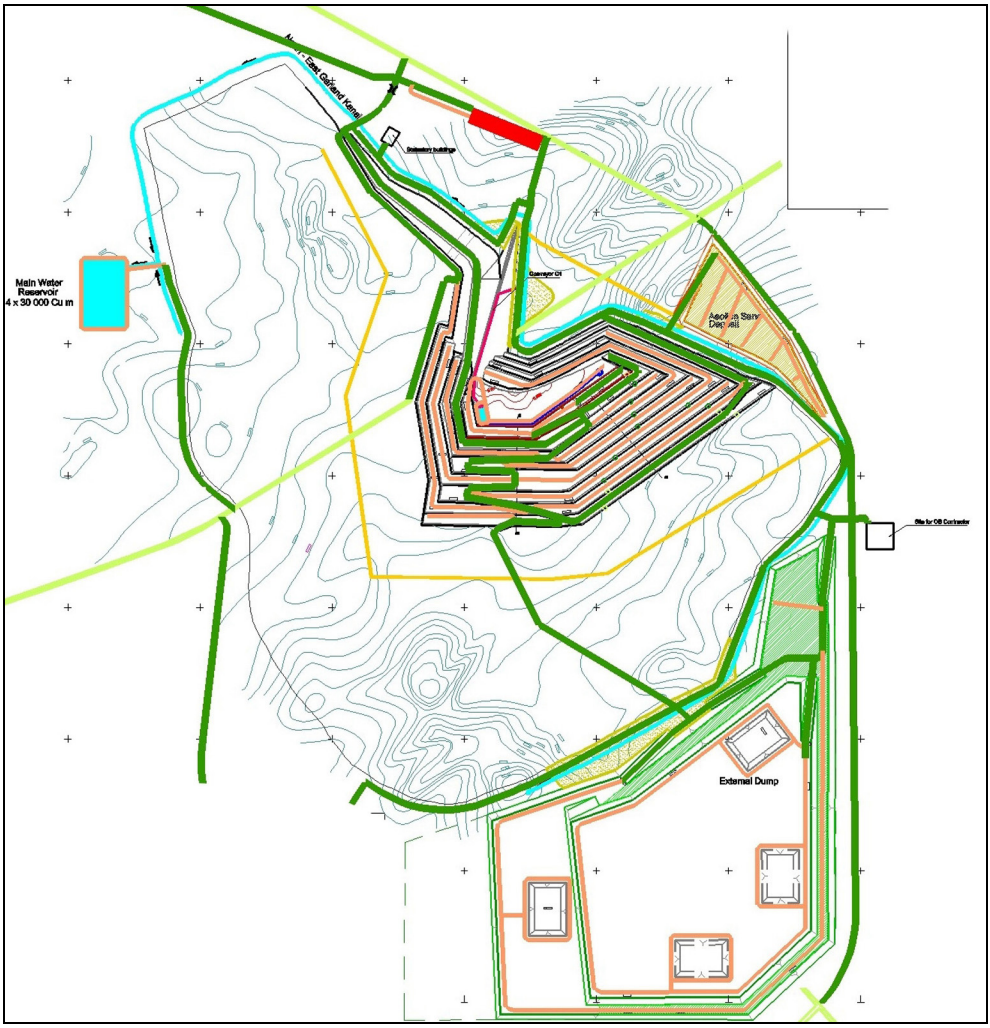
Plan wydobycia na cały okres eksploatacji złoża

Rok	Produkcja węgla, mln Mg		Zdejmowanie nadkładu, mln m^3	
	roczna	łączna	roczna	łączna
1	3	4	7	8
1	–	–	7,1	7,1
2	–	–	9,2	16,3
3	1,7	1,7	9	25,3
4	2,1	3,8	8,9	34,2
5	2,1	5,9	5,5	39,7
lata 6–10	10,5	16,4	38,4	78,1
lata 11–15	10,5	26,9	44,5	122,6
lata 16–20	10,5	37,4	36,5	159,1
lata 21–25	10,5	47,9	39	198,1
lata 26–30	7,6	55,5	39,9	238
	55,5		238	

TABELA 3

Harmonogram zwałowania, **mln m^3**

Rok produkcji	Zdejmowanie nadkładu rocznie	Lokalizacja		
		Zwałowiska zewnętrzne		Zwałowisko wewnętrzne
		Składowisko piasków eolicznych	Zwałowisko główne zewnętrzne	
–2	7,1	0,9	7,1	–
–1	9,2	0,1	9,2	–
1	9	–	9	–
2	8,9	–	8,9	–
3	5,5	–	5,5	–
4	9,3	–	–	9,3
5	6,3	–	–	6,3
lata 6–10	40,6	–	–	40,6
lata 11–15	41,3	–	–	41,3
lata 16–20	37,5	–	–	37,5
lata 21–25	41,7	–	–	41,7
lata 26–28	21,6	–	–	21,6
Razem	238	1	39,7	198,3



Rys. 1. Stan odkrywki „Barsingsar" na koniec 3 roku eksploatacji

Z powodu występowania w rejonie skał zwięzłych, których urabianie koparkami nie będzie efektywne, zaproponowane zostało strzelanie rozluzowujące z zastosowaniem materiałów wybuchowych.

Podczas projektowania zwałowania nadkładu, konieczne było ustalenie lokalizacji kwater, w których składowane będą niewykorzystane do produkcji cementu popioły paleniskowe z elektrowni. Zgodnie z założeniami NLC projekt przewiduje konieczność składowania popiołów paleniskowych do 10 roku produkcji węgla, popiół składowany będzie głównie na zwałowisku zewnętrznym. Po tym okresie NLC przewiduje wykorzystanie w całości popiołów paleniskowych w produkcji cementu (tab. 4).

Rys. 2. Odkrywka „Barsingsar" w ostatniej fazie eksploatacji

TABELA 4

Harmonogram składowania popiołów paleniskowych, **m^3**

Rok produkcji	Główne zwałowisko zewnętrzne	Zwałowisko wewnętrzne
1	294 412	0
2	315 000	0
3	280 000	0
4	245 000	0
5	210 000	0
6	175 000	0
7	140 000	0
8	105 000	0
9	70 000	0
10	0	35 000

4. Stacja kruszenia węgla i system transportu węgla

Poltegor-Projekt sp. z o.o. w swym opracowaniu projektowym zaproponował transportowanie węgla z odkrywki do elektrowni przenośnikami taśmowymi.

Z powodu dużej zwięzłości węgla w złożu „Barsingsar" oraz zastosowania do eksploatacji układu koparka łyżkowa–samochód, konieczne stało się zastosowanie kruszarni do rozbicia brył węgla do rozmiarów umożliwiających ich transport do elektrowni przenośnikami taśmowymi.

Na podstawie analizy podobnych warunków występujących w kopalni „Neyveli" w Tamilnadu przyjęto 300 mm jako maksymalny rozmiar brył po kruszeniu (tab. 5).

Opracowane zostały dwa warianty systemu przeróbki węgla.

Wariant 1

System przeróbki węgla składać się będzie z dwóch urządzeń składających się z następujących elementów:

— zbiornik załadunkowy,
— kruszarka walcowa,
— podajnik stalowo-członowy.

Wariant ten zakłada zastosowanie rusztu na wlocie do zbiornika załadunkowego, na którym rozbijane będą bryły większe niż 700 mm.

Wariant 2

System przeróbki węgla składać się będzie z dwóch urządzeń składających się z następujących elementów:

— zbiornik załadunkowy,
— podajnik stalowo-członowy,
— kruszarka walcowa,
— zsuwnia.

W wariancie tym zarówno kruszarka, jak i podajnik muszą być dostosowane do maksymalnej wielkości brył węgla wynoszącej ponad 1000 mm.

Transport węgla do elektrowni realizowany będzie za pomocą ciągu pięciu przenośników taśmowych (C0, C1, ..., C4) o wydajności 800 Mg/h, szerokości taśmy 1200 mm i prędkości 2,2 m/s.

Przenośniki C0, C1 i C2 przewidziane są do bezpośredniego transportu węgla z odkrywki do elektrowni. Dodatkowo przewidziano stworzenie składowiska węgla przy odkrywce o pojemności 12 000 Mg węgla, które wraz z obsługującymi je przenośnikami C3 i C4 użytkowane będą tylko w czasie awarii przenośnika C2.

TABELA 5

Analiza wielkości brył z północnego frontu kopalni „Mine II" w Neyveli

Nr próby	Rozmiar brył od 300 do 400 mm), Mg	Rozmiar brył (od 400 do 500 mm), Mg	Rozmiar brył od 500 do 1000 mm), Mg	Rozmiar brył (powyżej 1000 mm), Mg	Rozmiar brył (powyżej 300 mm), Mg	Ładunek całkowity z frontu, Mg	Rozmiar brył (poniżej 300 mm), Mg	% od 300 do 400 mm	% od 400 do 500 mm	% od 500 do 1000 mm	% powyżej 1000 mm	% powyżej 300 mm
1.	0,78	0,79	0,85	1,22	3,64	7,56	3,92	10,32	10,45	11,24	16,14	48,15
2.	0,50	0,30	0,37	0,75	1,92	9,09	7,17	5,50	3,30	4,07	8,25	21,12
3.	0,40	0,76	0,76	1,89	3,81	7,95	4,14	5,03	9,56	9,56	23,77	47,92
4.	0,63	1,15	0,69	1,33	3,80	8,99	5,19	7,01	12,79	7,68	14,79	42,27
Suma	2,31	3,00	2,67	5,19	13,17	33,59	20,42	6,88	7,68	7,95	15,45	39,21

5. Gospodarka wodna oraz infrastruktura

Rejon Barsingsar jest rejonem pustynnym bez cieków powierzchniowych. Średnie opady roczne wynoszą 250 mm, głównie w okresie od czerwca do sierpnia. Takie uwarunkowania pozwoliły na zastosowanie systemu odwadniania składającego się z pompy pływającej znajdującej się na dnie wyrobiska, odprowadzającej wodę rurami do rowów opaskowych, odprowadzających ją do zbiornika wody, która jest wtórnie wykorzystywana do celów technologicznych.

W wykonanym opracowaniu zawarto projekty techniczne warsztatów maszyn, pomieszczeń socjalnych, sanitariatów, parkingów oraz pomieszczeń obsługi wraz z planem zasilania elektrycznego tych obiektów oraz dostarczania wody i odprowadzania ścieków. Woda pitna oraz woda do pomieszczeń socjalnych dostarczana będzie rurociągiem z odległego o około 50 km kanału Indiry Ghandi.

6. Podsumowanie

Projektowanie odkrywki Barsingsar było szczególnie istotnym przedsięwzięciem w historii Poltegor-Projekt sp. z o.o. Możliwe było wykorzystanie doświadczeń firmy w dziedzinie planowania kopalni odkrywkowej w niespotykanej w Polsce technologii eksploatacji złóż węgla brunatnego za pomocą koparek łyżkowych oraz samochodów, przeróbki węgla do celów transportu, rekultywacji oraz gospodarki wodnej w warunkach pustynnych.

LITERATURA

[1] Detailed Mine Planning Report for Barsingsar Lignite Mine Project, Rajasthan. Poltegor-Projekt sp. z o.o., Wrocław 2005

[2] Geological Report on the Exploration for Lignite Barsingsar Block Disst. Bikaner — Rajasthan. Mineral Exploration Corporation Ltd., 1989