

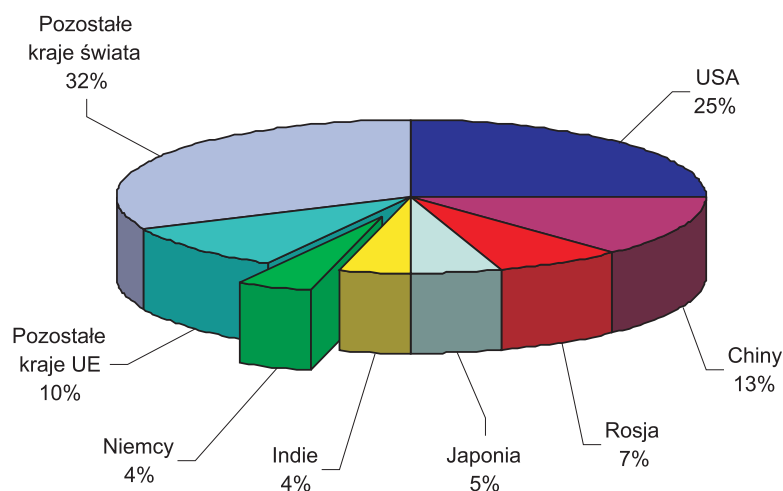
*Piotr Czaja**

NIEMIECKIE GÓRNICTWO WĘGLOWE I OCHRONA ŚRODOWISKA NA PRZYKŁADZIE GOSPODARKI ODPADAMI W DSK ANTHRACIT IBBENBÜREN GmbH

1. Wprowadzenie

Z najnowszych raportów o stanie gospodarki niemieckiej nie płyną może najbardziej optymistyczne doniesienia, ale jej, dotychczas dobra, kondycja nie wskazuje na większe negatywne zmiany i zagrożenia. Państwo niemieckie wykazuje troskę o swych obywateli między innymi poprzez niebywałą dbałość o środowisko naturalne. Problem ten odniesiony do górnictwa jest szczególnie istotny, jako że dzisiejsze Niemcy są spadkobiercą problemów powstałych po upadku odkrywkowego górnictwa węgla brunatnego i górnictwa rud uranu (głównie były NRD) i potęgi górnictwa podziemnego węgla kamiennego w Zagłębiu Ruhry. Od roku 1991 nakładem przeszło 13,5 mld DM (ok. 7 mld euro) likwidowane są katastrofalne dla środowiska skutki górnictwa rud uranu w Saksonii i Turyngii, przekształcane są rozległe – silnie zdewastowane – tereny po górnictwie węgla brunatnego w rejonie Lipska, trwa nieustannie rewitalizacja regionów przemysłowych w Zagłębiu Ruhry i w czynnych kopalniach odkrywkowych węgla brunatnego. Mimo to Niemcy z dużą starannością wywiązują się z międzynarodowych zobowiązań względem ochrony środowiska. W roku 2002 Niemcy wyemitowały do atmosfery około 4% ogólnoświatowej ilości CO₂ (rys. 1) [4]. Zgodnie z protokołem z Kioto Niemcy zobowiązane były obniżyć do roku 2008 w porównaniu z rokiem 1990 emisję wszystkich objętych protokołem gazów o 21%. Tymczasem do chwili obecnej ograniczyły tę emisję już o 20%, co równa się 240 mln ton [4]. Jest to w liczbach bezwzględnych wynik najlepszy na świecie i znacznie lepszy od średniej europejskiej, która na zaplanowane 340 mln ton, stanowiące wymagane 8%, do chwili obecnej obniżyła emisję tylko o około 125 mln ton, czyli o około 3%.

* Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków



Rys. 1. Światowa emisja CO₂ do atmosfery w 2002 roku (wg EU-2003)

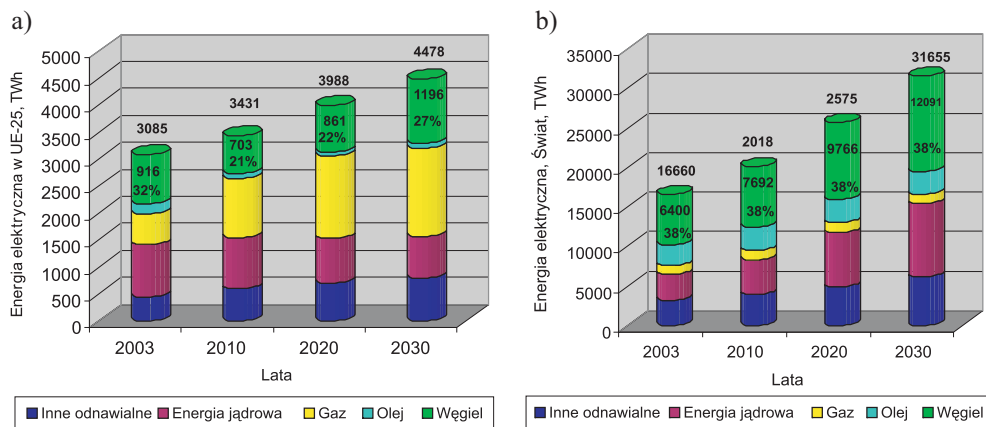
Źródło: [4]

Wynik ten jest po części rezultatem zmniejszenia produkcji w przemyśle ciężkim, ale głównie do uzyskania tego rezultatu przyczyniły się wprowadzane masowo energooszczędne technologie i niebywale wysoka kultura techniczna spalania i oczyszczania gazów spalinowych.

Choć powszechnie za nadmierną emisję CO₂ do atmosfery obarcza się odpowiedzialnością przede wszystkim górnictwo, to na przykładzie Niemiec widać wyraźnie, że opinia taka jest nieuzasadniona. Z 4% CO₂ emitowanego do atmosfery z górnictwa pochodzi tylko 0,3% w skali świata, czyli w odniesieniu do Niemiec około 7,5%. Jasne jest również, że CO₂ nie będzie kryterium likwidacji lub rozwoju górnictwa węglowego.

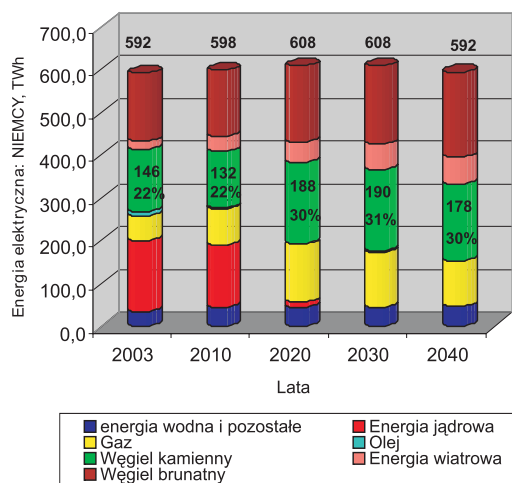
Z prognoz dostępnych w Niemczech [4] wynika, że żaden z krajów na świecie, który posiada zasoby węgla kamiennego lub brunatnego, nie zrezygnuje z jego wydobywania. O ile obecnie w skali świata około 38% energii elektrycznej pochodzi z węgla kamiennego, to procentowy jego udział w źródłach energii do roku 2030 się nie zmieni, co przy wzroście ilości produkowanego prądu z 16 660 TWh w 2003 r. do 31 655 TWh w 2030 r. wskazuje na potrzebę podwojenia produkcji tego surowca [4]. Podobnie Unia Europejska prognozuje wzrost produkcji energii elektrycznej z ok. 3085 TWh w roku 2003 do 4478 TWh w roku 2030, zmniejszając udział energii z węgla tylko nieznacznie z 32% obecnie do 27% w 2030 r. (rys. 2) [4].

Niemcy nie pozostają obojętni na taki scenariusz rozwoju energetyki. Jeżeli politycy działający czasami w tej sprawie mało rozważnie nie popełnią jakiegoś grubego błędu, to stratedzy gospodarczy będą forsować prognozy zgodne z założeniami (rys. 3). Wynika z nich, że w Niemczech nie da się obronić energetyki jądrowej. Energetyka wiatrowa zostanie rozbudowana do mocy zapewniającej w bilansie energii ponad 10% udział energii odnawialnej. Podstawowym źródłem energii elektrycznej ma być węgiel kamienny i brunatny. Niemcy posiadają duże zasoby tego surowca, a problem leży tylko w odpowiedniej technologii jego wydobywania i spalania.



Rys. 2. Produkcja energii elektrycznej w UE-25 (a) i na świecie (b) w 2003 r. i prognozy do roku 2030, w zależności od źródeł energii

Źródło: [4]



Rys. 3. Bilans źródeł do produkcji energii elektrycznej w Niemczech do roku 2040

Źródło: [4]

W tej sytuacji warto pamiętać, że udokumentowane zasoby węgla na świecie przy prognozowanej intensyfikacji wydobywania mogą służyć ludzkości statystycznie przez około 250 lat, podczas gdy udokumentowane zasoby ropy i gazu są znacznie skromniejsze (statystycznie 40–60 lat) i są rozlokowane – niestety – w obszarach, które przez ostatnie dziesięciolecia należą do najmniej stabilnych i najmniej przewidywalnych regionów gospodarczych świata.

Z powyższego wynika, że węgiel winien być wykorzystywany w pełnym zakresie, zwłaszcza przez państwa, które posiadają jego złoża, a nie mają zasobów ropy i gazu. Oczy-

wiecie nikt rozsądny nie wyklucza możliwości odkrycia zupełnie innych – tańszych i bezpieczniejszych w wykorzystywaniu – źródeł i technologii pozyskiwania energii. Wtedy wszystkie prognozy będą musiały to uwzględnić.

Najczęściej przytaczanym przez przeciwników węgla jako podstawowego źródła energii argumentem jest ochrona środowiska. Podstawowy problem oddziaływania górnictwa węglowego na środowisko sprowadza się do właściwej gospodarki złóżami oraz powstającymi w trakcie eksploatacji odpadami masowymi. DSK Anthrazit Ibbenbüren GmbH jest doskonałym przykładem przedsiębiorstwa, w którym problem ten jest dostrzegany i rozwiązywany w skali długoterminowej.

Celem artykułu jest zaprezentowanie osiągnięć kopalni w tym zakresie.

2. Produkcja DSK i odpady masowe

Bardzo wysoka jakość antracytu wydobywanego w Ibbenbüren (tab. 1) sprawia, że jest on wydobywany mimo wysokich kosztów, znacznie przewyższających obecne ceny na światowym rynku.

TABELA 1

Parametry techniczne antracytu z kopalni DSK w Ibbenbüren

Lp.	Parametr	Wartość
1	Części nielotne	5÷6%*
2	Wartość opałowa	33 400 kJ/kg
3	Zawartość popiołu (średnia w złożu)	3÷4%
4	Zawartość siarki	poniżej 1,0%
5	Wilgotność naturalna	0,0%

* wartość dopuszczalna dla antracytu wynosi 10%



Rys. 4. Bezobsługowa kotłownia z piecem retortowym

Przy obecnym wydobyciu 1871 tys. ton węgla netto (w roku 2003), ponad 1400 tys. ton spalane jest wprost w miejscowej elektrowni (Blok B o mocy 760 MW), ale około 323 tys. ton trafia na lokalny rynek, w tym również do ogrzewania domów. Stosuje się tu oczywiście nowoczesne bezobsługowe piece retortowe (rys. 4) o bardzo wysokiej sprawności i o znikomej emisji gazów szkodliwych do atmosfery, co uzyskuje się dzięki wysokotemperaturowemu spalaniu wszystkich produktów termicznego rozkładu węgla. Mimo wielkiej konkurencyjności gazu oraz oleju opałowego ta forma ogrzewania domów jest w tym regionie powszechna.

Występowanie złóż antracytu w postaci cienkich pokładów (od 0,8÷1,2 m, wyjątkowo do 2,5 m) oraz zastosowana pełna mechanizacja drażenia wyrobisk (przekroje od 24÷35 m²) i wydobycia w bezałogowych ścianach strugowych sprawiają, że zanieczyszczenie urobku skałą płonną jest znaczne i sięga 52% (tab. 2).

TABELA 2

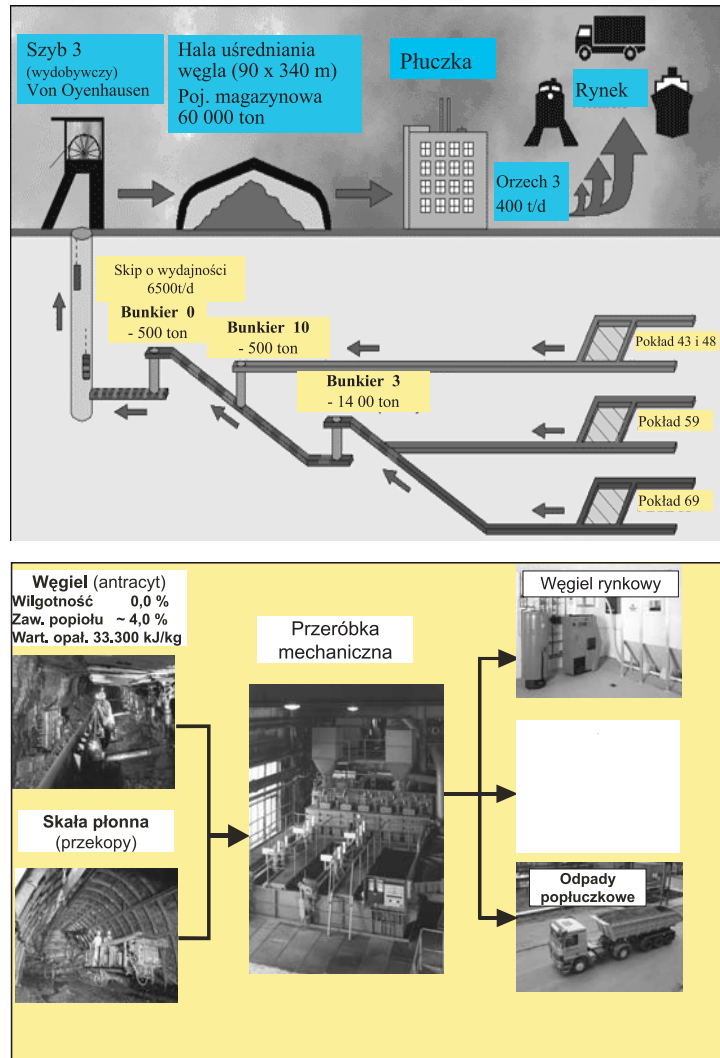
Wydobycie i odpady DSK Anthrazit Ibbenbüren GmbH w roku 2003

Wyszczególnienie	Liczba
Wydobycie netto:	1 870 586 t
– węgiel spalany w elektrowni (Blok B),	1 420 000 t
– roczna produkcja energii elektrycznej	4,3 × 10 ⁹ kWh
Odpady górnicze popłuczkowe:	
w tym:	2 095 460 t
– odpady skalne,	1 836 710 t
z czego: kamień użytkowy,	217 014 t
– odpady poflotacyjne	258 750 t
Odpady elektrowniane:	
– popioły lotne,	87 600 t
– stopiona szlaka,	236 520 t
– gips z odsiarczania spalin,	105 120 t
– gazy spalinowe,	19,8 × 10 ⁹ m ³
– para wodna (z wieży chłodniczej)	8,76 × 10 ⁶ m ³

Schemat obiegu materiałów masowych w DSK Anthrazit Ibbenbüren GmbH przedstawia rysunek 5.

W procesie przeróbczym oddzielana jest skała płonna w ilości 2100 tys. ton rocznie, z której zostaje wyselekcjonowany kamień przydatny do budownictwa drogowego (piaskowiec – ok. 217 tys. ton rocznie) i jest on sprzedawany odbiorcom krajowym i zagranicznym (Holandia), natomiast łupek węglowy i odpady poflotacyjne są składowane na dwóch hałdach:

- 1) „Bergehalde Rudolfschacht”,
- 2) „Bergehalde Hopstener Strasse”.

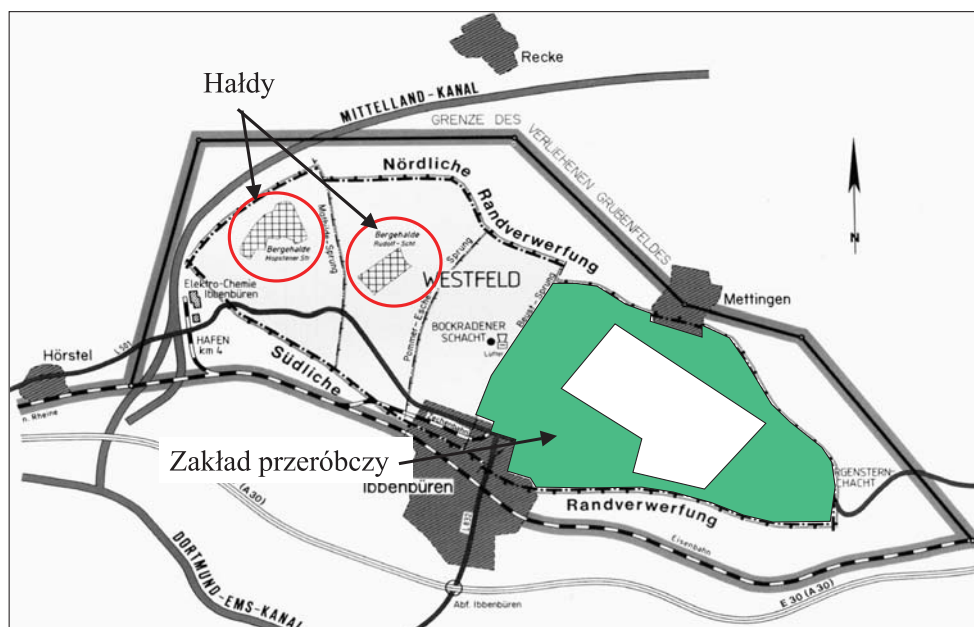


Rys. 5. Obieg materiałów masowych w kopalni i elektrowni

Źródło: [2]

3. Składowanie odpadów górniczych

Składowanie odpadów górniczych jest istotnym i charakterystycznym dla DSK Anthrazit Ibbenbüren GmbH elementem polityki ochrony środowiska. Obydwie hałdy oddalone są od zakładu przerobczego o ok. 7 km i są zlokalizowane w zachodniej części obszaru górniczego kopalni, w obrębie tzw. „Pola zachodniego”, gdzie po wyeksploatowaniu złoża działalność górnicza została zamknięta (rys. 6).



Rys. 6. Lokalizacja hałd na terenie obszaru górniczego
Źródło: [2]

W celu zapewnienia najbardziej elastycznego systemu budowy hałd zastosowano dwa rodzaje transportu (rys. 7):

- 1) do transportu skały – samochody samorozładowe,
- 2) do transportu pulpy poflotacyjnej – beczkowsy na samochodach.

a)



b)



Rys. 7. Transport materiału i formowanie hałdy: a) transport materiału skalnego;
b) transport płynnych szlamów poflotacyjnych

Budowa składowiska rozpoczyna się od gruntownego zbadania podłoża za pomocą wierceń. Celem badań jest ustalenie jego budowy geologicznej oraz dokonanie bilansu gleby, który jest potrzebny do budowy wierzchniej warstwy składowiska. Hałda „Bergehalde Rudolfshacht” osiągnęła już swoją docelową wysokość i trwają prace końcowe nad jej pełną rekultywacją. Ze względu na perspektywy eksploatacji do roku 2015 kopalnia jest w trakcie budowy południowego skrzydła hałdy „Bergehalde Rudolfshacht” o powierzchni 36 ha i pojemności do 20 mln ton (rys. 8).



Rys. 8. Zasięg rozbudowywanej hałdy „Bergehalde Rudolfshacht”

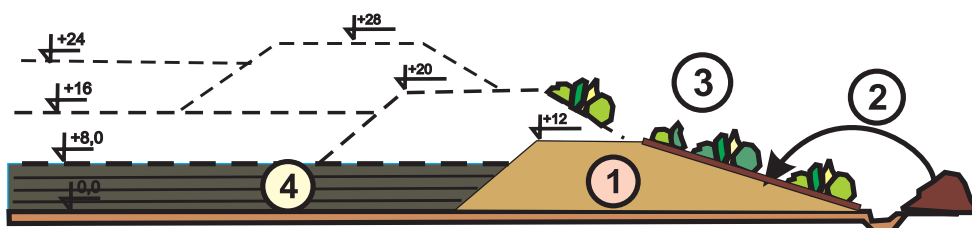
Po wykonaniu badań geologicznych rozpoczęto budowę składowiska od wyrębu lasu i zebrania wierzchniej warstwy humusu, który zdeponowano na przyzmach.

Ponieważ badania geologiczne podłoża wykazały obecność znacznych ilości gliny o dobrych właściwościach technicznych, która od lat jest surowcem do produkcji ceramiki klinkierowej w położonej obok hałdy fabryce „Stradalit”, przed rozpoczęciem formowania hałdy materiał ten jest przedmiotem eksploatacji górniczej. Gлина składowana jest na przyzmach, skąd systematycznie odbiera ją fabryka ceramiki. Powyższy fakt jest dobrym przykładem kompleksowej gospodarki surowcami mineralnymi zalegającymi w obrębie obszaru górniczego.

4. Technika budowy hałd

Stosowana technika budowy opisywanej hałdy jest klasyczną metodą wznoszenia budowli ziemnych. Po wyrównaniu podłoża budowane są zewnętrzne obwałowania wysokości 12 m i szerokości pozwalającej na pozostawienie na jego koronie odpowiednich pa-

sów komunikacyjnych. Drugim etapem jest przykrycie zboczy skarpy warstwą humusu grubości co najmniej 1 m, który w kolejnym etapie jest zazieleniany przez odpowiednie przygotowanie gleby i zasadzenie sadzonek drzew i krzewów. Równocześnie dowożone odpady stałe układane są warstwami wysokości do 8 m wewnątrz obwałowania. Wierzchołowa każdej warstwy jest wyrównywana i wstępnie zagęszczana przez wałowanie, gdyż musi służyć jako droga dojazdowa do każdego miejsca zwałowiska. Po usypaniu warstwy na całej powierzchni aktywnego zwałowiska następuje przejście do budowy kolejnej warstwy obwałowań, a później wypełnienie jej wnętrza według identycznego schematu jak dla warstwy pierwszej (rys. 9).

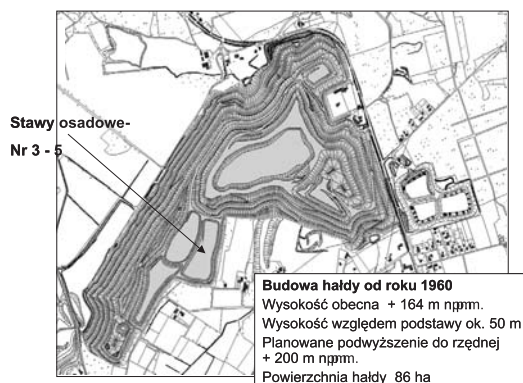


Rys. 9. Technika budowy hałdy: 1 – obwałowanie warstwy I, 2 – warstwa humusu grubości 1 m, 3 – zazielenienie skarp i zboczy warstwy I, 4 – wypełnienie między obwałowaniami

5. Składowanie odpadów płynnych

Dla odpadów ciekłych przywożonych w postaci szlamu za pomocą beczkowozów samochodowych o pojemności 10 m³ przygotowuje się wcześniej właściwej pojemności stawy osadowe, z odpowiednio bezpiecznymi obwałowaniami z gruntu, w których następuje ich sedimentacja, zagęszczenie i stopniowe wysuszanie szlamu (rys. 10b). Po zakończeniu wypełniania stawu jego wierzchołowa jest również przykrywana warstwą skalną, a następnie humusem pozwalającym na pełną rekultywację.

a)



b)



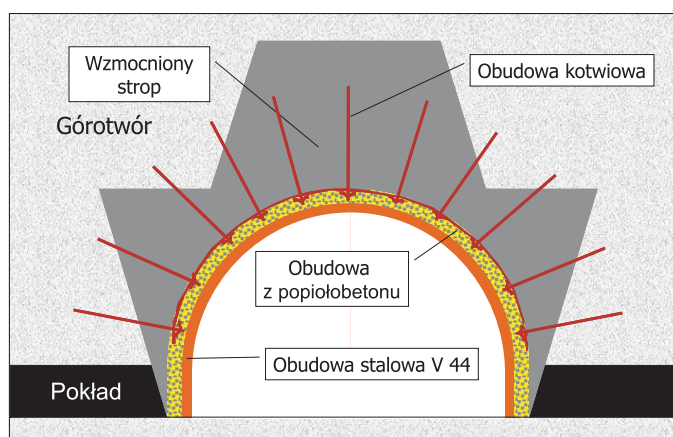
Rys. 10. Hałda „Bergehalde Hopstener Strasse”: a) plan hałdy; b) widok stawów osadowych odpadów poftlotacyjnych

Kopalnia w Ibbenbüren składa się z odpadów ciekłych na hałdzie „Bergehalde Hopstener Strasse” (rys. 10).

6. Gospodarka odpadami z elektrowni

W tabeli 2 podano w przybliżeniu ilości odpadów, które powstają przy produkcji elektryczności w jednym z największych bloków energetycznych w Europie. Elektrownia w Ibbenbüren ma doskonałe warunki do produkcji czystej energii. Jakość spalanej węgla wpływa na bardzo wysoką temperaturę podczas spalania przy jednocześnie stosunkowo małej ilości odpadów. W skali roku są to jednak ilości niebagatelne. Poza składowiskiem odpadów popielcowych na dwóch hałdach, kopalnia i elektrownia nie składują żadnych innych materiałów odpadowych.

Popioły lotne wytrącane w elektrofiltrach są w całości kierowane do kopalni, ale ich przeznaczenie jest całkowicie inne niż to powszechnie znane w Polsce. Są bowiem wykorzystywane do wykonywania betonopodobnej warstwy obudowy wyrobisk korytarzowych znanych pod nazwą „Kombiausbau System Ibbenbüren” [1–3]. Wszystkie wyrobiska korytarzowe poza obudową kotłową i stalową podatną posiadają pomiędzy nimi budowę monolityczną z popiołobetonu o grubości 30÷50 cm (rys. 11).



Rys. 11. Obudowa stalowo-kotłowo-betonowa typu „Kombiausbau System Ibbenbüren”

Źródło: [3]

Całe przedsiębiorstwo rocznie wykonuje około 8 km wyrobisk korytarzowych, gdzie przy powierzchni do 35 m² na 1 mb zużywa się około 8÷10 m³ popiołobetonu, co w skali roku daje ponad 80 tys. m³ i równe jest zużyciu około 120 tys. ton tego materiału. W tej sytuacji cały wyprodukowany w elektrowni popiół lotny jest zużywany na miejscu. Sukcesy w jego stosowaniu od lat 80. XX w. są następstwem pneumatycznego systemu transportu materiałów drobnziarnistych zastosowanego w całej kopalni.

Drugim odpadem jest siarka, usuwana ze spalin w instalacji odsiarczania i sprowadzana do postaci gipsu. Gips jest materiałem odpadowym, ale obecnie jest równocześnie cennym materiałem budowlanym, który w całości jest sprzedawany – m.in. do Holandii, w której brakuje tego surowca.

Za odpad należy również uznać około 20 mld m³ gazów spalinowych i ponad 8 mln m³ pary wodnej zrzucanych do atmosfery. W spalinach znaczącym składnikiem jest CO₂, który jako jeden z gazów objętych protokołem z Kioto jest monitorowany i bilansowany na poziomie kraju.

Odpadem o podobnej do CO₂ szkodliwości dla powietrza jest metan. W tej bardzo silnie metanowej kopalni znacząca jego część jest jednak ujmowana do systemu odmetanowania złoża i w całości spalana w lokalnej elektrociepłowni EVA o mocy 27 MW, z której energia cieplna i elektryczna wykorzystywana jest przez kopalnię. Ewentualny jej nadmiar przekazywany jest do elektrowni do Bloku B, gdzie zostaje włączona do krajowej sieci dystrybucji energią elektryczną. Metan z powietrza wentylacyjnego – jak dotąd nie jest wykorzystywany i niestety przechodzi do atmosfery jako drugi z tzw. gazów cieplarnianych.

7. Podsumowanie

Gospodarkę odpadami w kopalni DSK Anthrazit Ibbenbüren należy bez wątpienia zaliczyć do rozwiązań wzorcowych. Począwszy od głębokiego wzbogacania zawierającego również proces flotacji miałów, poprzez system transportu na hałdy oraz planową i precyzyjną ich budowę po pełną i bardzo szybką ich rekultywację. Koszt składowania odpadów popłuczkowych wynosi rocznie ponad 4 mln euro. W kwocie tej nie jest zawarta żadna opłata za użytkowanie terenu ani za korzystanie ze środowiska. Podobnie żadnym restrykcjom finansowym nie podlega wyrąb lasu. Jeżeli cała ta działalność odbywa się na terenie górniczym, to kopalnia nie ponosi żadnych dodatkowych kosztów. Co ciekawe, kopalnia nie miała również żadnych problemów z miejscową ludnością, mimo iż hałda „Berghaalde Rudolfschacht” w znaczący sposób zmieniła panoramę północną dzielnicy Dickenberg.

Innym godnym zauważenia faktem jest kompleksowe wykorzystywanie surowców mineralnych i organicznych. Przed rozpoczęciem sypania hałdy usunięto z jej powierzchni cały drzewostan wraz z korzeniami i humusem. Udokumentowane złożo gliny o dobrych właściwościach ceramicznych wyeksploatowano w stopniu zapewniającym odpowiednie warunki hydrogeologiczne podłoża hałdy.

Najcenniejszym elementem poprawnej gospodarki odpadami górnictwem jest powszechna dbałość każdego pracownika o to, aby wszystko odbywało się zgodnie z przyjętymi zasadami, aby właściwe odpady trafiły do właściwego pojemnika, aby samochód wyjeżdżający z zakładu na drogę publiczną miał czyste koła i w rezultacie takiego podejścia – aby kopalnia DSK Anthrazit Ibbenbüren GmbH była zakładem całkowicie zharmonizowanym ze środowiskiem. Każdy, kto kopalnię tę poznał, stwierdzi, że taka właśnie jest.

LITERATURA

- [1] *Achilles P., Beindieck J.*: Konventionelle Streckenvortriebe bei der DSK, eingesetzte Betriebsmittel und deren Anwendungsmöglichkeiten. Aachen International Mining Symposia, Rapid Mine Development, Aachen 22–23
- [2] *Beindieck J.*: Präsentation über den Grubenbetrieb der DSK Anthrazit Ibbenbüren GmbH. Version 06.2003
- [3] *Czaja P.*: Podatna obudowa stalowo-kotwiowo-betonowa na dużej głębokości. XXVII Zimowa Szkoła Mechaniki Górotworu, Geotechnika i Budownictwo Specjalne 2004, tom II. Kraków, Wydawnictwo Katedry Geomechaniki, Budownictwa i Geotechniki AGH 2004
- [4] Energie und Sicherheit. Steinkohle Jahresbericht 2004. Gesamtverband des deutschen Steinkohlenbergbau 2004