

Bolesław Cirkos, Marzena Gurgul**

DZIAŁANIA PGE ELEKTROWNI BEŁCHATÓW SA W KONTEKŚCIE ROZWOJU CZYSTYCH TECHNOLOGII WĘGLOWYCH. INSTALACJA DEMONSTRACYJNA CCS

Ostatnie dziesięciolecie to czas szczególnej wrażliwości społeczeństwa na potrzeby ochrony środowiska naturalnego. Również zakłady przemysłowe, dzięki coraz większej świadomości pracowników i osób zarządzających polskim przemysłem, przyłączyły się do intensywnych działań na rzecz zminimalizowania negatywnego wpływu na środowisko naturalne. PGE Elektrownia Bełchatów SA (Elektrownia Bełchatów) jest jednym z przedsiębiorstw najbardziej zaangażowanych w ten proces. Po osiągnięciu pełnej mocy Elektrownia Bełchatów będąc największym w kraju producentem energii elektrycznej stała się jednocześnie największym źródłem emisji zanieczyszczeń do powietrza. Aby to zmienić w roku 1990 podjęto decyzję o rozpoczęciu wdrażania w Elektrowni Bełchatów Programu „Czyste powietrze” o podstawowym zadaniu, budowie pierwszych w Polsce Instalacji Odsiarczania Spalin (IOS). Program „Czyste powietrze”, a w szczególności zainstalowanie urządzeń odsiarczania spalin w istotny sposób zbliżyły Polskę do spełnienia wymagań „II Protokołu Siarkowego” do „Konwencji z 1979 r. — w sprawie transgranicznego transportu zanieczyszczeń powietrza na dalekie odległości”. Zgodnie z tym Protokołem, Polska zobowiązała się do zredukowania emisji SO₂ w terminie do 2010 roku o 66% w stosunku do stanu emisji z 1980 r. Dla realizacji tego celu został przygotowany „Program redukcji SO₂ w energetyce zawodowej” ustalony porozumieniem Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa oraz Ministra Przemysłu i Handlu z 12 września 1996 r. W Programie tym inwestycje Elektrowni Bełchatów w ochronę środowiska odgrywają podstawową rolę. Drugim podstawowym motywem dla inwestycji w redukcję emisji w kolejnych latach była perspektywa wejścia Polski do Unii Europejskiej, a co za tym idzie bardzo dynamicznie zmieniające się unijne wymagania w zakresie ochrony środowiska dla

* PGE Elektrownia Bełchatów SA

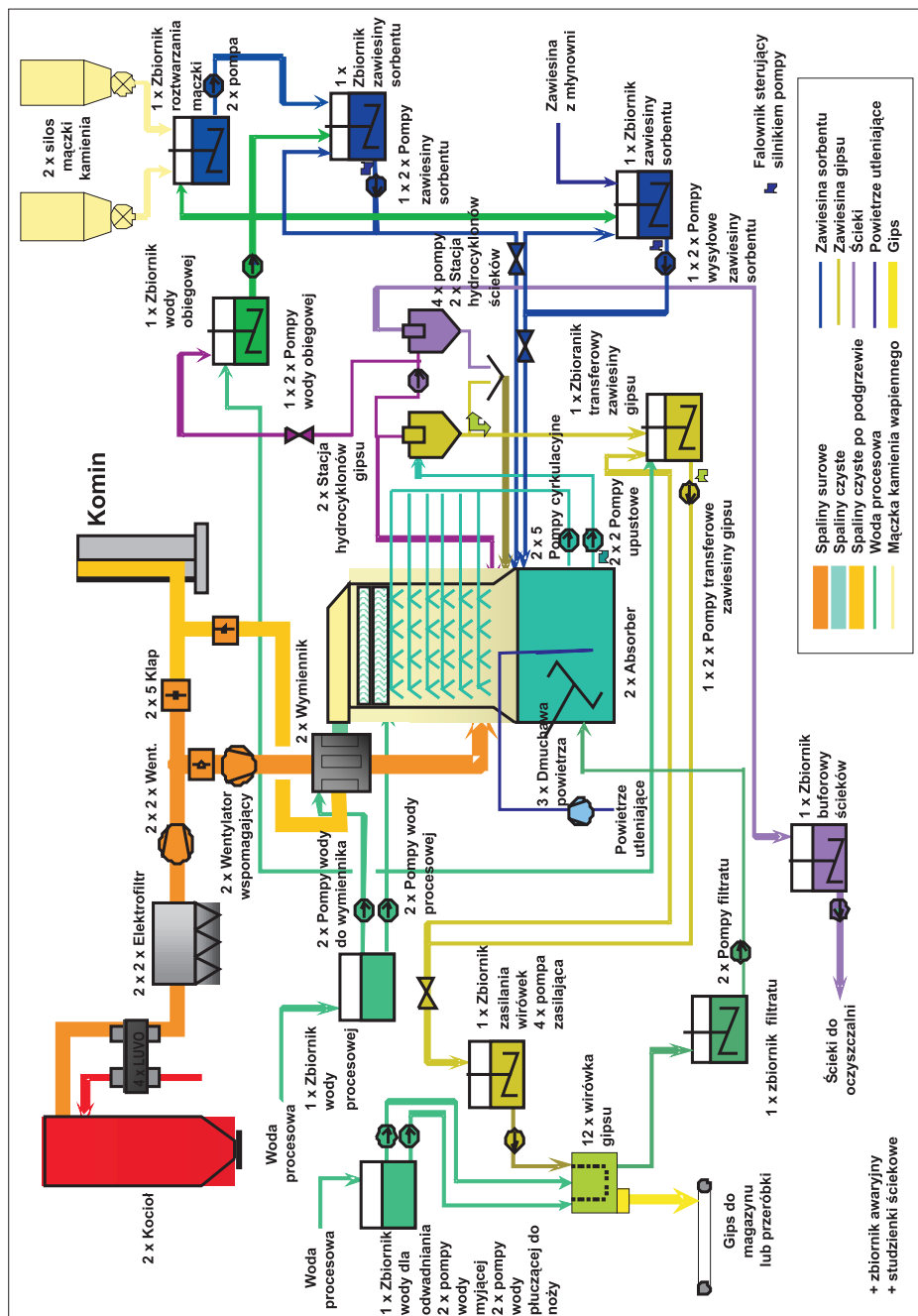
energetyki, szczególnie Dyrektywa 88/609/EEC, oraz trwające już w II połowie lat 90., prace nad nową Dyrektywą regulującą emisje z energetyki — 2001/80/EC, tzw. Dyrektywą LCP. Polskie regulacje prawne do tej pory były znacznie bardziej liberalne, niż cele stawiane przez Zarząd Elektrowni Bełchatów. Działania takie doprowadziły do tego, że Elektrownia Bełchatów od roku 2008 spełnia wszystkie regulacje Unii Europejskiej w zakresie emisji nałożone na duże obiekty energetycznego spalania paliw, szczególnie poprzez poniższe Dyrektywy:

- Dyrektywa 2001/80/EC (LCP);
- Dyrektywa 96/61/EC (IPPC);
- Dyrektywa 2001/77/EC;
- Dyrektywa 2004/8/EC (CHP).

Akcesja Polski do Unii Europejskiej w maju 2004 roku dostarczyła impulsów dla harmonizacji celów, a zmiany w prawie i praktyce jego stosowania pozwalały na dostosowanie się Elektrowni Bełchatów do obowiązujących z mocy ustaw dokumentów strategicznych, takich jak opracowywane w kolejnych horyzontach czasowych: Założenia Polityki Energetycznej Polski. W trosce o minimalizację zapylenia powietrza w Elektrowni Bełchatów działają wysokosprawne czterokomorowe, trójstrefowe elektrofiltry do odpylania spalin o gwarantowanej sprawności 99,6÷99,9%, produkcji ELWO Pszczyna SA (po dwa na każdy blok). Odsiarczanie spalin w PGE Elektrowni Bełchatów SA jest realizowane za pomocą metody mokrej, wapienno-gipsowej. W metodzie tej jako środek absorpcyjny został zastosowany kamień wapienny mielony na mokro na miejscu w młynach kulowych, a produktem końcowym jest gips syntetyczny o właściwościach umożliwiających jego dalsze wykorzystanie do celów budowlanych. W latach 1994–2007 wybudowano w Elektrowni Bełchatów 10 instalacji odsiarczania spalin (IOS). Najstarsze z IOS (zainstalowane na blokach 8, 10, 11, 12) zostały zmodernizowane w latach 2007–2008. Aktualnie trwa postępowanie przetargowe na wybór wykonawcy instalacji odsiarczania dedykowanej dwóm ostatnim blokom Elektrowni Bełchatów nr 1 i 2, niewyposażonym dotąd w IOS. Przewiduje się, że podpisanie umowy z wyłonionym wykonawcą nastąpi w połowie czerwca br. Średni czas potrzebny na wybudowanie instalacji to 34 miesiące od podpisania umowy.

Typowy schemat procesu odsiarczania spalin realizowanego w Elektrowni Bełchatów na przykładzie IOS bloków nr 3 i 4 przedstawia rysunek 1 [1].

Równie ważne jak ograniczanie emisji dwutlenku siarki jest ograniczanie emisji tlenków azotu (NO_x). Już w 1991 roku w celu ograniczenia emisji związków azotu wprowadzono w Elektrowni Bełchatów metody pierwotne ograniczania emisji NO_x polegające na optymalizacji procesu spalania. Zoptymalizowano nadmiar powietrza na wylocie z komór paleniskowych i ciśnienia w kolektorze gorącego powietrza. Zmodernizowano także układy automatycznej regulacji i elementy wykonawcze urządzeń ciągów technologicznych odpowiedzialnych za realizację zoptymalizowanych parametrów pracy kotłów. W wyniku wspomnianych działań osiągnięto redukcję NO_x o ok. 40%, z 77 w 1991 r. do ok. 40 tys. ton/rok w 1992 r. i taki poziom utrzymywany jest do dnia dzisiejszego.



Rys. 1. Schemat IOS bloków 3, 4 w Elektrowni Bełchatów

Rozpoczęta w 2007 roku kompleksowa rekonstrukcja techniczna i modernizacja bloków 3–12 (blok nr 3 modernizowany jako pierwszy, został przekazany do eksploatacji po zakończonej modernizacji we wrześniu 2008) ma za zadanie m.in. ograniczenie emisji NO_x poprzez zainstalowanie palników niskoemisyjnych i dysz OFA oraz modernizację elektrofiltrów. Modernizacje uwzględniają dostosowanie obiektów Elektrowni Bełchatów do wymagań ekologicznych, w dobie zmieniającej się sytuacji prawnej spowodowanej Dyrektywą UE — LCP oraz zapisami Traktatu Akcesyjnego, jak również konieczność sprostania wymogom konkurencji na liberalizującym się rynku energii elektrycznej poprzez spełnienie wymagań dotyczących emisji zanieczyszczeń zgodnie z polskimi i unijnymi normami: dostosowanie do wymagań ekologicznych obowiązujących od roku 2016. Cele kompleksowej modernizacji bloków to m.in.: $\text{NO}_x < 200 \text{ mg/Nm}^3$, pył $< 50 \text{ mg/Nm}^3$, $\text{CO} < 200 \text{ mg/Nm}^3$. Dowodem na to, że PGE Elektrownia Bełchatów SA spełnia wszystkie normy w zakresie ochrony środowiska jest wydanie jej „Pozwolenia Zintegrowanego”. System pozwoleń zintegrowanych wynika z Dyrektywy UE 96/61/WE (IPPC) w sprawie zintegrowanego zapobiegania i kontrolowania zanieczyszczeń. Po pozytywnym rozpatrzeniu wniosku, 31 marca 2003 roku Elektrownia Bełchatów otrzymała pierwsze w Polsce „Pozwolenie Zintegrowane”.

Aktualne uwarunkowania wynikające z pakietu energetyczno-klimatycznego opracowanego przez Komisję Europejską, w wyniku decyzji podjętych w marcu 2007 r. na wiosennej sesji Rady Europejskiej dotyczących przeciwdziałaniu zmianom klimatycznym (3×20 do końca roku 2020), oraz przyjętego 17 grudnia 2008 przez Parlament Europejski, nakładają na producentów energii elektrycznej obowiązek ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, głównie CO_2 . Po zminimalizowaniu emisji SO_2 i NO_x , jakie nastąpiło w wielu rozwiniętych krajach począwszy od lat 80., podstawowym celem jaki realizuje obecnie światowy przemysł energetyczny jest redukcja CO_2 . Przy intensywnych badaniach nad rozwojem nowych technologii pozyskiwania energii, większość działań praktycznych koncentruje się na dalszym doskonaleniu konwencjonalnych procesów parowych opartych na spalaniu węgla w kotłach pyłowych. Potrzeba racjonalnego użytkowania węgla i jednoczesnego ograniczenia emisji CO_2 realizowana jest głównie przez wzrost sprawności wytwarzania energii. Zmniejszenie emisji CO_2 z ilością emitowanych spalin to — niezależnie od stosowanych środków pierwotnych i wtórnych — redukcja także pozostałych zanieczyszczeń atmosfery, będących wynikiem procesu spalania. Z uwagi jednak na zaostrzenie rygorów i istotne ograniczenia wielkości emisji CO_2 stające się szybko bieżącą praktyką wytwórców energii elektrycznej, w przygotowywanych modernizacjach jest położony nacisk na preferowanie rozwiązań prowadzących do minimalizacji emisji CO_2 , a więc wzrost sprawności wytwarzania i zwiększenie mocy maksymalnej bloku. Elektrownia Bełchatów wyprzedzająco podejmowała działania służące ograniczeniu emisji CO_2 poprzez wzrost sprawności istniejących bloków, a tym samym zmniejszenie zużycia węgla i emisji CO_2 . W latach 1997–2004 przeprowadzono na wszystkich blokach retrofity części NP oraz WP turbin, projekt ten został opublikowany w raporcie Energy Wisdom Programme 2005–2007, opracowywanym przez EURELECTRIC. Ukończona kompleksowa modernizacja bloku nr 3 oraz przesądzona

technicznie i zakontraktowana modernizacja bloku nr 4, realizowane w ramach programu kompleksowej modernizacji bloków 3–12, mają założone podstawowe cele w postaci osiągnięcia następujących efektów technicznych:

- przedłużenie żywotności kotłów i przystosowanie do dalszej eksploatacji przez okres ok. 20 lat — czyli do osiągnięcia całkowitego czasu pracy ok. 320 000 godzin, przy zachowaniu kryteriów opłacalności oraz wykorzystaniu istniejących rezerw węgla;
- dostosowanie kotłów do wymagań norm ochrony środowiska przez ograniczenie emisji;
- dostosowanie kotłów i urządzeń pomocniczych do spalania węgla ze złoża Szczerców;
- poprawienie dyspozycyjności kotłów i urządzeń pomocniczych oraz obniżenie awaryjności;
- podwyższenie sprawności kotłów;
- obniżenie zużycia mocy na potrzeby własne;
- obniżenie minimum technicznego kotłów (praca bez wspomaganie mazutem) do ~ 40% wydajności nominalnej;
- poprawę elastyczności pracy kotłów w celu dostosowania dynamiki bloków do wymagań UCTE (Unia dla Koordynacji Przesyłu Energii Elektrycznej).

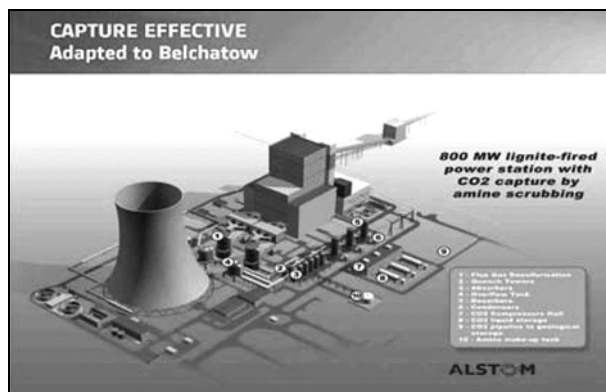
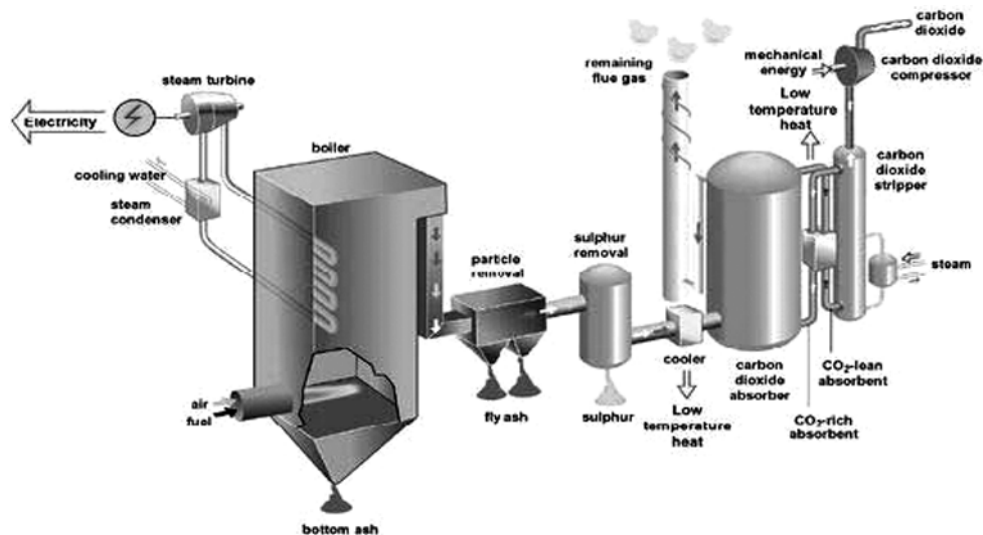
Powyższe założenia ogólne pozostają aktualne również w przypadku modernizacji kolejnych bloków PGE Elektrowni Bełchatów SA, od bloków nr 5 i 6 poczynając, aż do bloku 12 [2].

Wspomniany pakiet energetyczno — klimatyczny opracowany przez KE zawierał m.in. projekt dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady dotyczącej geologicznego składowania dwutlenku węgla wraz z oceną skutków oraz dokument na temat wsparcia budowy we wczesnej fazie obiektów demonstracyjnych w technologii CCS. Dyrektywa w sprawie geologicznego składowania dwutlenku węgla została ostatecznie przyjęta przez Parlament Europejski w dniu 17 grudnia 2008. Nie jest wykluczone, że nowe bloki energetyczne, które będą pozyskiwały pozwolenia na budowę po roku 2015 będą musiały posiadać status „CCS ready”. Dla osiągnięcia ambitnych celów UE w dziedzinie ochrony klimatu, wykraczających jeszcze poza 2020 r., konieczne jest powszechne stosowanie technologii CCS, a wysiłki w dziedzinie efektywności energetycznej po stronie popytu i podaży oraz w zakresie odnawialnych źródeł energii muszą być uzupełnione przez stosowanie tych technologii. Stosowanie CCS na szeroką skalę w elektrowniach nie tylko w Europie, może stać się opłacalne z handlowego punktu widzenia kilkanaście lat, sprawiając, że do 2020 r. lub wkrótce później CCS ważnym instrumentem służącym redukcji emisji CO₂ pochodzących z produkcji energii opartej na kopalnych paliwach. Plan rozwoju i komercjalizacji technologii CCS wdrożony na poziomie Unii Europejskiej oraz sprawna implementacja do legislacji krajowych zatwierdzonej Dyrektywy w sprawie geologicznego składowania CO₂ mają kluczowe znaczenie dla przyspieszenia fazy komercjalizacji technologii CCS. Kontynuacją rozwoju niskoemisyjnych technologii węglowych w PGE Elektrowni Bełchatów SA jest prowadzenie od roku 2007 prac badawczych i przygotowawczych do zabudowy instalacji

wychwytywania, transportu oraz geologicznego składowania dwutlenku węgla (CCS) dla bloku 858 MW. Celem Elektrowni Bełchatów jest urzeczywistnienie do roku 2015 procesu wychwycenia ze spalin bloku 858 MW, sprężenia, przetransportowania i zatłoczenia w strukturach geologicznych około 2 100 000 ton CO₂ /rok. Celem projektu jest budowa przemysłowej instalacji demonstracyjnej CCS w ramach Europejskiego Programu Demonstracyjnego Wychwytywania i Składowania CO₂, który przewiduje, że faza demonstracyjna technologii CCS powinna zostać zrealizowana w latach: 2015–2020. Zakres powyższego zadania inwestycyjnego obejmuje budowę instalacji *post-combustion* do wychwytywania CO₂ ze spalin bloku energetycznego 858 MW opalanego węglem brunatnym, budowę stacji sprężania CO₂, rurociągu transportowego, magazynu podziemnego składowania, stacji zatłaczania i monitoringu wraz z automatyką oraz uzyskanie dla nowego bloku energetycznego o mocy 858 MW statusu *capture ready* poprzez dostosowanie generalnego planu budowy bloku 858 MW i wykonanie niezbędnych modyfikacji w systemach technologicznych bloku (retrofit), celem przystosowania jednostki do zabudowy instalacji wychwytu CO₂. W zakresie wyboru technologii, PGE Elektrownia Bełchatów SA współpracuje z firmą Alstom, która jest realizatorem budowy nowego bloku 858 MW oraz w celu wyboru optymalnego rozpuszczalnika do absorpcji CO₂ z firmą Dow Chemical — światowym dostawcą produktów chemicznych, z ponad 40-letnim doświadczeniem w przemyśle aminowym.

Pierwszym kryterium dla wyboru procesu jest dojrzałość technologii absorpcji CO₂ z uwagi na wymagany harmonogram realizacji projektu CCS Elektrowni Bełchatów. Drugim kryterium jest możliwość wychwytywania możliwie dużej ilości CO₂ na ograniczonym obszarze przeznaczonym dla realizacji instalacji. Dwie możliwe technologie wychwytywania CO₂ w opcji *post-combustion*, są rozwijane przez firmę Alstom: proces oparty na zaawansowanych aminach (AAP) oraz proces oparty na schłodzonym amoniaku (CAP), przy czym AAP jest technologią najbardziej zaawansowaną i została zarekomendowana przez Alstom do zaimplementowania w ramach budowy instalacji demonstracyjnej CCS w Elektrowni Bełchatów. Technologia schłodzonego amoniaku (CAP) znajduje się nadal na etapie wczesnych badań. Proces aminowy wychwytywania CO₂ jest już stosowany na skalę przemysłową, chociaż nie ma zastosowania w wychwytywaniu CO₂ ze spalin w elektrowniach. Aktualne prace rozwojowe koncentrują się na dostosowaniu istniejących technologii do wychwytywania CO₂ ze spalin w elektrowniach opalanych węglem brunatnym i kamiennym oraz optymalizacji wskaźników technologii procesu opartego na zaawansowanych aminach, takich jak zapotrzebowanie na energię cieplną do procesu regeneracji amin i ograniczenie procesu degradacji amin. Zdobycie niezbędnej wiedzy inżynierskiej i doświadczenia w zakresie projektowania, budowy i eksploatacji instalacji CCS, a następnie udział w procesie optymalizacji i komercjalizacji tych instalacji, zapewni pozyskanie *know how* w tym obszarze i umożliwi dalszy rozwój i aplikacje tej innowacyjnej technologii.

Schemat ideowy procesu wychwytywania CO₂ w opcji *post-combustion* oraz schemat przestrzenny adaptacji procesu w opcji „*post-combustion*” opartego na zaawansowanych aminach dla potrzeb nowego bloku 858 MW w Elektrowni Bełchatów prezentuje rysunek 2.



Rys. 2. Proces *post-combustion* usuwania CO₂

W celu wyboru optymalnego miejsca dla geologicznego składowania CO₂, PGE Elektrownia Bełchatów SA współpracuje z Państwowym Instytutem Geologicznym (PIG) reprezentującym Konsorcjum, utworzone w 2008 roku z inicjatywy Ministra Środowiska i złożone z następujących podmiotów: Państwowy Instytut Geologiczny jako Lider, Akademia Górniczo-Hutnicza, Główny Instytut Górnictwa, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Instytut Nafty i Gazu, Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych. Zadaniem Konsorcjum jest realizacja Polskiego Programu Narodowego pt.: „Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego składowania CO₂ wraz z ich programem monitorowania”, w ramach którego Elektrownia Bełchatów jest jednym z projektów i studiów przypadku. Działając w ramach I segmentu Programu, PIG wstępnie wytypował 5 potencjalnych miejsc składowania CO₂ w promieniu 80 km od Elektrowni Bełchatów i przeanalizował je

w kontekście możliwości składowania CO₂ wychwyconego w instalacji demonstracyjnej dedykowanej blokowi 858 MW w Elektrowni Bełchatów. Scharakteryzowano przydatność formacji mezozoicznych (w szczególności jury, w mniejszym stopniu triasu) w tym obszarze do geologicznego składowania CO₂, w tym rozprzestrzenienie i własności potencjalnych kolektorów i uszczelnienia, przeprowadzono weryfikację znanych 5 struktur z poziomami wodonośnymi — głębokie warstwy solankowe oraz wykonano analizy 2 nowych struktur. Trwają analizy odnośnie bezpieczeństwa składowania z punktu widzenia hydrogeologii i tektoniki, czy istnieje niebezpieczeństwo dostania się dwutlenku węgla i/lub solanki do wód gruntowych. Elektrownia Bełchatów we współpracy z partnerami w projekcie CCS prowadzi działania w zakresie rozpowszechniania informacji i promocji projektu. W marcu 2009, w oparciu o kryteria geologiczne, wykonalności, bezpieczeństwa i konfliktów interesów oraz możliwości transportu, zostanie podjęta decyzja odnośnie ostatecznego wyboru optymalnej struktury oraz ewentualnie jednej/dwóch struktur rezerwowych. Do końca 2009 roku zostanie zrealizowany II segment Programu dedykowany Elektrowni Bełchatów, polegający na scharakteryzowaniu wytypowanego składowiska zgodnie z wymogami zał. nr 1 do Dyrektywy UE dot. geologicznego składowania dwutlenku węgla. Składowisko i rurociąg transportowy dedykowane instalacji demonstracyjnej w PGE Elektrowni Bełchatów SA będą spełniać standardy modelowania rozwoju infrastruktury w celu zaspokajania potrzeb innych dużych zakładów emitujących CO₂. W celu nawiązania międzynarodowej współpracy mającej umożliwić wymianę wiedzy i doświadczeń związanych z fazą przygotowania, implementacji i testowania w ramach projektu CCS, a także podążając za kryteriami opracowanymi przez ETP ZEP (*European Technology Platform for Zero Emission Fossil Fuel Power Plants* — Europejska Platforma Technologiczna na Rzecz Zeroemisyjnych Elektrowni Opartych na Paliwach Kopalnych) dla projektów demonstracyjnych, PGE Elektrownia Bełchatów SA podjęła inicjujące rozmowy robocze z RWE i Fortum. Współpraca ta dotyczyć ma następujących kwestii:

- rozwiązań dotyczących składowania dwutlenku węgla w Polsce, zdobywanie szczegółowej wiedzy i kompetencji w zakresie możliwych miejsc składowania oraz, w okresie późniejszym, możliwe wspólne przygotowanie takiego składowiska;
- wzajemnej promocji i tworzenia pozytywnego wizerunku projektów demonstracyjnych partnerów przed Komisją Europejską, organizacją ETP ZEP oraz innymi kluczowymi podmiotami zaangażowanymi w Europejski Program Demonstracyjny CCS;
- dzielenia się *know-how* na temat wyników rozwiązań dotyczących wychwytywania CO₂

Podsumowanie

PGE Elektrownia Bełchatów SA jest jedną z niewielu elektrowni w Polsce realizującą tak bogaty program inwestycyjny i modernizacyjny. Jest to zarówno wynikiem realizacji przyjętej przez Zarząd strategii rozwoju mocy wytwórczych, jak konsekwentnego konty-

nuowania polityki proekologicznej, zapewniającej budowanie wizerunku firmy przyjaznej ludziom i środowisku. Potwierdzeniem efektywności powyższych działań jest między innymi przyznanie PGE Elektrowni Bełchatów SA w XI edycji Konkursu Ministra Środowiska „Lider Polskiej Ekologii”, tytułu Lidera Polskiej Ekologii 2008, w kategorii — przedsiębiorstwo, podkategoria — „produkcyjne” za całokształt działań dla ochrony powietrza atmosferycznego.

LITERATURA

- [1] Dokumentacja projektowa budowy instalacji odsiarczania spalin dla bloków 3 i 4 w Elektrowni Bełchatów SA — Rafako SA
- [2] Studium możliwych modyfikacji rozwiązań dla podwyższenia sprawności w ramach rewitalizacji bloków 360 MW nr 5 i nr 6 w BOT Elektrowni Bełchatów SA — Instytut Energetyki Jednostka Badawczo-Rozwojowa, Warszawa, Kopex Engineering Sp. z o.o., Katowice
- [3] Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów — Wspieranie podejmowania na wczesnym etapie działań demonstracyjnych w dziedzinie zrównoważonej produkcji energii z paliw kopalnych — Bruksela, dnia 23. 1. 2008 KOM (2008) 13 wersja ostateczna