



Maria BAŁAZIŃSKA\*, Jarosław ZUWAŁA\*\*

## Analiza zasobów węgla brunatnego w Polsce w kontekście możliwości zastosowania w technologii zgazowania

**STRESZCZENIE.** Węgiel brunatny – ze względu na duże zasoby tego paliwa w Polsce – jest jednym z podstawowych surowców energetycznych. Udokumentowane zasoby geologiczne węgla brunatnego liczą ponad 26 mld ton, a możliwości występowania węgla brunatnego w obszarach potencjalnie węglonośnych ocenia się na ponad 140 mld ton. Pokazuje to potencjał dla energetycznego wykorzystania tego paliwa. Obecnie znajduje on zastosowanie na szeroką skalę w energetyce zawodowej. Jednocześnie energia elektryczna produkowana z węgla brunatnego w porównaniu do węgla kamiennego jest znacznie tańsza. To kolejny argument za energetycznym wykorzystaniem tego surowca. Polityka klimatyczna Unii Europejskiej związana z redukcją emisji CO<sub>2</sub> skutkuje wdrożeniem instalacji CCS we wszystkich nowo budowanych elektrowniach o mocy powyżej 300 MW<sub>el</sub>. Zastosowanie technologii wychwytu CO<sub>2</sub> w tradycyjnych układach prowadzi do spadku sprawności i wzrostu kosztów wytwarzania energii elektrycznej. Instalacje IGCC zapewniają niższy koszt usuwania CO<sub>2</sub>. Ponadto wytworzony gaz procesowy może zostać skierowany nie tylko do spalania z zachowaniem niższych emisji CO<sub>2</sub>, ale również może zostać zmagazynowany w celu późniejszego wykorzystania. Z tego względu zgazowanie stanowi przyszłościowe rozwiązanie dla energetycznego wykorzystania węgla brunatnego. Pozostawia to szeroki obszar do badań. Temat ten podjęto w projekcie „Wykorzystanie węgla brunatnych w procesie zgazowania fluidalnego dla wysokoelektrycznej produkcji gazu syntezowego” realizowanym przez IChPW, PGE GiEK oraz IHI w ramach Polsko-Japońskiej Współpracy Badawczej. W artykule przedstawiono zakres prac planowanych do realizacji w projekcie oraz rezultaty uzyskane na obecnym etapie jego realizacji. Omówiono zasoby węgla brunatnego w Polsce oraz przeanalizowano właściwości fizykochemiczne tego paliwa, które w zależności od typu reaktora mają istotny wpływ na warunki prowadzenia procesu zgazowania. Wśród najistotniejszych parametrów dla reaktorów ze złożem

---

\* Mgr inż., \*\* Dr hab. inż., prof. IChPW – Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla, Zabrze;  
e-mail: mbalazinska@ichpw.pl

stałym, fluidalnym i dyspersyjnym wymienia się m.in. reakcyjność, zawartość wilgoci, popiołu, siarki, chloru, a ponadto podatność przemiałową oraz temperaturę topnienia popiołu. W przypadku reaktorów dyspersyjnych należy jednocześnie zwrócić szczególną uwagę na lepkość żużla.

SŁOWA KLUCZOWE: złoża węgla brunatnego, zgazowanie

## Wprowadzenie

W 2012 r. wydobyto ponad 1040 mln ton węgla brunatnego na świecie, z czego ponad 420 mln ton pochodziło z eksploatacji złóż z terenu Europy. Liderem na rynku światowym i europejskim są Niemcy z poziomem wydobycia ponad 180 mln ton rocznie. Tymczasem w Polsce wydobywa się ponad 60 mln ton rocznie (Tajduś i in. 2014) tego surowca wykorzystywanego do produkcji energii. Szacuje się, że węgiel brunatny stanowić będzie strategiczne paliwo w polskiej energetyce jeszcze przez najbliższe 50–100 lat (Kasztelewicz i Sikora 2012). Obecnie energia elektryczna produkowana z węgla brunatnego jest aż 25% tańsza w porównaniu do elektryczności wytwarzanej z węgla kamiennego (Kasztelewicz 2008). Konieczność użytkowania węgla brunatnego w niedalekiej lokalizacji od jego wydobycia, ze względu na nieopłacalność transportu na dalekie odległości skutkuje nierozzerwalnym związaniem elektrowni jako użytkowników węgla z producentami, czyli kopalniami (Gawlik red. 2013).

### 1. Zasoby węgla brunatnego w Polsce

Geologiczne zasoby węgla brunatnego w Polsce szacuje się na poziomie 26 206,56 mln ton, z czego 22 683,98 mln ton stanowią zasoby bilansowe (Szufflicki i in. red. 2014). Zasoby bilansowe to część zasobów geologicznych, które przy obecnym rozwoju techniki mogą być eksploatowane z korzyścią (Zajac 2015). Zasoby pozabilansowe określa się na poziomie 3 522,58 mln ton (tab. 1) (Szufflicki i in. red. 2014).

Odnosząc się do tabeli 1, należy zwrócić uwagę, jak wiele jest złóż, dla których stan ich rozpoznania jest dalece niewystarczający. Ponad  $\frac{2}{3}$  złóż bilansowych posiada kategorię rozpoznania jedynie C2, D1, czy D2. Ponadto w tabeli 1 przedstawiono udokumentowane zasoby węgla brunatnego, których liczbę określa się na poziomie 90. Jednocześnie w Polsce w sumie rozpoznano już ponad 150 złóż i obszarów węglonośnych węgla brunatnego, dla których potencjalne możliwości występowania węgla szacuje się na ponad 140 mld ton (Kasztelewicz 2011). Pokazuje to jak duży potencjał tego surowca wciąż pozostaje do wykorzystania.

Rozłożenie zasobów złóż na mapie kraju przedstawiono na rysunku 1. Specyfika wykorzystania węgla brunatnego realizowana bezpośrednio w miejscu wydobycia wiąże kopalnię z elektrownią ograniczając transport tego surowca do taśmociągów. Zauważyć należy, że potencjalne

TABELA 1. Zasoby węgla brunatnego w Polsce (Szufficki i in. red. 2014)

TABLE 1. Lignite proven deposits in Poland

	Ilość złóż	Zasoby geologiczne				Zasoby przemysłowe [mln t]
		bilansowe [mln t]			pozabilansowe [mln t]	
		razem	A+B+C1	C2+D		
Zasoby udokumentowane ogółem	90	22 683,98	5 522,87	17 161,11	3 522,58	1 164,67
w tym – zasoby złóż zagospodarowanych						
Razem	11	1 514,49	1 498,15	16,34	70,30	1 147,84
Złóża zakładów czynnych	9	1 509,32	1 492,99	16,34	51,37	1 147,84
Złóża eksploatowane okresowo	2	5,17	5,17	–	18,92	–
w tym – zasoby złóż niezagospodarowanych						
Razem	73	21 158,35	4 014,22	17 144,13	3 444,70	16,83
Złóża rozpoznane szczegółowo	32	4 703,19	4 014,22	688,96	809,16	16,83
Złóża rozpoznane wstępnie*)	41	16 455,17	0,00	16 455,17	2 635,54	–
w tym – złoża, których eksploatacji zaniechano						
Eksploatacja zaniechana	6	11,13	10,50	0,64	7,58	–

\*) W tym zasoby złóż w obszarze tzw. rowu poznańskiego w ilości 3 690 mln t.

instalacje zgazowania powstawałyby w rejonach wydobywania węgla brunatnego. Rejony te koncentrują się w Polsce środkowej i środkowo-zachodniej.

Przyjmuje się, że w rowie poznańskim zalega około 3 690 mln ton węgla brunatnego, co stanowi około 16% geologicznych zasobów bilansowych tego surowca. Złoża, które wymienia się w tym rejonie to: Czepin, Krzywín, Gostyń. Jednak ze względów środowiskowych oraz z uwagi na wysoką klasę bonitacyjną gruntów, eksploatacja tych złóż może być obecnie nieuzasadniona (Szufficki i in. red. 2014).

W złożach zagospodarowanych, geologiczne zasoby bilansowe wynoszą 1 514,49 mln ton. Odpowiada to 6,8% ogółu geologicznych zasobów bilansowych. Węgiel brunatny z tych złóż eksploatuje się w kopalniach: Bełchatów, Turów, Adamów, Konin i Sieniawa. Wśród złóż perspektywicznych na szczególną uwagę zasługują złoża Złoczew oraz Gubin. Złoże Złoczew zlokalizowane jest w regionie łódzkim i charakteryzuje się zasobami przemysłowymi rzędu 400 mln ton. Złoże Gubin natomiast położone jest w rejonie lubuskim i wykazuje 771 mln ton udokumentowanych zasobów przemysłowych. Ilość ta pozwala na roczne wydobycie około 20 mln ton węgla z tego złoża (O perspektywach pozyskiwania węgla brunatnego dla energetyki. 2008). W tabeli 2 zestawiono podstawowe parametry ważniejszych złóż niezagospodarowanych (Szufficki i in. red. 2014).

Największą wartością miąższości pokładu wśród złóż niezagospodarowanych charakteryzuje się złoże Złoczew. Jednocześnie złoże to wykazuje największą głębokość spągu. W kontekście wartości opałowej należy wymienić węgiel ze złoża Legnica p. Zachód, dla którego określa



Rys. 1. Występowanie złóż węgla brunatnego w Polsce (Kasztelewicz i Sikora 2012)

Fig. 1. Occurrence of lignite deposits in Poland

się wartość opałową na poziomie 9,93 MJ/kg. Wartością najniższą charakteryzuje się węgiel ze złoże Trzcianka (7,90 MJ/kg). Odnosząc się do popielności należy zwrócić uwagę na szeroki zakres wartości dla omawianych złóż (12,86–28,56%), ze średnią wartością na poziomie 19,40%. Z kolei najniższą zawartość siarki odnotowuje się dla węgla ze złoże Głowaczów (0,42%), a najwyższą dla złoże Rogóźno (3,99%).

TABELA 2. Zestawienie ważniejszych niezagospodarowanych złóż węgla brunatnego (zasoby bilansowe powyżej 75 mln t) Szufficki i in. red. 2014)

TABELE 2. Important undeveloped lignite deposits (balance resources above 75 mln t)

Lp.	Złoże	Mięższość pokładów [m]	Głębokość spągu [m]	Wartość opałowa [MJ/kg]	Popielność [%]	Zawartość siarki [%]
1	Babina-Żarki	10,7	140,0	9,33	18,28	1,10
2	Cybinka	16,6	94,0	9,36	18,40	1,41
3	Gubin	10,9	83,7	9,38	12,86	1,42
4	Głowaczów	4,8	37,1	7,62	28,56	0,42
5	Legnica p. Północ	22,0	207,2	9,19	18,72	1,42
6	Legnica p. Wschód	19,8	136,3	9,24	19,05	1,33
7	Legnica p. Zachód	21,0	158,8	9,93	20,10	0,76
8	Mosty	9,3	105,0	9,29	17,19	1,63
9	Piaski	6,1	48,5	8,72	24,80	1,44
10	Rogóżno	18,7	104,5	9,40	18,90	3,99
11	Rzepin	12,2	97,3	9,06	15,14	1,20
12	Sądów	12,2	127,5	9,19	18,80	1,38
13	Ścinawa	20,2	207,1	9,53	12,88	0,48
14	Torzym	21,4	180,8	9,50	16,80	1,81
15	Trzcianka	6,0	80,0	7,90	28,20	1,84
16	Złoczew	46,2	259,1	8,46	21,67	1,18

Należy zaznaczyć, że wartości graniczne, dla których dokumentuje się zasoby złóż węgla brunatnego to: 350 m maksymalna głębokość spągu oraz 3 m minimalna mięższość węgla brunatnego w pokładzie. Ponadto przyjmuje się, że węgiel brunatny powinien charakteryzować się średnią ważoną wartością opałową w pokładzie wraz z przerostami wynoszącą minimum 6,5 MJ/kg (przy wilgotności 50%). Jednocześnie średnia zawartość siarki dla pokładu wraz z przerostami, przy zawartości wilgoci na poziomie 50% powinna wynosić maksymalnie 2%.

## 2. Możliwości wykorzystania węgla brunatnego w technologii zgazowania

Zgazowanie jest jednym z najbardziej przyszłościowych kierunków energochemicznego przetwórstwa węgla (Porada i in. 2014). Definiuje się je jako szereg reakcji chemicznych połą-

czonych z procesami cieplnymi, których celem jest wytworzenie gazu palnego. Proces ten przebiega w podwyższonej temperaturze zależnej od typu reaktora zgazowania oraz uwarunkowany jest obecnością czynnika zgazowującego, którym najczęściej jest powietrze, tlen, para wodna lub dwutlenek węgla (Sobolewski i in. 2010). Zgazowanie przebiega w reaktorze zgazowania. Wyróżnia się trzy typy tych reaktorów, tj. ze złożem stałym, fluidalnym oraz reaktory dyspersyjne.

W reaktorach ze złożem stałym proces przebiega w temperaturze około 1000°C. Wymagane jest, by paliwo podawane było do reaktora w formie kawałkowej o uziarnieniu 5–80 m (Sobolewski i in. 2010). Istotnym elementem jest gazoprzepuszczalność złoża, która determinowana jest przez uziarnienie paliwa, odporność na defragmentację termiczną, właściwości spiekające oraz temperaturę topnienia popiołu. Zapewnienie odpowiedniej gazoprzepuszczalności złoża wpływa na wydajny transfer masy i ciepła pomiędzy paliwem a przepływającym gazem. Ponadto wpływa na mniejsze straty ciśnienia na złożu, na bardziej stabilny skład oraz temperaturę gazu, a także ogranicza ryzyko wybuchu.

W przypadku reaktorów fluidalnych zgazowywane jest paliwo o uziarnieniu 0,5–5 mm. (Porada i in. 2014) Cząstka utrzymywana jest w stanie zawieszenia nad rusztem reaktora przy wykorzystaniu czynnika zgazowującego włączanego pod ruszt. Charakterystycznym dla reaktorów fluidalnych jest stosunkowo niska temperatura procesu przyjmująca wartości w zakresie 700–900°C (Sobolewski i in. 2010). Ponadto, w celu stabilizacji warunków w reaktorze często stosuje się materiał inertny, np. piasek kwarcowy. Szczegółowo wymagania stawiane paliwom kierowanym do zgazowania w reaktorach fluidalnych opisane zostały w pracy (Sobolewski i in. 2013). Wśród parametrów kluczowych wymieniona została m.in. wartość opałowa ( $Q_{i,r}$ ) powyżej 8 MJ/kg, zawartość wilgoci ( $W_{i,r}$ ) poniżej 50% oraz popielność ( $A_d$ ) do poziomu 25%.

Dla reaktorów ze złożem dyspersyjnym zwraca uwagę fakt wymogu uziarnienia surowca na poziomie do 0,1 mm. Cząstki paliwa unoszone są przez strumień czynnika zgazowującego i poruszają się razem z nim. Temperatura procesu dla omawianego typu reaktorów waha się w zakresie 1200–1800°C. Odnosząc się do wymogów dla paliwa zgazowywanego w reaktorze dyspersyjnym wymienia się m.in. wysoką reakcyjność, minimalną zawartość siarki oraz chloru, czy odpowiednią temperaturę topnienia popiołu. Ponadto w reaktorach dyspersyjnych ze względu na wysoką temperaturę procesu popiół ulega stopieniu i spływa w dół po ściankach, gdzie jest odbierany. Zjawisko to jest zależne od lepkości żużla, a ta z kolei od składu popiołu (Porada i in. 2014).

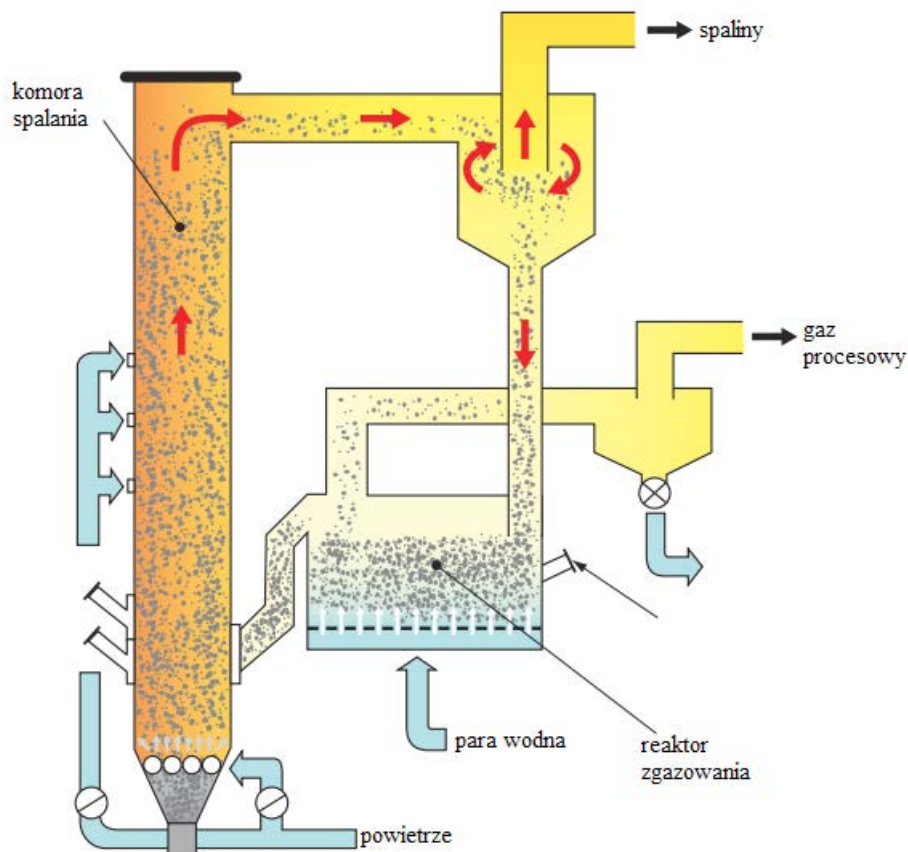
Do najistotniejszych parametrów dla paliw kierowanych do reaktorów zgazowania niezależnie od ich typu zalicza się reakcyjność, zawartość wilgoci, popiołu, siarki, chloru oraz temperaturę topnienia popiołu. Ponadto należy zwrócić uwagę na podatność przemiałową, która świadczy o łatwości rozdrabniania danego paliwa. Pożądana jest jak najwyższa reakcyjność paliwa, która sprzyja wysokiemu stopniu konwersji paliwa. Z kolei niska zawartość wilgoci korzystanie wpływa na pozyskanie, składowanie, transport, przeróbkę, czy użytkowanie surowca. Korzystna jest ponadto jak najmniejsza zawartość siarki oraz chloru. Mniejsza zawartość popiołu zapewnia wyższą sprawność cieplną oraz ochronę przed tworzeniem się narostów w generatorze czy armaturze gazowej. Temperatura topnienia popiołu z kolei wyraża graniczną temperaturę prowadzenia procesu. Dla reaktorów z suchym odprowadzaniem popiołu proces zgazowania powinien przebiegać w temperaturze niższej od jego temperatury topnienia. Natomiast w przypadku reaktorów z ciekłym odbiorem żużla proces powinien być prowadzony w temperaturze wyższej od temperatury topnienia popiołu (Porada i in. 2014).

Odnosząc się do możliwości wykorzystania polskich węgla brunatnych w technologii zgazowania, należy ustosunkować się do ich parametrów fizykochemicznych. Dla polskich węgla brunatnych wartość opałowa waha się w zakresie około 7–11 MJ/kg ( $Q_{f,r}$ ). Wilgoć całkowita ( $W_{f,r}$ ) oraz popiół ( $A^d$ ) przyjmują wartości odpowiednio 22,4–57,6% oraz 3,7–40,8%. Z kolei zawartość siarki całkowitej oraz chloru mieści się w zakresie 0,23–4,71% ( $S_{f,a}$ ) oraz 0,005–0,029% ( $Cl^a$ ) (Smędowski i in. 2014). Rozpiętość zakresów wartości właściwości fizykochemicznych jest duża. Również w obrębie tej samej kopalni odnotowuje się pewne różnice parametrów fizykochemicznych. Temat ten został już przebadany w ramach Zadania Badawczego nr 3: „Opracowanie technologii zgazowania węgla dla wysokoefektywnej produkcji paliw i energii elektrycznej” Strategicznego Programu Badań Naukowych i Prac Rozwojowych Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Wśród rezultatów części zadania badawczego, którego koordynatorem jest IChPW, wymienić należy m.in. kompleksowe kryteria weryfikacji węgla pod kątem jego przydatności do procesu zgazowania, opracowanie technologii zgazowania w cyrkulującym złożu fluidalnym z  $CO_2$  jako czynnikiem zgazowującym oraz technologie usuwania  $CO_2$  z gazów procesowych przy wykorzystaniu procesów absorpcyjnych, adsorpcyjnych oraz pętli chemicznej.

### 3. Wykorzystanie węgla brunatnych w procesie zgazowania fluidalnego dla wysokoefektywnej produkcji gazu syntezowego

Zarys przeglądu literatury przedstawiony w punktach 1–2 niniejszej publikacji stanowi podstawę realizacji zadania 1 projektu pt. „Wykorzystanie węgla brunatnych w procesie zgazowania fluidalnego dla wysokoefektywnej produkcji gazu syntezowego” realizowanego w ramach Polsko-Japońskiej Współpracy Badawczej. Projekt po stronie polskiej realizuje Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla (IChPW) oraz Polska Grupa Energetyczna Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna (PGE GiEK). Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla pełni funkcję lidera konsorcjum, zarządza projektem i koordynuje wszystkie założone prace badawcze i przemysłowe. Pod względem merytorycznym IChPW w projekcie zajmie się oceną przydatności do zgazowania wydobywanych i perspektywicznych węgla brunatnych z wykorzystaniem narzędzi i metod badawczych rozwijanych w IChPW. PGE GiEK z kolei jest największym w Polsce producentem energii elektrycznej i jednocześnie konsumentem węgla brunatnego. Jego zaangażowanie w projekcie przyczyni się do wytworzenia wiedzy na temat zgazowania paliw oraz pozwoli na właściwe kształtowanie narodowej polityki energetycznej z uwzględnieniem zgazowania węgla. Partnerem po stronie japońskiej jest firma IHI Corporation (IHI), dostarczająca technologię TIGAR zgazowania węgla w złożu fluidalnym (rys. 2).

Technologia ta opiera się na dwóch oddzielnych reaktorach. W pierwszym z nich zachodzi proces zgazowania z wykorzystaniem pary wodnej jako czynnika zgazowującego. Z uwagi na przebieg endotermicznej reakcji pomiędzy parą wodną, a pierwiastkiem C zawartym w paliwie, konieczne jest dostarczenie ciepła do układu. Wykonywane jest to poprzez spalanie, w drugim reaktorze, nieprzereagowanego karbonizatu. Gorący popiół wprowadzany jest do reaktora zgazowania w celu stabilizacji temperatury. Tak realizowany proces pozwala na uzyskiwanie gazu o wysokiej czystości i stężeniu pożądanego składników  $H_2$  i  $CO$ .



Rys. 2. Technologia zgazowania TIGAR  
(Turning a Poorly Utilized Fuel into a Useful Fuel. 2012)

Fig. 2. TIGAR gasification technology

Głównym celem projektu jest ocena przydatności do zgazowania perspektywicznych złóż węgla brunatnych PGE GiEK przy wykorzystaniu narzędzi i metod badawczych rozwijanych w IChPW oraz metod stosowanych przez firmę IHI. Realizacja projektu po stronie polskiej bazuje na 5 zadaniach badawczych, tj.:

1. Analiza zasobów węgla brunatnego w Polsce oraz sposoby jego zagospodarowania do 2050 roku.
2. Analiza właściwości węgla pod kątem ich podatności na zgazowanie.
3. Badania nad procesem zgazowania węgla brunatnych w skali laboratoryjnej.
4. Wsparcie PGE GiEK S.A. w zakresie analizy zasobów węgla oraz pozyskanie próbek do badań.
5. Wsparcie PGE GiEK S.A. w realizacji badań nad zgazowaniem węgla brunatnych w skali laboratoryjnych.

Zadanie 1 ukierunkowane jest na określenie zasobów węgla brunatnego w Polsce, które możliwe są do eksploatacji do 2050 roku. Ze względu na perspektywę czasową ze szczególną uwagą przeanalizowane zostaną złoża perspektywiczne. Zadanie 1 wiąże się z realizacją zadania 4,



w ramach którego PGE GiEK udostępni posiadane informacje w zakresie perspektywicznych złóż węgla. Do tej pory przeprowadzono przegląd literatury, który w następnej kolejności uzupełniony zostanie o informacje z dostępnych opracowań oraz danych geologicznych będących w posiadaniu PGE GiEK. W następnym kroku polski partner przemysłowy dostarczy IChPW próbki węgla brunatnych do badań właściwości fizykochemicznych pod kątem ich podatności na zgazowanie. Przeprowadzone zostaną badania zgazowania próbek węgla brunatnych w skali laboratoryjnej w reaktorach fluidalnych. W ramach projektu zestawione zostaną dwa typy rozwiązań konstrukcyjnych reaktorów, tj. u partnera japońskiego zgazowanie parą wodną, natomiast w IChPW zgazowanie mieszaniną pary wodnej i tlenu. Wyniki zebrane na podstawie laboratoryjnych badań zgazowania stanowiąc będą podstawę dla IHI do modelowania matematycznego w programie Aspen. Na podstawie wyników badań oraz rezultatów modelowania wykonane zostanie opracowanie określające możliwości wykorzystania perspektywicznych złóż węgla brunatnego w Polsce w procesie zgazowania.

Realizacja projektu stanowić będzie wsparcie merytoryczne dla podjęcia właściwych decyzji przed opracowaniem dokładnych planów zagospodarowania złóż perspektywicznych, ze szczególnym uwzględnieniem złóż Złoczew oraz Gubin.

Należy podkreślić znaczenie współpracy polsko-japońskiej w niniejszym projekcie. Polska pomimo dużych zasobów złóż paliw kopalnych nie posiada instalacji zgazowania węgla w skali przemysłowej w odróżnieniu od Japonii, gdzie eksploatuje się takie układy. Według (<http://www.netl.doe.gov>) w Japonii obecnie pracują trzy przemysłowe instalacje zgazowania wszystkie w układzie IGCC tj. Chugoku Electric Osaki Power Station, Hirono Power Station oraz Nakoso Power Station. Obiekty te charakteryzują się dużymi wydajnościami, odpowiednio 166 MW, 500 MW oraz 500 MW. Chugoku Electric Osaki Power Station wyposażona jest dodatkowo w układ CCS zapewniający redukcję emisji CO<sub>2</sub> z układu. Praktyczne doświadczenia Japonii w zakresie zgazowania stanowiąc będą istotny wkład do projektu.

## Wnioski

Zestawiając poziom zasobów węgla brunatnego w Polsce (ponad 22 mld geologicznych zasobów bilansowych) z rocznym wydobyciem tego surowca (2012 r.: 64 mln t (Polska), 1,04 mld t (świat) (Tajduś i in. 2014)) nasuwa to stwierdzenie, że Polska jako kraj posiada duże zasoby tego paliwa. Obecnie eksploatowane są złoża Bełchatów, Konin, Adamów, Turów oraz Sieniawa. Wiele przyszłościowych złóż posiada jednocześnie niewystarczający poziom rozpoznania. Dlatego tak istotne jest jego dokończenie oraz udokumentowanie. Duże zasoby tego paliwa w naszym kraju wskazują na skalę możliwości jego energetycznego wykorzystania. Z kolei w kolejnych latach przewiduje się, że zgazowanie jako forma energetycznego wykorzystania paliw będzie się rozwijała. Jednocześnie należy stwierdzić, za autorami pracy (Porada i in. 2014), że polski węgiel brunatny bardzo dobrze nadaje się do wykorzystania w technologii zgazowania.

Na rynku dostępne są technologie zgazowania pozwalające efektywnie prowadzić ten proces. Obok reaktorów ze złożem stałym, czy fluidalnym dostępne są też reaktory dyspersyjne. Dla każdego typu reaktorów pożądane są inne cechy paliwa. Parametry, na które należy zwrócić uwagę to m.in. reakcyjność, podatność przemiałowa, zawartość wilgoci, popiołu, siarki czy

chloru. Reakcyjność jest szczególnie istotna w przypadku reaktorów ze złożem fluidalnym, które charakteryzują się stosunkowo niskimi temperaturami procesu. W przypadku reaktorów dyspersyjnych podstawowym parametrem jest podatność przemiałowa, ze względu na wymóg rozdrobnienia poniżej 0,1 mm. Ponieważ nawet w obrębie tej samej kopalni wydobywany węgiel brunatny wykazuje czasem znaczne wahania wartości właściwości fizykochemicznych dlatego zaleca się badania, które pozwolą określić możliwości wykorzystania badanego węgla dla wybranej technologii zgazowania.

Praca wykonana została w ramach projektu *Wykorzystanie węgla brunatnych w procesie zgazowania fluidalnego dla wysokoelektrycznej produkcji gazu syntezowego* finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach Polsko-Japońskiej Współpracy Badawczej.

## Literatura

- TAJDUŚ i in. 2014 – TAJDUŚ, A., KACZOROWSKI, J., KASZTELEWICZ, Z., CZAJA, P., CAŁA, M., BRYJA, Z. i ŻUK, S. 2014. *Węgiel brunatny – oferta dla polskiej energetyki. Możliwości rozwoju działalności górnictwa węgla brunatnego w Polsce do 2050 roku*. Komitet Górnictwa Polskiej Akademii Nauk. ISBN 978-83-7783-084-0, Kraków.
- KASZTELEWICZ Z. i SIKORA M. 2012. *Węgiel brunatny na świecie i w Polsce*. Związek Pracodawców Porozumienie Producentów Węgla Brunatnego [red.], „*Górnictwo Odkrywkowe*”, Bogatynia-Wrocław.
- KASZTELEWICZ, Z. 2008. *Zasoby węgla brunatnego w Polsce i perspektywy ich wykorzystania*. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 11, z. 1, s. 181–200.
- GAWLIK, red. 2013. *Węgiel dla polskiej energetyki w perspektywie 2050 roku – analizy scenariuszowe*. Praca zrealizowana na zamówienie Górnictwej Izby Przemysłowo-Handlowej w Katowicach. Kraków: IGSMiE PAN. ISBN 978-83-904195-6-5. Katowice.
- SZUFLICKI i in. red. 2014 – SZUFLICKI, A., MALON, A. i TYMIŃSKI, M. red. 2014. *Bilans zasobów złóż kopalni w Polsce wg stanu na 31 XII 2013 r.* Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- ZAJĄC, C. 2015. *Materiały dydaktyczne dla zawodu: Technik górnictwa podziemnego*. [Online] Dostępne w: [www.czek.eu](http://www.czek.eu) [Dostęp: 8.06.2015].
- KASZTELEWICZ 2011 – KASZTELEWICZ, Z., SYPNIEWSKI, S. i ZAJĄCZKOWSKI, M. 2011. Określenie możliwości zagospodarowania lubuskich złóż węgla brunatnego. *Górnictwo i Geoinżynieria* rok 35, zeszyt 3, s. 133–145.
- O perspektywach pozyskiwania węgla brunatnego dla energetyki*. 2008. Instytut Górnictwa Odkrywkowego Politegor-Instytut, Komitet Sterujący im. prof. Adama Stefana Trębackiego dla Przygotowania i Zagospodarowania Legnickiego Zagłębia Górnictwo-Energetycznego Węgla Brunatnego przy Akademii Górnictwo-Hutniczej, Kraków–Wrocław.
- PORADA i in. 2014 – PORADA, S., GRZYWACZ, P., CZERSKI, G., KOGUT, K. i MAKOWSKA, D. 2014. Ocena przydatności polskich węgla do procesu zgazowania. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 17, z. 4, s. 89–102.
- SOBOLEWSKI i in. 2010 – SOBOLEWSKI, A., ILMURZYŃSKA, J., ILUK T. i CZAPLICKI A. 2010. *Zgazowanie biomasy. Nowoczesne technologie pozyskiwania i energetycznego wykorzystania biomasy*. Monografia. Instytut Energetyki, Warszawa.
- SOBOLEWSKI i in. 2013 – SOBOLEWSKI, A., CHMIELNIAK, T., TOPOLNICKA, T. i GIESA, N. 2013. Dobór węgla do zgazowania w ciśnieniowym reaktorze ze złożem fluidalnym. *Karbo* t. 58, nr 1, s. 28–38.

SMĘDOWSKI i in. 2014 – SMĘDOWSKI, Ł., MISZTAŁ, E., MAZUREK, I., BALAZIŃSKA, M., BABIŃSKI, P., KSEPKO, E., ZAPART, L. i DUBIEL K. 2014. *The marketing research of TIGAR applications in Poland*. Report IChPW, Zabrze.

Turning a Poorly Utilized Fuel into a Useful Fuel. 2012. IHI Engineering Review vol. 45, no. 1. [Online] Dostępne w: <http://www.ihico.jp> [Dostęp: 10.07.2015].

<http://www.netl.doe.gov> [Dostęp: 10.07.2015].

Maria BALAZIŃSKA, Jarosław ZUWAŁA

## The analysis of lignite deposits in Poland regarding to their application in gasification technology

### Abstract

Lignite is one of the primary energy resources in Poland. This is caused by its large existing and perspective reserves in Poland. Documented lignite geological resources are more than  $26 \cdot 10^9$  Mg while the possibility of lignite occurrence is estimated to be  $140 \cdot 10^9$  Mg. It shows the potential for an application of this fuel as a future energy source. Currently, lignite is used in large scale utility boilers. Simultaneously, electricity produced from lignite is much cheaper compared to hard coal. This is another argument for use of this fuel in the energy sector. The European Union Climate Policy related to CO<sub>2</sub> emission reduction will result in the implementation of CCS installations in all new power plants above 300 MWel output. Application The application of CO<sub>2</sub> capture technologies in traditional utility plants leads to the efficiency drop and the increase of electricity generation cost. IGCC plants offer a lower cost of CO<sub>2</sub> removal and also the produced syngas can not only be directly combusted with lower CO<sub>2</sub> emission but also stored for future use. Thus, gasification technology is one of the most promising directions for using lignite. This topic was taken up in the project entitled Utilization of Low Rank Coal Under Fluidized Gasification for Highly-Efficient Syngas Production, which is being implemented by IChPw, PGE GiEK and IHI within Polish-Japanese Cooperation Research. The article presents the scope of the project and the results obtained at the current stage of implementation. Lignite resources in Poland were discussed and physicochemical properties of the fuel were commented on. Lignite properties have a significant impact on the operation of all types of gasification reactors. Among the most important parameters for reactors with fixed bed, fluidized bed and for entrained flow gasifiers are listed reactivity, grindability, melting point of the ash and content of such components such as moisture, ash, sulfur and chlorine are listed among the most important parameters for reactors with fixed bed, fluidized bed and for entrained flow gasifiers. A slag viscosity is especially taken into account in the case of entrained flow gasifiers. KEYWORDS: lignite deposits, gasification.

KEYWORDS: lignite deposits, gasification

